WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-17**	**24-030361-18**	**24-030361-19**	**24-030361-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E55(1.6-2.7)***	***E56(0-0.2)***	***E56(1.6-2.7)***	***E57(0-0.1)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	40,0	49,0	70,0	60,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	20000	<100	820	190

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	41000	<1000	4600	1400

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	8,0	1,0	8,0	1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	4500	<100	210	100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05	0,05	<0,05	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	<0,5	9,4	1,5	2,7
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,17	0,08	0,11	0,1
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	0,3	<0,1	0,26	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	3*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11	11	11	11
Début des analyses :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Fin des analyses :	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024

Rapport provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-21**	**24-031955-01**	**24-031955-02**	**24-031955-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E57(0.1-1.6)***	***E51(0-1,5)***	***E50(1,1-2,1)***	***E50(2,1-3)***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	85,2 (A)	92,8 (A)	90,4 (A)	72,0 (A)

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	13000	7960	6570	22500

Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Somme des C5	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale	MS	13/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)

Eléments

Chrome (VI) (prise d'essai 2g) - Méthode interne : CrVI-SPECTROMETRIE - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (VI)	mg/kg MS		<5,0 (A)		

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-21**	**24-031955-01**	**24-031955-02**	**24-031955-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E57(0.1-1.6)***	***E51(0-1,5)***	***E50(1,1-2,1)***	***E50(2,1-3)***

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	12 (A)	14 (A)	14 (A)	25 (A)
Chrome (Cr)	mg/kg MS	13 (A)	16 (A)	16 (A)	26 (A)
Fer (Fe)	mg/kg MS	12000 (A)	14000 (A)	14000 (A)	27000 (A)
Cobalt (Co)	mg/kg MS	5,0 (A)	6,0 (A)	6,0 (A)	11 (A)
Nickel (Ni)	mg/kg MS	16 (A)	18 (A)	19 (A)	37 (A)
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	5,0 (A)	6,0 (A)	7,0 (A)	19 (A)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	35 (A)	35 (A)	37 (A)	76 (A)
Arsenic (As)	mg/kg MS	7,0 (A)	6,0 (A)	6,0 (A)	16 (A)
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)	<0,4 (A)	<0,4 (A)	<0,4 (A)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Baryum (Ba)	mg/kg MS	16 (A)	18 (A)	22 (A)	40 (A)
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<10 (A)	10 (A)	11 (A)	35 (A)

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Document Provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-21**	**24-031955-01**	**24-031955-02**	**24-031955-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E57(0.1-1.6)***	***E51(0-1,5)***	***E50(1,1-2,1)***	***E50(2,1-3)***

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	71 (A)	97 (A)	66 (A)	71 (A)
Masse de la prise d'essai	g	21 (A)	21 (A)	21 (A)	20 (A)
Refus >4mm	g	25 (A)	9,5 (A)	18 (A)	51 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		8,3 à 19,8°C (A)	9 à 20,6°C (A)	8,7 à 20,5°C (A)	8,4 à 20,5°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	750 (A)	50 (A)	78 (A)	170 (A)

Document

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-21**	**24-031955-01**	**24-031955-02**	**24-031955-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E57(0.1-1.6)***	***E51(0-1,5)***	***E50(1,1-2,1)***	***E50(2,1-3)***
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration	mg/l E/L	620 (A)	<100 (A)	<100 (A)	240 (A)
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl)	mg/l E/L	78 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	190 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,8 (A)	0,3 (A)	0,3 (A)	<0,4 (A)
Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	<1,8 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	0,08 (A)	1,7 (A)	0,91 (A)	0,13 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0 (A)	3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	12 (A)	6,0 (A)	7,0 (A)	14 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-21**	**24-031955-01**	**24-031955-02**	**24-031955-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E57(0.1-1.6)***	***E51(0-1,5)***	***E50(1,1-2,1)***	***E50(2,1-3)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<18,0	<30,0	<30,0	<30,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	1900	<100	<100	<100

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	6200	<1000	<1000	2400

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	8,0	3,0	3,0	<4,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	780	<100	<100	<100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	0,8	17	9,1	1,3
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,12	0,06	0,07	0,14
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	08.03.2024	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*05.03.2024*	*06.03.2024*	*06.03.2024*	*06.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11	11.3	11.3	11.3
Début des analyses :	08.03.2024	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024
Fin des analyses :	26.03.2024	20.03.2024	20.03.2024	20.03.2024

Rapport provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	90,7 (A)	93,8 (A)	97,1 (A)	89,1 (A)

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	7340	7270	3450	3370

Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Somme des C5	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)	<20 (A)	27 (A)	<20 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale	MS	14/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	14 (A)	15 (A)	2,7 (A)	11 (A)
Chrome (Cr)	mg/kg MS	15 (A)	16 (A)	3,0 (A)	12 (A)
Fer (Fe)	mg/kg MS	13000 (A)	15000 (A)	4300 (A)	11000 (A)
Cobalt (Co)	mg/kg MS	6,0 (A)	6,0 (A)	1,0 (A)	5,0 (A)
Nickel (Ni)	mg/kg MS	18 (A)	19 (A)	4,0 (A)	14 (A)
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	7,0 (A)	7,0 (A)	5,0 (A)	5,0 (A)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	62 (A)	43 (A)	5500 (A)	44 (A)
Arsenic (As)	mg/kg MS	6,0 (A)	6,0 (A)	2,0 (A)	4,0 (A)
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)	<0,4 (A)	1,4 (A)	<0,4 (A)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Baryum (Ba)	mg/kg MS	20 (A)	18 (A)	24 (A)	14 (A)
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<10 (A)	12 (A)	25 (A)	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,031 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,093 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,051 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,093 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,072 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,021 (A)	<0,01 (A)
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	0,36	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)

Dioxines polychlorés dans les sols - DIN 38414-S 24 mod. (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDD	ng/kg MS	<1,0 (A)			
1,2,3,7,8 PeCDD	ng/kg MS	<2,0 (A)			
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,6,7,8 HxCDD	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	ng/kg MS	<15 (A)			
Octa CDD	ng/kg MS	<50 (A)			
Somme des tetra CDD	ng/kg MS	<10 (A)			
Somme des penta CDD	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des Hexa CDD	ng/kg MS	<30 (A)			
Somme des hepta CDD	ng/kg MS	<30 (A)			
Somme des TCDD restants	ng/kg MS	<10 (A)			
Somme des PeCDD restants	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des HxCDD restants	ng/kg MS	<30 (A)			
Somme des HpCDD restants	ng/kg MS	<30 (A)			

Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)

Furanes polychlorés dans les sols - DIN 38414-S 24 mod. (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDF	ng/kg MS	<2,0 (A)			
1,2,3,7,8 PeCDF	ng/kg MS	<2,0 (A)			
2,3,4,7,8 PeCDF	ng/kg MS	<2,0 (A)			
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS	<3,0 (A)			
2,3,4,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	ng/kg MS	<15 (A)			
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg MS	<15 (A)			
Octa CDF	ng/kg MS	<50 (A)			
Somme des tetra CDF	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des penta CDF	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des Hexa CDF	ng/kg MS	<30 (A)			
Somme des Hepta CDF	ng/kg MS	<60 (A)			
Somme des TCDF restants	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des PeCDF restants	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des HxCDF restants	ng/kg MS	<30 (A)			
Somme des HpCDF restants	ng/kg MS	<60 (A)			

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Valeurs calculées

Valeurs calculés de dioxines et furanes polychlorés dans les sols - DIN 38414 S24 (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Somme PCDD (tetra-octa)	ng/kg MS	-/- (A)			
Somme PCDF (tetra-octa)	ng/kg MS	-/- (A)			
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	ng/kg MS	-/- (A)			
I-TE (OTAN CCMS) excl. LOQ	ng/kg MS	-/- (A)			
I-TE (OTAN CCMS) incl. LOQ	ng/kg MS	6,0 (A)			
I-TE (OTAN CCMS) incl. ½ LOQ	ng/kg MS	3,0 (A)			
TEQ (OMS 1997) excl. LOQ	ng/kg MS	-/- (A)			
TEQ (OMS 1997) incl. LOQ	ng/kg MS	6,9 (A)			
TEQ (OMS 1997) incl. ½ LOQ	ng/kg MS	3,4 (A)			
TE-BGA excl. LOQ	ng/kg MS	-/- (A)			
TE-BGA incl. LOQ	ng/kg MS	5,8 (A)			
Somme I du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS	-/- (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	ng/kg MS	-/- (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	ng/kg MS	6,44 (A)			
Somme II du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS	-/- (A)			
Somme III du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS	-/- (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	ng/kg MS	3,22 (A)			

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	71 (A)	66 (A)	75 (A)	84 (A)
Masse de la prise d'essai	g	21 (A)	21 (A)	21 (A)	21 (A)
Refus >4mm	g	42 (A)	16 (A)	0,00 (A)	0,00 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		8,8 à 20,4°C (A)	8,4 à 20,5°C (A)	8,4 à 20,6°C (A)	8,7 à 20,6°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	52 (A)	130 (A)	55 (A)	51 (A)

Document

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	<100 (A)	240 (A)	<100 (A)	140 (A)

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10 (A)	14 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10 (A)	15 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,1 (A)	0,3 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)

Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	µg/l E/L	16 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	1,0 (A)	0,48 (A)	0,05 (A)	0,12 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	190 (A)	290 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	5,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	140 (A)	130 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	150	<100	<100

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	0,16	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	2400	<1000	1400

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	1,0	3,0	<1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	140	<100	<100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	10	4,8	0,5	1,2
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	1,9	2,9
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,05	<0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	1,4	1,3
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Rapport provisoire

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*06.03.2024*	*06.03.2024*	*06.03.2024*	*06.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11.3	11.3	11.3	11.3
Début des analyses :	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024
Fin des analyses :	20.03.2024	20.03.2024	20.03.2024	20.03.2024

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E47(0,3-1,8)***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	89,9 (A)			

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	7730			

Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Somme des C5	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5			
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)			

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)			
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20			

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale	MS	14/03/2024 (A)			

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	12 (A)			
Chrome (Cr)	mg/kg MS	14 (A)			
Fer (Fe)	mg/kg MS	12000 (A)			
Cobalt (Co)	mg/kg MS	5,0 (A)			
Nickel (Ni)	mg/kg MS	17 (A)			
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	6,0 (A)			
Zinc (Zn)	mg/kg MS	33 (A)			
Arsenic (As)	mg/kg MS	5,0 (A)			
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)			
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 (A)			
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)			
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)			
Baryum (Ba)	mg/kg MS	15 (A)			
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<10 (A)			

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E47(0,3-1,8)***

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-			

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-			

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)			
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-			

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E47(0,3-1,8)***

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	73 (A)
Masse de la prise d'essai	g	20 (A)
Refus >4mm	g	27 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		8,4 à 20,6°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	250 (A)

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	230 (A)

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	27 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	41 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,3 (A)

Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	µg/l E/L	34 (A)

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	<3,0 (A)

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	<0,05 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	6,0 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E47(0,3-1,8)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<30,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	410

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	0,34

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	2300

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	3,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	270

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	<0,5
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,06
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	11.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*
Date de prélèvement :	*06.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11.3
Début des analyses :	11.03.2024
Fin des analyses :	20.03.2024

Rapport provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

Commentaires retirant l'accréditation de vos résultats d'analyses :

R146 : pH hors méthode car supérieur a 10

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Limite de quantification augmentée en raison du résultat de blanc de lixiviation supérieur à la limite de quantification de la méthode :
-Carbone organique total (COT), Carbone organique total (COT) : Valable pour les échantillons 24-030361-02, -04, -05, -06, -07, -10, -11, -13, -15, -16, -21 et 24-031955-01, -02, -03, -04, -05, -06, -07, -08

Valeur vérifiée :
-Résidu sec après filtration à 105+/-5°C : Valable pour les échantillons 24-030361-06 et 24-031955-01, -02, -06, -07

Valeurs significativement différentes entre le résidu sec et la conductivité dû à la nature chimique de la matrice. :
-Résidu sec après filtration à 105+/-5°C : Valable pour l'échantillon 24-030361-06

Valeur vérifiée et confirmée par une contre analyse :
-Métaux dissous (ICP/MS), Chrome (Cr) total : Valable pour les échantillons 24-030361-06, -09

Limite de quantification augmentée en raison d'interférences chimiques. :
-Anions dissous (filtration à 0,2 µm), Fluorures (F) : Valable pour l'échantillon 24-031955-03

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10.

Suite à votre demande écrite, ce rapport est une version modifiée qui annule et remplace le rapport d'essai n°ULY24-0080001-1 et ULY24-007511-1 que nous vous demandons de détruire afin d'éviter toute utilisation malencontreuse.

Motif de l'amendement : Regroupement des échantillons 24-030361-02 à 21 (du rapport ULY24-056090-1) et des échantillons 24-031955-01 à 08 (du rapport ULY24-06063-1)

Document

Approuvé par :
Alexandra GUTTIN
Responsable Qualité et Sécurité

ANNEXE 6 : COUPES TECHNIQUES DES PIEZOMETRES

Document provisoire

COUPE DE SONDAGE
Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités

Affaire: N°	P08588	Nom :	Zone nord	Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MMO	Date :	20/02/2024	Heure :	**SONDAGE N°PZE1**
Météo :	Soleil + vent	Localisation à partir :	Relevé GPS Géomètre		
Système de coordonnées :	RGF 93 conique conforme 44 (CC44)	Coordonnées :	x : 1848996.01	y :	3141200.03
Cote sol z :	2,85 m NG	mesuré ☑	estimé ☐	Nom sous-traitant :	solum
Cote repère :	Tube 3,34 mNGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	EMCI 7.5 Odex

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique :	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite
					Capot hors sol	Echantillon prélevé / C
0	Réfracraires				ciment / Bentonite	0
1	Sables fins gris					1
2						2
3	Argiles grises				Massif filtrant	3
4	Sables fins gris					4
5						5

Document provisoire

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique :	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage		
						Echantillon prélevé	C	
5								5
6	Sables fins gris avec coquillages				Massif filtrant 1/2mm Massif filtrant Bouchon			6
7								7
8								8
9								9
10								10

Document provisoire

Cuttings : ☐ utilisés en remblai ☐ stockés sur site ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; ..... m de tube plein et ..... m crépiné ; Ouvertures crépine : .. mm ; Foration Ø.....

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des supports : glacières réfrigérées : ☐	autre : ☐	Blanc de transport : ☐	
Transport assuré par EODD : Oui ☐ Non ☑		Transport par navette : ☐	
Laboratoire d'analyses :		Transporteur express : ☐	
Date et heure de livraison au :	Transporteur ☐ Laboratoire ☐	xx/xx/xxxx	00:00:00

Analyses prévues / support :

COUPE DE SONDAGE
Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités

Affaire: N°	P08588	Nom :	Zone nord	Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MMO	Date :	19/02/2024	Heure :	**SONDAGE N°PZE2**
Météo :	Soleil + vent	Localisation à partir :	Relevé GPS Géomètre		
Système de coordonnées :	RGF 93 conique conforme 44 (CC44)	Coordonnées :	x : 1848963.9	y :	3140589.07
Cote sol z :	1,89 m NGF	mesuré ☑	estimé ☐	Nom sous-traitant :	solum
Cote repère :	Tube 2,27	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	EMCI 7.5 Odex

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique :	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
					Capot hors sol	Echantillon prélevé	C
0							0
	Réfracraires				ciment / Bentonite		
1							1
2	Sables fins gris						2
3					Massif filtrant		3
4							4
5							5

Document provisoire

COUPE DE SONDAGE
Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique :	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage		
						Echantillon prélevé	C	
5								5
6	Sables fins gris				Massif filtrant / Massif filtrant			6
7					Bouchon			7
8								8
9								9
10								10

Document provisoire

Cuttings : ☐ utilisés en remblai
☐ stockés sur site
☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ;
..... m de tube plein et ..... m crépiné ; Ouvertures crépine : .. mm ; Foration Ø.....

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des supports :	glacières réfrigérées : ☐	autre : ☐	Blanc de transport : ☐
Transport assuré par EODD Oui ☐	Non ☑	Transport par navette : ☐	
Laboratoire d'analyses :		Transporteur express : ☐	
Date et heure de livraison au :	Transporteur ☐	Laboratoire ☐	xx/xx/xxxx 00:00:00

Analyses prévues / support :

ANNEXE 7 : FICHES DE PRELEVEMENTS DES EAUX SOUTERRAINES

Document provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	zone nord	PZE1
Date :	25/03/24			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1848996,01 y : 3141200,03

Altitude (+ précision) : 3,34 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

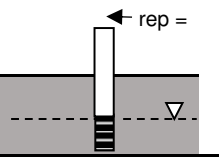
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Tube PVC

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 2,71 m/rep

PT= 7,69 m/rep

Point particulier :

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage :	10,57 l/min	Volume minimum à renouveler (norme) :	31,71 litres
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique	
Durée : 15 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 15 litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant : oui : ☐ non : ☑ Niveau surnageant : m/rep Niveau interface : m/rep

Présence de plongeant : oui : ☐ non : ☑ Niveau plongeant : m/rep

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		
Temps de purge [min]		1	3	5	8	10	13		
Volume pompé [L]		1,5	4,5	7,5	12	15	19,5		
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM	NM	NM		
Température [°c]		15,3	15,6	15,7	15,6	15,6	15,7		
pH		7,86	7,72	7,66	7,62	7,58	7,54		
Conductivité [µS/cm]		14600	14690	14840	13001	14820	14810		
Potentiel redox [mV]		-50	-75	-33	-43	-79	-90		
Redox corrigé - Eh [mV]		162	137	179	169	133	122		
O_2 dissous :	[mg/L]	1,37	0,20	0,62	0,74	0,22	0,22		
	[%]	0,15	1,9	7,4	7,5	2,6	2,3		
Couleur		Grise	Grise	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide		
Turbidité		Chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée		
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur		

Prélèvement

Heure début : 10:02 Heure fin : 10:07

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : 3,71 m/rep

Type de flacons / qté : Flaconnages WESSLING/NR

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux : Non filtrés

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	26/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express

Analyses prévues : HCT, PCB,HAP,Métaux, Dioxines furanes

Document provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	zone nord	PZE2
Date :	25/03/24			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1848963,9 y : 3140589,07

Altitude (+ précision) : 2,27 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

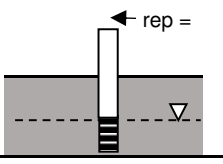
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Tube PVC

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 1,27 m/rep

PT= 5,85 m/rep

Point particulier :

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage : 9,72 l/min		Volume minimum à renouveler (norme) : 29,16 litres	
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique	
Durée : 11 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 11 litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau surnageant : m/rep	Niveau interface : m/rep	
Présence de plongeant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau plongeant : m/rep		

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5			
Temps de purge [min]		2	3	6	8	10			
Volume pompé [L]		3	4,5	9	12	15			
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM	NM			
Température [°c]		14,9	15	15	14,9	15			
pH		8,85	8,23	7,81	7,71	7,59			
Conductivité [µS/cm]		1290	1512	1668	1683	1705			
Potentiel redox [mV]		-105	-98	-95	-97	-100			
Redox corrigé - Eh [mV]		107	114	117	115	112			
O_2 dissous :	[mg/L]	3,76	1,67	1,20	1,07	1,03			
	[%]	39	17,65	12,6	10,7	10,4			
Couleur		Ocre	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide			
Turbidité		Peu chargée	Non chargée	Non chargée	Non chargée	Non chargée			
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur			

Prélèvement

Heure début : 10:58		Heure fin : 10:58	
Type de prélèvement :	ponctuel : ☑	composite : ☐	passif : ☐
Type de préleveur : Pompe péristaltique			
Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : 3 m/rep			
Type de flacons / qté : Flaconnages WESSLING/NR			
Dispositions / observations particulières: Filtration métaux : Non filtrés			

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	26/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express
Analyses prévues : HCT, PCB,HAP,Métaux			

Document Provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	Ascométal	**PZ13**
Date :	25/03/24			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1849029,72 y : 3140039,95

Altitude (+ précision) : 2,71 mNGF

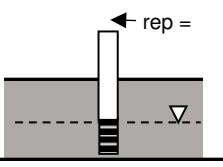
Type d'ouvrage ou point de mesure :

- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 1,66 m/rep

PT= 5,89 m/rep

Point particulier :

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage :	8,98	l/min	Volume minimum à renouveler (norme) :	26,94	litres		
Mode de purge :	Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge :	Pompe péristaltique			
Durée :	5	minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait :	5	litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau surnageant :	m/rep	Niveau interface : m/rep
Présence de plongeant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau plongeant :	m/rep	

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5				
Temps de purge [min]		1	4	8	10				
Volume pompé [L]		1,5	6	12	15				
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM				
Température [°c]		16,2	15,9	15,9	15,8				
pH		7,29	7,44	7,49	7,5				
Conductivité [µS/cm]		9739	9827	9877	9820				
Potentiel redox [mV]		-59	-74	-81	-89				
Redox corrigé - Eh [mV]		153	138	131	123				
O_2 dissous :	[mg/L]	2,42	0,82	0,91	0,33				
	[%]	28,6	8,3	8	3,4				
Couleur		Limpide	Limpide	Limpide	Limpide				
Turbidité		Chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée				
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur				

Prélèvement

Heure début :	11:32	Heure fin :	11:37

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : m/rep

Type de flacons / qté :

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux : Non filtrés

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	26/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express

Analyses prévues :

HCT, PCB,HAP,Métaux

Document provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	Ascométal	**PZ1**
Date :	25/03/2024			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1849820 y : 3140102,88

Altitude (+ précision) : 3,24 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

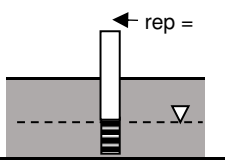
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Socle béton

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 2,65 m/rep

PT= 8,2 m/rep

Point particulier : particules ocres + odeur de rouille

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage : 11,78 l/min		Volume minimum à renouveler (norme) : 35,34 litres	
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique	
Durée : 14 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 14 litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau surnageant : m/rep	Niveau interface : m/rep	
Présence de plongeant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau plongeant : m/rep		

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Temps de purge [min]		1	4	8	12	16	20	24	26
Volume pompé [L]		1,5	6	12	18	24	30	36	39
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
Température [°c]		17,6	17,1	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
pH		8,88	8,25	8,24	7,93	5,07	4,48	4,40	7,65
Conductivité [µS/cm]		6425	6548	6602	6610	6580	6589	6581	6562
Potentiel redox [mV]		-233	-264	-190	-243	-38	152	-108	-270
Redox corrigé - Eh [mV]		-21	-52	22	-31	174	364	104	-58
O_2 dissous :	[mg/L]	1,92	0,13	0,76	0,33	0,33	0,23	21	11
	[%]	25,2	1,4	8,5	3,6	3,8	2,6	2,3	1,2
Couleur		Grise	Grise	Grise	Grise	Grise	Grise	Limpide	Limpide
Turbidité		Chargée	Chargée	Chargée	Chargée	Chargée	Chargée	Peu chargée	Peu chargée
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur

Prélèvement

Heure début : 12:30 Heure fin : 12:34

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : m/rep

Type de flacons / qté :

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux :

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	26/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express

Analyses prévues :

HCT, PCB,HAP,Métaux

Document provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	Ascométal	PZE
Date :	25/03/24			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1849369,19 y : 3139650,65

Altitude (+ précision) : 2,8 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

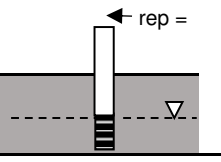
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Tube PVC

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 1,48 m/rep

PT= 2,6 m/rep

Point particulier : Moins de 1m d'eau mais bonne recharge

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage :	4,88 l/min	Volume minimum à renouveler (norme) :	10,26 litres
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique	
Durée : 7 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 7 litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant : oui : ☐ non : ☑ Niveau surnageant : m/rep Niveau interface : m/rep

Présence de plongeant : oui : ☐ non : ☑ Niveau plongeant : m/rep

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5				
Temps de purge [min]		1	3	5	6				
Volume pompé [L]		1,5	4,5	7,5	9				
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM				
Température [°c]		16,6	16,2	16,2	16,2				
pH		8,24	8,14	8,02	6,78				
Conductivité [µS/cm]		1134	1131	1125	1122				
Potentiel redox [mV]		-164	-197	-200	-106				
Redox corrigé - Eh [mV]		48	15	12	106				
O_2 dissous :	[mg/L]	2,29	0,71	0,4	0,32				
	[%]	26,9	7,9	4,2	3,4				
Couleur		Grise	Limpide	Limpide	Limpide				
Turbidité		Chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée				
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur				

Prélèvement

Heure début : 14:21 Heure fin : 14:27

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : m/rep

Type de flacons / qté :

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux :

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	26/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express

Analyses prévues :

HCT, PCB,HAP,Métaux

Document provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	zone nord	**PZF**
Date :	25/03/24			

Conditions de prélèvement					
Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1849997,42 y : 3140081,57

Altitude (+ précision) : 3,32 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

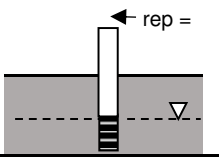
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Tube PVC

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 2,69 m/rep

PT= 4,22 m/rep

Point particulier :

Purge préalable :	☑ oui	☐ non			
Capacité en eau de l'ouvrage :	4,36 l/min	Volume minimum à renouveler (norme) :	10,65 litres		
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique			
Durée : 7 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 7 litres		Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep	

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant : oui : ☐ non : ☑ Niveau surnageant : m/rep Niveau interface : m/rep

Présence de plongeant : oui : ☐ non : ☑ Niveau plongeant : m/rep

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5			
Temps de purge [min]		0	2	4	5	7			
Volume pompé [L]		0	3	6	7,5	10,5			
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM	NM			
Température [°c]		16	16	15,9	15,9	15,9			
pH		8,18	8,03	7,48	7	7,29			
Conductivité [µS/cm]		984	1068	1174	1305	1406			
Potentiel redox [mV]		23	40	84	100	84			
Redox corrigé - Eh [mV]		235	252	296	312	296			
O_2 dissous :	[mg/L]	5,37	5,18	5,41	5,16	5,2			
	[%]	54,4	51,9	54,4	52,1	52,5			
Couleur		Limpide	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide			
Turbidité		Non chargée	Non chargée	Non chargée	Non chargée	Non chargée			
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur			

Prélèvement

Heure début : 14:58 Heure fin : 15:03

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : m/rep

Type de flacons / qté :

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux :

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons : Glacières réfrigérées

Laboratoire d'analyses : wessling

Date et heure de livraison : 26/03/2024

Transport assuré par : Transporteur express

Analyses prévues :

HCT, PCB,HAP,Métaux

Document non contractuel

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	zone nord	**PZB**
Date :	26/03/24			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	16,8	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1849472,48 y : 3139957,35

Altitude (+ précision) : 3,08 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

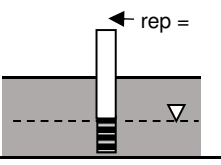
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Tube PVC

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 2 m/rep

PT= 4,72 m/rep

Point particulier :

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage :	5,77 l/min	Volume minimum à renouveler (norme) :	17,31 litres
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique	
Durée : 9 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 9 litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau surnageant : m/rep	Niveau interface : m/rep
Présence de plongeant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau plongeant : m/rep	

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5				
Temps de purge [min]		2	4	6	8				
Volume pompé [L]		3	6	9	12				
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM				
Température [°c]		16,1	16	16	16				
pH		8,62	8,24	8	7,96				
Conductivité [µS/cm]		2254	2231	2270	2275				
Potentiel redox [mV]		1	24	29	37				
Redox corrigé - Eh [mV]		213	236	241	249				
O_2 dissous :	[mg/L]	3,49	2,20	1,13	1,46				
	[%]	35,3	22,8	11,7	14,8				
Couleur		Limpide	Limpide	Limpide	Limpide				
Turbidité		Peu chargée	Peu chargée	Non chargée	Non chargée				
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur				

Prélèvement

Heure début : 09:33	Heure fin : 09:43

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : m/rep

Type de flacons / qté :

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux :

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	27/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express

Analyses prévues :

HCT, PCB,HAP,Métaux, Dioxines furanes

Document Provisoire

ANNEXE 8 : BORDEREAUX DES RESULTATS D'ANALYSES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Document provisoire

Accréditation n°1-364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

EODD INGENIEURS CONSEILS
Madame Montaigne MOMPHILE
Batiment Henri Poincaré - Domaine du Petit Arbois Avenue
Louis Philibert
13100 AIX EN PROVENCE

N° rapport d'essai	ULY24-014170-1
N° commande	ULY-08641-24
Interlocuteur (interne)	J. Moncorgé
Téléphone	+33 474 999 633
Courrier électronique	Jonathan.Moncorge@wessling.fr
Date	29.05.2024

Rapport d'essai

P08588 ASCOFIELDS EAUX

ment provisoire



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
La portée d'accréditation DAKKS n° D-PL-14162-01-00 des laboratoires WESSLING Allemands est disponible sur le site www.dakks.de pour les résultats accrédités par ces laboratoires.
Le COFRAC/DAKKS sont signataires des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-01**	**24-044775-02**	**24-044775-03**	**24-044775-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE1***	***PZE2***	***PZE13***	***PZ1***

Analyse physique

pH - NF EN ISO 10523 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH	E/L	7,3 (#)	7,2 (#)	7,4 (#)	6,2 (#)
Température de mesure du pH	°C E/L	19,5	19,5	19,4	19,6

Paramètres globaux / Indices

Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Indice Hydrocarbures volatils - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg/l E/L	<50,0 (A)	<50,0 (A)	<50,0 (A)	<50,0 (A)
Somme des C5	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C6	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C7	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C8	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C9	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C10	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0

Eléments

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	21 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	3,9 (A)	9,6 (A)	2,7 (A)	16 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	5,0 (A)	18 (A)	6,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	100 (A)	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	240 (A)	35 (A)	81 (A)	150 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-01**	**24-044775-02**	**24-044775-03**	**24-044775-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE1***	***PZE2***	***PZE13***	***PZ1***

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,04 (A)
Acénaphtylène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Acénaphtène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,08 (A)
Fluorène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,09 (A)
Phénanthrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,17 (A)
Anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,03 (A)
Fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,12 (A)
Pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,08 (A)
Benzo(a)anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Chrysène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Benzo(b)fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Benzo(k)fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Benzo(a)pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	-/-
Somme des 6 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	0,12
Somme des HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	0,57

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - NF EN ISO 6468 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 52	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 101	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 118	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 138	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 153	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 180	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
Somme des 7 PCB	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	-/-

Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)

Dioxines polychlorées - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDD	pg/l E/L	<0,2 (A)			
1,2,3,7,8 PeCDD	pg/l E/L	<0,4 (A)			
1,2,3,4,7,8-HxCDD	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,6,7,8 HxCDD	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,7,8,9-HxCDD	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	pg/l E/L	<3,00 (A)			
Octa CDD	pg/l E/L	<10,0 (A)			
Somme des tetra CDD	pg/l E/L	<2,00 (A)			
Somme des penta CDD	pg/l E/L	<4,00 (A)			
Somme des Hexa CDD	pg/l E/L	<6,00 (A)			
Somme des hepta CDD	pg/l E/L	<6,00 (A)			

Document

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-01**	**24-044775-02**	**24-044775-03**	**24-044775-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE1***	***PZE2***	***PZE13***	***PZ1***

Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)

Furanes polychlorés dans l'eau / lixiviat - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDF	pg/l E/L	<0,4 (A)			
1,2,3,7,8 PeCDF	pg/l E/L	<0,4 (A)			
2,3,4,7,8 PeCDF	pg/l E/L	<0,4 (A)			
1,2,3,4,7,8-HxCDF	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,6,7,8 HxCDF	pg/l E/L	<0,6 (A)			
2,3,4,6,7,8 HxCDF	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,7,8,9-HxCDF	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	pg/l E/L	<3,00 (A)			
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	pg/l E/L	<3,00 (A)			
Octa CDF	pg/l E/L	<10,0 (A)			
Somme des tetra CDF	pg/l E/L	<4,00 (A)			
Somme des penta CDF	pg/l E/L	<4,00 (A)			
Somme des Hexa CDF	pg/l E/L	<6,00 (A)			
Somme des Hepta CDF	pg/l E/L	<12,0 (A)			

Valeurs calculées

Valeurs calculées pour dioxines et furanes polychlorés dans eau - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Somme PCDD (tetra-octa)	pg/l E/L	-/- (A)			
Somme PCDF (tetra-octa)	pg/l E/L	-/- (A)			
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	pg/l E/L	-/- (A)			
I-TE (OTAN CCMS) excl. LOQ	pg/l E/L	-/- (A)			
I-TE (OTAN CCMS) incl. LOQ	pg/l E/L	1,19 (A)			
TEQ (OMS 1997) excl. LOQ	pg/l E/L	-/- (A)			
TEQ (OMS 1997) incl. LOQ	pg/l E/L	1,37 (A)			
TEQ (OMS 1997) incl. ½ LOQ	pg/l E/L	0,686 (A)			
TE-BGA excl. LOQ	pg/l E/L	-/- (A)			
TE-BGA incl. LOQ	pg/l E/L	-/- (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	pg/l E/L	-/- (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	pg/l E/L	1,29 (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	pg/l E/L	0,644 (A)			

E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-01**	**24-044775-02**	**24-044775-03**	**24-044775-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE1***	***PZE2***	***PZE13***	***PZ1***

Informations sur les échantillons

Date de réception :	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024
Type d'échantillon :	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*
Date de prélèvement :	*04.04.2024*	*04.04.2024*	*04.04.2024*	*04.04.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	3*1000ml Verre WES900+250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112	250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112	250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112	250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112
Température à réception (C°) :	9,9	9,9	9,9	9,9
Début des analyses :	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024
Fin des analyses :	19.04.2024	19.04.2024	19.04.2024	19.04.2024

Document pr

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-05**	**24-044775-06**	**24-044775-09**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE***	***PZF***	***PZB***

Analyse physique

pH - NF EN ISO 10523 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH	E/L	7,7 (#)	7,5 (#)	7,4 (#)
Température de mesure du pH	°C E/L	19,2	19,6	20,6

Paramètres globaux / Indices

Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1

Indice Hydrocarbures volatils - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg/l E/L	<50,0 (A)	<50,0 (A)	<50,0 (A)
Somme des C5	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C6	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C7	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C8	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C9	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C10	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0

Eléments

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	67 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	3,1 (A)	0,11 (A)	<0,05 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	110 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)	210 (A)	15 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	43 (A)	85 (A)	75 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Document non contractuel

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-05**	**24-044775-06**	**24-044775-09**	
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE***	***PZF***	***PZB***	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Acénaphtylène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Acénaphtène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Fluorène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Phénanthrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Benzo(a)anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Chrysène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Benzo(b)fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Benzo(k)fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Benzo(a)pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Somme des 6 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Somme des HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - NF EN ISO 6468 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 52	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 101	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 118	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 138	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 153	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 180	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
Somme des 7 PCB	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)					
Dioxines polychlorées - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)					
2,3,7,8 TCDD	pg/l E/L			<0,2 (A)	
1,2,3,7,8 PeCDD	pg/l E/L			<0,4 (A)	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,6,7,8 HxCDD	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	pg/l E/L			<3,00 (A)	
Octa CDD	pg/l E/L			<10,0 (A)	
Somme des tetra CDD	pg/l E/L			<2,00 (A)	
Somme des penta CDD	pg/l E/L			<4,00 (A)	
Somme des Hexa CDD	pg/l E/L			<6,00 (A)	
Somme des hepta CDD	pg/l E/L			<6,00 (A)	

Document

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-05**	**24-044775-06**	**24-044775-09**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE***	***PZF***	***PZB***

Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)

Furanes polychlorés dans l'eau / lixiviat - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDF	pg/l E/L			<0,4 (A)	
1,2,3,7,8 PeCDF	pg/l E/L			<0,4 (A)	
2,3,4,7,8 PeCDF	pg/l E/L			<0,4 (A)	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,6,7,8 HxCDF	pg/l E/L			<0,6 (A)	
2,3,4,6,7,8 HxCDF	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	pg/l E/L			<3,00 (A)	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	pg/l E/L			<3,00 (A)	
Octa CDF	pg/l E/L			<10,0 (A)	
Somme des tetra CDF	pg/l E/L			<4,00 (A)	
Somme des penta CDF	pg/l E/L			<4,00 (A)	
Somme des Hexa CDF	pg/l E/L			<6,00 (A)	
Somme des Hepta CDF	pg/l E/L			<12,0 (A)	

Valeurs calculées

Valeurs calculées pour dioxines et furanes polychlorés dans eau - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Somme PCDD (tetra-octa)	pg/l E/L			-/- (A)	
Somme PCDF (tetra-octa)	pg/l E/L			-/- (A)	
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	pg/l E/L			-/- (A)	
I-TE (OTAN CCMS) excl. LOQ	pg/l E/L			-/- (A)	
I-TE (OTAN CCMS) incl. LOQ	pg/l E/L			1,19 (A)	
TEQ (OMS 1997) excl. LOQ	pg/l E/L			-/- (A)	
TEQ (OMS 1997) incl. LOQ	pg/l E/L			1,37 (A)	
TEQ (OMS 1997) incl. ½ LOQ	pg/l E/L			0,686 (A)	
TE-BGA excl. LOQ	pg/l E/L			-/- (A)	
TE-BGA incl. LOQ	pg/l E/L			-/- (A)	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	pg/l E/L			-/- (A)	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	pg/l E/L			1,29 (A)	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	pg/l E/L			0,644 (A)	

E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-05**	**24-044775-06**	**24-044775-09**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE***	***PZF***	***PZB***

Informations sur les échantillons

Date de réception :	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024
Type d'échantillon :	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*
Date de prélèvement :	*04.04.2024*	*04.04.2024*	*04.04.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112	250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112	3*1 L V vert WES905+250ml V/H2SO4 WES203+250ml Verre WES020+60ml PE/HNO3 WES112+60ml PE WES101+2*40ml HS WES138
Température à réception (C°) :	9,9	9,9	9,9
Début des analyses :	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024
Fin des analyses :	19.04.2024	19.04.2024	19.04.2024

Document p

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

Commentaires retirant l'accréditation de vos résultats d'analyses :

: Le délai de mise en analyse par rapport au prélèvement est supérieur aux exigences normatives, ce qui peut potentiellement impacter l'exactitude du résultat.

Informations sur vos résultats d'analyses :

Pour parfaire la lecture de vos résultats, les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".
Les résultats des échantillons reçus à une température supérieure à 8°C sont rendus avec réserve.

Suite à votre demande écrite, ce rapport est une version modifiée qui annule et remplace le rapport d'essai n°ULY24-010616-1 que nous vous demandons de détruire afin d'éviter toute utilisation malencontreuse.

Motif de l'amendement : Retrait des échantillons 24-044775-07, 08, 10, 11, 12, 13, 14 et 15 du rapport d'analyse

Document provisoire

Approuvé par :
Alexandra GUTTIN
Responsable Qualité et Sécurité

ANNEXE 9 : LIMITE DE QUANTIFICATION DES SUBSTANCES PROPOSEES DANS LE CADRE DE LA A130

Document provisoire

Normes analytiques de référence et performances minimales exigées pour la gestion des sites et sols pollués

C.1 Normes analytiques relatives au milieu sol

Méthodes possibles : protocole d'analyse ou norme proposée en l'absence de normes mentionnant la substance à analyser.

	Famille chimique selon le référentiel SANDRE	Code Sandre	Normes pour le prétraitement de l'échantillon	Norme pour la mise en solution et/ou l'analyse	LQ	Unité	Commentaires
Matière sèche (MS)		1307	NF EN 16179	NF ISO 11465 ou NF EN 15934	/	%	
Méthanol	Alcools et polyols	2052	NF EN 16179 § 5.5		10	mg/kg de MS	
ter-Butyl alcool	Alcools et polyols	2583	NF EN 16179 § 5.5		10	mg/kg de MS	
Aniline	Anilines et dérivés	2605	NF EN 16179	Méthode possible : selon EPA 8131 extraction par ultrasons avec dichlorométhane/acétone (1:1) et analyse par GC/NPD ou GC/MS (selon EPA 8270D)	40	µg/kg de MS	
Chlorates	Autres éléments minéraux	1752	NF EN 16179	NF EN 13457-2 et NF EN ISO 10304-4	1	mg/kg de MS	
Cyanures aisément libérables	Autres éléments minéraux	1084	NF EN 16179	NF EN ISO 17380	1	mg/kg de MS	
Cyanures totaux	Autres éléments minéraux	1390	NF EN 16179	NF EN ISO 17380	1	mg/kg de MS	
Perchlorates	Autres éléments minéraux	6219	NF EN 16179	ISO/DIS 20295	0,2	mg/kg de MS	
2,4,6-Trinitrophénol	Autres phénols	6196	NF EN 16179 ou NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	Méthodes possibles : NF ISO 11916-1 ; NF ISO 11916-2	0,5	mg/kg de MS	
Crésol (o, m, p)	Autres phénols	6341 (somme) 1640 (ortho) 5855 (m+p)	NF EN 16179 §5.5	ISO/TS 17182	0,5	mg/kg de MS	
Phénol	Autres phénols	5515	NF EN 16179 §5.5	ISO/TS 17182	0,5	mg/kg de MS	
1,2,4-Triméthylbenzène	Benzène et dérivés	1609	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,3,5-Triméthylbenzène	Benzène et dérivés	1509	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
2,4,6-Trinitrotoluène	Benzène et dérivés	2736	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	0,1	mg/kg de MS	
2,4-Dinitrotoluène	Benzène et dérivés	1578	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	0,1	mg/kg de MS	
2,6-Dinitrotoluène	Benzène et dérivés	1577	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	0,1	mg/kg de MS	
Benzène	Benzène et dérivés	1114	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,05	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Éthylbenzène	Benzène et dérivés	1497	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Nitrobenzène	Benzène et dérivés	2614	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	0,1	mg/kg de MS	
Toluène	Benzène et dérivés	1278	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Xylène ortho	Benzène et dérivés	1292	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Xylènes méta + para	Benzène et dérivés	2925	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2-Dichlorobenzène	Chlorobenzène et mono-aromatiques halogénés	1165	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,3-Dichlorobenzène	Chlorobenzène et mono-aromatiques halogénés	1164	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,4-Dichlorobenzène	Chlorobenzène et mono-aromatiques halogénés	1166	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Chlorobenzène	Chlorobenzène et mono-aromatiques halogénés	1467	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur.Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Normes analytiques de référence et performances minimales exigées pour la gestion des sites et sols pollués

C.1 Normes analytiques relatives au milieu sol

Méthodes possibles : protocole d'analyse ou norme proposée en l'absence de normes mentionnant la substance à analyser.

1,1,1-Trichloroéthane	COHV, solvants chlorés, fréons	1284	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2-Dichloroéthane	COHV, solvants chlorés, fréons	1161	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2-Dichloroéthylène	COHV, solvants chlorés, fréons	1163	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2-Dichloroéthylène CIS	COHV, solvants chlorés, fréons	1456	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2-Dichloroéthylène TRANS	COHV, solvants chlorés, fréons	1727	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Chlorure de vinyle	COHV, solvants chlorés, fréons	1753	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Dichlorométhane	COHV, solvants chlorés, fréons	1168	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Tétrachloroéthylène (PCE)	COHV, solvants chlorés, fréons	1272	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,2	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Tétrachlorométhane	COHV, solvants chlorés, fréons	1276	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Tribromométhane	COHV, solvants chlorés, fréons	1122	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur.Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Trichloréthylène (TCE)	COHV, solvants chlorés, fréons	1286	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Trichlorométhane (chloroforme)	COHV, solvants chlorés, fréons	1135	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2575	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2596	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2597	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2571	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2591	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2572	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2692	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2573	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2597	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,7,8-PeCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2569	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,7,8-PeCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2588	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2593	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
2,3,4,7,8-PeCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2589	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
2,3,7,8-TeCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2562	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
2,3,7,8-TeCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2586	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
OCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2566	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	2	ng/kg de MS	
OCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	5248	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	2	ng/kg de MS	
DIPE : éther diisopropylique	Divers (autres organiques)	5264	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	nd		Pas dans le domaine d'application de la norme NF EN ISO 22155 : il appartient au laboratoire de valider l'analyse de ce composé suivant cette norme.
ETBE : éthyle tert-butyl éther	Divers (autres organiques)	2673	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pas dans le domaine d'application de la norme NF EN ISO 22155 : il appartient au laboratoire de valider l'analyse de ce composé suivant cette norme.
MTBE : méthyl tert-butyl éther	Divers (autres organiques)	1512	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	

Normes analytiques de référence et performances minimales exigées pour la gestion des sites et sols pollués

C.1 Normes analytiques relatives au milieu sol

Méthodes possibles : protocole d'analyse ou norme proposée en l'absence de normes mentionnant la substance à analyser.

1 -Nitronaphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	absent	NF EN 16179	Méthodes possibles : NF EN 16181 ; NF ISO 18287 ; NF ISO 11916-1 ; NF ISO 11916-2	nd		
1, 5 -Dinitronaphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	6189	NF EN 16179	Méthodes possibles : NF EN 16181 ; NF ISO 18287 ; NF ISO 11916-1 ; NF ISO 11916-2	nd		
1, 8-Dinitronaphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	6190	NF EN 16179	Méthodes possibles : NF EN 16181 ; NF ISO 18287 ; NF ISO 11916-1 ; NF ISO 11916-2	nd		
2-Nitronaphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	absent	NF EN 16179	Méthodes possibles : NF EN 16181 ; NF ISO 18287 ; NF ISO 11916-1 ; NF ISO 11916-2	nd		
Acénaphtène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1453	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Acénaphtylène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1622	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Anthracène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1458	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Benzo[a]anthracène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1082	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Benzo[a]pyrène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1115	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Benzo[b]fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	5250	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Benzo[g,h,i]pérylène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1118	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Benzo[k]fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1117	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Chrysène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1476	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Dibenzo[a,h]anthracène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1621	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1191	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Fluorène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1623	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1204	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Naphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1517	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2), il est recommandé que le laboratoire ajoute un traceur. Il est également recommandé que le laboratoire réalise un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Phénanthrène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1524	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Pyrène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1537	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Dibenzothiophène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	3004	NF EN 16179	Méthode possible : NF EN 16181	10	mg/kg de MS	
HCT C10-C40	Hydrocarbures et indices liés	3319	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN ISO 16703 ; XP CEN ISO/TS 16558-2	20	mg/kg de MS	Séparation en fractions aliphatiques et aromatiques (selon XP CEN ISO/TS 16558-2 § 9.2.2) uniquement si mentionnée par le demandeur.
HCT C5-C10	Hydrocarbures et indices liés	3332	NF EN 16179 §5.5	NF EN ISO 16558-1	10	mg/kg de MS	
Antimoine	Métaux et métalloïdes	1376	NF EN 16179	Mise en solution à l'eau régale (NF EN 16174) ou par attaque « totale » (NF ISO 14869-1)	1	mg/kg de MS	Contexte SSP : privilégier NF EN 16174. La méthode d'analyse est laissée à l'appréciation du laboratoire pour autant qu'il s'agisse d'une méthode normalisée et qu'elle respecte les exigences de performances.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

ANNEXE 10 : ANALYSE SANITAIRE DES RISQUES RESIDUELS

Document provisoire

Site ASCOFIELDS, Fos-sur-Mer (13) - Zone nord

Analyse des Risques Résiduels (ARR) prospective

Prestation A320 selon la norme NF X31-620

EODD ingénieurs conseils

ASCOFIELDS

Certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués et établissement d'Attestations réglementaires
AGENCES LYON, MARSEILLE, TOULOUSE
PARIS ET METZ
www.lne.fr

FICHE DE SYNTHESE

Analyse des risques résiduels (Zone Nord)				
ASCOFIELDS		37 Avenue Pierre 1er de Serbie 75 008 Paris		
	Mme Gaëlle NICAISE			
		06 45 43 95 03		g.nicaise@groupeidec.com

VOS CONTACTS EODD

Responsable de projet	Nicolas KUNGLER n.kungler@eodd.fr 06 02 15 63 25	
Supervision	Cécilia ELLUL	
Rédacteur	Ababacar NDIAYE	Agence de Lyon contact@eodd.fr I Tél : 04.72.76.06.90



Document provisoire

CONTRAT EODD N° P08588

Date	Indice	Modifications
29/05/2024	1	Edition initiale

SOMMAIRE

Liste des acronymes 6

Cadre normatif selon NF X31-620 8

Résumé non technique 9

1. Introduction 10

2. Schéma conceptuel (état futur) 12

2.1. Hypothèses retenues 12

2.2. Projet d'aménagement 12

2.3. Les sources de pollution résiduelles 12

2.4. Vecteurs de transfert, voies d'exposition et cibles retenues 12

3. Sélection des substances « traceurs du risque » et concentrations retenues 16

3.1. Inhalation d'air intérieur (gaz) 16

3.1.1. Substances retenues 16

3.1.2. Concentrations retenues 17

3.2. Inhalation de poussières 17

3.2.1. Substances retenues 17

3.2.2. Concentrations retenues 18

4. Relations dose/effets des substances 20

4.1. Valeurs toxicologiques de référence 20

4.2. ADAF 20

5. Evaluation des expositions 22

5.1. Détermination des concentrations dans l'air ambiant 22

5.1.1. Transfert vers l'air intérieur (volatil) 22

5.1.2. Transfert vers l'air extérieur (volatil) 25

5.1.3. Transfert vers l'air intérieur / extérieur sous forme de poussières 25

5.2. Quantification de l'exposition 27

5.3. Paramètres d'exposition 27

6. Caractéristiques des risques 28

6.1. Méthodologie de quantification des risques sanitaires 28

6.1.1. Méthodologie appliquée 28

6.1.2. Quantification des risques pour les effets à seuil 28

6.1.3. Quantification des risques pour les effets sans seuil 28

6.2. Niveaux de risques sanitaires 29

6.3. Evaluation des incertitudes 31

7. Conclusions et recommandations 32

7.1. Conclusions 32

7.2. Recommandations 32

1.1 Stratégie d'investigations 39

Document provisoire

1.2 Méthode de forage et de prélèvement 39
1.3 Analyses en laboratoire 40
3.1 Choix des milieux 41
➢ Inhalation de composés volatils 41
➢ Inhalation de poussières 41
3.2 Choix des substances et concentrations retenues 41
➢ Inhalation de composés volatils 41
➢ Inhalation de poussières 41
3.3 Caractéristiques des substances retenues 42
6.1 Type de sol (zone non saturée) retenu pour la source sol et profondeur 45
6.2 COT retenu pour la source sol 45
6.3 Type de sol retenu pour la couche de forme sous la dalle des bâtiments 45
7.1 Dimension des pièces 46
7.2 Epaisseur de la dalle 46
7.3 Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol 46
7.4 Taux de de renouvellement de l'air 46
7.5 Rayon de fissures 47

ANNEXES

ANNEXE 1 : Principales caractéristiques physico-chimiques - toxicologiques des substances 34
ANNEXE 2 : Valeurs toxicologiques de référence 35
ANNEXE 3 : Calculs des risques sanitaires 38
ANNEXE 4 : Evaluation des incertitudes 39
ANNEXE 5 : Limites de l'étude 49

TABLEAUX

TABLEAU 1 : VOIES DE TRANSFERT, CIBLES ET VOIE D'EXPOSITION SUR SITE - USAGE ET AMENAGEMENT FUTUR 14
TABLEAU 2 : CONCENTRATIONS RETENUES POUR LA MODELISATION DANS L'AIR AMBIANT INTERIEUR 17
TABLEAU 3 : CONCENTRATIONS RETENUES POUR L'INHALATION DE POUSSIERES 19
TABLEAU 4 : SYNTHESE DES PARAMETRES D'ENTREE – DEGAZAGE VERS L'AIR INTERIEUR 23
TABLEAU 5 : SYNTHESE DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION OBTENUES – DEGAZAGE VERS L'AIR INTERIEUR D'UN BUREAU 24
TABLEAU 6 : CONCENTRATIONS MODELISEES DANS LES POUSSIERES DANS L'AIR EXTERIEUR ET INTERIEUR .. 26
TABLEAU 7 : PARAMETRES D'EXPOSITION 27

Document provisoire

TABLEAU 8 : PRESENTATION DES NIVEAUX DE RISQUES 29

ILLUSTRATIONS

ILLUSTRATION 1 : DEMARCHE ETUDE DES ENJEUX SANITAIRES (EODD) 10

ILLUSTRATION 3 : ARBRE DECISIONNEL SIMPLIFIE POUR L'APPLICATION D'ADAF (SOURCE : INERIS, RAPPORT 203525 - 2704768 - V2.0 DU 19/01/2023) 21

ILLUSTRATION 4 : CONTRIBUTION DES SUBSTANCES AU QUOTIENT DE DANGER (ADULTES EMPLOYES) 30

ILLUSTRATION 5 : CONTRIBUTION DES SUBSTANCES A L'EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL (ADULTES EMPLOYES)30

Document provisoire

Liste des acronymes

ORDRE ALPHABETIQUE	ACRONYME	SIGNIFICATION
A	ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
	ARR	Analyse des Risques Résiduels
	ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
B	BCF	Facteurs de bioconcentration
	BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
	BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène
C	COHV	Composés Organo-Halogénés Volatils
	CAV	Composés aromatiques volatils
	CV	Chlorure de vinyle
D	DCE	Dichloroéthylène
E	ECETOC	European Chemical Industry Ecology and Toxicology Center
	EQRS	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
	ERI	Excès de Risques Individuel
	ERUo ERUi	Excès des Risques Unitaires pour la voie orale Excès des Risques Unitaires pour la voie inhalation
	ETM	Eléments traces métalliques
H	HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
	HC C5-C10	Hydrocarbures volatils (C5-C10)
	HC C10-C40 ou HCT	Hydrocarbures totaux (C10-C40)
	HCSP	Haut Conseil de la santé publique
	HESP	Human Exposure to Soil Pollutants
I	IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
	INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
	INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
O	OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
	OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
P	PCB	Polychlorobiphényles
	PCE	Tétrachloroéthylène
	PG	Plan de gestion
	PPC	Point de Pollution Concentrée
Q	QD	Quotient de Danger
	QSAR	Quantitative Structure-Activity Relationship
R	RDC	Rez-de-chaussée
	RfC	Reference concentration
	RfD	Reference dose
	RIVM	Institut néerlandais de santé publique et de l'environnement

Document provisoire

ORDRE ALPHABETIQUE	ACRONYME	SIGNIFICATION
	R-1	Niveau de sous-sol « -1 »
T	TCE	Trichloroéthylène
U	US EPA	Agence de protection de l'environnement des États-Unis
V	VTR	Valeur Toxicologique de Référence

Document provisoire

Cadre normatif selon NF X31-620

Prestation(s) globale(s) du domaine A	
☐ AMO Etudes	Assistance à maîtrise d'ouvrage en phase Etudes
☐ LEVE	Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués
☐ INFOS	Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité
☐ DIAG	Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats
☐ PG	Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site
☐ IEM	Interprétation de l'état des milieux
☐ SUIVI	Surveillance environnementale
☐ BQ	Bilan quadriennal
☐ CONT	Contrôle de la mise en œuvre du programme d'investigation ou de surveillance ou des mesures de gestion
☐ XPER	Expertise dans le domaine des sites et sols pollués
☐ VERIF	Vérifications en vue d'évaluer le passif environnemental lors d'un projet d'acquisition d'une entreprise
Prestation(s) élémentaire(s) du domaine A	
☐ A100	Visite de site
☐ A110	Etudes historiques, documentaires et mémorielles
☐ A120	Etudes de vulnérabilité des milieux
☐ A130	Elaboration d'un programme d'investigations
☐ A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols
☐ A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux
☐ A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments
☐ A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol
☐ A240	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques
☐ A250	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires y compris eau du robinet
☐ A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses les terres excavées ou à excaver
☐ A270	Interprétation des résultats d'investigations
☐ A300	Analyse des enjeux sur les ressources en eaux
☐ A310	Analyse des enjeux sur les ressources environnementales
☒ **A320**	**Analyse des enjeux sanitaires**
☐ A330	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages
☐ A400	Dossiers de restriction d'usage, de servitudes

Document provisoire

Résumé non technique

ASCOFIELDS (Groupe IDEC) a mandaté le bureau d'études EODD ingénieurs conseils pour la mise en œuvre d'un plan de gestion de la pollution. Les mesures de gestion proposées sur la zone Nord ne permettront pas d'éliminer en totalité la pollution du site, et des concentrations résiduelles seront toujours présentes dans le sous-sol.

Considérant la qualité chimique résiduelle du site et le projet d'aménagement (activités industrielles)[1], les futurs usagers (adultes employés) demeurent potentiellement exposés par :

- l'inhalation de composés volatils dégazant dans l'air ambiant depuis les sols ;
- l'inhalation de poussières contaminées au droit des espaces extérieurs non recouverts (sols impactés laissés à nu).

Ainsi, pour ces voies d'exposition, une analyse des risques résiduels (ARR) prédictive a été réalisée afin de valider que la qualité chimique du site, après mise en œuvre des mesures de gestion, est compatible avec le futur usage. Le contenu et le déroulé de cette étude sont codifiés par la norme NFX 31-620.

Les calculs des risques ont été réalisés par modélisation du transfert des polluants volatils à l'aide du logiciel Modul'ERS produit par l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques).

L'étude conclut que **l'état chimique résiduel attendu du site est compatible en termes de risques sanitaires avec un usage industriel**. Cette conclusion est rendue à condition que les hypothèses prises en compte (gestion de la pollution, projet d'aménagement, mesures constructives, etc.) ne soient pas modifiées. Dans le cas contraire l'étude devra être mise à jour.

Par ailleurs, outre les mesures constructives détaillées dans le plan de gestion relatives aux canalisations d'eau potable, il conviendra également de respecter la réglementation en matière de ventilation minimale permanente des locaux des futurs bâtiments.

Document provisoire

[1] A noter qu'il n'est pas prévu dans le projet :
- d'établissements accueillant des populations sensibles au sens de la circulaire du 8 février 2007 (crèche, école maternelle, primaire, collège / lycée, établissement d'accueil des enfants handicapés) ;
- d'utilisation des eaux souterraines à l'aplomb du site ;
- d'aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre.

1. Introduction

Contexte et objectifs

ASCOFIELDS (Groupe IDEC) a mandaté EODD Ingénieurs conseils pour la mise en œuvre d'un plan de gestion sur la zone Nord conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017.

Ainsi, le présent rapport qui constitue l'annexe 10 du plan de gestion, présente l'analyse des risques résiduels (ARR) associée aux substances résiduelles suite à la mise en œuvre des mesures de gestion, en vue de valider, à titre prospectif, la compatibilité sanitaire du site avec un usage industriel.

Démarche mise en œuvre

Afin de répondre aux objectifs, fixés, conformément à la méthodologie en vigueur, la démarche suivante a été mise en œuvre :

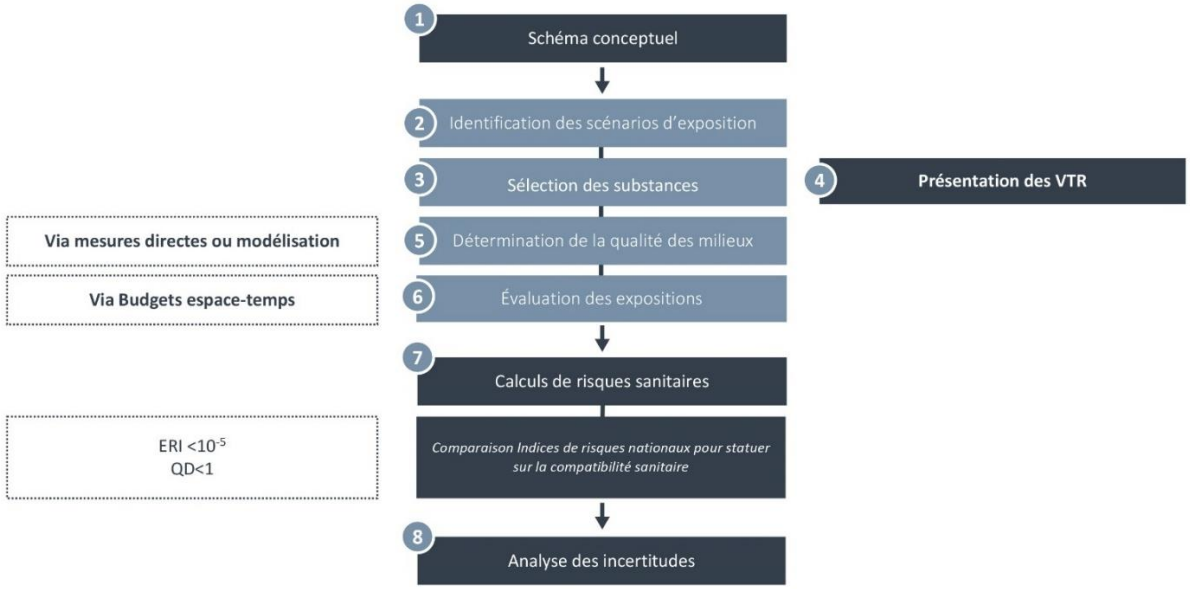


Illustration 1 : Démarche étude des enjeux sanitaires (EODD)

Cadre normatif et réglementaire

La présente étude a été réalisée selon les référentiels suivants :

- les outils méthodologiques de la circulaire du 8 février 2007 révisée en avril 2017 - relatifs à la politique nationale de gestion des sites et des sols pollués ;
- la norme NF X 31-620-2 - Qualité du sol « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) ».

Elle s'inscrit dans le domaine de prestation A : Etudes / Assistance / Contrôle décrit au sein de la norme NF X 31-620-2.

Document

Sources d'informations pour réaliser le rapport

Emetteur	Nom du document	Reference	Date
ANTEA group	Mise à jour de l'étude de dangers	Rapport n°112665 /Version 0 –	Août 2021
SCHMOLZ + BICKENBACH GROUP	Mesure de retombées de poussières sédimentables, rapport annuel 2019	-	Juin 2020
ICF	Diagnostic environnemental	PACP170375.V1	15/05/2018

Le présent rapport expose les résultats de l'ARR prospective et fait partie intégrante du plan de gestion.

Document provisoire

2. Schéma conceptuel (état futur)

L'objet du schéma conceptuel est de représenter de façon synthétique tous les scénarios d'exposition directe ou indirecte pour les futurs usagers du site (activités industrielles). Il identifie les enjeux sanitaires et environnementaux à considérer dans la gestion du site et traduit le concept « source-vecteur-cible ».

2.1. Hypothèses retenues

Le schéma conceptuel a été établi sur la base des hypothèses suivantes :

- Mesure de maitrise de pollution : purge à minima des sols superficiels impactés en ETM, notamment le chrome, le cuivre, le plomb et le mercure au droit du sondage E42 ;
- Usage futur envisagé : projet d'activités industrielles ;
- Usages non inclus dans le projet :
  - implantation d'établissements accueillant des populations sensibles au sens de la circulaire du 8 février 2007 (crèche, école maternelle, primaire, collège / lycée, établissement d'accueil des enfants handicapés) ;
  - réalisation de forages ou puits captant les eaux souterraines, de même que toute utilisation de ces eaux souterraines, à l'aplomb du site ;
  - aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre ;
- Dispositifs constructifs / aménagements particuliers : mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non perméables et non poreux (type tuyauterie multicouche) ou installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place et remblaiement avec des matériaux sains ;

2.2. Projet d'aménagement

Il est prévu au droit de la zone d'étude l'installation d'activités industrielles (production de e-carburants ou autres énergies)

2.3. Les sources de pollution résiduelles

Les investigations réalisées ont permis de caractériser la qualité du sous-sol avec principalement des sols résiduels, présentant des anomalies en métaux, dioxines et furanes sur les sols de surface et dans une moindre mesure les PCB et HAP.

La synthèse des résultats d'analyses est disponible au chapitre 7du rapport de plan de gestion.

2.4. Vecteurs de transfert, voies d'exposition et cibles retenues

Au regard de la nature des polluants identifiés dans les sols et des hypothèses d'aménagement retenues, les cibles étudiées dans la présente étude sont les futurs usagers du site exposés par inhalation de volatils et de poussières et dont l'exposition est la plus pénalisante, à savoir les futurs employés.

Les futurs travailleurs en phase chantier ne sont pas considérés comme cible compte tenu d'une exposition non chronique (limitée à la durée du chantier) et étant donné qu'ils doivent être équipés de moyens de protection adaptés à l'intervention sur sites pollués (cf. guide de l'INRS relatif à la protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation des sites pollués).

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

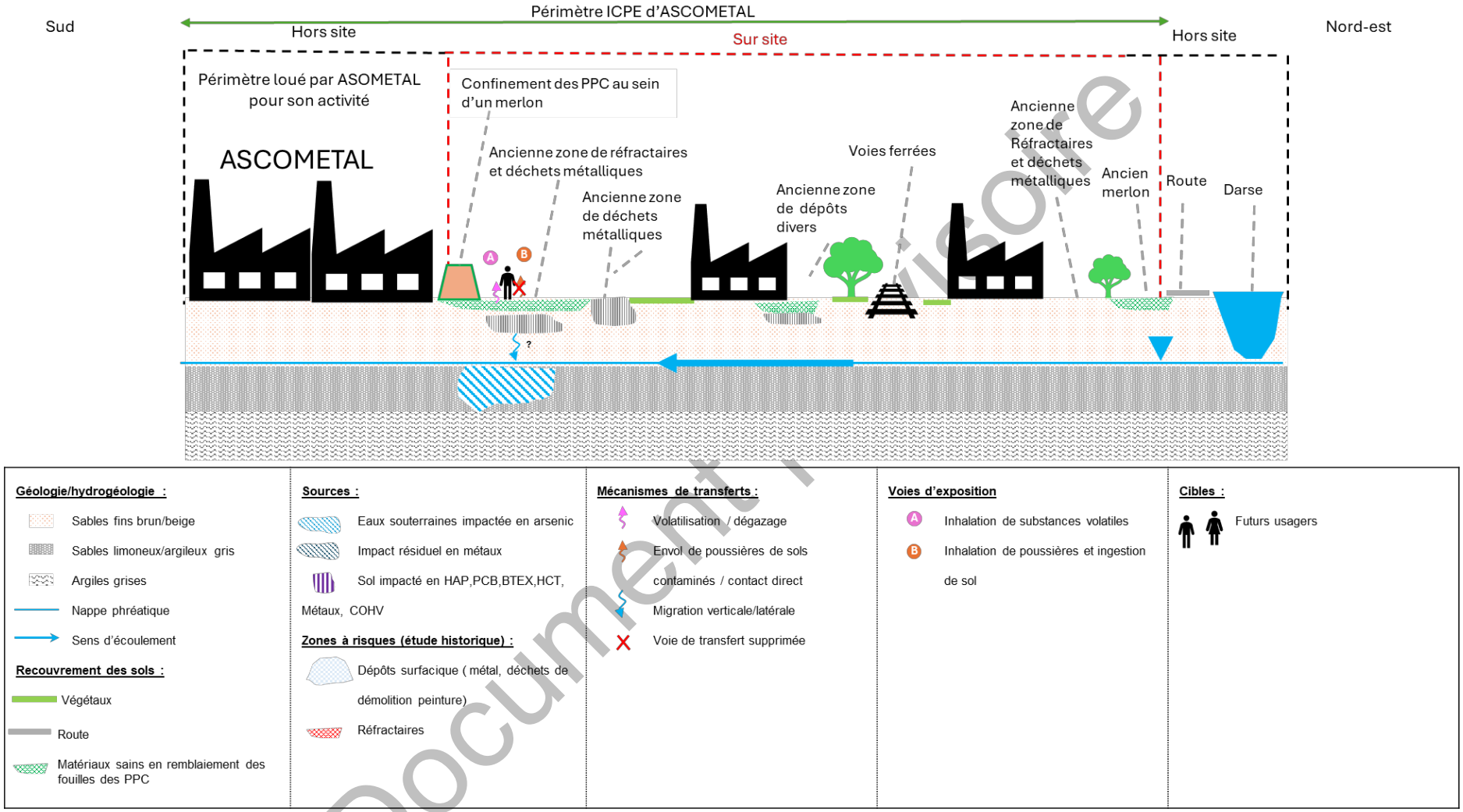
Au regard de la nature des polluants identifiés dans les sols et des hypothèses d'aménagement retenues, les scénarios d'exposition au droit du site sont décrits dans le tableau en page suivante :

Document provisoire

	Zone contaminée/ source	Voie de transfert	Milieux d'exposition	Cibles	Voie d'exposition	Retenue (Oui/Non) et cause du rejet si non retenue
Sur site	Les sols, gaz du sol et eaux souterraines	Envol, contact direct avec le sol	Sols et envols de poussières extérieur et intérieur	Futurs usagers du site (employés)	inhalation de particules de sols. L'ingestion de particule est négligeable pour les adultes employés	**Oui**
		Dégazage	Air ambiant intérieur et extérieur	Futurs usagers du site (employés)	Inhalation de composés volatils	**Oui :** présence de composés volatils dans les sols
		Bioaccumulation dans les végétaux	*Produits comestibles issus de plantations*	Futurs usagers du site (employés)	*Ingestion de végétaux impactés*	***Non :** Absence de plantations/jardins potagers en pleine terre*
		Perméation	*Eau de distribution*	Futurs usagers du site (employés)	*Ingestion d'eau*	***Non :** Isolation des canalisations par des remblais sains ou utilisation de canalisations non perméables non poreuses (type tuyauterie multicouche)*
		Eaux souterraines	*Eaux souterraines*	Futurs usagers du site (employés)	*Ingestion d'eau, de légumes arrosés…*	***Non** : Absence de puits sur site*
Hors site	Eaux souterraines	*Eaux souterraines*	*Eaux souterraines sur site utilisées à des fins de consommation*	*Usagers de puits privés (adultes et enfants)*	*Ingestion d'eau et de légumes arrosés par l'eau potentiellement contaminée*	***Non :** Absence d'anomalie de concentrations dans les eaux / absence d'usage*
		Dégazage	*Air ambiant*	*Riverain*	*Inhalation de composés volatils*	***Non** : Absence d'anomalie de concentrations dans les eaux*
		Migration	*Eau superficielle à usage récréatif (baignade, pêche)*	*Usagers du cours d'eau (population en général, pêcheurs…)*	*Ingestion d'eau, de poisson…*	***Non** : Absence d'anomalie de concentration dans les eaux*

Tableau 1 : Voies de transfert, cibles et voie d'exposition sur site - usage et aménagement futur

Document visio



Document provisoire

Illustration 2 : Schéma conceptuel – Etat futur

3. Sélection des substances « traceurs du risque » et concentrations retenues

Les substances « traceurs du risque » ont été sélectionnées parmi les polluants retrouvés lors des différents diagnostics menés sur site.

Les critères principaux de sélection des substances sont :

- La concentration dans les milieux (anomalies de concentration) ;
- La toxicité reconnue des substances ;
- L'existence d'une valeur toxicologique de référence (VTR) ;
- Les possibilités de transferts dans les différents compartiments environnementaux et d'exposition des populations. Les principales caractéristiques physico-chimiques des substances rencontrées sur le site, influençant leur comportement (transfert) dans les milieux et leur niveau de risque sanitaire, sont présentées en annexe 1 ;
- Pour les composés organiques volatils dans les sols, les substances dont les concentrations sont supérieures aux valeurs seuils de niveau 1 (approche nationale) définies dans le guide de valorisation hors site des terres excavées dans des projets d'aménagement (avril 2020)2 ;
- Pour les métaux[3], les substances dont les concentrations moyennes sont supérieures à la gamme de valeurs ordinaires (programme ASPITET de l'INRA).

Les substances retenues sont choisies sur la base de l'ensemble des données disponibles. Aucune spatialisation des données n'a été réalisée.

3.1. Inhalation d'air intérieur (gaz)

3.1.1. Substances retenues

Au regard des résultats d'analyses, les substances « traceurs du risques » vis-à-vis de l'inhalation de substances sous forme gazeuse à l'intérieur des bâtiments sont les substances volatiles présentes dans les sols et susceptibles de dégazer vers l'air ambiant soit :

- Les dioxines (Octa CDD) ;
- Les furanes (1,2,3,7,8-Penta CDF, 2,3,4,7,8-Penta CDF, 2,3,7,8-Tétra CDF, 1,2,3,4,7,8-Hexa CDF, 1,2,3,6,7,8-Hexa CDF, 2,3,4,6,7,8-Hexa CDF et 1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF).

Document provisoire

[2] Guide du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire – Valeurs seuils de niveau 1 permettant de garantir le respect de la condition C « Compatibilité sanitaire des terres d'apport avec l'usage futur du site »

[3] Inhalation de poussières

3.1.2. Concentrations retenues

Dans le cadre de la réalisation de cette analyse prospective des risques résiduels, les concentrations maximales mesurées dans les sols en dioxines et furanes considérés volatils, quelle que soit la localisation des prélèvements ont été considérées.

Le mercure n'a pas été étudié dans la présente analyse, considérant ce dernier non volatil au regard des valeurs faibles proches des limites de quantification (0,1 mg/kg) relevées dans les sols avec 2 détections à 0,1 et 0,2 mg/kg sur 27 échantillons analysés.

Les données d'entrées étudiées pour l'exposition en intérieur sont présentées dans le tableau suivant :

Substances	Concentrations maximales retenues dans les sols (mg/kg)	Source
DIOXINES ET DIBENZOFURANES		
Octa CDD	9,70E-05	E57(0-0.1)
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	E57(0-0.1)
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	E57(0-0.1)
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	E57(0-0.1)
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	E57(0-0.1)
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	E57(0-0.1)
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	E57(0-0.1)
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	E57(0-0.1)

Tableau 2 : Concentrations retenues pour la modélisation dans l'air ambiant intérieur

Document provisoire

3.2. Inhalation de poussières

3.2.1. Substances retenues

Au regard des résultats d'analyses, les substances « traceurs du risques » vis-à-vis de l'inhalation de poussières sont les substances effectivement mises en évidence dans les sols superficiels (0-1 m) à savoir :

- les métaux dont les concentrations moyennes[4] sont supérieures aux gammes de teneurs observées dans les sols ordinaires ont été retenues : cas du mercure, cadmium, chrome, cuivre, vanadium, molybdène, antimoine et baryum ;

[4] Limites de quantification non comprises

- certains HAP (Fluoranthène et Benzo(b)fluoranthène) ;
- les dioxines (Octa CDD) ;
- les furanes (1,2,3,7,8-Penta CDF, 2,3,4,7,8-Penta CDF, 2,3,7,8-Tétra CDF, 1,2,3,4,7,8-Hexa CDF, 1,2,3,6,7,8-Hexa CDF, 2,3,4,6,7,8-Hexa CDF et 1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF);
- Les polychlorobiphényles (PCB).

3.2.2. Concentrations retenues

Les concentrations prises en compte pour chaque substance sont les concentrations moyennes[5] des sols superficiels (0 à 1 m) compte-tenu que les personnes pourront se déplacer sur le site (zone nord).

Les données d'entrées étudiées pour l'exposition par inhalation de poussières sont présentées dans le tableau suivant :

Substances	Concentrations moyennes dans les sols (mg/kg)	Source
METAUX		
Mercure	2,00E-01	Moyenne <1m
Cadmium (Cd)	9,33E-01	
Chrome (Cr) III[6]	2,32E+02	
Cuivre (Cu)	2,74E+01	
Vanadium (V)	2,77E+01	
Molybdène (Mo)	2,13E+01	
Antimoine	2,50E+00	
Baryum	3,76E+01	
Vanadium (V)	2,77E+01	
HAP		
Fluoranthène	1,00E-01	Moyenne <1m
Benzo(b)fluoranthène	1,50E-01	
DIOXINES ET DIBENZOFURANES		

[5] Calcul effectué sans les LQ.

[6] Le chrome total ne dispose pas de VTR pour l'exposition par inhalation de poussières. Seules des VTR pour le chrome III et le chrome VI existent. Dans le cas présent de l'ARR de la zone Nord, le chrome VI n'ayant été quantifié sur aucun des échantillons analysés, la totalité du chrome total a été assimilée à du chrome III pour les calculs de risque sanitaire.

Document provisoire

Substances	Concentrations moyennes dans les sols (mg/kg)	Source
Octa CDD	9,70E-05	Moyenne <1m
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	
PCB		
7 PCB	1,79E-01	Moyenne <1m

Tableau 3 : Concentrations retenues pour l'inhalation de poussières

Document provisoire

4. Relations dose/effets des substances

4.1. Valeurs toxicologiques de référence

En ce qui concerne les relations dose/effets des substances, deux types de valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont distinguées :

- pour les substances à effet à seuil, les effets néfastes apparaissent à partir d'une certaine concentration d'exposition. Les VTR recherchées correspondent à des RfD (« reference dose ») pour l'ingestion, ou RfC (« reference concentration ») pour l'inhalation, qui représentent des niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes pour l'homme ;
- pour les substances à effet sans seuil, il n'existe pas de niveau sans risque. Les valeurs d'Excès des Risques Unitaires (ERU) font la relation entre le niveau d'exposition et le risque de développer l'effet cancérigène. Elles sont définies pour la voie orale (ERUo) et/ou pour l'inhalation (ERUi).

Les recommandations de la note d'information du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ont été prises en compte, notamment « de retenir par défaut les VTR de l'Anses lorsqu'elles sont disponibles ».

Les VTR des substances retenues sont présentées en annexe 2.

4.2. ADAF

Dans son rapport du 19 janvier 2023 sur « l'état de l'art pour l'évaluation des risques de substances à effets sans seuil pour les enfants », l'INERIS recommande d'évaluer la sensibilité des enfants aux effets sans seuil des substances mutagènes. Pour ce faire, elle préconise l'utilisation de la méthode proposée par l'US EPA, à savoir l'emploi de facteurs d'ajustement de l'âge dits « ADAF », lors des calculs de risques :

- Risque pendant la période 0-2 ans : ADAF = 10 ;
- Risque pendant la période 3-16 ans : ADAF = 3 ;
- Risque pendant la période 17-70 ans : ADAF = 1.

Les calculs de risque ont donc été réalisés en retenant ces facteurs pour les substances mutagènes pour les employés (facteur 1).

Document provisoire

Les substances retenues comme mutagènes et le choix d'appliquer un ADAF[7] sont présentés en annexe 2. L'arbre décisionnel simplifié pour l'application d'ADAF dans les calculs de risques proposé par l'INERIS est présenté dans l'illustration suivante :

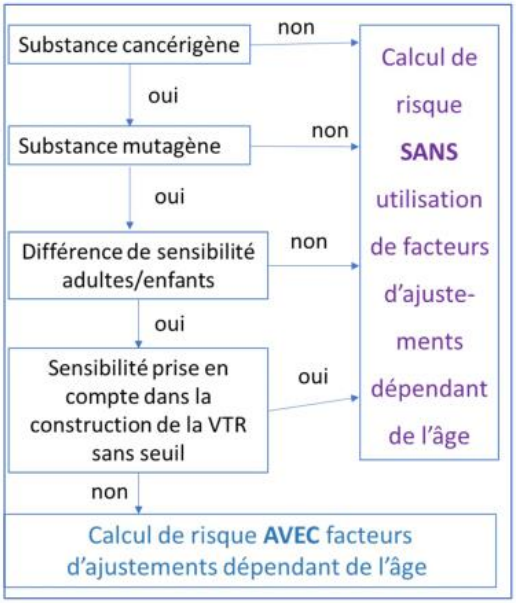


Illustration 3 : Arbre décisionnel simplifié pour l'application d'ADAF (source : INERIS, rapport 203525 - 2704768 - v2.0 du 19/01/2023)

Document provisoire

[7] Car pour certaines substances mutagènes, la construction de la VTR sans seuil (ERU) tient compte de la sensibilité des enfants dans l'étude utilisée pour la construction de la VTR sans seuil. Dans ce cas, les ADAF ne seront pas appliqués lors de calcul de risque.

5. Evaluation des expositions

5.1. Détermination des concentrations dans l'air ambiant

5.1.1. Transfert vers l'air intérieur (volatil)

L'évaluation de l'exposition aux composés volatils dans les futurs bâtiments est effectuée à l'aide du logiciel Modul'ERS, version 1.0.142[8], produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le Ministère en charge de l'Environnement. Le modèle de transport des gaz estime les émissions à l'intérieur du bâtiment depuis une source « gaz du sol », « sol » ou « eaux souterraines » située sous celui-ci.

Le modèle de dégazage des sols est basé sur les équations de Johnson et Ettinger[9]. Il combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers les sols avec un modèle simple de transport à travers les fondations d'un bâtiment.

En l'absence d'information sur le mode de construction du bâtiment, la modélisation du transfert des polluants volatils dans les bâtiments depuis les sols a été réalisée avec le modèle Johnson et Ettinger (approche sécuritaire pour un bâtiment neuf).

Le transfert de polluants au sein des bâtiments a été modélisé pour le scénario représentant les typologies de pièces de petit volume vouées à être occupées de manière régulière, à savoir un bureau.

Le tableau ci-après synthétise les paramètres d'entrée du logiciel Modul'ERS pour un bureau en rez-de-chaussée de plain-pied.

Paramètre	Unité	Bureau	Source
		Valeur	
Bâtiment			
Surface	m^2	10	Surface standard en l'absence de donnée client (par défaut)
Hauteur	m	2,5	Hauteur sous plafond standard en l'absence de donnée client (par défaut)
Taux de renouvellement de l'air	h^{-1}	1	D'après la réglementation (ventilation minimale de 25 m^3/h par personne fonctionnant 24h/24).
Epaisseur de la dalle	m	0,13	Epaisseur minimale de dalle par défaut (majorant)
Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol	m	0,13	EODD, valeur par défaut égale à l'épaisseur de la dalle

[8] Il s'agit du numéro de version de la plateforme

[9] Heuristic model for predicting the intrusion rate of contaminant vapors into buildings (1991) et du guide de l'utilisateur de l'US EPA de 2004

Document provisoire

Paramètre	Unité	Bureau	Source
		Valeur	
Rayon de fissures	cm	0,1	Valeur recommandée par Johnson et Ettinger
Dépression entre l'intérieur du bâtiment et le sol	$kg.m^{-1}.s^{-2}$	4	Valeur sécuritaire conseillée par le modèle de Johnson et Ettinger
Perméabilité intrinsèque des sols sous dallage	m²	9,92E-12	D'après Johnson et Ettinger pour des sables
Caractéristiques du hérisson sous la dalle			
Porosité totale	cm^3/cm^3	0,375	Johnson et Ettinger pour des sables (observation de terrain)
Teneur en eau	cm^3/cm^3	0,054	Johnson et Ettinger pour des sables (observation de terrain)
Epaisseur	m	0,15	Correspondant à l'épaisseur de la couche de forme sous dalle (hypothèse standard)
Caractéristiques des sols en zone non saturée : "sables limoneux"			
Porosité totale	cm^3/cm^3	0,39	Johnson et Ettinger pour des sables limoneux (observation de terrain)
Teneur en eau	cm^3/cm^3	0,158	Moyenne calculée à partir des valeurs de matières sèches disponibles (données terrain)
COT	-	0,022	Moyenne calculée à partir des données terrain disponibles
Distance entre la source sol et la base du bâtiment	m	0,15	Correspondant à l'épaisseur de la couche de forme sous dalle (hypothèse standard)

Tableau 4 : Synthèse des paramètres d'entrée – dégazage vers l'air intérieur

Document provisoire

Le tableau suivant synthétise pour les composés volatils étudiés, les concentrations d'exposition obtenues dans le type de bâtiment considéré (bureau en rez-de-chaussée de plain-pied).

Substances	Concentrations retenues dans les sols (mg/kg)	Concentrations modélisées à partir des sols dans l'air intérieur (mg/m³)	Concentrations modélisées retenues dans l'air intérieur (mg/m³)
DIOXINES ET DIBENZOFURANES			
Octa CDD	9,70E-05	**6,51E-14**	**6,51E-14**
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	**2,63E-14**	**2,63E-14**
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	**1,37E-13**	**1,37E-13**
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	**4,20E-13**	**4,20E-13**
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	**8,31E-13**	**8,31E-13**
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	**1,73E-14**	**1,73E-14**
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	**4,05E-14**	**4,05E-14**
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	**5,75E-17**	**5,75E-17**

Tableau 5 : Synthèse des concentrations d'exposition obtenues – Dégazage vers l'air intérieur d'un bureau

Document pr

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

5.1.2. Transfert vers l'air extérieur (volatil)

L'exposition des futurs usagers par inhalation en air extérieur n'a pas fait l'objet d'une modélisation car un temps d'exposition majorant et une modélisation plus pénalisante que l'exposition en air extérieur ont été retenus (une augmentation de 2 h sur le temps d'exposition en intérieur a été appliquée).

5.1.3. Transfert vers l'air intérieur / extérieur sous forme de poussières

Les concentrations dans l'air ambiant extérieur et intérieur sous forme de poussières sont calculées sur la base d'une équation simplifiée issue du modèle HESP (Human Exposure to Soil Pollutants), conçu par Shell Internationale Petroleum et publié à l'origine par le groupement européen ECETOC (European Chemical Industry Ecology and Toxicology Center), faisant intervenir la concentration en polluant dans le sol superficiel, la quantité de particules en suspension dans l'air ambiant extérieur[10] et la fraction de sol dans ces particules en suspension.

Cpart = Cs x TSP x fr x frs

AvecCpart : concentration de polluant sous forme particulaire (mg/m^3)
Cs : concentration dans les sols de surface (mg/kg)
TSP : concentration de particules en suspension (kg/m^3)
fr : fraction des poussières présentes dans l'air pouvant être réellement inhalées
frs : fraction de sol dans les poussières (-)

Les valeurs considérées par le modèle HESP, d'après Veerkamp (1994), sont les suivantes :

- Quantité de particules en suspension dans l'air ambiant extérieur : 70 µg/m^3 ;
- Fraction de sol dans les particules en suspension dans l'air ambiant extérieur et intérieur : 0,5.

Le tableau suivant synthétise les concentrations dans l'air extérieur et intérieur sous forme de poussières pour les composés étudiés.

Document provisoire

[10] On considère que l'exposition par inhalation sous forme de poussière en intérieur est identique à celle mesurée en extérieur (approche sécuritaire)

Substances	Concentrations retenues dans les sols (mg/kg)	Concentrations de poussières dans l'air (mg/m³)
METAUX		
Mercure (Hg)	2,00E-01	7,00E-09
Cadmium (Cd)	9,33E-01	3,27E-08
Chrome (Cr) III	2,32E+02	8,10E-06
Cuivre (Cu)	2,74E+01	9,58E-07
Vanadium (V)	2,77E+01	9,71E-07
Molybdène (Mo)	2,13E+01	7,45E-07
Antimoine (Sb)	2,50E+00	8,75E-08
Baryum (Ba)	3,76E+01	1,32E-06
Vanadium (V)	2,77E+01	9,71E-07
HAP		
Fluoranthène	1,00E-01	3,50E-09
Benzo(b)fluoranthène	1,50E-01	5,25E-09
DIOXINES ET DIBENZOFURANES		
Octa CDD	9,70E-05	3,40E-12
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	1,61E-13
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	3,85E-13
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	3,01E-13
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	1,93E-12
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	2,70E-13
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	4,55E-13
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	3,26E-12
PCB		
7 PCB	1,79E-01	6,27E-09

Tableau 6 : Concentrations modélisées dans les poussières dans l'air extérieur et intérieur

Document provis

5.2. Quantification de l'exposition

Dans le cadre d'une exposition par inhalation, celle-ci est quantifiée par le biais de la concentration moyenne inhalée. Les concentrations moyennes inhalées sont déterminées suivant la formule ci-dessous :

$$CIk = (\sum_i (Cik \times tik)) \times \frac{Tk \times Fk}{Tm}$$

Avec :

- CIk : concentration moyenne inhalée pour le milieu k (µg/m^3) ;
- Cik : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant le temps ti (µg/m^3) pour le milieu k ;
- tik : fraction de temps d'exposition à la concentration Cik pendant la journée ;
- Tk : durée d'exposition au milieu k (années) ;
- Fk : fréquence d'exposition au milieu k (jours/an) ;
- Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours).

Pour les effets à seuil des substances, Tm est égale à Tk.

Pour les effets sans seuil des polluants, Tm sera assimilée à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans).

5.3. Paramètres d'exposition

Le tableau suivant présente les paramètres d'exposition des différents récepteurs étudiés.

Paramètres	Unité	Adultes employés	
Durée d'exposition	an	43	Assimilée à la durée de cotisation pour l'obtention de la retraite. Prise égale à 43 ans quel que soit le type de travail effectué.
Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée	an	70	Correspond à la durée de la vie entière (valeur par défaut)
Inhalation de composés volatils et de poussières			
Fréquence d'exposition	j/an	220	Correspondant au nombre de jours classique d'un temps plein
Taux d'exposition à l'intérieur	h/j	10	Correspond à une exposition de 8 h à l'intérieur des bureaux et 2 h en extérieur appliqué en intérieur, hypothèse sécuritaire

Tableau 7 : Paramètres d'exposition

Document provisoire

6. Caractéristiques des risques

6.1. Méthodologie de quantification des risques sanitaires

6.1.1. Méthodologie appliquée

Afin de quantifier le risque sanitaire que génèrent l'usage futur et les pollutions résiduelles au droit du site, EODD a considéré l'additivité des risques induits par chacune des substances (approche sécuritaire pour les quotients de danger QD qui rappelons le, doivent être additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible).

6.1.2. Quantification des risques pour les effets à seuil

Pour les effets à seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible s'exprime par un quotient de risque QD, défini tel que :

$$QD_{inh} = \frac{CI}{RfC}$$

Lorsque cet indice, pour le même effet, pour le même organe cible et le même mécanisme d'action, est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable (terme utilisé dans la terminologie de l'INERIS, dans son sens non statistique). Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.

Bien que l'indice de risque ne représente pas une probabilité, il faudra considérer que la possibilité de survenue d'un effet toxique sera fonction de la somme des indices de risque liés aux différentes voies d'administration du polluant et aux différentes substances à seuil d'effet.

Un risque inacceptable sera donc défini par une somme des QD supérieure à 1.

6.1.3. Quantification des risques pour les effets sans seuil

Pour les effets sans seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible s'exprime par un excès de risque, défini tel que :

$$ERI_{inh} = CI \times ERU_{inh}$$

Aux faibles expositions, l'hypothèse est faite d'une relation linéaire entre l'effet et l'exposition, l'ERU est donc constant pour chaque substance.

L'ERI représente la probabilité d'occurrence que la cible a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

La possibilité supplémentaire de développer l'effet par rapport à l'exposition de fond étant exprimée sous la forme d'une probabilité, un ERI global, pour chaque scénario d'exposition défini initialement, pourra être calculé en faisant :

- pour chaque substance, la somme des risques liés à chacune des voies d'exposition qui concernent l'individu du scénario considéré,
- la somme des risques liés à chacune des substances cancérigènes du site ou issues du site,
- la somme des risques liés aux différentes durées d'exposition (chronique) qui peuvent concerner un individu.

Un risque inacceptable sera donc défini par une somme des ERI supérieure à 10^{-5}.

Document provisoire

6.2. Niveaux de risques sanitaires

Le tableau suivant présente la synthèse des niveaux de risque toxiques et cancérigènes obtenus sur la base des concentrations effectivement retenues au chapitre 3.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Inhalation de substances volatiles à l'intérieur d'un bureau au rez-de-chaussée de plain pied et en extérieur	9,65E-06	1,00E-09
Inhalation de poussières en extérieur et extérieur	2,60E-02	2,66E-09
Somme	2,61E-02	3,66E-09
Valeur de référence	<1	$<10^{-5}$

Tableau 8 : Présentation des niveaux de risques

Les indices de risques calculés sont inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement, au regard des hypothèses considérées et des teneurs retenues mesurées dans les sols.

Les substances qui contribuent le plus aux indices de risques sont :

- pour le quotient de danger (QD), le chrome à hauteur de 86 % ;
- pour l'excès de risque individuel (ERI), le 1,2,3,4,7,8-Hexa CDF et le 2,3,4,7,8-Penta CDF, respectivement à hauteur de 44 et 24 %.

Document provisoire

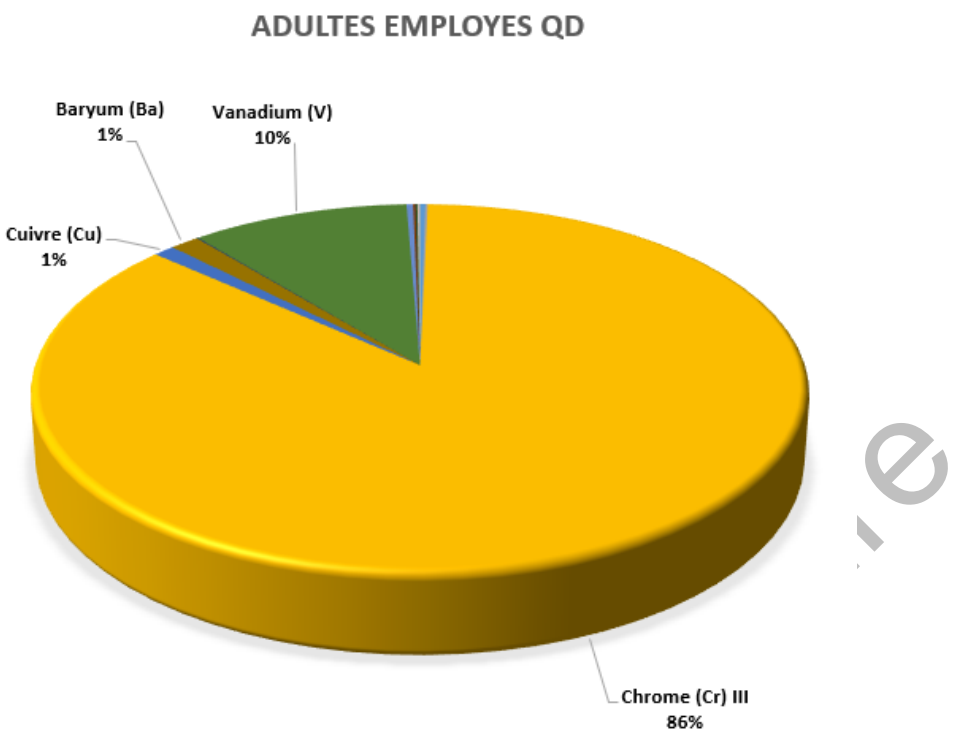


Illustration 4 : Contribution des substances au quotient de danger (adultes employés)

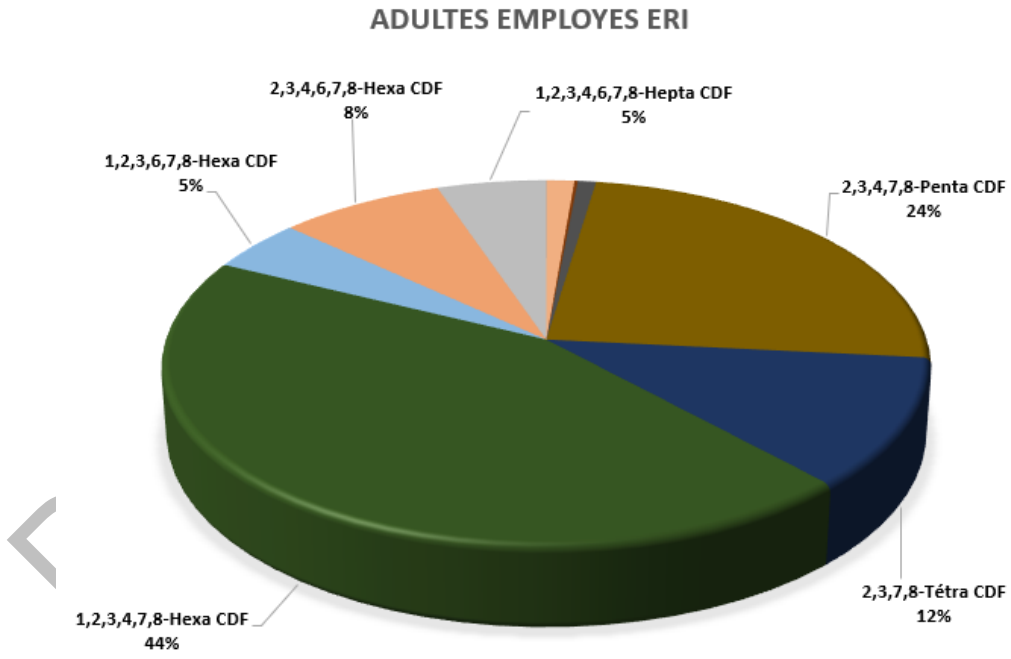


Illustration 5 : Contribution des substances à l'excès de risque individuel (adultes employés)

6.3. Evaluation des incertitudes

Au vu des nombreuses hypothèses nécessairement effectuées dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, des imprécisions et incertitudes existent. Celles-ci font l'objet d'une évaluation afin de pouvoir nuancer le propos et conclure sur la fiabilité de l'étude (cf. Annexe 4).

Cette évaluation des incertitudes met en évidence le caractère fiable et globalement sécuritaire de l'étude réalisée sur la base des données disponibles.

Par ailleurs, afin d'assurer la compatibilité sanitaire du site avec le projet, il conviendra également de prendre en considération les dispositifs constructifs et aménagement particuliers suivants spécifiques à la problématique de pollution des milieux :

- la mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non poreux et non perméables, ou installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place puis remblaiement par des matériaux sains ;
- l'aménagement de jardins potagers et la plantation d'arbres fruitiers ou baie en pleine terre sont exclus.

Document provisoire

7. Conclusions et recommandations

7.1. Conclusions

L'analyse des risques résiduels (ARR) prédictive a été réalisée sur la base :

- des hypothèses retenues, à savoir :
  - Mesure de maitrise de pollution : purge à minima des sols superficiels impactés en ETM, notamment le chrome, le cuivre, le plomb et le mercure au droit du sondage E42 ;
  - Usage futur envisagé : projet d'activités industrielles ;
  - Usages non inclus dans le projet :
    - implantation d'établissements accueillant des populations sensibles au sens de la circulaire du 8 février 2007 (crèche, école maternelle, primaire, collège / lycée, établissement d'accueil des enfants handicapés) ;
    - réalisation de forages ou puits captant les eaux souterraines, de même que toute utilisation de ces eaux souterraines, à l'aplomb du site ;
    - aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre ;
  - Dispositifs constructifs / aménagements particuliers : mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non perméables et non poreux (type tuyauterie multicouche) ou installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place et remblaiement avec des matériaux sains ;
- et de l'état résiduel attendu après mesures de gestion.

Au regard du schéma conceptuel après mesures de gestion, les futurs usagers (adultes employés) demeurent potentiellement exposés à la pollution résiduelle par inhalation de composés volatils et de poussières en extérieur et à l'intérieur des bureaux.

L'évaluation de l'exposition par inhalation de composés gazeux a été effectuée à l'aide du logiciel Modul'ERS, version 1.0.142[11], produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le ministère en charge de l'Environnement et à partir des teneurs maximales en composés volatils mesurées dans les sols.

L'étude démontre ainsi que l'usage futur projeté est compatible en termes de risques sanitaires avec l'état des milieux.

L'évaluation des incertitudes met en évidence le caractère globalement sécuritaire de l'étude réalisée.

7.2. Recommandations

EODD Ingénieurs Conseils recommande :

- De mettre à jour la présente analyse des risques sanitaires en cas de modification des hypothèses prises en compte ou du projet ;
- De veiller à la mise en place de sols superficiels répondant a minima aux concentrations considérées au sein de la présente ARR

[11] Il s'agit du numéro de version de la plateforme

Document provisoire

- De mettre en place, dans le cadre du réaménagement du site, des dispositifs réglementaires permettant de garantir dans le temps la mémoire et la pérennité des mesures de gestion comme par exemple des servitudes et restrictions d'usage.

Document provisoire

ANNEXE 1 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES - TOXICOLOGIQUES DES SUBSTANCES

Métaux lourds :

Non volatils excepté le mercure métal, solubles à non solubles en fonction de leur espèce, état/spéciation et des conditions environnementales, potentiel d'adsorption dans les sols généralement fort, potentiel de bioaccumulation dans les végétaux généralement fort, toxicité moyenne à forte variable suivant l'espèce avec effets cancérigènes pour certains (As, Cd, Cr VI, Pb).

HAP :

Volatil pour le naphtalène, peu à non volatils pour les autres HAP, peu à très peu solubles, plus denses que l'eau, fort potentiel d'adsorption sur les sols, fort potentiel de bioaccumulation dans les végétaux, toxicité moyenne à forte avec effets cancérigènes pour tous.

PCB :

Peu à très peu volatils, peu solubles, plus denses que l'eau, fort potentiel d'adsorption sur les sols, fort potentiel de bioaccumulation dans les végétaux, toxicité forte avec effets cancérigènes.

Dioxines / Dibenzofuranes :

Très peu volatils, très peu solubles, lipophiles (bioaccumulables dans la chaine alimentaire – principale source d'exposition) et très stables chimiquement. Forte toxicité reconnue pour certaines molécules, dont la plus toxique est la 2,3,7,8-TCDD. Certaines molécules sont également cancérigènes.

Document provisoire

ANNEXE 2 : VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Document provisoire

Substances	N° CAS	Substance à seuil		Organe cible	Facteur de sécurité		Substance sans seuil		Type de cancer	Composé Mutagène	Utilisation d'ADAF nécessaire dans les calculs de risque
		Inhalation (mg/m^3)	Organisme de référence et date de mise à jour				Inhalation $(mg/m^3)^{-1}$	Organe de référence et date de mise à jour			
		Exposition chronique					Exposition chronique				
METAUX											
Mercure	7439-97-6	3,00E-05	OEHHA 2008 (choix INERIS 2019)	Système neurologique	300		-	-	-	Non	Non
Cadmium (Cd)	7440-43-9	3,00E-04	ANSES 2012	Système respiratoire	25		-	Aucune VTR retenue (approche INERIS)	Système respiratoire	Muta 2	Oui
Chrome (Cr) III (sels solubles)	16065-83-1	1,00E-04	Santé Canada 2021 (choix INERIS)	Système respiratoire	-		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
Cuivre (Cu)	7440-50-8	1,00E-03	RIVM 2001 (choix INERIS 2019)	Système respiratoire, système immunitaire	600		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
Vanadium (V)	7440-62-2	1,00E-04	ATSDR 2012 (choix INERIS 2023)	Epithélium de l'épiglotte	30		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
Molybdène (Mo)	7439-98-7	1,20E-02	RIVM 2001 (choix ANSES 2018)	Poids	1000		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
Antimoine	7440-36-0	3,00E-04	ATDSR 2019 (choix INERIS 2022)	Système respiratoire	30		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
Baryum	7440-39-3	1,00E-03	RIVM 2001 (choix ANSES 2015)	Absence d'effet	100		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
HAP											
Fluoranthène	206-44-0	-	-	-	-		6,00E-04	INERIS 2018 (choix INERIS 2019)	-	Non	Oui
Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	-	-	-	-		6,00E-02	INERIS 2018 (choix INERIS 2019)	-	Muta 2	Oui
DIOXINES ET DIBENZOFURANES											
Octa CDD	3268-87-9	4,00E-08	OEHHA 2000 (choix INERIS 2019)	Thyroide	-		1,10E+01	OEHHA 2011 (choix INERIS 2019)	Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
1,2,3,7,8-Penta CDF	57117-41-6	4,00E-08		Thyroide	-		1,10E+03		Adénome et carcinome hépatique	Muta 2	Oui
2,3,4,7,8-Penta CDF	57117-31-4	4,00E-08		Thyroide	-		1,10E+04		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Substances	N° CAS	Substance à seuil		Organe cible	Facteur de sécurité		Substance sans seuil		Type de cancer	Composé Mutagène	Utilisation d'ADAF nécessaire dans les calculs de risque
		Inhalation (mg/m^3)	Organisme de référence et date de mise à jour				Inhalation $(mg/m^3)^{-1}$	Organe de référence et date de mise à jour			
		Exposition chronique					Exposition chronique				
2,3,7,8-Tétra CDF	51207-31-9	4,00E-08		Thyroide	-		3,80E+03		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	70648-26-9	4,00E-08		Thyroide	-		3,80E+03		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	57117-44-9	4,00E-08		Thyroide	-		3,80E+03		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	60851-34-5	4,00E-08		Thyroide	-		3,80E+03		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	67562-39-4	4,00E-08		Thyroide	-		3,80E+02		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
PCB											
7 PCB	1336-36-3	5,00E-04	RIVM 2001 (choix INERIS 2018)	Foie, reproduction, développement	-		-	Aucune VTR retenue (approche ANSES/INERIS)	-	Non	Pas de VTR sans seuil

Document provisoire

ANNEXE 3 : CALCULS DES RISQUES SANITAIRES

Inhalation de volatils :

Exposition en intérieur d'un bureau de plain-pied							
Adultes employés							
Substances	Concentration d'exposition en intérieur	DJA inh substances à seuil	DJA inh subtances sans seuil	RfC	ERU	QD inh air intérieur	ERI inh air intérieur
	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	(mg/m³)⁻¹		
DIOXINES ET DIBENZOFURANES							
Octa CDD	6,51E-14	1,63E-14	1,00E-14	4,00E-08	1,10E+01	4,08E-07	1,10E-13
1,2,3,7,8-Penta CDF	2,63E-14	6,61E-15	4,06E-15	4,00E-08	1,10E+03	1,65E-07	4,47E-12
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,37E-13	3,45E-14	2,12E-14	4,00E-08	1,10E+04	8,62E-07	2,33E-10
2,3,7,8-Tétra CDF	4,20E-13	1,06E-13	6,48E-14	4,00E-08	3,80E+03	2,64E-06	2,46E-10
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	8,31E-13	2,09E-13	1,28E-13	4,00E-08	3,80E+03	5,22E-06	4,87E-10
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	1,73E-14	4,33E-15	2,66E-15	4,00E-08	3,80E+03	1,08E-07	1,01E-11
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	4,05E-14	1,02E-14	6,25E-15	4,00E-08	3,80E+03	2,54E-07	2,38E-11
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	5,75E-17	1,44E-17	8,86E-18	4,00E-08	3,80E+02	3,61E-10	3,37E-15
					Somme	9,65E-06	1,00E-09
					Valeur de référence	<1	<10-5

Inhalation de poussières :

Exposition en extérieur et intérieur (inhalation de poussières)								
Adultes employés								
Substances	Concentrations sols retenues (mg/kg MS)	Concentrations de poussières dans l'air (mg/m³)	DJA inh substances à seuil (mg/kg)	DJA inh substances sans seuil (mg/kg)	RfC (mg/m³)	ERU (mg/m³)⁻¹	QD inh poussière	ERI inh poussière
METAUX								
Mercure	2,00E-01	7,00E-09	1,76E-09	1,08E-09	3,00E-05	-	5,86E-05	-
Cadmium (Cd)	9,33E-01	3,27E-08	8,20E-09	5,04E-09	3,00E-04	-	2,73E-05	-
Chrome (Cr) III	2,32E+02	8,10E-06	2,04E-06	1,25E-06	1,00E-04	-	2,04E-02	-
Cuivre (Cu)	2,74E+01	9,58E-07	2,41E-07	1,48E-07	1,00E-03	-	2,41E-04	-
Vanadium (V)	2,77E+01	9,71E-07	2,44E-07	1,50E-07	1,00E-04	-	2,44E-03	-
Molybdène (Mo)	2,13E+01	7,45E-07	1,87E-07	1,15E-07	1,20E-02	-	1,56E-05	-
Antimoine	2,50E+00	8,75E-08	2,20E-08	1,35E-08	3,00E-04	-	7,32E-05	-
Baryum	3,76E+01	1,32E-06	3,31E-07	2,03E-07	1,00E-03	-	3,31E-04	-
Vanadium (V)	2,77E+01	9,71E-07	2,44E-07	1,50E-07	1,00E-04	-	2,44E-03	-
HAP								
Fluoranthène	1,00E-01	3,50E-09	8,79E-10	5,40E-10	-	6,00E-04	-	3,24E-13
Benzo(b)fluoranthène	1,50E-01	5,25E-09	1,32E-09	8,10E-10	-	6,00E-02	-	4,86E-11
DIOXINES ET DIBENZOFURANES								
Octa CDD	9,70E-05	3,40E-12	8,53E-13	5,24E-13	4,00E-08	1,10E+01	2,13E-05	5,76E-12
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	1,61E-13	4,04E-14	2,48E-14	4,00E-08	1,10E+03	1,01E-06	2,73E-11
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	3,85E-13	9,67E-14	5,94E-14	4,00E-08	1,10E+04	2,42E-06	6,53E-10
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	3,01E-13	7,56E-14	4,64E-14	4,00E-08	3,80E+03	1,89E-06	1,76E-10
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	1,93E-12	4,83E-13	2,97E-13	4,00E-08	3,80E+03	1,21E-05	1,13E-09
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	2,70E-13	6,77E-14	4,16E-14	4,00E-08	3,80E+03	1,69E-06	1,58E-10
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	4,55E-13	1,14E-13	7,02E-14	4,00E-08	3,80E+03	2,86E-06	2,67E-10
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	3,26E-12	8,17E-13	5,02E-13	4,00E-08	3,80E+02	2,04E-05	1,91E-10
PCB								
7 PCB	1,79E-01	6,27E-09	1,57E-09	9,67E-10	5,00E-04	-	3,15E-06	-
						Somme	2,60E-02	2,66E-09
						Valeur de référence	<1	<10-5

Document révision

ANNEXE 4 : EVALUATION DES INCERTITUDES

Conformément à la méthodologie de l'évaluation des risques sanitaires, la discussion des incertitudes est une étape nécessaire pour interpréter les résultats et permettre une gestion optimale des risques.

Elle a pour objectif d'apprécier dans quelle(s) mesure(s) et selon quelle sensibilité, l'ensemble des différentes hypothèses, facteurs ou termes de calcul pris en compte dans l'étude peuvent influencer l'évaluation des risques.

Ainsi, les hypothèses et paramètres déterminants sont discutés dans cette annexe afin d'apprécier la sensibilité et de vérifier leur influence sur les résultats de l'analyse des risques.

Certains éléments d'incertitude étant difficilement quantifiables, seul un jugement qualitatif sera rendu dans ce cas-là.

Document provisoire

1. Caractérisation des sources de pollution

1.1 Stratégie d'investigations

Les investigations EODD ont consisté à caractériser les zones à risque d'un point de vue environnemental identifiées à l'issue de l'étude historique par la réalisation de 16 sondages à la pelle mécanique et de 3 piézomètres sur la zone Nord.

Compte-tenu notamment de la nature des polluants mises en évidence dans les sols et de la localisation des sondages, les investigations sont représentatives du futur projet.

De plus, les investigations de terrain étant la plupart du temps ponctuelles dans l'espace, les résultats sont donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut, comme souvent dans le milieu souterrain, être relativement importante.

Qualification de l'hypothèse : Ces incertitudes sont difficiles à quantifier

1.2 Méthode de forage et de prélèvement

Les précautions prises pour limiter les biais associés aux méthodes de forage et de prélèvement sont :

- le nettoyage du matériel de forage et de prélèvement (prélèvement des eaux souterraines d'amont vers l'aval par exemple) pour éviter les pollutions croisées ;
- le mode de conservation (échantillons stockés en glacières de terrain réfrigérées) et de transport des échantillons (acheminés au laboratoire dans les 24h).
- l'équipement des piézomètres : utilisation de tubes PVC.

Qualification de l'hypothèse : réaliste

La technique de forage utilisée par EODD était la pelle mécanique (méthode de forage destructive).

Qualification de l'hypothèse : sous-estimation potentielle	*Influence du paramètre : forte*

1.3 Analyses en laboratoire

Les analyses ont été réalisées par un laboratoire accrédité par le COFRAC.

Cette accréditation ainsi que les normes et standards internes suivies par le laboratoire impliquent des contrôles qui garantissent la qualité des analyses et donc permettent de réduire les incertitudes associées.

Qualification de l'hypothèse : réaliste

2. Scénarios d'exposition étudiés

Compte tenu des caractéristiques physico-chimiques des polluants présents dans les sols, les récepteurs sont susceptibles d'être exposés par inhalation de composés sous forme gazeuse issus du dégazage des sols et de l'inhalation de poussières.

Les voies d'exposition non prises en compte sont :

- l'ingestion de sols compte tenu du cible étudié (adulte employés) ;
- le contact cutané, en l'absence de VTR cutanée. De plus, la note d'information du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des VTR pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre d'étude d'impact interdit la transposition de voie à voie pour passer d'une VTR inhalation à la VTR cutanée ;
- l'ingestion de végétaux en l'absence de jardin potager et/ou arbre fruitier/à baie en pleine terre sur le site ;
- l'ingestion et l'adsorption d'eau, en l'absence d'usage des eaux souterraines au droit du site et compte tenu des hypothèses prises en compte concernant les éventuels réseaux d'amenée d'eau potable (en matériaux non poreux/non perméables ou mise en place dans des terrains sains).

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

A titre indicatif, un calcul de risque a tout de même été réalisé en retenant l'ingestion de sol. Les indices de risques calculés en retenant ces VTR sont présentés ci-après. Ils demeurent inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Somme sans ingestion de sol	2,61E-02	3,66E-09
Somme avec ingestion de sol	**9,62E-02**	**1,51E-07**
Valeur de référence	<1	$<10^{-5}$

Document provisoire

A noter par ailleurs la prise en compte de l'additivité des voies d'exposition pour chacun des récepteurs étudiés sans prise en considération des organes cibles concernés.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

3. Choix des substances et milieux (sol, gaz du sol ou eaux souterraines)

3.1Choix des milieux

➢ Inhalation de composés volatils

Le milieu sol a été considéré dans la présente étude, compte tenu de l'absence de données sur les gaz du sol et de l'absence de volatils dans les eaux souterraines au droit de la zone nord.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

➢ Inhalation de poussières

Le milieu sol a été retenu, celui-ci étant adapté à l'étude des voies d'exposition par inhalation de poussières.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

3.2 Choix des substances et concentrations retenues

➢ Inhalation de composés volatils

Les concentrations maximales des substances quantifiées dans les sols et possédant une VTR ont été retenues pour l'évaluation des risques sanitaires.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

➢ Inhalation de poussières

Les concentrations moyennes dans les sols superficiel 0-1m, prélevés en 2024, ont été retenues.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

Document provisoire

3.3 Caractéristiques des substances retenues

Les transferts de polluants d'un compartiment de l'environnement à l'autre dépendent des caractéristiques intrinsèques des polluants. Celles-ci sont susceptibles de varier d'une base de données à l'autre, d'une étude à l'autre. Les valeurs prises en compte sont :

- celles proposées par défaut par le modèle de modélisation, a priori réalistes ou majorantes ;
- celles proposées sur les bases de données officielles de l'INERIS.

Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante	*Influence du paramètre : forte*

4. Valeurs toxicologiques de référence (VTR)

L'évaluation de la toxicité des substances a été réalisée à partir des valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles dans les bases de données consultées. Ces VTR sont données :

- Pour une voie d'exposition (inhalation) ;
- Pour une durée d'exposition (chronique).

EODD a retenu les VTR soit sur la base des constructions ou sélections de VTR réalisées par les organismes nationaux (INERIS, ANSES), soit conformément à la note d'information du 31 octobre 2014.

Qualification de l'hypothèse : réaliste, répondant à l'état de l'art

Cas du chrome :

Aucune VTR n'est disponible pour le chrome total. Celle-ci du chrome 3 a donc été choisie considérant que 100 % du chrome total est disponible sous la forme trivalente.

Cas des VTR sans seuils non retenues par l'ANSES/l'INERIS

Pour certains composés, l'INERIS et/ou l'ANSES préconisent de ne pas retenir de VTR pour des effets sans seuil :

- Par voie d'inhalation dans le cas des 7 PCB, considérant l'existence probable d'un seuil pour les effets cancérogènes.
- Par voie d'inhalation dans le cas du cadmium, considérant l'existence probable d'un seuil d'effet pour les effets cancérogènes via cette voie.

Les VTR retenues pour la présente étude se conforment à ces préconisations.

Document provisoire

Toutefois, un calcul de risque a tout de même été réalisé en retenant des VTR inhalation[12] proposées par d'autres organismes. Les VTR retenues pour ce calcul sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Substance	VTR Inhalation (mg/m^3) $^{-1}$	Organisme de référence	VTR Ingestion (mg/kg) $^{-1}$	Organisme de référence
Cadmium	4,2E0	OEHHA 2002 (choix INERIS 2009)	-	-
7 PCB	5,7E-4	OEHHA 1999	2	US EPA 1997

Les indices de risques calculés en retenant ces VTR sont présentés ci-après. Ils demeurent inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Somme sans VTR inhalation pour les effets sans seuil	2,61E-02	3,66E-09
Somme avec VTR inhalation/ingestion pour les effets sans seuil	2,61E-02	2,48E-08
Valeur de référence	<1	$<10^{-5}$

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : modérée*

Cas des dioxines et furanes :

Pour les effets à seuil, la VTR retenue pour l'inhalation (4,0E-08 mg/m^3) est une valeur proposée par OEHHA. Bien que dérivée d'un transfert de voie, cette VTR a été sélectionnée car retenue par l'INERIS en 2015.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : négligeable*

Document provisoire

5. Choix du programme de modélisation du transfert des composés gazeux vers l'air ambiant

Le logiciel MODUL'ERS permet de déterminer des flux gazeux à la surface du sol à partir des concentrations dans les sols/eaux souterraines/gaz du sol, en prenant en compte les caractéristiques

[12] Dans ce cas les VTR sont choisies conformément à la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14

du sol telles que la porosité totale et la teneur en eau (possibilité d'intégrer plusieurs couches de sol ayant des caractéristiques différentes).

Deux modèles de transferts de polluants depuis une source « gaz du sol », « sol » ou « eaux souterraines » vers l'air intérieur d'un bâtiment, sont intégrés au logiciel MODULERS :

- Johnson et Ettinger qui combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers les sols avec un modèle simple de transport à travers les fondations d'un bâtiment ;
- Volasoil qui combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers les sols avec un modèle simple de transport à travers le plancher d'un bâtiment.

En l'absence d'information sur le mode de construction du bâtiment, la modélisation du transfert des polluants volatils dans les bâtiments depuis les sols a été réalisé avec le modèle **Johnson et Ettinger** (approche sécuritaire pour un bâtiment neuf).

Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante

Le modèle Johnson et Ettinger du logiciel MODUL'ERS prend en compte les phénomènes de diffusion et de convection, suivant les principales hypothèses ci-dessous :

- les polluants sous forme vapeur pénètrent dans le bâtiment principalement à travers les fissures et ouvertures des fondations ;
- le transport convectif des polluants se fait principalement dans la zone d'influence du bâtiment (et devient rapidement nul dès qu'on s'éloigne du bâtiment) ;
- le transport entre la source de contamination et la zone d'influence du bâtiment est essentiellement diffusif ;
- toutes les vapeurs émises sous le bâtiment vont entrer à l'intérieur du bâtiment, à moins que les sols et les murs soient complètement étanches à la vapeur ;
- le polluant est réparti de manière homogène au niveau de la zone de contamination ;
- le modèle ne prend pas en compte les processus de transformation des polluants (biodégradation, hydrolyse…) ;
- la perméabilité de la couche de sol en contact avec la dalle et les murs est considérée comme homogène ;
- la ventilation du bâtiment et le différentiel de pression entre l'intérieur du bâtiment et le sol sont considérés comme constants.

Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante

A noter que les modélisations réalisées dans la version de MODUL'ERS utilisée prennent en considération une source infinie, qui ne s'épuise pas au cours du temps au fur et à mesure de sa volatilisation.

Qualification de l'hypothèse : majorante

Document provisoire

6. Caractéristiques du milieu sol et eaux souterraines utilisées dans les modélisations de transfert des composés gazeux vers l'air ambiant (intérieur et extérieur)

6.1Type de sol (zone non saturée) retenu pour la source sol et profondeur

Dans le cas présent, les calculs ont été réalisés sur la base des valeurs de porosité totale associées par Johnson et Ettinger à un sol de type sable limoneux (0,39), correspondant aux caractéristiques des horizons présents au droit du site.

Quant à la teneur en eau, celle-ci a été définie à partir des résultats d'analyses (moyenne) obtenus sur la matière sèche.

Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante	*Influence du paramètre : modérée*

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur une source sol située à -0,15 m sous les bâtiments (épaisseur de la couche de forme sous la dalle).

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

6.2COT retenu pour la source sol

Les calculs ont été réalisés sur la base d'une moyenne des teneurs en COT mesurées dans les sols.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

6.3Type de sol retenu pour la couche de forme sous la dalle des bâtiments

Dans le cas présent, les calculs ont été réalisés sur la base des valeurs d'une perméabilité intrinsèque de 9,92.10-8 cm^2 associée à un sol de type sable.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

Document provisoire

7. Caractéristiques des bâtiments utilisées dans la modélisation du transfert des composés gazeux vers l'air intérieur

7.1Dimension des pièces

Les dimensions des pièces (bureaux) correspondent à des données standard EODD utilisées par défaut (approche majorante).

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : modérée*

7.2 Epaisseur de la dalle

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur une épaisseur de dallage de 13 cm, correspondant à l'épaisseur nominale de dallage fixée par la norme applicable pour ce type de bâtiments (DTU 13.3).

Une épaisseur plus importante conduirait à des teneurs en intérieur plus faibles donc des niveaux de risque moins élevés.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : modérée*

7.3 Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sur la partie logement sont basés 0,13 m de profondeur, correspondant à l'épaisseur de la dalle retenue.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

7.4 Taux de de renouvellement de l'air

Pour les bureaux, nous avons retenu un taux de renouvellement de 1 vol/h, valeur basée sur la réglementation (ventilation minimale de 25 m^3/h par personne fonctionnant 24h/24).

Le code du travail prévoit, pour les locaux ventilés mécaniquement, un débit minimal d'air neuf par occupant de 25 m^3/h pour un bureau ou un local sans travail physique. La norme NF X 35-102 recommande par ailleurs de façon précise les dimensions des espaces de travail en bureau et un espace minimum de 10 m^2 pour 1 personne seule, 11 m^2 par personne dans un bureau collectif (soit 22 m^2 pour 2 personnes ou 33 m^2 pour 3, etc.), 15 m^2 par personne dans un espace collectif bruyant (si les tâches nécessitent des communications téléphoniques par exemple). Le bureau considéré, d'une surface de 10 m^2 ne peut donc abriter qu'un seul occupant selon cette norme.

Dans ce cadre, le débit minimal d'air neuf demeurera de 25 m^3/h, ce qui correspond à la valeur considérée qui s'avère donc conforme aux recommandations réglementaires et normatives à minima.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

Document provisoire

7.5 Rayon de fissures

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur un rayon de fissures de 0,1 cm (valeur recommandée par Johnson et Ettinger). Cette démarche est majorante car la valeur recommandée par l'USEPA pour un sous-sol est de 0,05 cm.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

8. Incertitudes liées à l'envol des poussières

Les calculs relatifs à l'inhalation de poussières en extérieur ont été réalisés sur la base d'équations simplifiées, issues des modèles CSOIL et HESP et basées sur des données empiriques en matière de taux de poussières dans l'air ambiant extérieur (données en zone urbaine) et de quantité de ces poussières provenant des sols superficiels, établies par ECETOC (1990), Van den Berg (1994) et Veerkamp et ten Berge (1992).

Cette équation simplifiée fait normalement également intervenir un facteur de rétention des particules dans les poumons, fixé à 0,75 par Veerkamp et ten Berge (1992). Dans un principe de précaution, ce facteur a été pris égal à 1 dans le cadre de la présente étude.

D'autres modèles (« Soil Screening Guidance » (SSG, 1996) et « Risk Assessment Guidance for Superfund » (RAGS, 1991), US EPA) suivent une approche basée sur un facteur d'émission particulaire (PEF) fixe, exprimé en m^3/kg, avec des valeurs par défaut respectives de $1{,}32.10^9$ m^3/kg pour le modèle SSG et $4{,}63.10^9$ m^3/kg pour le modèle RAGS. La concentration en poussières est alors obtenue en divisant la concentration dans le sol par le PEF. La prise en compte de ces facteurs d'émission de poussières conduit à des teneurs dans l'air ambiant sous forme de poussières plus faibles que celles prises en compte dans l'étude, donc à des niveaux de risque inférieurs à ceux estimés sur la base des modèles CSOIL et HESP.

Les essais de validité conduits sur ces différents modèles dits « rigides » car non adaptables aux particularités des sites étudiés, ont mis en évidence :

- Pour le modèle RAGS, testé sur de grands sites, un caractère majorant par rapport aux mesures réelles des concentrations sous forme de poussières ;
- Pour les modèles CSOIL et HESP, testés sur de petits sites : un caractère à priori très majorant ?

Dans ce cadre, l'INERIS considère que l'utilisation des modèles CSOIL et HESP pour quantifier l'exposition liée aux poussières constitue un indicateur valable si le risque obtenu est acceptable.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

Document provisoire

9. Caractéristiques de l'exposition retenue

On considère que les futurs travailleurs passeront au total 10 h/24 sur leur lieu de travail, dont 8 h en intérieur, 2 h en extérieur appliquées en intérieur, hypothèse sécuritaire 220 jours par an, pendant 42 ans.

Ces durées correspondent à une durée annuelle du travail de 1 760 heures et à une personne qui travaillerait toute sa vie active sur le même lieu de travail.

D'après des études statistiques récentes (Publication de la direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (Dares Analyses – Juillet 2013 – n°047), la durée annuelle effective du travail par salarié à temps complet en 2011 s'établissait en moyenne à 1683 heures (1603 heures pour les femmes et 1741 heures pour les hommes).

Ces valeurs correspondent aux durées de travail hebdomadaires habituelles déclarées par les salariés (supérieures à la durée légale du travail et intégrant les heures supplémentaires « structurelles » ou le travail des cadres en forfait jour avec des durées quotidiennes de travail plus longues).

Par ailleurs, s'il n'était pas rare il y a quelques années ou dizaines d'années, de réaliser toute sa vie professionnelle dans la même entreprise, le temps passé aujourd'hui dans un même emploi et une même entreprise s'est considérablement raccourci. A titre d'exemple, la durée moyenne d'un emploi en France (données OCDE – durées moyennes d'ancienneté) se situe actuellement autour de 12 ans.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

10. Evaluation des risques des substances à effets sans seuil

L'INERIS recommande d'évaluer la sensibilité des enfants aux effets sans seuil des substances mutagènes. Pour ce faire, elle préconise l'utilisation de la méthode proposée par l'US EPA, à savoir l'emploi de facteurs d'ajustement de l'âge dits « ADAF », lors des calculs de risques d'exposition pour les usagers enfants :

- Risque pendant la période 0-2 ans : ADAF = 10 ;
- Risque pendant la période 3-16 ans : ADAF = 3 ;
- Risque pendant la période 1-70 ans : ADAF = 1.

Les calculs de risque ont donc été réalisés pour l'unique cible adultes en appliquant les ADAF

à l'ERI (pour les substances concernées).

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

Document provisoire

ANNEXE 5 : LIMITES DE L'ETUDE

L'évaluation des risques est une discipline relativement récente dans le domaine des sites et sols pollués et en constante évolution. Elle s'appuie sur une méthodologie, les connaissances scientifiques et techniques et les données propres au site, disponibles au moment de l'étude.

Des modifications de la méthodologie ou des connaissances scientifiques, une évolution du contexte environnemental ou industriel peuvent apparaître à l'issue de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.

Ces dernières ne sont valables qu'au moment de la réalisation des rapports et de l'évaluation des risques et peuvent être révisées en cas de modification des conditions initiales.

Ce rapport, et notamment les illustrations, tableaux, annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite du rapport.

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

ANNEXE 11 : LIMITES DE L'ETUDE

Les conclusions relatives à cette étude sont limitées à l'emprise du site telle que décrite dans le présent document. Elles ne préjugent pas du niveau de pollution qui pourrait exister alentour.
Les conclusions de cette étude sont basées sur les informations recueillies auprès des différentes sources qu'elles soient internes ou externes à l'entreprise. Ces informations ont fait l'objet, autant que faire se peut, de vérifications de la part du chargé d'étude mais restent dépendantes des éventuelles erreurs, omissions ou fausses informations.
Les contraintes et difficultés d'accès à certaines zones peuvent également induire des lacunes dans le diagnostic, non imputables à notre société.

Les moyens proposés pour cette étude et notamment les éventuelles reconnaissances de terrain sont calées en fonction de la problématique, du niveau d'étude prescrite et du budget disponible.
On ne peut prétendre à un niveau d'information plus important que les moyens mis en œuvre ne le permettent. La représentativité des mesures notamment est fonction du nombre de ces dernières même si les points de mesures ont été implantés de façon à optimiser la représentativité. De plus, les investigations de terrain étant la plupart du temps ponctuelles dans l'espace, les résultats obtenus sont donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut, comme souvent dans le milieu souterrain, être relativement importante.

Des modifications de la méthodologie, des connaissances scientifiques, ou une évolution du contexte environnemental ou industriel peuvent apparaître à l'issue de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.
Ces dernières ne sont valables qu'au moment de la réalisation des rapports et peuvent être révisées en cas de modification des conditions initiales.

Ce rapport, et notamment les illustrations, tableaux, Annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite des rapports de diagnostic approfondi, d'évaluation détaillée des risques.

Document provisoire

ANNEXE 6 : 60060-NEOCARB_INCIDENCE_HYDRAULIQUE_V3, SEPTEMBRE 2025, SETEC HYDRATEC

PROJET NEOCARB PLATEFORME INDUSTRIALO-PORTUAIRE DE PRODUCTION DE MOLECULES BAS-CARBONE SUR LA ZIP DE FOS-SUR-MER

Rapport d'incidence hydraulique

60060 | Septembre 2025 – V2 | SZL

Setec hydratec
3 Chemin des Gorges de Cabriès
13127 Vitrolles
Courriel : hydratec@hydra.setec.fr
T : 04 86 15 62 50

Directeur de projet	GFL
Responsable d'affaire	SZL
N° Affaire	60060

Fichier : 60060-NEOCARB_Incidence_Hydraulique_V2.docx

V.	Date	Établi par	Approuvé par	Nb. pages	Observations / Visa
V1	Août 2025	H.QUILLIOU	G.FOURNEL	36	Première version
V2	Septembre 2025	L.SUZAN	M.ROMANO	43	Prise en compte des retours DDTM du et mise à jour selon dernier plan d'implantation

TABLE DES MATIERES

I. CONTEXTE 7

I. 1. Les études antérieures 7

I. 2. PPRI de Port-Saint-Louis-du-Rhône 8

II. MODELISATION HYDRAULIQUE 13

II. 1. Logiciel de modélisation 13

II. 2. Présentation du modèle hydraulique 13

II. 2. 1. Étendue du modèle 13

II. 2. 2. Maillage 15

II. 2. 3. Données topographiques 16

II. 2. 4. Rugosité de surface 17

II. 2. 5. Prise en compte du bâti 17

II. 2. 6. Scénarios et conditions aux limites 19

II. 2. 7. Calage 19

II. 3. Pluviométrie 25

II. 3. 1. Régime pluviométrique 25

II. 3. 1. Hyétogramme de projet 27

II. 4. Grille d'analyse des impacts 28

III. FONCTIONNEMENT DE L'ETAT ACTUEL 29

III. 1. Submersion marine 29

III. 2. Ruissellement pluvial 33

IV. ÉTAT PROJET 36

IV. 1. Modification de l'état projet 36

IV. 2. Impact des modifications – Aléa de référence de submersion marine 38

IV. 3. Rétablissement des écoulements naturels 40

IV. 3. 1.Sous-bassin versant 1 40

IV. 3. 2.Sous-bassin versant 2 41

IV. 3. 3.Sous-bassin versant 3 42

IV. 3. 4.Exutoire en mer 42

TABLE DES FIGURES

Figure I-1 : Zonage du PPRI de Port-Saint-Louis-du-Rhône à proximité de la zone d'étude 8

Figure I-2 : Extrait de la modélisation hydraulique réalisée par EGIS 9

Figure I-3 : Analyse du terrain naturel sur la parcelle du projet ELYSE. 10

Figure I-4 : Zones (en bleu) où l'aléa de référence submersion marine (1.7 mNGF) est plus pénalisant – Source PPRi Port-Saint-Louis-du-Rhône 12

Figure I-5 : Grille de détermination des aléas hydrauliques (PPRI Port-Saint-Louis-du-Rhône) 12

Figure II-1 : Emprise géographique du modèle 14

Figure II-2 : Structure du modèle construit pour l'étude 15

Figure II-3 : Topographie du secteur d'étude 16

Figure II-4 : Bâtiments pris en compte dans l'état initial du modèle hydraulique 18

Figure II-5 : Marégramme de l'aléa 2100 - Condition aval du modèle 19

Figure II-6 : Comparaison des emprises inondées et hauteurs d'eau entre le modèle Innovex type PPRI (à gauche) et le modèle Hydra (à droite) – Secteur Innovex au nord du modèle – Aléa submersion marine 21

Figure II-7 : Emprise inondée du PPRI au sein d'un remblai fermé 22

Figure II-8 : Comparaison des emprises inondées et hauteurs d'eau entre le modèle Innovex type PPRI (à gauche) et le modèle Hydra (à droite) – Secteur sud du modèle – Aléa submersion marine 23

Figure II-9 : Structure en casiers du modèle hydraulique utilisé pour le PPRI 24

Figure II-10 : Localisation de la station météorologique Istres le Tubé 25

Figure II-11 : Précipitation à Istres le Tubé (source : Infoclimat) 25

Figure II-12 : Précipitations mensuelles à Istres 26

Figure II-13 : Coefficients de Montana (source PLU Fos-sur-Mer) 27

Figure II-14 : Hyétogrammes de projet décennal et centennal construits par méthode de Kieffer 28

Figure III-1 : Hauteurs d'eau et vitesses maximales - État initial pour l'aléa 2100 de submersion marine 31

Figure III-2 : Aléa inondation selon la grille du PPRI - État initial pour l'aléa 2100 de submersion marine 32

Figure III-3 : Hauteurs d'eau résultantes d'une pluie centennale – État initial 33

Figure III-4 : Bassins versants interceptés par le projet d'aménagement de l'acte I 34

Figure IV-1 : Plan masse de l'acte 1 36

Figure IV-2 : Localisation des aménagements projetés 37

Figure IV-3 : Impact hydraulique des aménagements sur le site d'étude - Aléa 2100 submersion marine ZOOM sur la zone impactée 38

Figure IV-4 : Impact hydraulique des aménagements sur le site d'étude - Aléa 2100 submersion marine – Vue général 39

Figure IV-5 : Schéma de principe de collecte des eaux de ruissellement du bassin versant naturel 41

Figure IV-6 : schéma de principe du rétablissement du sous-bassin versant n°2 41

Figure IV-7 : Schéma de principe de collecte des eaux de ruissellement du bassin versant n°3 42

TABLE DES TABLEAUX

Tableau II-1 : Coefficients de Strickler associés aux occupations des sols du secteur d'étude . 17

Tableau III-1 : Débits de pointe de dimensionnement pour les ouvrages de transparence hydraulique 35

Tableau IV-1 : Coefficients de Strickler associés types de revêtement 37

Tableau IV-2 : Débits de pointe à considérer pour le rétablissement des écoulements naturels40

Tableau IV-3 : Niveaux caractéristiques de la marée rapportés au zéro hydrographique sur la période d'observation (source :SHOM) 43

I. CONTEXTE

Le projet NéoCarb correspond à la création de la plateforme industrialo-portuaire permettant d'accueillir les unités industrielles de production de e-méthanol et d'e-kérosène, ainsi que les utilités associées.

Ce dernier se déroule en deux actes :

- Acte 1 : NeoCarb Log : qui a pour objectif l'aménagement du foncier et des infrastructures logistiques ;
- Acte 2 : NeoCarb PROD correspondant à l'implantation des unités industrielles de production.

Dans le cadre du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale Unique (DDAEU), une étude d'impact est réalisée. Celle-ci permet de présenter le fonctionnement actuel du site du point de vue environnemental, la description des impacts du site sur son environnement et la présentation des mesures mises en œuvre pour réduire les impacts du site et l'étude des effets cumulés avec les industries déjà présentes.

La mission portée par Setec Hydratec comporte plusieurs volets.

Un premier rapport traite la thématique gestion des eaux pluviales. Il intègre une analyse générale du site d'étude et une évaluation des besoins de compensation à l'imperméabilisation imposée par le projet d'aménagement.

Le présent rapport vient en complément pour traiter la thématique du risque inondation. Il comprend :

- L'analyse du fonctionnement initial du site d'étude d'un point de vue de la dynamique d'inondation ;
- L'évaluation des impacts du projet d'aménagement et la définition d'éventuelles mesures de compensations à ces impacts.

C'est pourquoi les éléments déjà présentés dans le premier rapport ne seront pas rappelés ici.

I. 1. Les études antérieures

Les études/documents traitant de la thématique hydraulique au sens large à dispositions sont les suivantes :

- Le rapport du diagnostic environnemental des parcelles A142 et AC58(Zone Nord) et AC58(Zone Sud) – réalisé par ICF Environnement pour le compte d'ASCOFIEL – mai 2018 ;
- Le Dossier de concertation préalable du public du 25 novembre 2024 ou 20 janvier 2025 et ses compléments, les fiches thématiques.
- Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM), Mission A110, DIAG, PG et EQRS selon la norme NF X31-620 réalisée par EODDS ingénieurs conseils pour le compte d'ASCOFIELDS – octobre 2024

- Etude d'incidence, du point de vue inondabilité, sur différents secteurs de la ZIP de Fos en vue du remblaiement de plateformes Secteur INNOVEX, Egis pour le GPMM – Mai 2019
- Note de cadrage environnemental pour aider au choix de l'implantation, Naldeo Technologies & Industries, ELYSE ENERGY – mai 2023.
- Etudes pré-opérationnelles et réalisation des dossiers réglementaires relatifs au Code de l'Environnement du projet de dessertes du Caban – Môle central ; Etude et dimensionnement de l'assainissement pluvial des scénarios routiers – SUEZ Consulting pour Marseille Fos – Mars 2025.

I. 2. PPRI de Port-Saint-Louis-du-Rhône

Le projet est situé en bordure du zonage du PPRi de Port St Louis approuvé en juin 2016, comme visible sur la figure ci-après. L'absence de zonage réglementaire sur le secteur d'étude signifie que le PPRI n'y impose pas de contraintes vis-à-vis des usages présents ou des types d'aménagements, hormis une cote de référence plancher de 2.4 m NGF.

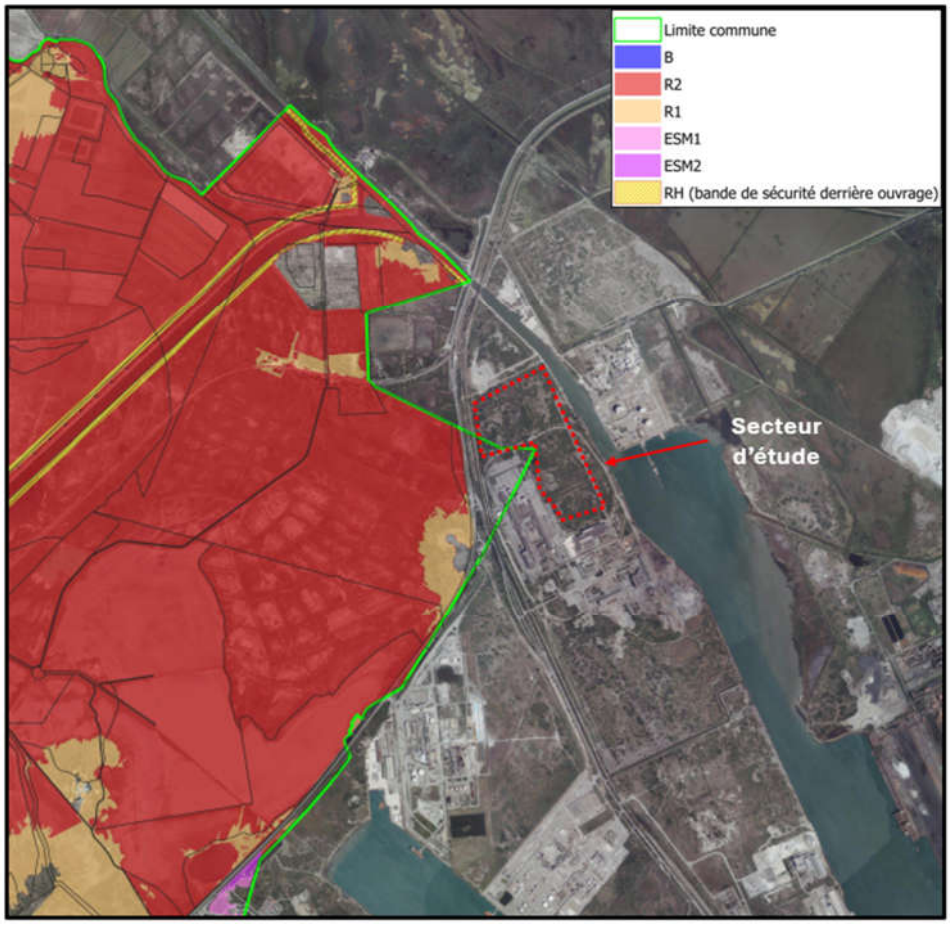


Figure I-1 : Zonage du PPRI de Port-Saint-Louis-du-Rhône à proximité de la zone d'étude

Toutefois, le PPRI impose une étude d'incidence hydraulique, objet du présent rapport. Cette dernière doit permettre d'identifier l'impact des aménagements sur les zones inondables, et de définir des mesures compensatoires le cas échéant.

Sur la commune de Port St Louis, les cartographies réalisées dans le PPRi sont issues des modélisations réalisées par EGIS en 2009 pour la DREAL en considérant deux types d'aléas de référence :

a) Scénario C1 de brèche du Rhône

Ce scénario modélise une brèche dans les digues du Rhône au droit du secteur d'étude pour une **crue type 1856**.

L'étude hydraulique a été réalisée par EGIS en 2009. Le modèle hydraulique réalisé est un modèle à casiers dont les résultats pour la crue de référence sont présentés ci-après sur le secteur de notre étude.

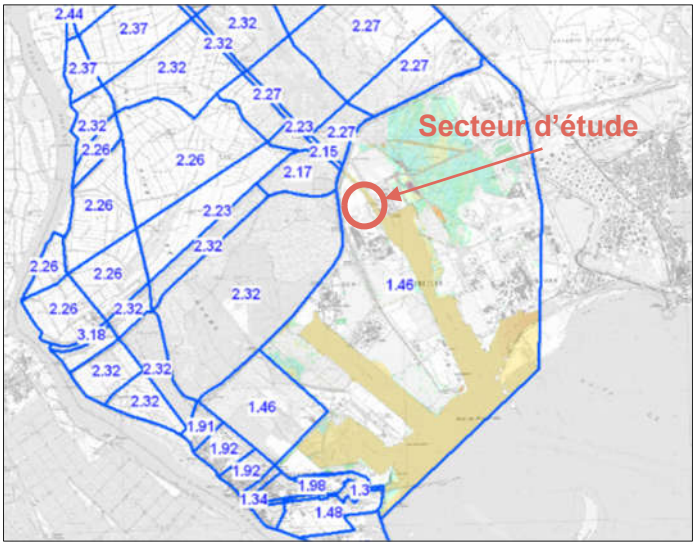


Figure I-2 : Extrait de la modélisation hydraulique réalisée par EGIS

L'analyse du terrain naturel sur la parcelle ELYSE montre que la quasi-totalité des terrains sont situés au-dessus de la cote 1,46 mNGF.

Quelques points bas apparaissent ponctuellement et dont les surfaces cumulées en interface avec le projet (zone hachurée en noir ci-après) de phase 1 est inférieure à 100m².

La rubrique 3.2.2.0 n'est donc pas à viser.



Figure I-3 : Analyse du terrain naturel sur la parcelle du projet ELYSE.

b) Submersion marine

- **L'aléa de référence de submersion marine**

Ceci correspond à l'aléa météorologique centennal, majoré d'une marge de 20 cm constituant la première étape de prise en compte du changement climatique. A Port-Saint-Louis, l'aléa de référence correspond à **+1,7 mNGF**

- **L'aléa 2100** de submersion marine

Ce scénario correspond à l'aléa météorologique centennal majoré d'une marge de 60 cm, constituant la prise en compte du changement climatique à l'horizon 2100 (en cohérence avec les scénarios envisagés par le GIEC). A Port-Saint-Louis, l'aléa de référence 2100 correspond à **+2,1 mNGF**. Cet aléa étant aggravant par rapport à l'aléa de référence, il sera considéré pour caractériser la submersion marine.

Le PPRi de Port-Saint-Louis-du-Rhône a cartographié les zones où l'aléa de référence de submersion marine (1.7 mNGF) est plus pénalisant que le scénario de brèche du Rhône (cf. figure ci-après zones bleues). Bien que la cartographie ne couvre pas la totalité du site d'étude, car en partie hors de la commune, la forme des zones bleues indique que **la submersion marine est aussi plus pénalisante sur le secteur d'étude**.

Ceci est d'autant plus vrai pour l'aléa 2100 de submersion marine qui sera considéré. C'est pourquoi **seule la submersion marine sera étudiée pour caractériser l'impact du projet**.

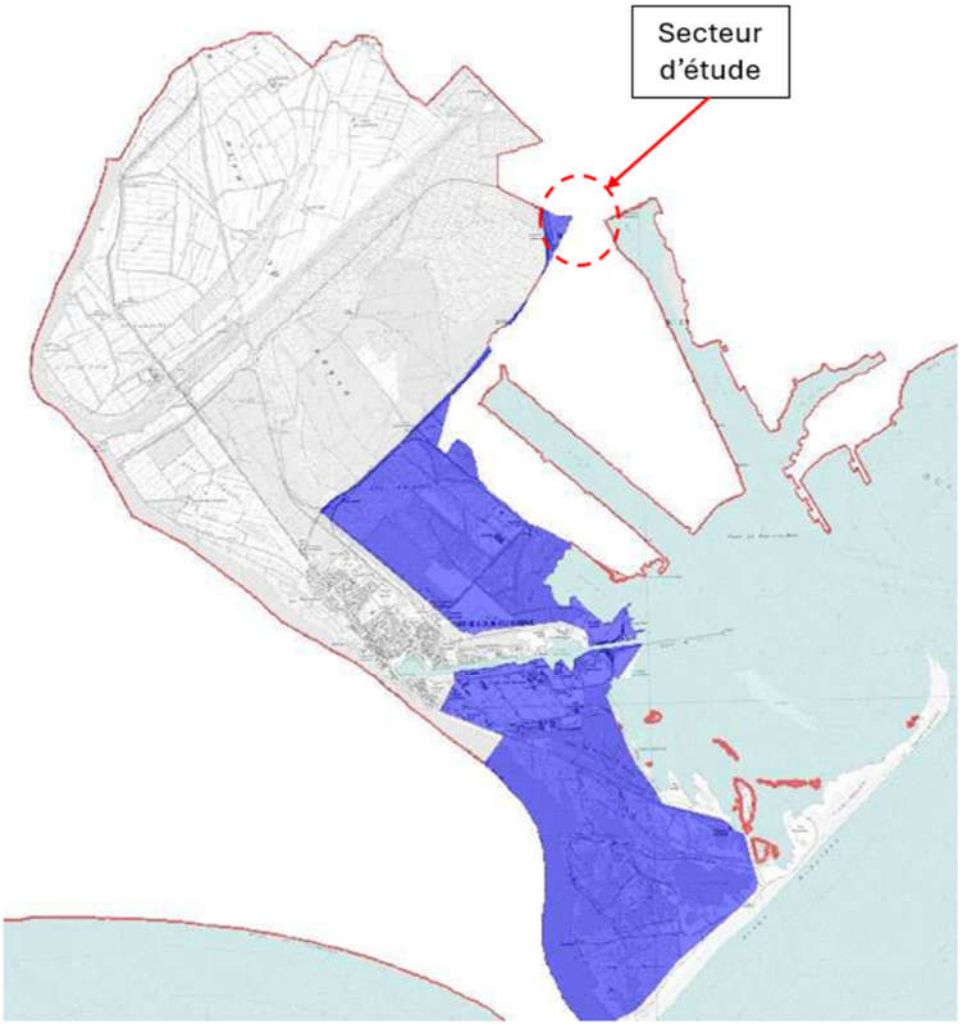


Figure I-4 : Zones (en bleu) où l'aléa de référence submersion marine (1.7 mNGF) est plus pénalisant – Source PPRi Port-Saint-Louis-du-Rhône

Les résultats des cotes d'eau sont traduits en hauteur d'eau à partir du Modèle Numérique de terrain, puis en aléas selon 3 niveaux d'après la grille retenue lors de l'élaboration du PPRI (cf. figure ci-dessous). La carte d'aléa est traduite ensuite en zonage règlementaire par croisement avec les enjeux.

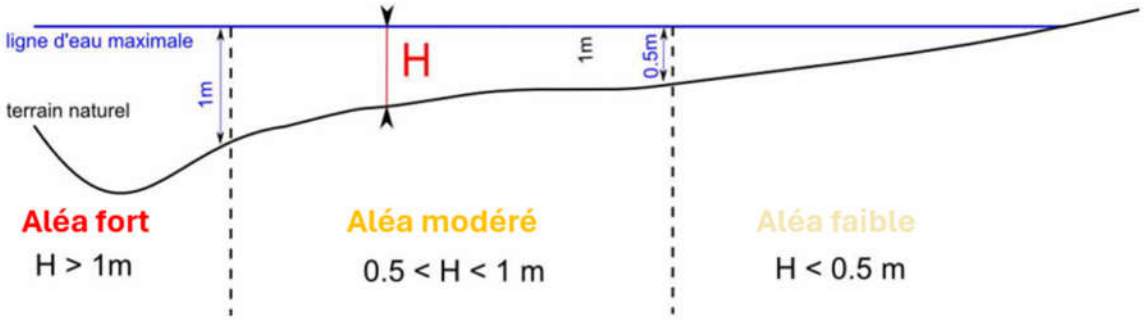


Figure I-5 : Grille de détermination des aléas hydrauliques (PPRI Port-Saint-Louis-du-Rhône)

II. MODELISATION HYDRAULIQUE

II. 1. Logiciel de modélisation

Le modèle numérique des écoulements a été élaboré avec le logiciel dédié à l'hydraulique fluviale et urbaine HYDRA.

Hydra est une plateforme de modélisation hydrologique et hydraulique permettant de faire appel dans un même modèle aux fonctionnalités propres aux réseaux d'assainissement, aux systèmes fluviaux et maritimes afin de répondre aux problématiques complexes d'interconnexion des réseaux de collecte des eaux pluviales et des débordements de surface dans la gestion des inondations des grandes métropoles.

Cette plateforme permet de piloter un moteur de calcul robuste et performant, fruit de 30 ans de développements et d'exploitation, capable de traiter l'ensemble des domaines suivants ainsi que leurs interactions : hydrologie, propagations de crue dans les réseaux d'assainissement, les cours d'eau et les plaines inondables, interactions entre les débordements de cours d'eau, les débordements de réseaux d'assainissement et les écoulements de surface dans les zones urbaines, submersions marines, phénomènes transitoires rapides et leurs conséquences, modélisation courantologique, transport solide, optimisation de gestion des ouvrages et des grands systèmes hydrologiques et hydrauliques…

La **version 3.10.14 d'Hydra** a été utilisée pour la présente étude.

II. 2. Présentation du modèle hydraulique

II. 2. 1. Étendue du modèle

Le modèle hydraulique a été construit spécifiquement pour la présente étude. Il est borné à l'ouest par la voie ferrée et à l'est par la Darse n°1 de Fos-sur-Mer. Dans l'axe Nord-Sud, il s'étend de la traversée du canal d'Arles à Bouc par la voie ferrée jusqu'à 2.2 km plus au sud sur le secteur d'Ascométal.

Il permet de simuler la dynamique d'inondation au sein des zones d'aménagements, mais aussi chez les avoisinants susceptibles d'être impactés. La figure suivante permet de visualiser l'étendue du modèle.



Figure II-1 : Emprise géographique du modèle

II. 2. 2. Maillage

Le secteur d'étude est intégralement couvert par des mailles bi-dimensionnelles. Les lignes de contraintes ont été tracées de manière que le maillage s'adapte aux contraintes topographiques du secteur (remblai routier et de voie ferrée, fossé), mais aussi pour bien délimiter les zones d'aménagements. Leur délimitation facilite la caractérisation de l'état projet :

- Modification des paramètres d'écoulement (Coefficient de Strickler, cote de maille, etc…) ;
- Correspondance exacte entre les maillages des états initial et projet.

Le maillage est basé sur des mailles de 30 m en limite sud du modèle. Les mailles deviennent plus fines à l'approche du secteur projet, jusqu'à atteindre 5 m sur les emprises aménagées.

La figure suivante permet de visualiser la structure du modèle.



Figure II-2 : Structure du modèle construit pour l'étude

II. 2. 3. Données topographiques

La donnée topographique de référence pour la présente étude est le Modèle Numérique de terrain extrait de la campagne du LIDAR HD réalisée par l'IGN. Plus précisément, la donnée utilisée ici correspond à une campagne de relevés ayant eu lieu entre juin et octobre 2021.

Le Figure II-3 présente la topographie sur l'emprise du modèle. Cette dernière est très variable en raison des alternances entre zones de friches et emprises aménagées associées à des remblais ou déblais anthropiques. La zone est relativement plate, mais une très faible pente dans l'axe Nord-Sud est tout de même présente, de l'ordre de 0.03%.

Cette pente générale est associée à une direction préférentielle pour les écoulements en crue, mais les aménagements présents imposeront une dynamique différente. En particulier, les axes routiers et ferroviaires présentent une plateforme surélevée qui fera obstacle aux écoulements.

L'altimétrie évolue entre 2.2 et 3 mNGF sur l'emprise des aménagements prévus par le projet NEOCARB, pour une moyenne de l'ordre de 2.6 mNGF. Sur les terrains plus au sud, l'altimétrie est de 2.2 mNGF.



Figure II-3 : Topographie du secteur d'étude

II. 2. 4. Rugosité de surface

La rugosité du sol en surface est représentée par le paramètre de Strickler. Des valeurs différentes sont affectées en fonction de l'occupation des sols. Le tableau suivant synthétise ces valeurs :

Occupation des sols	Coefficient de Strickler - Ks
Friche	12
Sol en terre compactée (chemin d'accès et voie ferrée)	30
Surfaces imperméabilisées (Parking, route en enrobée)	40
Bâtiments	5

Tableau II-1 : Coefficients de Strickler associés aux occupations des sols du secteur d'étude

La rugosité constitue un paramètre de calage du modèle hydraulique. Les valeurs pourront donc être ajustées par la suite.

II. 2. 5. Prise en compte du bâti

Pour caractériser l'état initial, le bâti considéré est la donnée de la BD TOPO. Comme évoqué dans le paragraphe précédent, un coefficient de Strickler très faible est appliqué sur les surfaces bâties. En complément, les coefficients d'échange entre les mailles sont fortement réduits au niveau des bâtiments pour accentuer l'effet d'obstacle aux écoulements que représente ces derniers.

La figure suivante présente la cartographie des bâtiments considérés à l'état initial. Le bâti est concentré au sud de la zone projet (Ascométal)

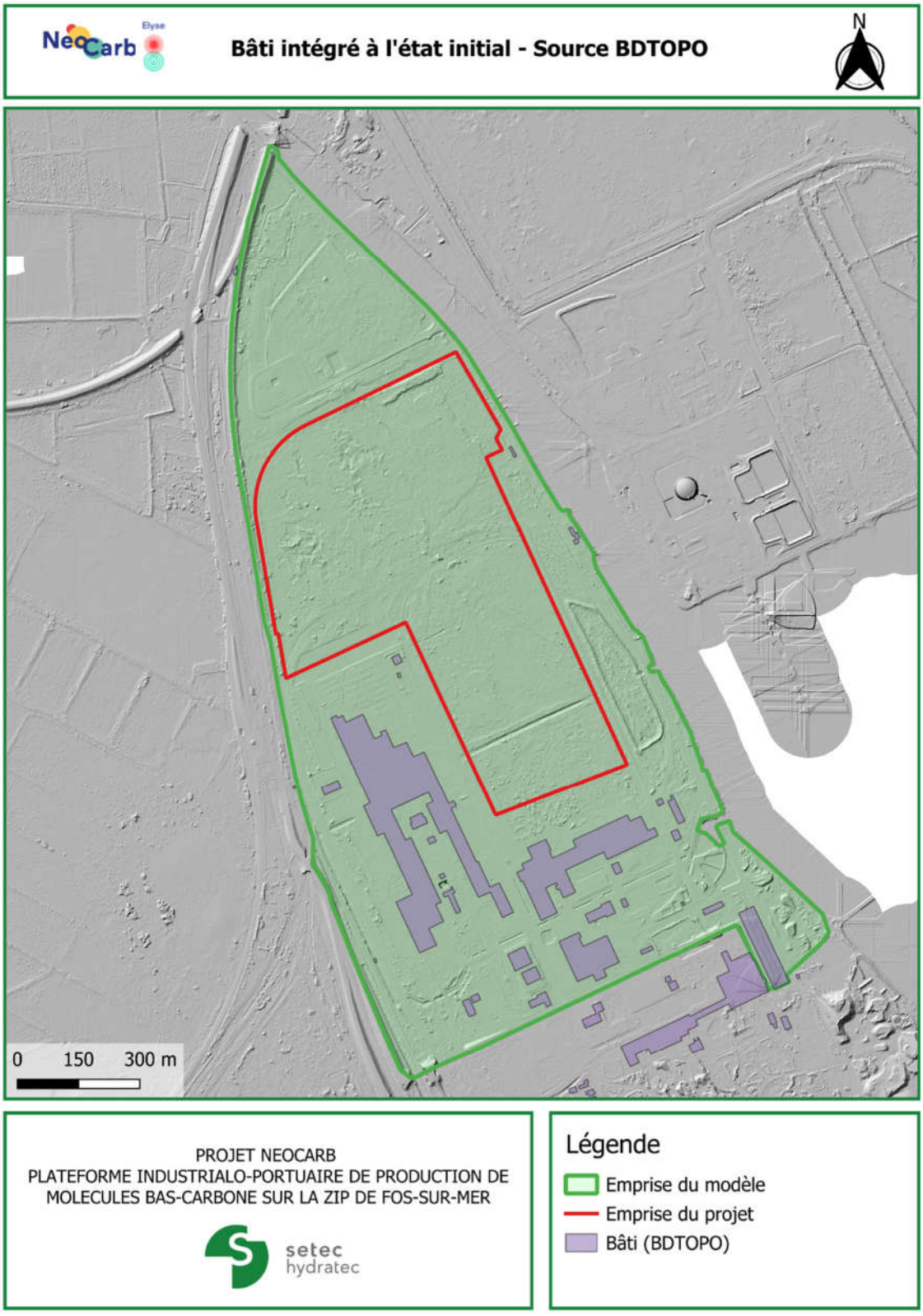


Figure II-4 : Bâtiments pris en compte dans l'état initial du modèle hydraulique

II. 2. 6. Scénarios et conditions aux limites

Comme évoqué au paragraphe I. 2, l'incidence hydraulique du projet sera uniquement évaluée vis-à-vis du risque de **submersion marine**, considérant l'aléa 2100 avec un niveau marin de **2.1 mNGF**. La modélisation de ce scénario consiste donc à imposer une condition limite aval en niveau marin.

Afin d'analyser la dynamique de mise en eau des terrains, il sera considéré un niveau marin augmentant linéairement de **1.7 mNGF** (aléa de référence à l'état actuel) jusqu'à **2.1 mNGF** en 8 heures.

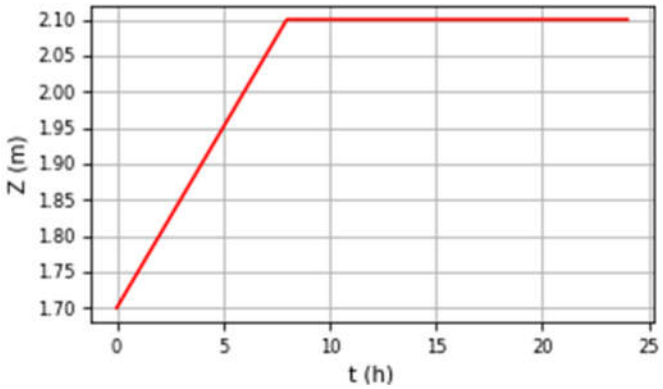


Figure II-5 : Marégramme de l'aléa 2100 - Condition aval du modèle

En complément de cette incidence hydraulique, une analyse de la dynamique des écoulements par ruissellement lors d'évènement pluvieux sera réalisée. Cette dernière considère une pluie de projet telle que définie au paragraphe II. 3 ci-après.

II. 2. 7. Calage

Afin de valider le modèle hydraulique, la méthodologie usuelle consiste à « caler » le modèle, c'est-à-dire faire varier différents paramètres afin de rapprocher au mieux les résultats du modèle avec une référence donnée (PPRI, crue historique, etc…).

Dans le cas présent, le site d'étude est hors de l'emprise couverte par le zonage règlementaire ou la carte des cotes de référence du PPRI. Le calage ne peut donc pas se reposer sur ces derniers.

Cependant, l'étude d'incidence hydraulique réalisée pour le projet INNOVEX plus au nord se base sur le modèle hydraulique à casier ayant servi à réaliser le PPRI, une fois affiné et actualisé au droit du projet. Une comparaison est donc possible avec les résultats de cette étude.

Dans les paragraphes suivants, les hauteurs d'eau et vitesses mentionnés correspondent aux **valeurs maximales enregistrées pour l'aléa considéré**.

La modélisation Hydra met en évidence trois zones de débordements depuis la darse ou le canal d'Arles à Bouc :

- **Secteur Nord – Innovex**

Des débordements ont lieu au niveau de la traversée du canal d'Arles à Bouc par la voie ferrée. Les hauteurs sont en moyenne de **40-50 cm**, avec certaines zones plus basses topographiques où elles atteignent **60 à 80 cm** ce qui est cohérent avec la fourchette **0.5 - 1 m** visible sur les résultats de l'étude Innovex. Localement, le modèle Hydra présente des hauteurs d'eau **supérieures à 1 m** en raison de points bas topographiques que le modèle à casier identifie moins bien que le modèle bidimensionnel.

Les hauteurs d'eau diminuent en s'éloignant de la Darse n°1, parce que la topographie remonte. Les deux modèles calculent des hauteurs d'eau **de l'ordre de ou inférieures à 50 cm**. L'étendue de l'inondation est relativement plus importante sur le modèle Hydra, la modélisation bi-dimensionnelle facilitant l'expansion des crues.

Le modèle à casier du PPRI ne donnant pas accès aux vitesses au sein de chaque casier, aucune comparaison sur ces dernières ne peut être analysée.

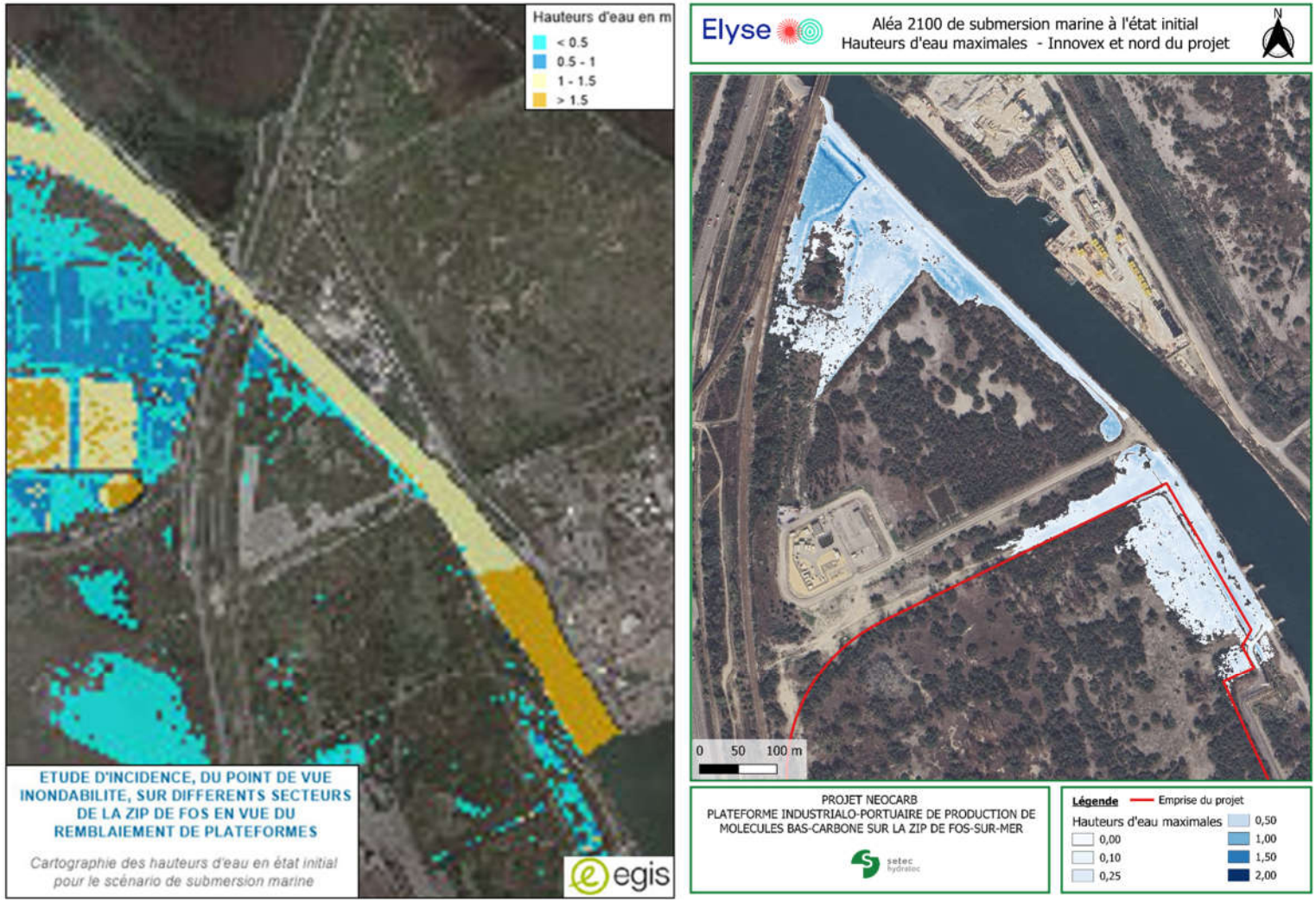


Figure II-6 : Comparaison des emprises inondées et hauteurs d'eau entre le modèle Innovex type PPRI (à gauche) et le modèle Hydra (à droite) – Secteur Innovex au nord du modèle – Aléa submersion marine

- **Limite nord de l'emprise du projet Neocarb**

Les eaux débordent de la darse et traverse le chemin routier en direction du nord de l'emprise Neocarb. Le long du chemin les hauteurs d'eau évoluent entre **20 et 40 cm**. En revanche, le PPRI n'affiche pas de d'inondations à ce niveau.

- **Limite sud de l'emprise du projet Neocarb et du modèle**

La troisième zone de débordement se situe au sud avant l'entrée sur le secteur d'Ascométal. Le modèle Hydra calcule une inondation des terrains en bordure de Darse, sur une distance de **50 m**. Une partie des écoulements traversent la voie ferrée, mais l'inondation ne pénètre pas plus dans les terres. Les hauteurs sont de l'ordre de **40 cm** en bordure immédiate de Darse, puis **20 cm** sur le chemin longeant la voie ferrée.

A l'inverse, le modèle du PPRI ne cartographie pas de hauteurs d'eau en bordure immédiate de Darse, mais sur des zones plus éloignées avec **des hauteurs sous 50 cm**. En particulier, ce modèle affiche une inondation de terrain entouré d'un remblai de ceinture derrière la voie ferrée, mais aussi de la base chantier du projet Neocarb qui se situe à plus de **500 m** de la Darse.

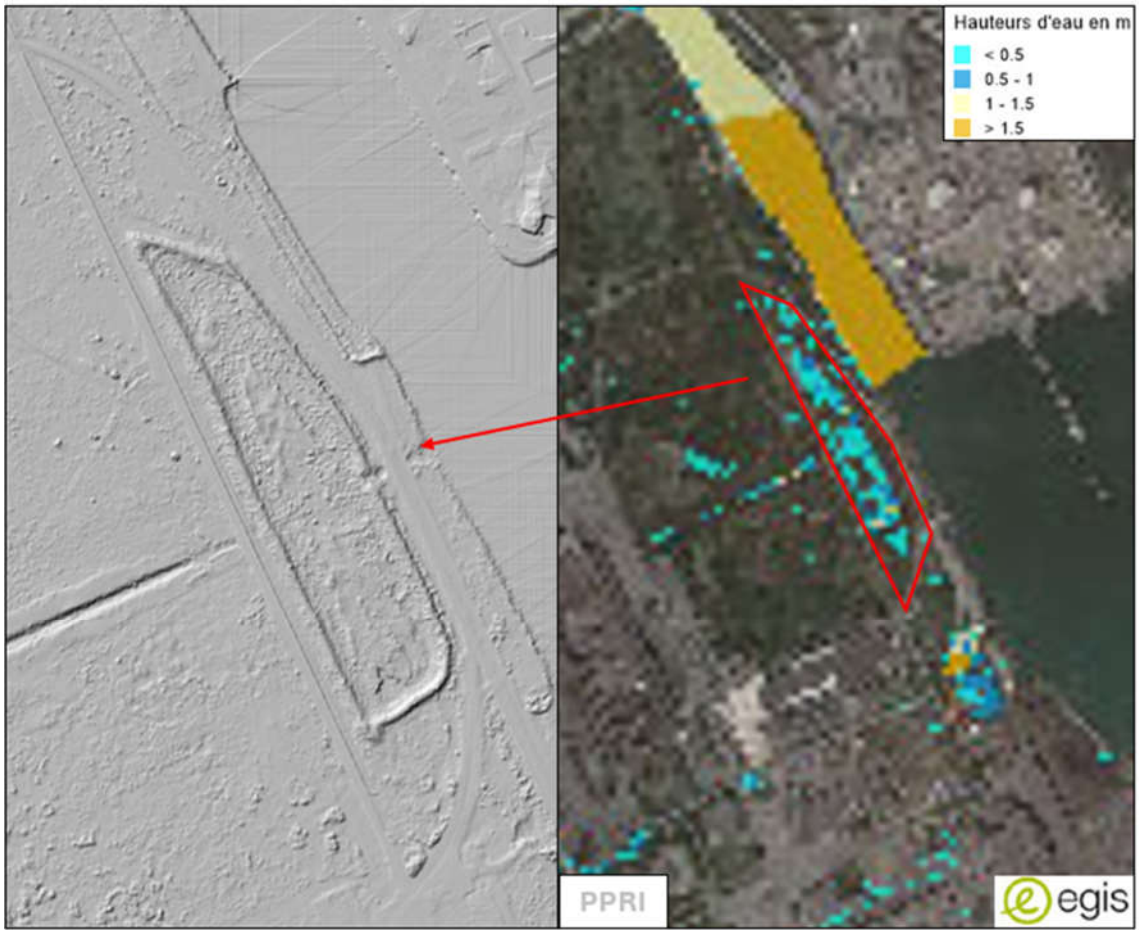


Figure II-7 : Emprise inondée du PPRI au sein d'un remblai fermé

Sur ces deux derniers secteurs, les emprises inondées des deux modèles sont donc très différentes (cf. figure ci-après).

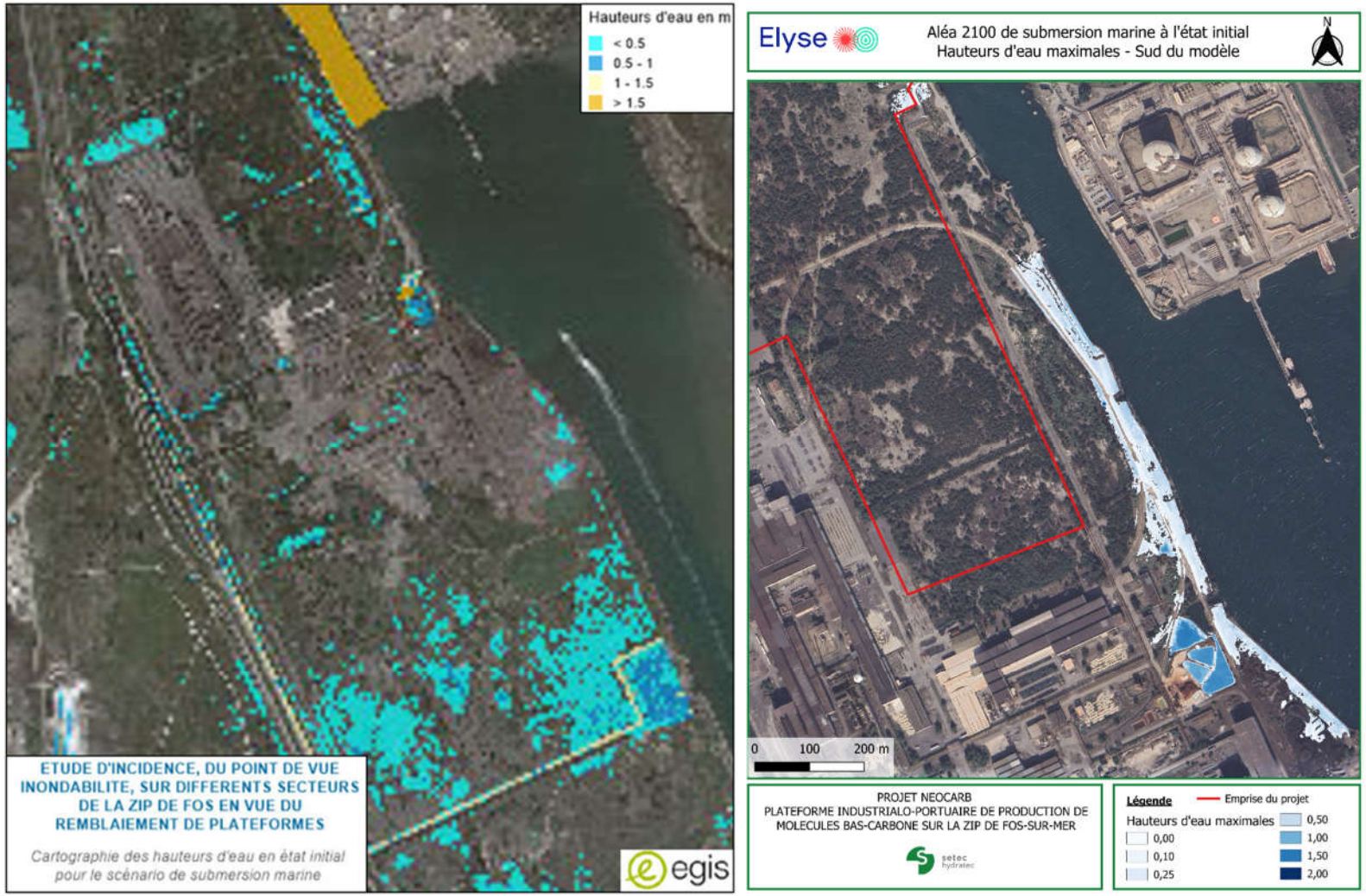


Figure II-8 : Comparaison des emprises inondées et hauteurs d'eau entre le modèle Innovex type PPRI (à gauche) et le modèle Hydra (à droite) – Secteur sud du modèle – Aléa submersion marine

Des différences entre le modèle issu du PPRI et celui créé pour la présente étude sont identifiées, principalement en rapport avec l'emprise inondée. Ceci est une conséquence des différents modes de modélisation, à casier et bidimensionnelle.

Dans les deux cas, le principe est de **discrétiser l'étendue du modèle en plusieurs zones connectées**. Dans chacune de ces zones, une **loi de remplissage** est établie en fonction de la topographie. Ce principe permet d'évaluer les hauteurs d'eau dans la zone en fonction des volumes entrant et sortant, en commençant par les points bas au sein de la zone.

Le premier modèle du PPRI utilise des zones très étendues, de **plusieurs centaines de mètres**, appelées casiers (cf. figure ci-après). Un tel modèle à grande échelle sans adaptation des casiers aux contraintes topographiques peut conduire à une inondation irréaliste par endroit, comme par exemple de considérer l'arrière d'un remblai comme inondé sans surverse sur ce dernier.



Figure II-9 : Structure en casiers du modèle hydraulique utilisé pour le PPRI

Le second modèle créé sous Hydra discrétise à une **échelle plus précise** avec des mailles de quelques dizaines de mètres. Les lignes de contraintes permettent de bien identifier les contraintes topographiques locales. Ce modèle permet donc de modéliser une **dynamique d'écoulement plus réaliste**.

Le modèle créé pour le bien de cette étude est donc **jugé adapté à l'échelle de l'étude et satisfaisant** pour l'évaluation de l'incidence hydraulique du projet Neocarb.

II. 3. Pluviométrie

II. 3. 1. Régime pluviométrique

La station météorologique la plus proche du site étudié, est la **station Istres – Le Tubé** référencée 13047001, altitude 23m NGF et située à environ 9 km du centre de Fos sur Mer au nord-est du secteur d'étude.



Figure II-10 : Localisation de la station météorologique Istres le Tubé

Cette station possède des mesures pluviométriques depuis l'année 1975, avec une absence de données en 1982 et de 1992 à 1997, soit une série de données de **40 ans.**

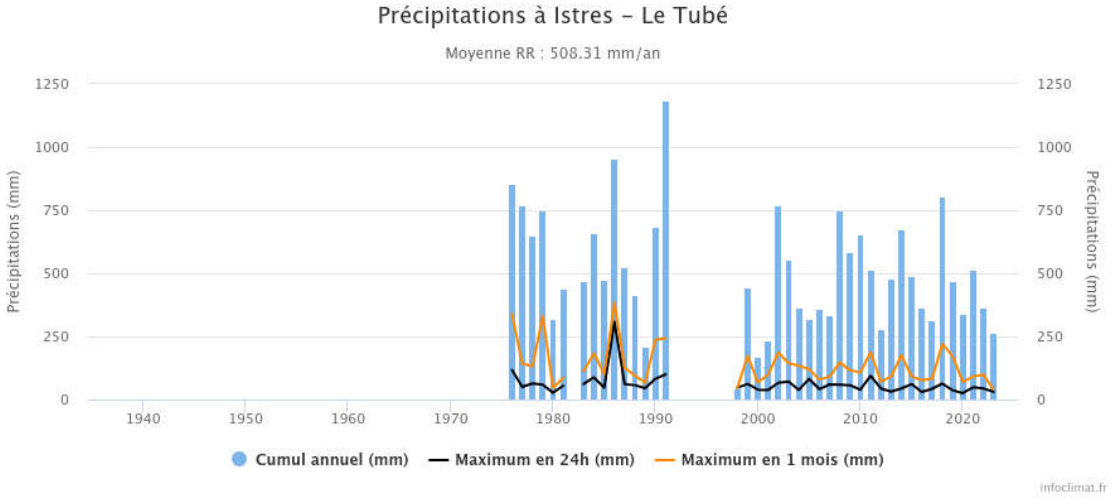


Figure II-11 : Précipitation à Istres le Tubé (source : Infoclimat)

Sur la station de Istres Le Tubé :

- Le cumul annuel moyen est de 508.31 mm ;
- **1991 est l'année enregistrée la plus pluvieuse** avec 1182.8 mm ;
- **1986** est l'année avec la **pluviométrie journalière et mensuelle la plus extrême** : 307 mm en 24h et 384 mm en 1 mois. La pluie extrême est enregistrée le 29 janvier et correspond à **plus de la moitié du cumul annuel moyen**.

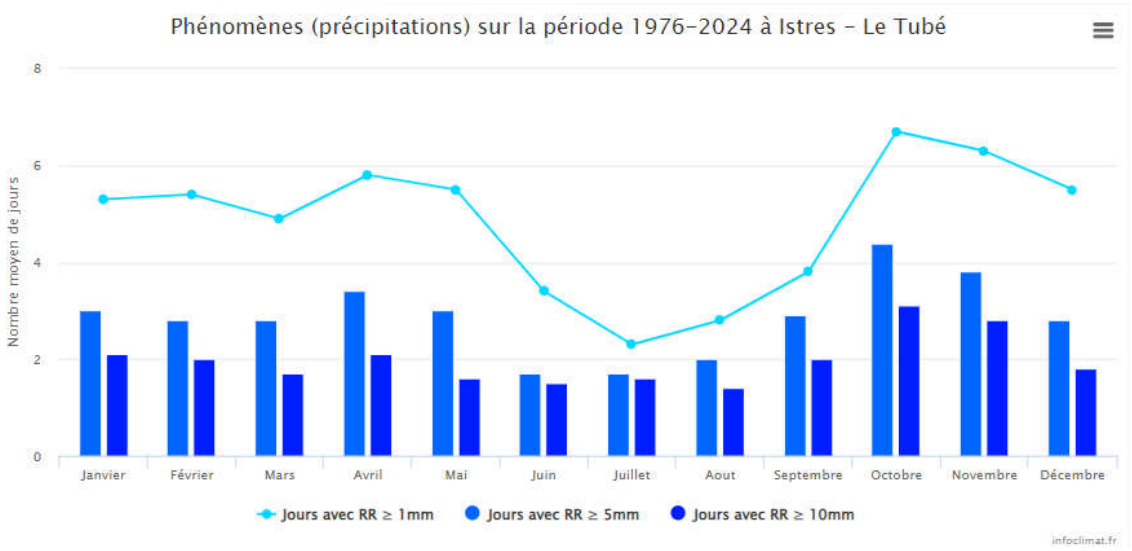


Figure II-12 : Précipitations mensuelles à Istres

Ces données historiques permettent de définir la figure ci-dessus, montrant pour chaque mois le nombre moyen de jour où le cumul de précipitation est supérieur à 1, 10 et 25 mm. La figure met en évidence des pluies plus importantes **hors de la période estivale** entre mai et octobre.

II. 3. 1. Hyétogramme de projet

Le PLU de Fos-sur-Mer donne les **coefficients de Montana** de la station de Istres le Tubé. Ils sont issus de la pluviométrie d'Istres avec une loi GEV sur une période d'observation de 1971 à 2008. Les coefficients sont les suivants :

	Coefficient de Montana (temps en min)			
	6min < t < 2h		6min < t < 2h	
Temps de retour	a	b	a	b
5 ans	4.07	-0.44	16.085	-0.752
10 ans	5.08	-0.46	16.031	-0.712
20 ans	6.15	-0.47	14.787	-0.662
30 ans	6.94	-0.49	13.747	-0.629
50 ans	8.05	-0.50	12.246	-0.584
100 ans	9.74	-0.53	10.179	-0.519

Figure II-13 : Coefficients de Montana (source PLU Fos-sur-Mer)

Ces coefficients correspondent à une loi de Montana de la forme ci-après :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Avec :

- h : lame d'eau précipitée (mm) ;
- a, b : coefficient de Montana ;
- t : durée de l'évènement considéré (min)

En se basant de l'analyse des bassins versants et des régimes pluviométriques détaillée dans le rapport traitant la thématique gestion des eaux pluviales, le hyétogramme de référence pour la modélisation du ruissellement pluvial sera réalisé en considérant un temps de concentration t_c de 85 minutes.

Les hyétogrammes de projet sont construits par la méthode de Kieffer avec une durée intense de 20 minutes ($t_c/4$) et une durée de pluie de 170 minutes (2 x t_c). La figure suivante présente le résultat pour les occurrences décennale et centennale :

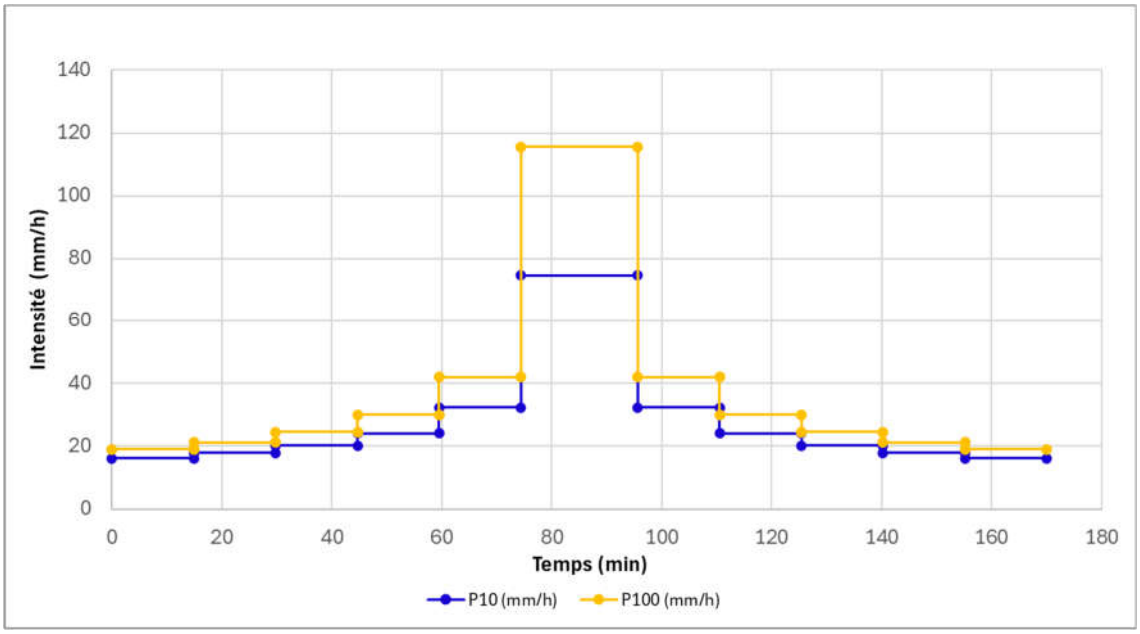


Figure II-14 : Hyétogrammes de projet décennal et centennal construits par méthode de Kieffer

II. 4. Grille d'analyse des impacts

Vis-à-vis des aménagements projetés, l'impact hydraulique sera analysé sous le prisme couplé des hauteurs d'eau, vitesses d'écoulement et aléas de crue. Les règles d'admissibilité d'un projet par rapport au risque inondation sont les suivants sur la métropole Aix-Marseille :

- Augmentation maximale tolérée des hauteurs d'eau :
  - + 1 cm sur les zones à enjeux (habitations, bâtiments d'activité) ;
  - + 5 cm hors zones à enjeux (routes, voies ferrées, parking) ;
- Augmentation relative de la vitesse maximale de 5% par rapport à la vitesse à l'état initial ;
- Pas d'augmentation de l'aléa.

La grille utilisée pour définir les aléas est celle du PPRI, déjà présentée au paragraphe I. 2.

III. FONCTIONNEMENT DE L'ETAT ACTUEL

Ce chapitre présente le fonctionnement hydraulique à l'état actuel pour les aléas suivants :

- Submersion marine aléa 2100 (aléa de référence du PPRI) ;
- Ruissellement pluvial d'occurrence centennal.

L'état initial considéré correspond à l'état de référence qui servira à évaluer l'impact des aménagements projetés.

Dans les paragraphes suivants, les hauteurs d'eau et vitesses mentionnés correspondent aux **valeurs maximales enregistrées pour l'aléa considéré**.

III. 1. Submersion marine

Le fonctionnement hydraulique du secteur a déjà été évoqué au paragraphe II. 2. 7. L'inondation des terrains est causée par trois zones de débordements depuis la darse ou le canal d'Arles à Bouc :

- **Secteur Nord – Innovex**

Des débordements ont lieu au niveau de la traversée du canal d'Arles à Bouc par la voie ferrée. En bordure immédiate du canal, les hauteurs d'eau de l'ordre de **35 cm**, avec des vitesses faibles **(< 0.1 m/s**).

Au total, la submersion s'étend jusque 250 m dans les terres. L'altimétrie remontant, les hauteurs d'eau diminuent en s'éloignant de la Darse n°1 jusqu'à descendre sous les **20 cm**. Toutefois, certaines zones plus basses topographiquement sont associées à des valeurs de **60 à 80 cm,** voir **plus de 1 m** dans des points bas. Les vitesses restent généralement faibles (**< 0.1 m/s**), voir très faibles (**< 0.05 m/s**), hormis au niveau de l'entrée d'un fossé où une valeur de **0.3 m/s** est présente.

Selon la grille du PPRI de Port-Saint-Louis, les aléas sur ce secteur sont **principalement faibles et modérés**, avec une zone **d'aléa fort** là où les hauteurs sont supérieures à 1 m.

- **Limite nord de l'emprise du projet Neocarb**

Les eaux débordent de la darse et traverse le chemin routier en direction du nord de l'emprise Neocarb. Le long du chemin les hauteurs d'eau évoluent entre **30 et 40 cm**. En arrière du chemin, elles oscillent plutôt autour de **20 cm**. Sur tout ce secteur, les vitesses sont très faibles (**< 0.05 m/s**).

L'aléa est intégralement **faible** sur cette zone d'inondation, voir **modéré** très localement.

Il s'agit du seul secteur où une zone d'aménagement projetée, plus précisément une piste périphérique, est atteinte par l'emprise inondée.

- **Limite sud de l'emprise du projet Neocarb et du modèle**

La troisième zone de débordement se situe au sud avant l'entrée sur le secteur d'Ascométal. Les eaux de la Darse inonde le chemin longeant sa bordure. C'est une bande de terrain 50 m de large et près de 700 m de long qui est inondée sous **30 à 40 cm** d'eau.

Les hauteurs d'eau sont légèrement plus faible le long de la voie ferrée avec **20 cm** d'eau. Une partie de ces eaux parvient à traverser la voie ferrée, mais est ensuite bloquée par un remblai. Les hauteurs maximales atteintes sont de l'ordre de **70 à 80 cm** dans les zones les plus basses topographiquement.

Plus au sud à 200 m de l'emprise du projet Neocarb, les débordements conduisent à des hauteurs d'eau de **40 cm**. Sur tout ces secteurs au sud du modèle, les vitesses sont très faibles (**< 0.05 m/s**).

Les aléas sur cette zone sud sont majoritairement **faibles** avec par endroits du **modéré**. De l'aléa fort est cartographié, mais correspond uniquement à des zones basses directement connecté à la Darse et non au terrain naturel.

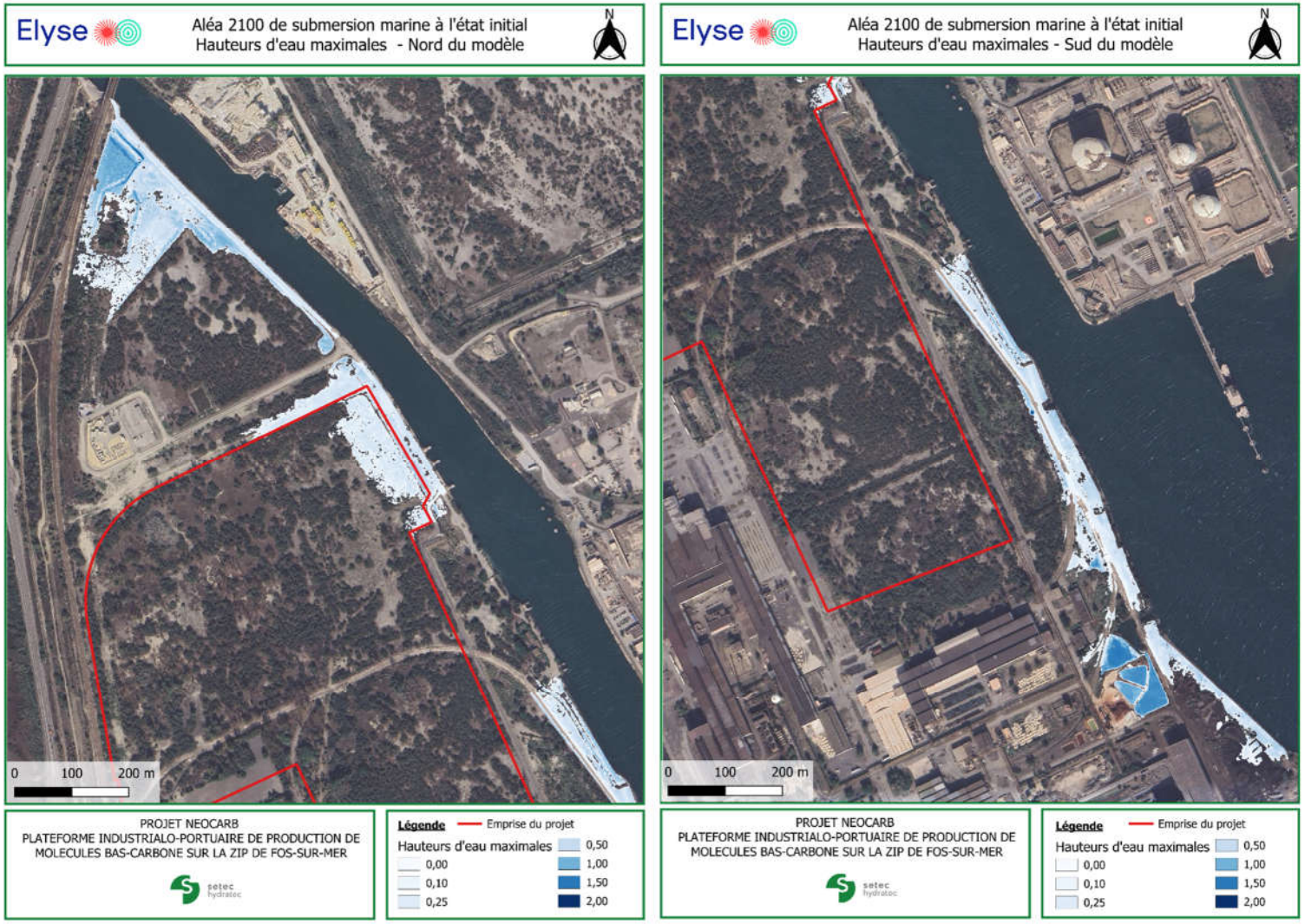


Figure III-1 : Hauteurs d'eau et vitesses maximales - État initial pour l'aléa 2100 de submersion marine

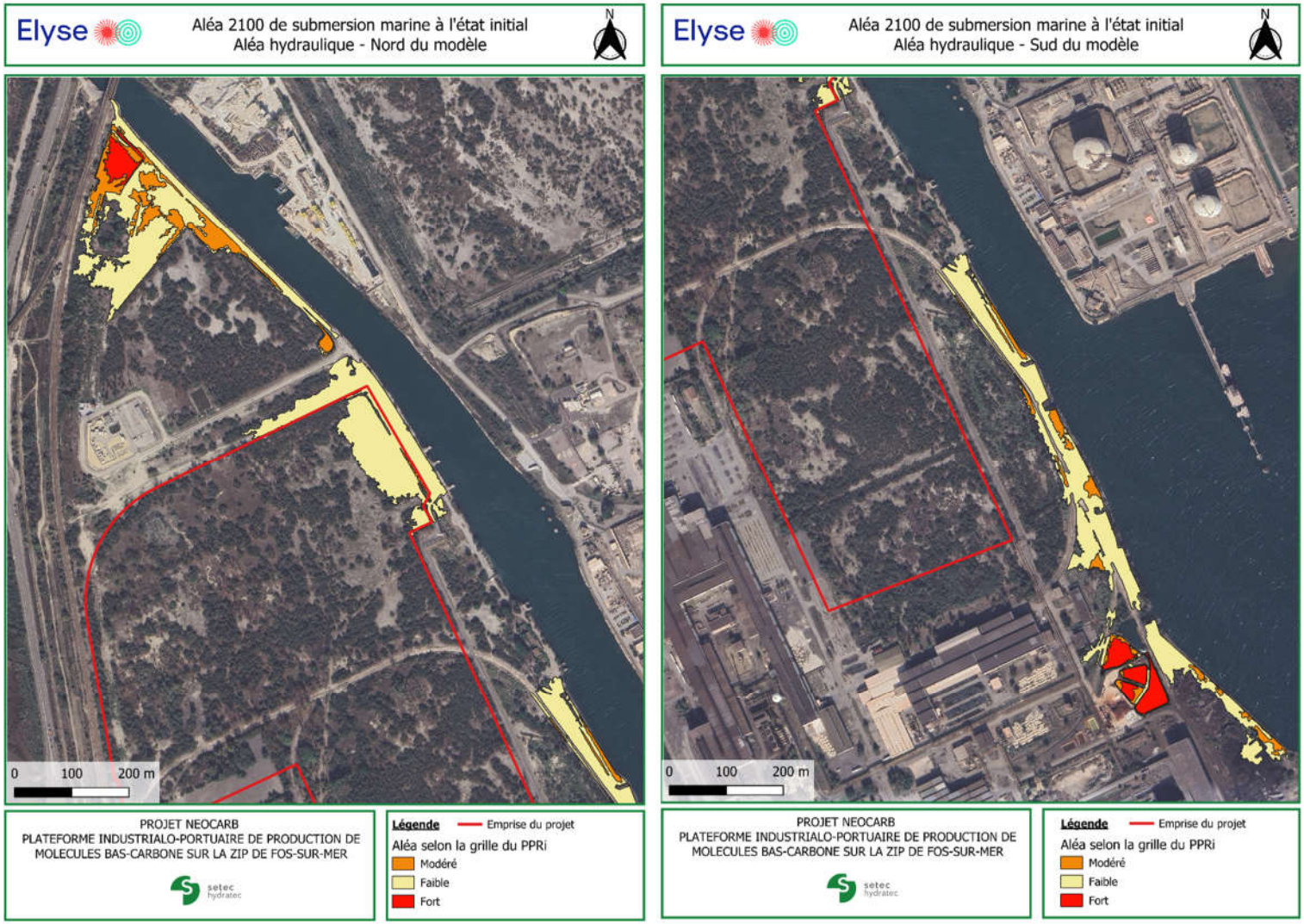


Figure III-2 : Aléa inondation selon la grille du PPRI - État initial pour l'aléa 2100 de submersion marine

III. 2. Ruissellement pluvial

En cas d'évènement pluvieux, l'aspect relativement plat mais très variable localement du terrain conduit à la mise **en eau de la majeure partie du secteur** avec des hauteurs d'eau majoritairement faibles **(< 10 cm)**, mais localement importantes dans les points bas topographiques.

Pour une pluie centennale, les hauteurs d'eau modélisées évoluent **entre 5 cm et 50 cm, voir 1 m**. La pluie décennale conduit à des hauteurs **5 cm à 10 cm plus basses** en moyenne. La figure ci-après présente la cartographie de ces hauteurs d'eau pour une pluie centennale à proximité du secteur aménagé et rend compte de la mise en eau presque totale.

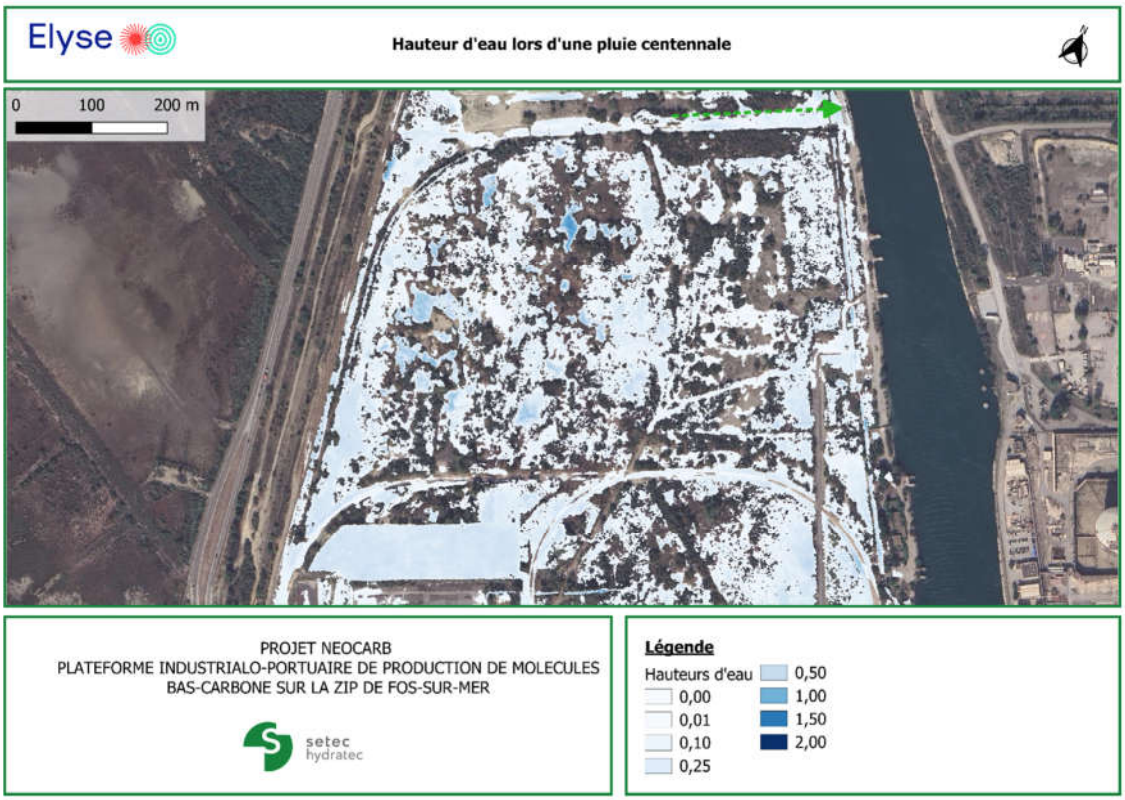


Figure III-3 : Hauteurs d'eau résultantes d'une pluie centennale – État initial

Au nord, un chemin sépare le secteur du projet Innovex de celui étudié ici. L'aspect plat et variable de la topographie engendre aussi une **dynamique des écoulements très éparpillée et diffuse**. Il n'existe pas un unique sens et axe d'écoulement, mais **une multitude qui distribue les eaux sur le secteur**. Des **zones d'accumulations** sont observées dans les points bas ou là où plusieurs écoulements se concentrent. Trois axes d'écoulement principaux sont identifiés :

- Axe n°1 : En limite ouest du périmètre ELYSE, orienté Nord-Sud. Il concentre des eaux provenant du chemin faisant la bordure du périmètre et d'autres de l'intérieur du périmètre ;
- Axe n°2 : En limite nord-est du périmètre, orienté Ouest-Est. Les eaux tombées à proximité s'écoulent en direction de la darse ;

- Axe n°3 : Orienté Nord-Est – Sud-Ouest au sein du périmètre et traversant la voie ferrée. Il concentre principalement des eaux tombées au centre du périmètre.

Il conviendra à l'état projet d'assurer que ses **axes d'écoulement naturels** ne soient **pas perturbés** et que la **continuité des écoulements par ruissellement** soit assurée. Les débits à considérer pour le dimensionnement des ouvrages de transparence ont été évalués dans le premier rapport à l'échelle de la parcelle entière. Le plan ci-après présente l'intersection des bassins versants avec le projet de phase 1.

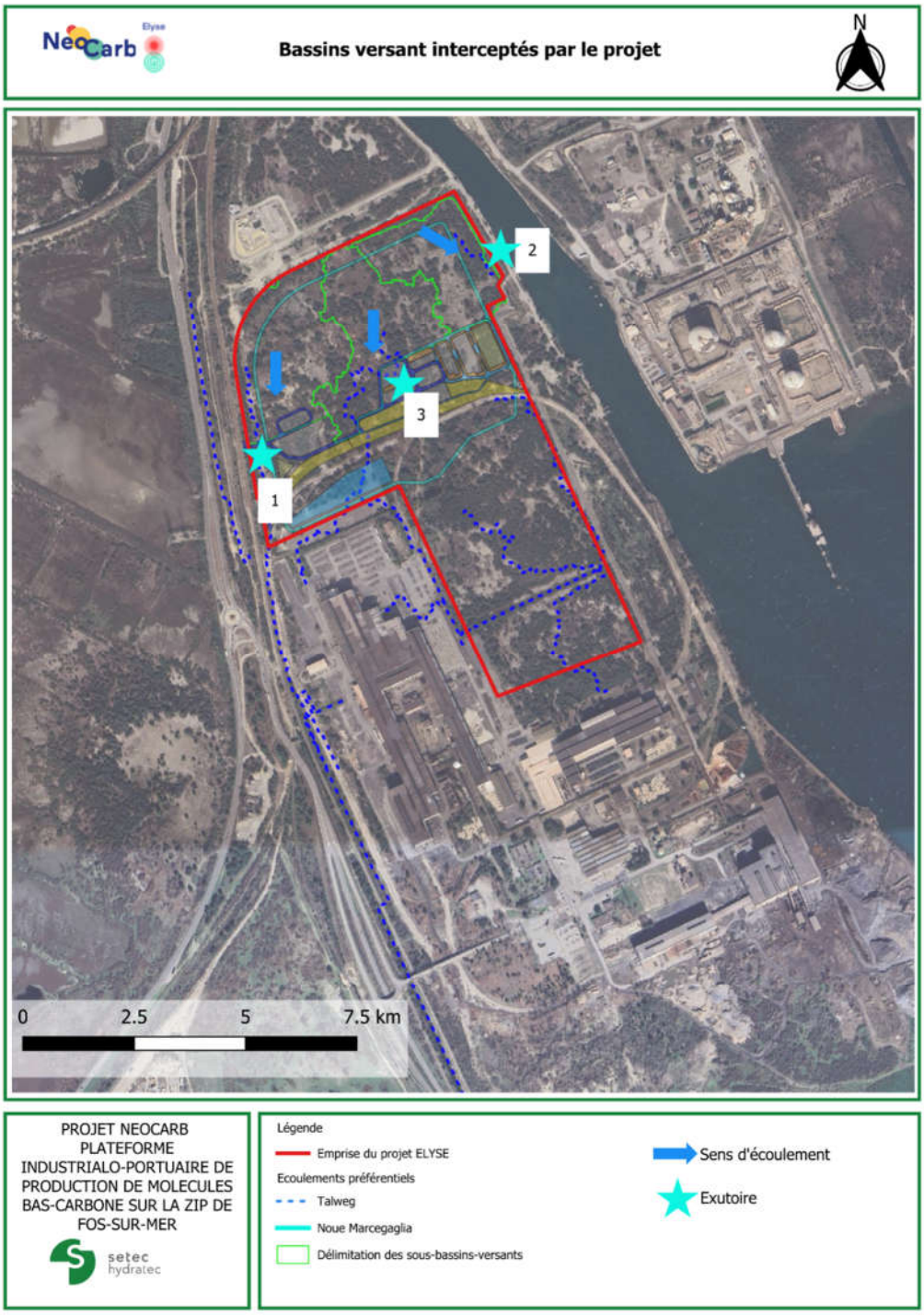


Figure III-4 : Bassins versants interceptés par le projet d'aménagement de l'acte I

En considérant les bassins versants présentés ci-dessus et la pluviométrie du secteur d'étude (cf. II. 3), la méthode rationnelle permet d'estimer les débits de pointe dimensionnant pour les ouvrages de transparence hydraulique à mettre en place. Les caractéristiques des bassins versants et les débits de pointes associés sont les suivants :

Débit de pointe	Exutoire 1	Exutoire 2	Exutoire 3
Surface km²	0.07	0.05	0.06
Cr10	0.21	0.20	0.39
Cr100	0.57	0.57	0.67
tc minutes	25	10	26
i10 (mm/h)	69.15	107.36	67.83
i100 (mm/h)	105.79	175.61	103.46
Q100 (m3/s)	**1.20**	**1.40**	**1.23**
Q10 (m3/s)	**0.29**	**0.31**	**0.47**
Q2 (m3/s)	**0.17**	**0.18**	**0.28**

Tableau III-1 : Débits de pointe de dimensionnement pour les ouvrages de transparence hydraulique

Les débits à rétablir retenus sont les débits centennaux. Les options de rétablissement des écoulements sont proposées au paragraphe IV. 3.

IV. ÉTAT PROJET

IV. 1. Modification de l'état projet

L'état projet considéré pour la suite de l'étude correspond à la phase 1 du projet ELYSE Energy, dont le plan guide d'implantation général est présenté dans la figure ci-après. Le **plan de référence** est le plan guide d'implantation général N° PARLYM PNG250581GPL001 en date du 08/08/2025.

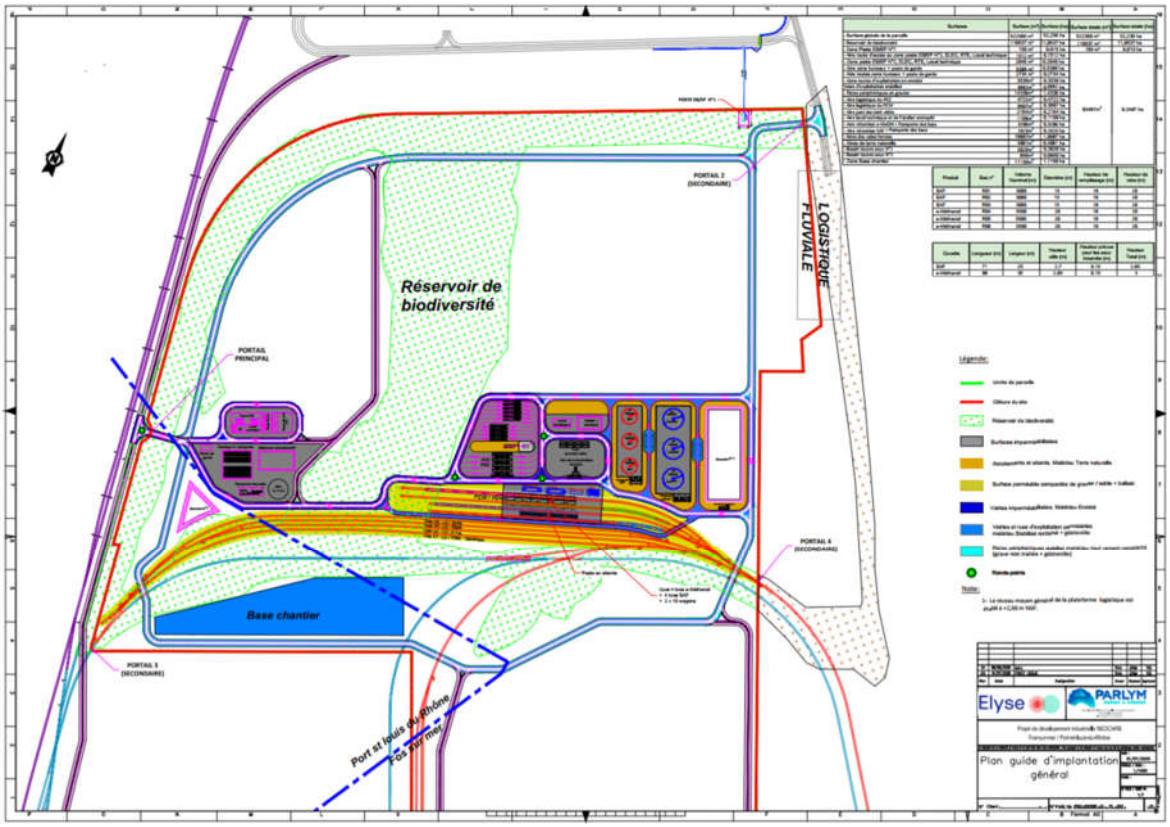


Figure IV-1 : Plan masse de l'acte 1

Le projet d'aménagement Neocarb à l'acte 1 comprend plusieurs types d'interventions :

- Terrassement d'une plateforme à une cote moyenne de 2.8 mNGF pour accueillir les procédés industriels et leurs dépendances, valeur supérieure aux 2.4 mNGF réglementaire pour la cote du premier plancher aménageable d'après le PPRI de Port-Saint-Louis. Le niveau le plus bas de la plateforme ne sera jamais en dessous du niveau 2,40m NGF ;
- Modification des revêtements de surface des sols (route en enrobé, sols compactés) ;
- Construction de nouveaux bâtiments (Rétention SAF, cuves pour procédés industriels, etc…)

Les cotes dans le maillage seront donc modifiées en conséquence au niveau des plateformes. Sur ces mêmes emprises, le coefficient de Strickler sera modifié de manière à être cohérent avec le nouveau revêtement du sol (cf. tableau ci-après). Enfin, le nouveau bâti sera intégré de la même manière que celui de l'état initial, par une modification des coefficients liant les mailles.

Occupation des sols	Coefficient de Strickler - Ks
Pleine terre	12
Zone industrielle (bâtiment, parking)	5
Zones compactées non revêtues (chemins, plateforme)	30
Voies ferrées	30
Routes	40

Tableau IV-1 : Coefficients de Strickler associés types de revêtement

La figure suivante cartographie les zones aménagées dans l'acte n°1 du projet Neocarb et localise donc les zones qui seront modifiés pour modéliser l'état projet.

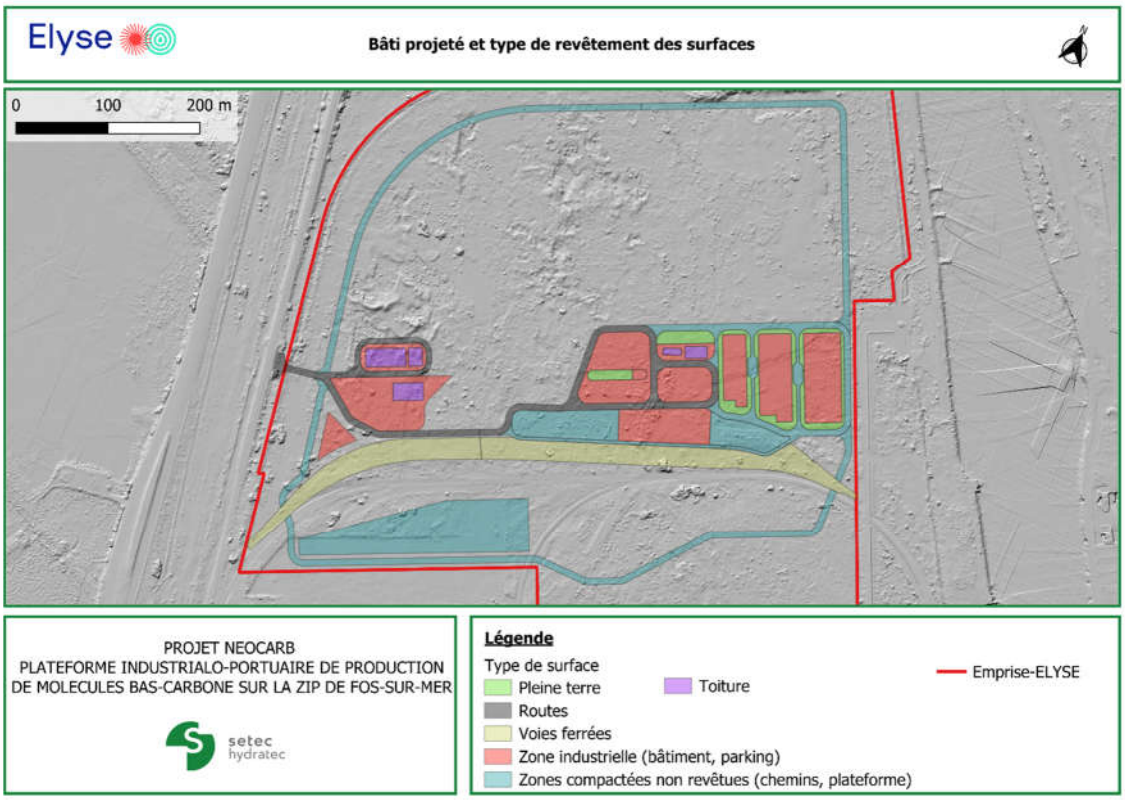


Figure IV-2 : Localisation des aménagements projetés

IV. 2. Impact des modifications – Aléa de référence de submersion marine

A l'état initial, seule la limite nord-est de la piste périphérique est atteinte par la submersion marine, et ce très localement. Les modifications de l'état projet n'ont donc qu'un **impact très limité**. En effet, le calcul des différences de hauteur d'eau met uniquement en évidence une **diminution des hauteurs d'eau de 10 à 30 cm,** là où la plateforme est réhaussée pour la piste.

Les vitesses restent **très faibles (< 0.05 m/s)** comme à l'état initial. De la même manière, l'aléa reste **faible** à l'état projet.

Aucun impact négatif n'est donc à déplorer pour les aménagements de l'acte 1 du projet Neocarb. **Aucune mesure compensatoire n'est donc à prévoir.**

Les figures suivantes présentent une cartographie de l'impact hydraulique des aménagements et une comparaison des aléas des états initial et projet.

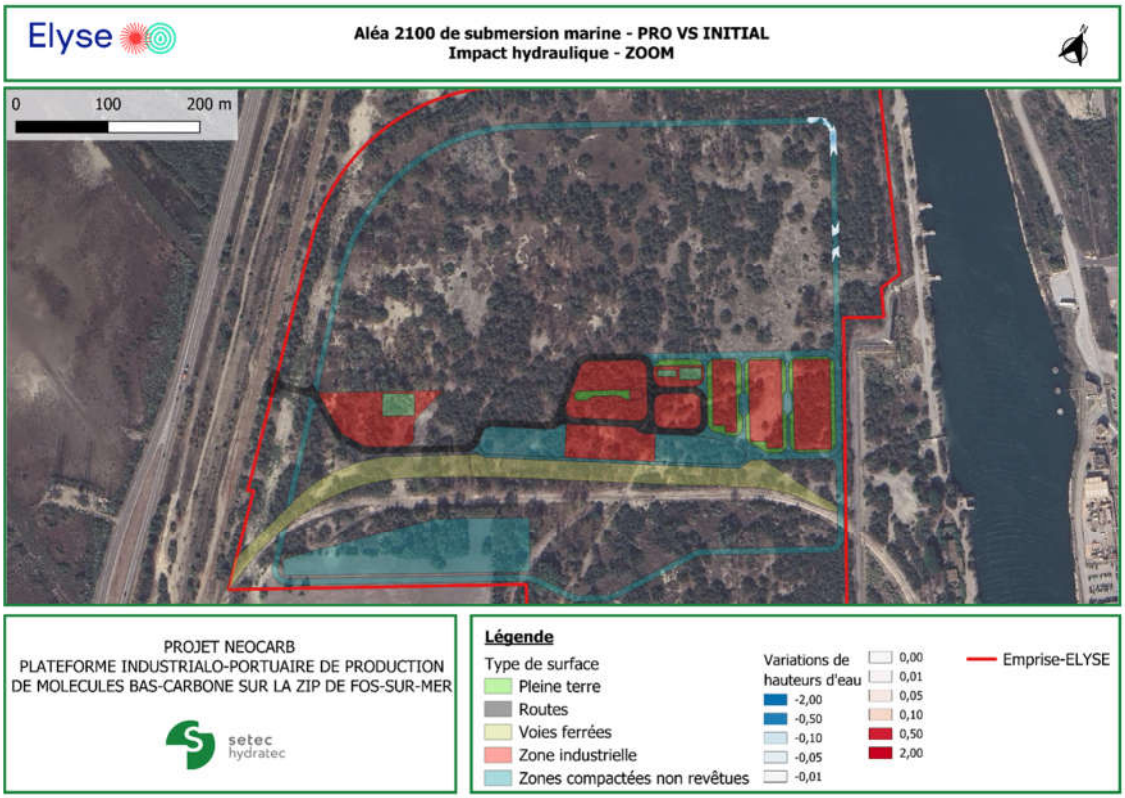


Figure IV-3 : Impact hydraulique des aménagements sur le site d'étude - Aléa 2100 submersion marine ZOOM sur la zone impactée

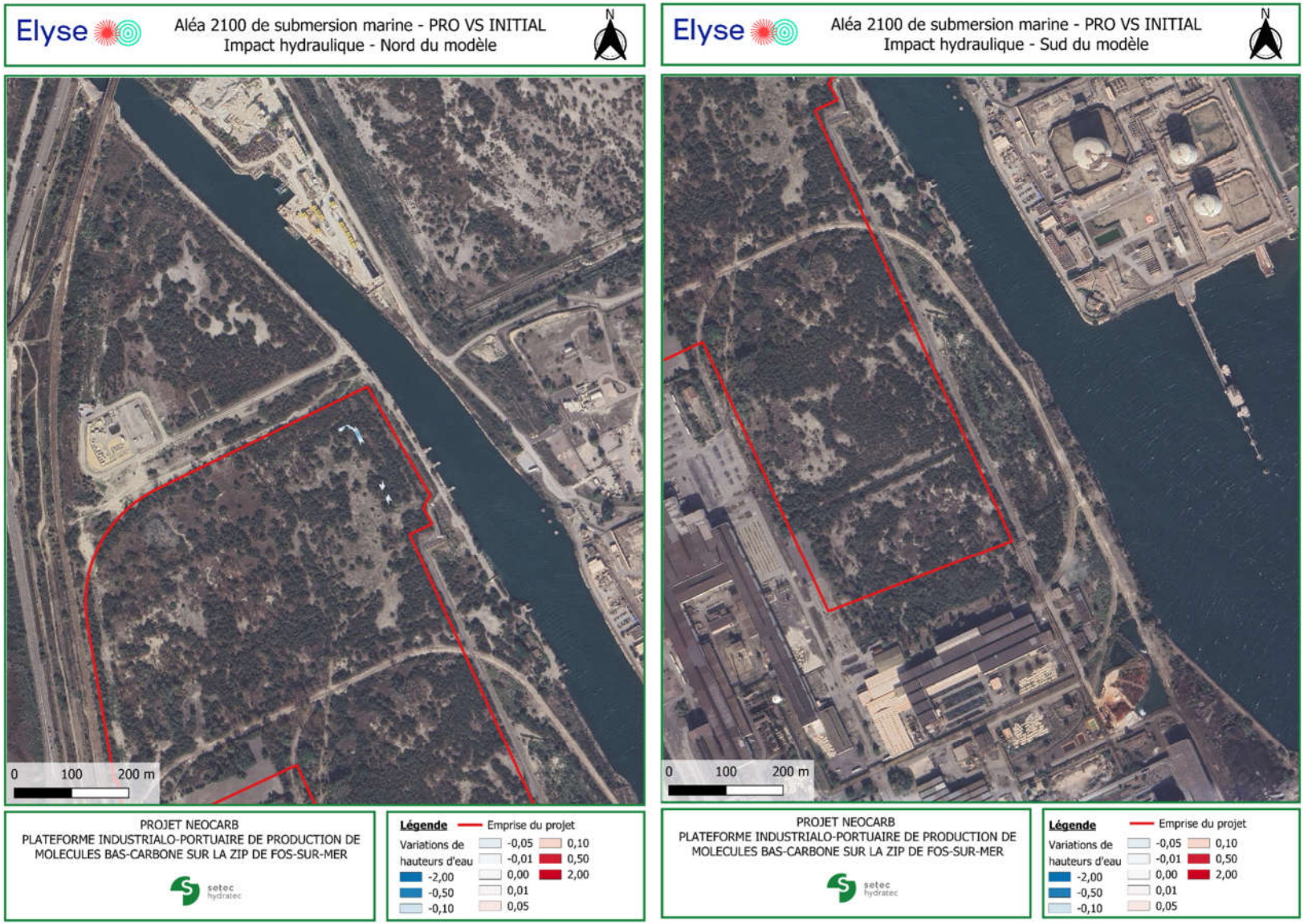


Figure IV-4 : Impact hydraulique des aménagements sur le site d'étude - Aléa 2100 submersion marine – Vue général

IV. 3. Rétablissement des écoulements naturels

Ce paragraphe a pour objectif de présenter les aménagements à mettre en œuvre pour assurer la transparence hydraulique de la plateforme construite en phase 1 sur la parcelle.

Comme présenté au paragraphe III. 2, la plateforme vient s'implanter sur des axes d'écoulement. Les eaux de ruissellement extérieurs à la plateforme seront alors interceptées par cette dernière et la continuité des écoulements ne sera pas assurée. Il sera donc nécessaire de prévoir des ouvrages de transparence pour ne pas perturber ces écoulements.

La plateforme principale est exposée à de la pollution. Afin de mettre en place le traitement un traitement le plus performant possible, cette dernière se doit d'être isolée des eaux de ruissellement extérieures et ce par la mise en œuvre de fossés périphériques ou d'ouvrages de transparence hydraulique. Toutefois certains secteurs sont considérés comme non exposés à des pollutions (voies ferrées sous circulation, piste périphérique). La transparence hydraulique pourra être assurée par la mise en place d'un ouvrage hydraulique en cas de plateforme en remblai ou par la mise en place de la plateforme au terrain naturel ce qui permettra de ne pas perturber les écoulements existants.

Les débits centennaux à rétablir sont les suivants :

Débit de pointe	Exutoire 1	Exutoire 2	Exutoire 3
Q100 (m3/s)	1.20	1.40	1.23

Tableau IV-2 : Débits de pointe à considérer pour le rétablissement des écoulements naturels

IV. 3. 1. Sous-bassin versant 1

Le sous-bassin versant n°1 couvre la zone ouest de la plateforme, ainsi que la voie d'accès principale au site. Un fossé longitudinal côté nord permettra de capter les eaux de ruissellement extérieures et ces dernières seront évacuées au terrain naturel par la mise en place d'ouvrages de type dalot dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Débit centennal = 1,20 m3/s ;
- Pente 0,005 m/m ;
- Dimensions proposées : dalot de 1,50m de largeur pour 1m de hauteur, un sous la piste périphérique et un sous la voie d'accès principale ;
- Exutoire au terrain naturel.

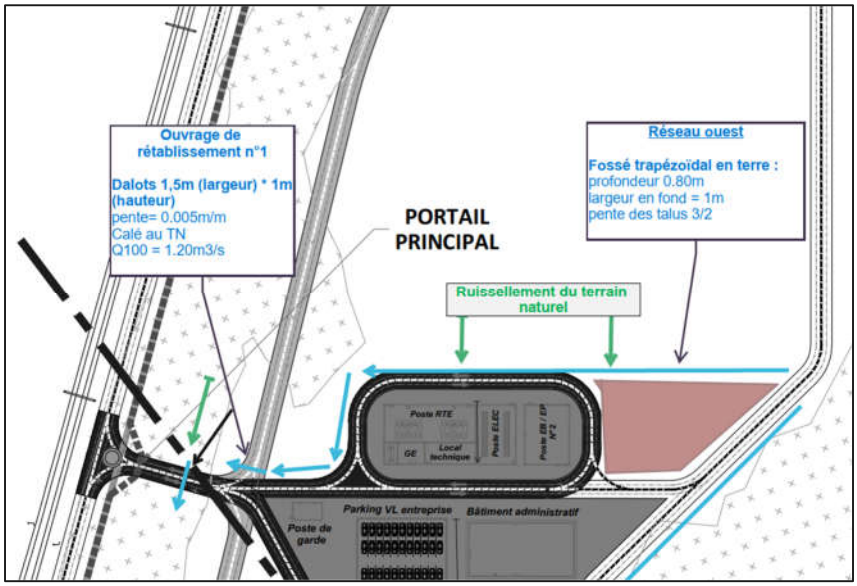


Figure IV-5 : Schéma de principe de collecte des eaux de ruissellement du bassin versant naturel

IV. 3. 2. Sous-bassin versant 2

Le sous-bassin versant n°2 est intercepté par la piste périphérique et par l'accès secondaire à la parcelle. Cette piste périphérique est considérée au terrain naturel. Dans ce cas, le ruissellement naturel n'est pas impacté.

En revanche, si la plateforme routière au-dessus du terrain naturel, des dalots devront être mis en œuvre avec les caractéristiques suivantes :

- Ouvrages au terrain naturel ;
- Dalot 1 m x 1 m à la pente du terrain naturel sur la voie d'accès secondaire pour assurer l'écoulement de l'extérieur du site ;
- Dalot 1,50 m x 1 m calé au terrain naturel avec une pente minimale de 0,005m/m permettant de rétablir le Q100 = 1,40 m3/s.

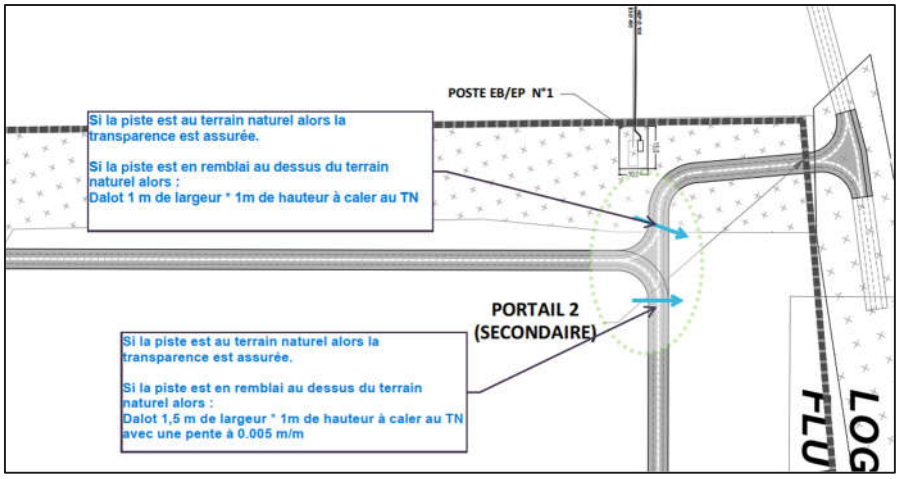


Figure IV-6 : schéma de principe du rétablissement du sous-bassin versant n°2

IV. 3. 3. Sous-bassin versant 3

Le sous-bassin versant n°3 est intercepté par la piste périphérique et par la plateforme principale (zone de chargement camion et wagon, zone de rétention des produits chimiques, etc …).

Au nord de la parcelle où la piste périphérique se trouve dans l'axe d'écoulement, il est prévu la mise en place de de 5 dalots de 1,50 m de largeur par 1 m de hauteur pour assurer la continuité écologique du réservoir de biodiversité. Ces ouvrages permettront par la même occasion de rétablir les écoulements en amont du bassin versant.

Plus au sud, c'est la plateforme principale qui se trouve sur l'axe d'écoulement. Un fossé périphérique côté nord de la plateforme sera mis en œuvre. Il permettra à la fois de récupérer les eaux de plateforme une fois traitées, mais également de rétablir un exutoire à cette partie amont du bassin versant. L'exutoire final est la darse n°1.

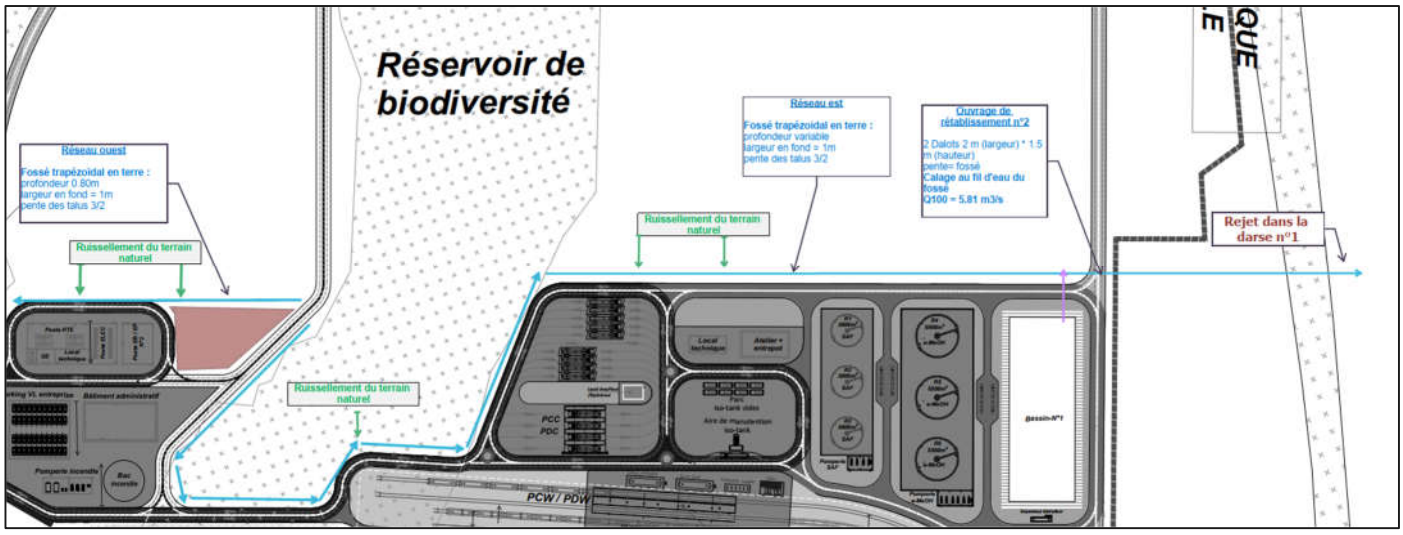


Figure IV-7 : Schéma de principe de collecte des eaux de ruissellement du bassin versant n°3

L'ouvrage permettant d'évacuer les eaux de ruissellement à l'extérieur de la parcelle a les caractéristiques suivantes :

- Q100 = 5,81 m3/s (prise en compte du bassin versant naturel n°3 et surverse des deux bassins de traitement) ;
- Pente = 0,0015m/m ;
- Deux dalots 2m de large x 1,50m de hauteur.

IV. 3. 4. Exutoire en mer

Le point de rejet des eaux de plateforme après traitement et des eaux de ruissellement du sous-bassin versant n°3 est la darse n°1.

Le port de Fos sur Mer, possède une station de mesure des niveaux marins (mètre sen cote marine mCM), ce qui permet de définir le **zéro hydrographique** qui est le niveau de référence à partir duquel sont comptées positivement vers le haut, les hauteurs de marée. En France, il est choisi **légèrement au-dessous du niveau des plus basses mers astronomiques.**

A Fos sur Mer, la cote du zéro hydrographique dans le système altimétrique légal : **-0.334 mNGF.** Il est basé sur une durée d'observation cumulée de **11,24 années**, s'étalant du 31/01/2006 au 20/09/2021.

Niveau de mer	Niveau au zéro hydrographique (mCM)
Plus Hautes Mers Astronomiques	0.71
Niveau Moyen	0.49
Plus Basses Mers Astronomiques	0.27

Tableau IV-3 : Niveaux caractéristiques de la marée rapportés au zéro hydrographique sur la période d'observation (source :SHOM)

Sur la base des informations présentées ci-dessus, le niveau des plus hautes mers astronomiques est donc 0,38 mNGF.

La cote du fil d'eau de l'exutoire pluvial sera de préférence calée au-dessus du niveau des plus hautes mers astronomiques afin d'éviter les remontées dans le réseau pluvial.

ANNEXE 7 : RAPPORT DE MESURES APAVE N°135133709-001-1

APAVE EXPLOITATION FRANCE
EM SUD EST
8 RUE JEAN-JACQUES VERNAZZA

13322 MARSEILLE
Tél. : 0496152260
Email : marc.margolles@apave.com

ELYSE ENERGY
M MAXIME VIGOT
91 RUE DE LA PART DIEU

69003 LYON 03
Contact : M MAXIME VIGOT

RAPPORT D'ESSAIS

Niveaux sonores initiaux dans l'environnement

NEOCARB

Fos-sur-mer

N° de rapport – Version :
135133709-001-1

Date : 30/07/2025

Lieu d'intervention :

Emplacement du projet NEOCARB

13270 – FOS-SUR-MER

Accompagné par :
Sans objet

Rendu compte à :
M. VIGOT

Date(s) d'intervention :
du 24/07/2025 au 25/07/2025

Intervenant :
M. MARC MARGOLLES

Nom et fonction du signataire :
MARGOLLES - REFERENT TECHNIQUE

Signature :



OBSERVATION(S)

Sans observation

Ce rapport comporte 18 pages et 5 annexe(s) - M.LAVE.030_V4

Suivi des versions du rapport		
Version	**Synthèse des modifications**	**Chapitre(s), Tableau(x) modifié(s)**
1	Création du document	/

SOMMAIRE

1 UTILISATION DU RAPPORT 3

2 SYNTHESE DES OBSERVATIONS 3

3 GENERALITES 5
3.1 Objectif 5
3.2 Référentiels réglementaires 5
3.3 Description du site 5

4 PROTOCOLE D'INTERVENTION 6
4.1 Méthode de mesure 6
4.2 Conditions environnementales 6

5 RESULTATS DES MESURAGES 7
5.1 Représentation graphique 7
5.2 Niveaux sonores mesurés en limite de propriété 7

6 COMMENTAIRES 8

ANNEXE 1 RELEVES METEOROLOGIQUES 9

ANNEXE 2 FEUILLES DE MESURAGE 10

ANNEXE 3 MATERIEL DE MESURES 16

ANNEXE 4 EXTRAIT DE L'ARRETE DU 23 JANVIER 1997 17

ANNEXE 5 DONNEES METEOROLOGIQUES 18

1 UTILISATION DU RAPPORT

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Les résultats de mesure ne concernent que les zones examinées et ne sauraient être étendus à d'autres situations.

Le destinataire du rapport s'engage à ne pas l'utiliser pour un équipement ou un matériel qui n'est pas strictement identique à celui faisant l'objet de ce rapport.

Conformément à la convention de preuve acceptée par le client, ce rapport est diffusé exclusivement sous forme dématérialisée.

2 SYNTHESE DES OBSERVATIONS

Les valeurs du tableau de résultats ci-dessous sont arrondies à 0,5 dB(A) près selon la Norme NF S 31-010. Les valeurs présentées sont les niveaux globaux équivalents pondérés A sur les 30 minutes les plus silencieuses et les 30 minutes les plus bruyantes en période diurne et nocturne.

Point de mesure	Type de point	$L_{Aeq,30min}$ min en dB(A)	$L_{Aeq,30min}$ max en dB(A)	Niveau limite
Période diurne 7h-22h				
LP1	Limite de Propriété	39,0	54,5	**70**
LP2		39,0	58,5	
LP3		43,5	57,5	
LP4		43,0	52,5	
LP5		39,0	55,5	
LP6		35,0	66,0	
Période nocturne 22h-7h				
LP1	Limite de Propriété	44,5	51,5	**60**
LP2		43,5	52,5	
LP3		40,5	52,5	
LP4		44,0	55,5	
LP5		42,5	56,0	
LP6		45,0	55,5	

Tableau 1. Niveaux sonores initiaux retenus

Commentaires :
En l'absence de Zones à Emergence Réglementée, les niveaux sonores à ne pas dépasser en limite de propriété sont de 60 dB(A) en période nocturne et 70 dB(A) en période diurne.

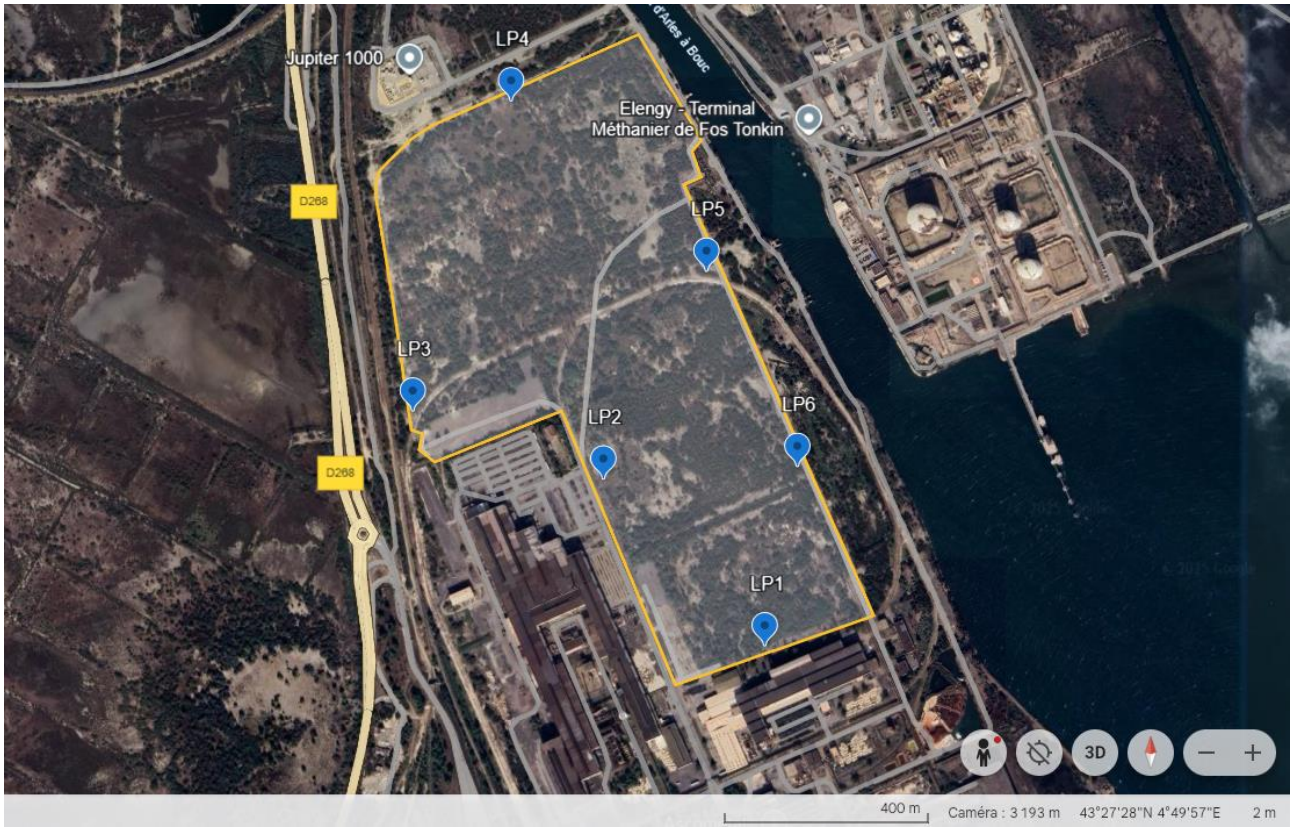


Figure 1. Points de mesures

3 GENERALITES

3.1 OBJECTIF

À la demande de la société ELYSE ENERGY, APAVE EXPLOITATION France a procédé au mesurage des niveaux sonores initiaux existant dans l'environnement du futur site NEOCARB situé à FOS-SUR-MER (13270).

Le présent document a pour objet de présenter les conditions et résultats de mesurage.

3.2 REFERENTIELS REGLEMENTAIRES

Les mesurages sont réalisés conformément à la méthode de mesures annexée à l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement (méthode d'expertise), ainsi qu'aux recommandations de la norme NF S 31-010, sans déroger à aucune de ses dispositions.

3.3 DESCRIPTION DU SITE

3.3.1 Description de l'établissement

Activités :
Plateforme industrialo-portuaire de production intégrée de e-méthanol et de e-kérosène par voie « Alcohol-To-Jet ».

Implantation :
Au cœur des installations du Grand Port Maritime de Marseille à Fos-sur-Mer.

Horaires de fonctionnement (informations fournies par le client) :
24h/24, 7j/7.

3.3.2 Description de l'environnement du site

Zones d'habitation
Aucune.

Sources sonores indépendantes de l'établissement
L'ambiance sonore résiduelle, extérieure au fonctionnement de l'établissement, est due aux sources suivantes : Bruit usine Marcegaglia continu, chariots, camions, trains, oiseaux, vent dans les feuillages, trafic routier, terminal méthanier.

4 PROTOCOLE D'INTERVENTION

4.1 METHODE DE MESURE

4.1.1 Procédure de mesurage

Le plan de mesurage est conforme en tout point à notre proposition n° 2726697.

Les mesures ont été réalisées en période diurne (7h-22h) et nocturne (22h-7h) avec l'ensemble des bruits habituels existant sur l'intervalle de mesurage. Les horaires de mesurage sont indiqués, pour chaque point, sur les graphiques joints en annexe.

Ces mesures ont intégré les phases suivantes :

Mesures en limite de propriété du site

- Mesure du bruit résiduel avant installation de l'établissement.

4.1.2 Emplacement des points de mesures

L'emplacement du(des) point(s) de mesures est précisé ci-dessous. (Voir plan au §1)

Point de mesure	Type de point	Situation
LP1	LP	Limite sud du projet. 43°26'47"N 4°50'50"E
LP2	LP	Limite ouest du projet, en face du bureau des expéditions de Marcegaglia. 43°26'58"N 4°50'37"E
LP3	LP	Limite ouest, le long de la voie ferrée. 43°27'02"N 4°50'21"E
LP4	LP	Limite nord du projet, vers Jupiter 1000. 43°27'21"N 4°50'29"E
LP5	LP	Idem LP6 plus au nord. 43°27'10"N 4°50'46"E
LP6	LP	Limite est du projet en face du terminal méthanier. 43°26'58"N 4°50'53"E

Tableau 2. Emplacement des points de mesure

Les microphones des sonomètres sont positionnés à une hauteur de 1,5 m.

4.1.3 Matériel de mesure utilisé

La liste des équipements de mesures et des logiciels de traitement utilisés est donnée en annexe. Le matériel est homologué, vérifié par un organisme qualifié, et calibré avant et après les mesures.

Le matériel fait également l'objet d'une procédure d'auto-vérification, tous les 6 mois, conformément à la norme NF S 31-010.

4.2 CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

Les mesures ont été réalisées en conformité avec les exigences météorologiques de la norme NF S 31-010/A1 de décembre 2008 (cf. détail en annexe).

Les données météorologiques sont présentées en annexe.

5 RESULTATS DES MESURAGES

5.1 REPRESENTATION GRAPHIQUE

Les résultats des mesurages sont indiqués pour chaque point sur les planches jointes en annexe. Ces planches font apparaître les informations suivantes :

- Graphique représentant l'évolution temporelle des niveaux sonores ;
- L_{Aeq} : niveau de pression acoustique continu équivalent dB(A) moyenné sur une durée d'intégration donnée ;
- L_{xx} : niveau acoustique fractile exprimé en dB(A) (définition en annexe) ;
- Photo du point de mesure le cas échéant ;
- Sources de bruit mesurées.

5.2 NIVEAUX SONORES MESURES EN LIMITE DE PROPRIETE

Les valeurs du tableau de résultats ci-dessous sont arrondies à 0,5 dB(A) près selon la Norme NF S 31-010.

Point de mesure	Type de point	$L_{Aeq,30min}$ min en dB(A)	$L_{Aeq,30min}$ max en dB(A)
Période diurne 7h-22h			
LP1	LP	39,0	54,5
LP2		39,0	58,5
LP3		43,5	57,5
LP4		43,0	52,5
LP5		39,0	55,5
LP6		35,0	66,0
Période diurne 7h-22h			
LP1	LP	44,5	51,5
LP2		43,5	52,5
LP3		40,5	52,5
LP4		44,0	55,5
LP5		42,5	56,0
LP6		45,0	55,5

Tableau 3. Tableau de résultats en limite de propriété

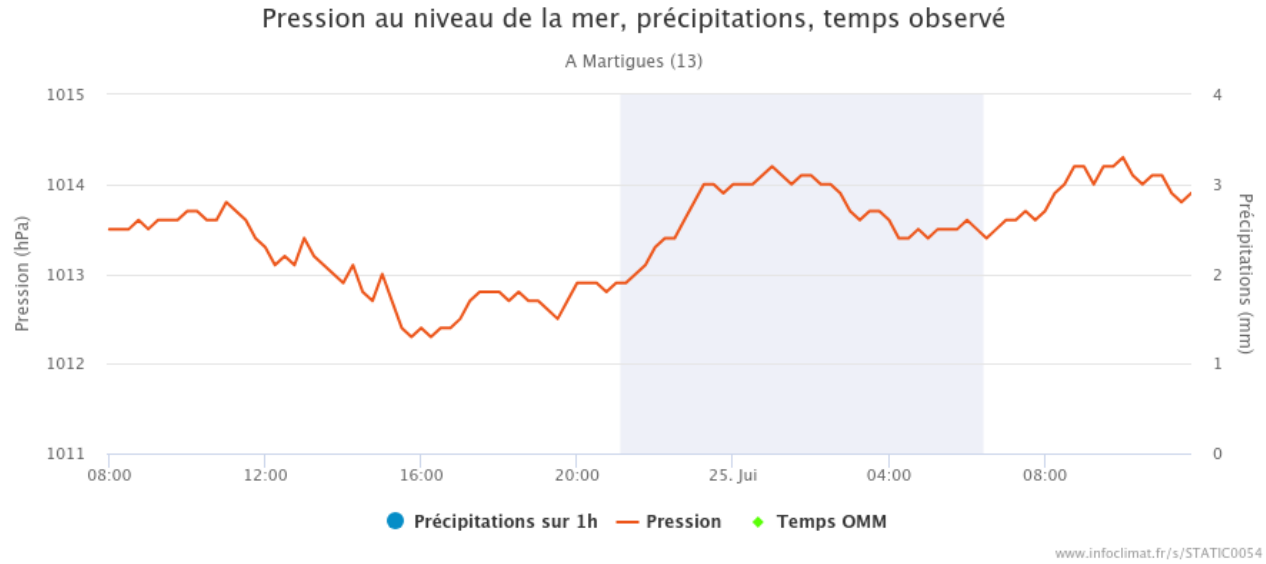
6 COMMENTAIRES

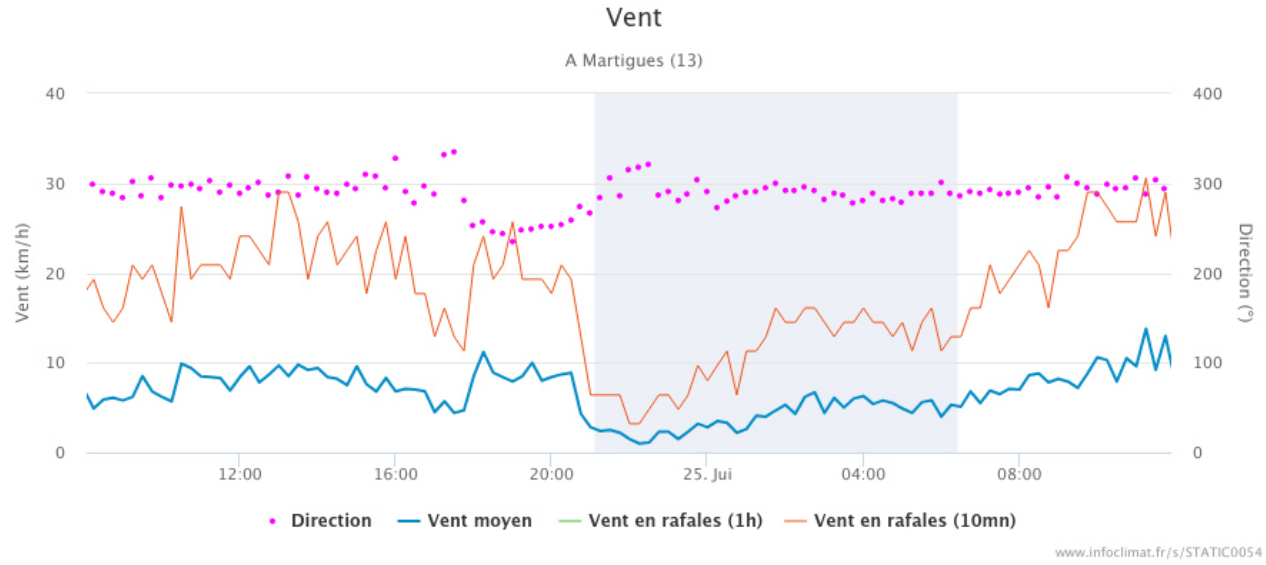
Selon l'Article 3 de l'arrêté du 23 janvier 1997 :

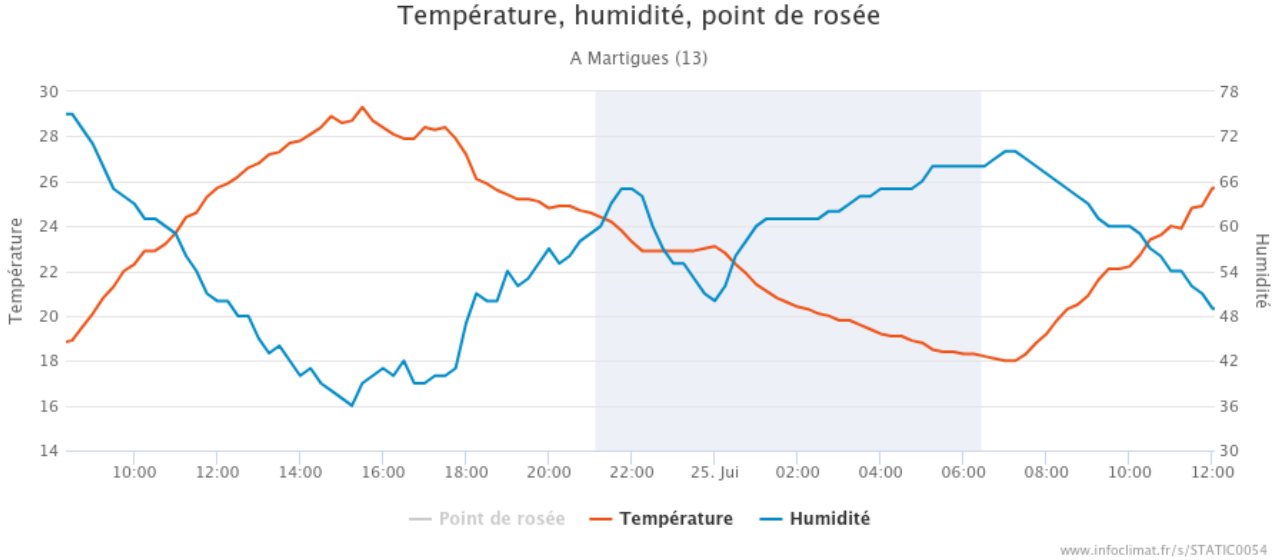
L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

En l'absence de ZER proche, les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne devront pas excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit. Le bruit résiduel relevé sur les 30 minutes les plus bruyantes n'a jamais dépassé ces valeurs sur les périodes considérées.

ANNEXE 1
RELEVES METEOROLOGIQUES





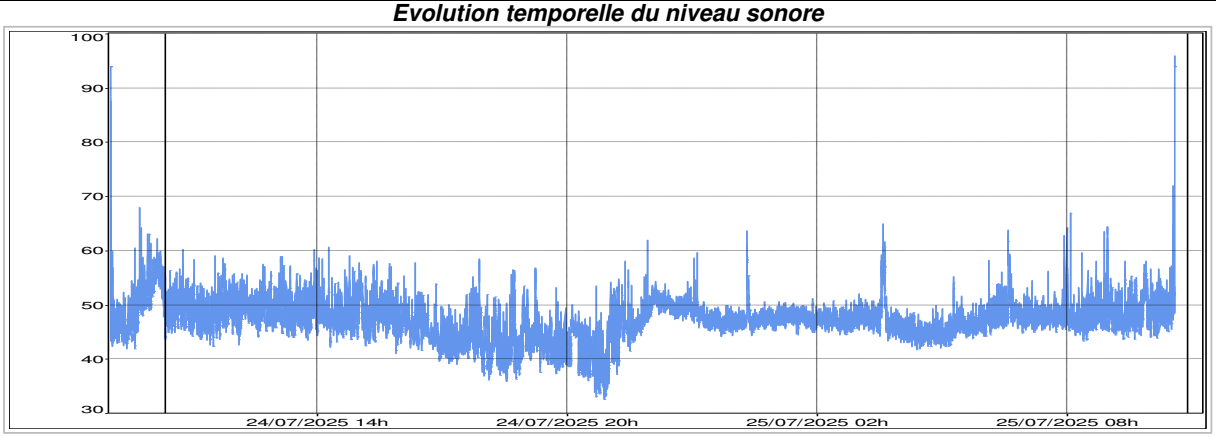


ANNEXE 2
FEUILLES DE MESURAGE

POINT : LP1

Type de point: **Limite d'établissement**
Type de niveau: **Résiduel**
Période: **Jour/Nuit**

Evolution temporelle du niveau sonore



Niveaux sonores par périodes

Tableau 1

Fichier	LP1.CMG	Fichier	LP1.CMG
Début	24/07/2025 20:01:58	Début	24/07/2025 09:57:20
Fin	24/07/2025 22:00:50	Fin	25/07/2025 09:59:28
Lieu	LP1	Lieu	LP1
Pondération	A	Pondération	A
Type de données	Leq	Type de données	Leq
Unité	dB	Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=1s)		Période la plus bruyante (30m - Pas=1s)
Début	24/07/2025 20:27:51	Début	24/07/2025 09:57:20
Fin	24/07/2025 20:57:51	Fin	24/07/2025 10:27:20
Niveau	39,2	Niveau	54,4

Tableau 2

Fichier	LP1.CMG	Fichier	LP1.CMG
Début	24/07/2025 22:00:00	Début	24/07/2025 22:00:00
Fin	25/07/2025 07:00:00	Fin	25/07/2025 07:00:00
Lieu	LP1	Lieu	LP1
Pondération	A	Pondération	A
Type de données	Leq	Type de données	Leq
Unité	dB	Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)		Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	25/07/2025 04:19:50	Début	25/07/2025 03:09:30
Fin	25/07/2025 04:49:50	Fin	25/07/2025 03:39:30
Niveau	44,5	Niveau	51,7

Observations :

Sources sonores propres au site

Sources sonores extérieures au site

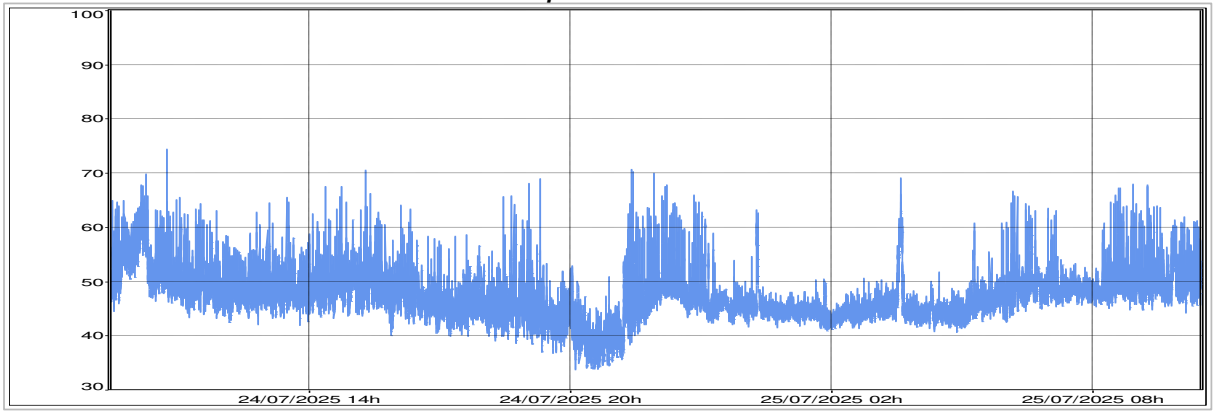
Bruit usine continu, chariots, camions, trains, oiseaux, vent dans les feuillages



POINT : LP2

Type de point: Limite d'établissement
Type de niveau: Résiduel
Période: Jour/Nuit

Evolution temporelle du niveau sonore



Niveaux sonores par périodes

Tableau 1

Fichier	LP2.CMG
Début	24/07/2025 09:27:28
Fin	25/07/2025 10:30:10
Lieu	LP2
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)
Début	24/07/2025 20:24:28
Fin	24/07/2025 20:54:28
Niveau	38,9

Fichier	LP2.CMG
Début	24/07/2025 09:27:28
Fin	25/07/2025 10:30:10
Lieu	LP2
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	24/07/2025 09:48:38
Fin	24/07/2025 10:18:38
Niveau	58,4

Tableau 2

Fichier	LP2.CMG
Début	24/07/2025 22:00:00
Fin	25/07/2025 07:00:00
Lieu	LP2
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)
Début	25/07/2025 01:45:10
Fin	25/07/2025 02:15:10
Niveau	43,4

Fichier	LP2.CMG
Début	24/07/2025 22:00:00
Fin	25/07/2025 07:00:00
Lieu	LP2
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	25/07/2025 03:11:00
Fin	25/07/2025 03:41:00
Niveau	52,7

Observations :

Sources sonores propres au site

Sources sonores extérieures au site

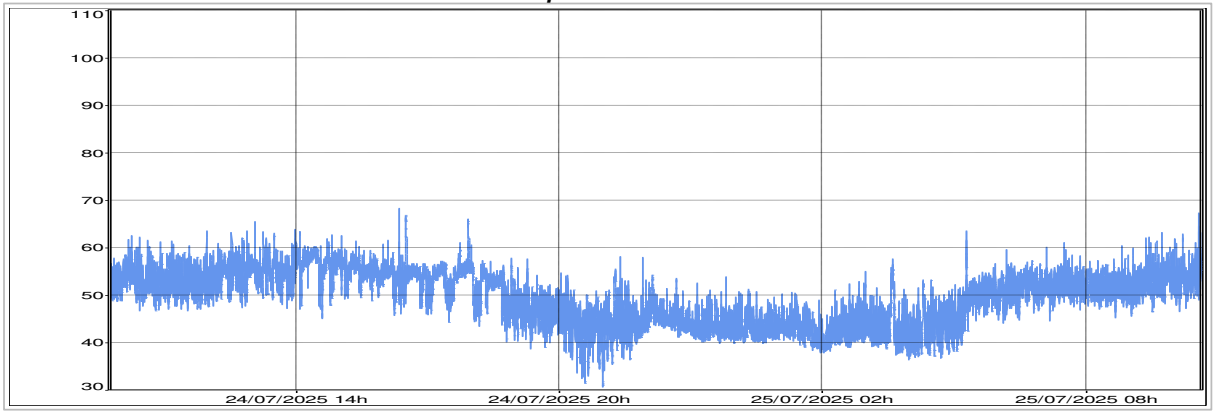
Atelier (meuleuse, chocs métalliques), trafic routier, chariots, camions, oiseaux, vent dans les feuillages



POINT : LP3

Type de point: Limite d'établissement
Type de niveau: Résiduel
Période: Jour/Nuit

Evolution temporelle du niveau sonore



Niveaux sonores par périodes

Tableau 1

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 09:45:00
Fin	24/07/2025 22:00:00
Lieu	LP3
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)
Début	24/07/2025 20:20:20
Fin	24/07/2025 20:50:20
Niveau	43,6

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 09:44:34
Fin	25/07/2025 10:38:58
Lieu	LP3
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	24/07/2025 13:58:04
Fin	24/07/2025 14:28:04
Niveau	57,7

Tableau 2

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 09:44:34
Fin	25/07/2025 10:38:58
Lieu	LP3
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)
Début	25/07/2025 01:44:54
Fin	25/07/2025 02:14:54
Niveau	40,7

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 22:00:00
Fin	25/07/2025 07:00:00
Lieu	LP3
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	25/07/2025 06:29:40
Fin	25/07/2025 06:59:40
Niveau	52,4

Observations :

Sources sonores propres au site

Sources sonores extérieures au site

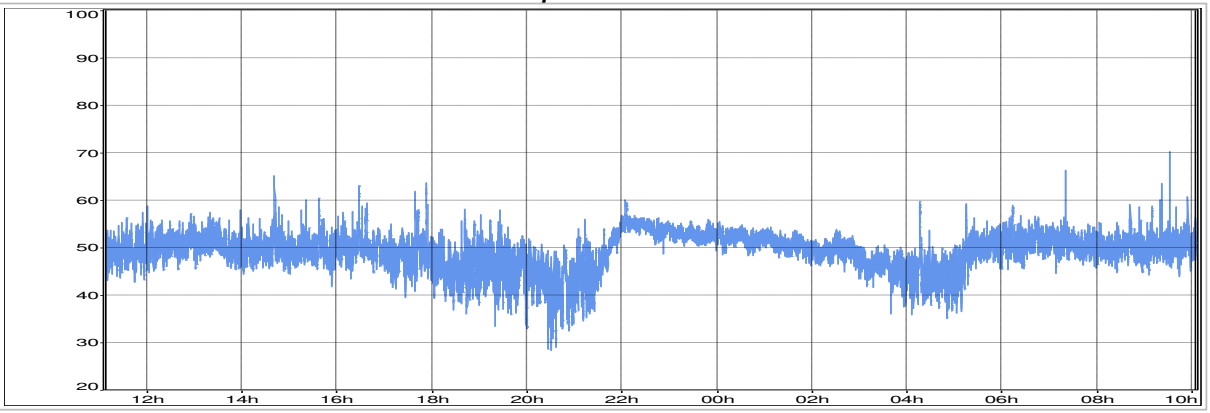
Trafic routier, chariots, camions, oiseaux, vent dans les feuillages



POINT : LP4

Type de point: Limite d'établissement
Type de niveau: Résiduel
Période: Jour/Nuit

Evolution temporelle du niveau sonore



Niveaux sonores par périodes

Tableau 1

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 11:07:24
Fin	25/07/2025 10:06:30
Lieu	LP4
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)
Début	24/07/2025 20:15:34
Fin	24/07/2025 20:45:34
Niveau	42,8

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 11:10:00
Fin	24/07/2025 22:00:00
Lieu	LP4
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	24/07/2025 16:08:20
Fin	24/07/2025 16:38:20
Niveau	52,3

Tableau 2

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 22:00:00
Fin	25/07/2025 07:00:00
Lieu	LP4
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)
Début	25/07/2025 04:37:00
Fin	25/07/2025 05:07:00
Niveau	43,9

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 11:07:24
Fin	25/07/2025 10:06:30
Lieu	LP4
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	24/07/2025 22:00:04
Fin	24/07/2025 22:30:04
Niveau	55,3

Observations :

Sources sonores propres au site

Sources sonores extérieures au site

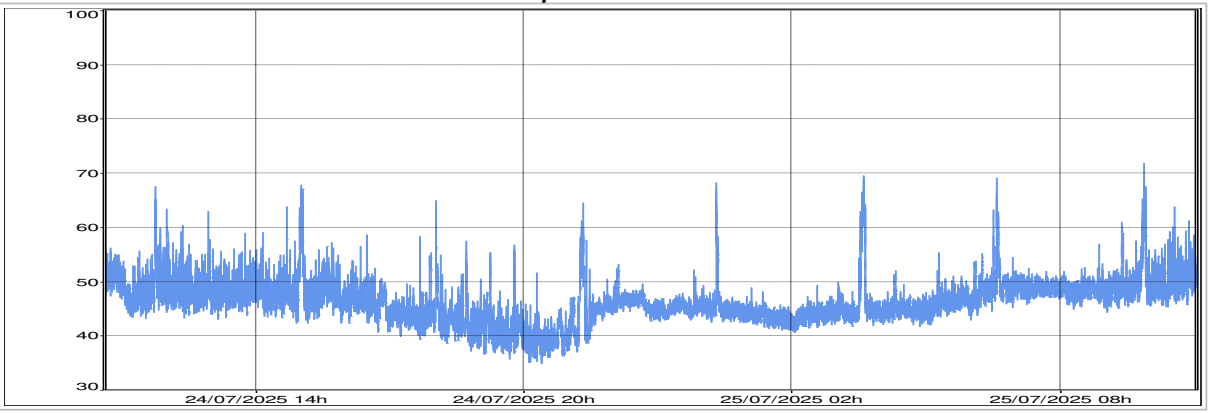
Trafic routier, oiseaux, vent dans les feuillages



POINT : LP5

Type de point: Limite d'établissement
Type de niveau: Résiduel
Période: Jour/Nuit

Evolution temporelle du niveau sonore



Niveaux sonores par périodes

Tableau 1

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 10:39:00
Fin	25/07/2025 11:02:52
Lieu	LP5
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)
Début	24/07/2025 20:06:00
Fin	24/07/2025 20:36:00
Niveau	39,0

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	25/07/2025 07:00:00
Fin	25/07/2025 11:00:00
Lieu	LP5
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	25/07/2025 09:41:10
Fin	25/07/2025 10:11:10
Niveau	55,6

Tableau 2

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 22:00:00
Fin	25/07/2025 07:00:00
Lieu	LP5
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)
Début	25/07/2025 01:40:30
Fin	25/07/2025 02:10:30
Niveau	42,7

Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 10:39:00
Fin	25/07/2025 11:02:52
Lieu	LP5
Pondération	A
Type de données	Leq
Unité	dB
	Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	25/07/2025 03:29:10
Fin	25/07/2025 03:59:10
Niveau	56,1

Observations :

Sources sonores propres au site

Sources sonores extérieures au site

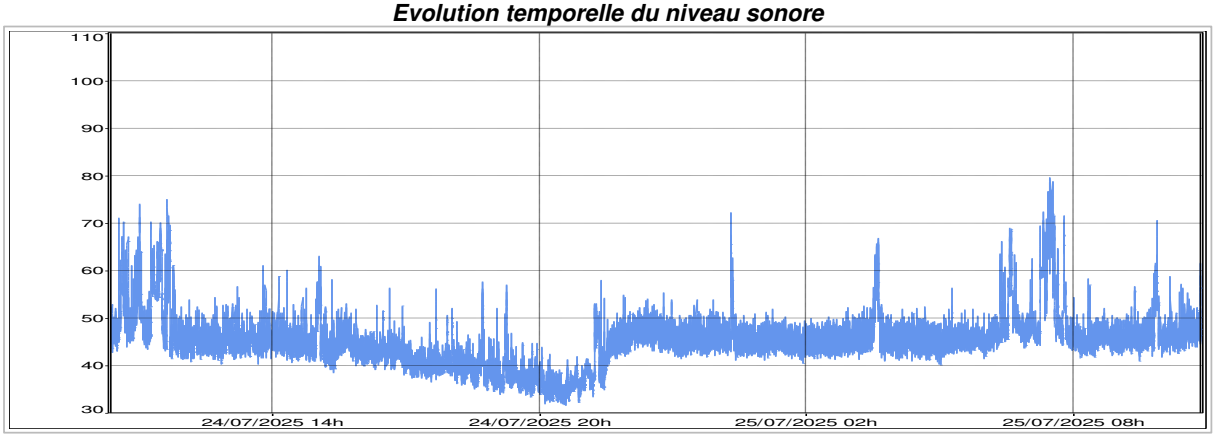
Terminal méthanier. Camions, passage voiture, camions, vent dans les feuillages, oiseaux



POINT : LP6

Type de point: Limite d'établissement
Type de niveau: Résiduel
Période: Jour/Nuit

Evolution temporelle du niveau sonore



Niveaux sonores par périodes

Tableau 1

Fichier	LP1_1_1.CMG	Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 10:21:16	Début	24/07/2025 10:21:16
Fin	25/07/2025 10:53:28	Fin	25/07/2025 10:53:28
Lieu	LP6	Lieu	LP6
Pondération	A	Pondération	A
Type de données	Leq	Type de données	Leq
Unité	dB	Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)		Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	24/07/2025 20:06:36	Début	25/07/2025 07:19:16
Fin	24/07/2025 20:36:36	Fin	25/07/2025 07:49:16
Niveau	35,1	Niveau	65,9

Tableau 2

Fichier	LP1_1_1.CMG	Fichier	LP1_1_1.CMG
Début	24/07/2025 22:00:00	Début	24/07/2025 22:00:00
Fin	25/07/2025 07:00:00	Fin	25/07/2025 07:00:00
Lieu	LP6	Lieu	LP6
Pondération	A	Pondération	A
Type de données	Leq	Type de données	Leq
Unité	dB	Unité	dB
	Période la plus silencieuse (30m - Pas=10s)		Période la plus bruyante (30m - Pas=10s)
Début	25/07/2025 01:45:00	Début	25/07/2025 06:22:00
Fin	25/07/2025 02:15:00	Fin	25/07/2025 06:52:00
Niveau	44,8	Niveau	55,4

Observations :

Sources sonores propres au site

Sources sonores extérieures au site

Terminal méthanier. Camions, passage voiture, camions, vent dans les feuillages, oiseaux



ANNEXE 3
MATERIEL DE MESURES

Sonomètres et Exposimètres

MATERIEL	MARQUE	MODELE	CLASSE DE PRECISION	N° SERIE	LIMITE DE VALIDITE METROLOGIQUE
SONOMETRE	ACOEM	BLUE SOLO	1	61452	14/01/2026
SONOMETRE	ACOEM	FUSION	1	12031	08/04/2027
SONOMETRE	ACOEM	FUSION	1	14340	09/08/2025
SONOMETRE	NTI AUDIO	XL3	1	A3A-00992-D1	14/05/2027
SONOMETRE	ACOEM	FUSION	1	12166	16/01/2027
SONOMETRE	ACOEM	DUO	1	11102	16/10/2026

Calibreurs

MATERIEL	MARQUE	TYPE	CLASSE DE PRECISION	N° SERIE	LIMITE DE VALIDITE
CALIBREUR	CIRRUS	CR515	1	107415	14/05/2027
CALIBREUR	ACOEM	CAL21	1	34113674	04/10/2026
CALIBREUR	ACOEM	CAL21	1	34634232	08/04/2027

Logiciels

Editeur	Référence	Version
ACOEM	dB TRAIT	6.5.0

ANNEXE 4
EXTRAIT DE L'ARRETE DU 23 JANVIER 1997

1 Émergences sonores à proximité des Zones à Émergence Réglementée

Les émissions sonores ne doivent pas engendrer une émergence (1) supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau ci-après, dans les zones à émergence réglementée (2).

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'établissement)	Émergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures, sauf dimanches et jours fériés	Émergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures, ainsi que les dimanches et jours fériés
Supérieur à 35 dB(A) et inférieur à 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

(1) Émergence : différence entre les niveaux acoustiques du bruit ambiant (établissement et fonctionnement), et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement). Dans le cas d'un établissement faisant l'objet d'une modification autorisée, le bruit résiduel exclut le bruit généré par l'ensemble de l'établissement modifié.

(2) Zones à émergence réglementée : intérieur des immeubles existants habités ou occupés par des tiers, zones constructibles définies par les documents d'urbanisme existant à la date de parution de l'arrêté d'autorisation.

2 Niveaux admissibles en limite de l'installation

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles.
Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Indicateurs de mesure
De manière générale, l'indicateur de mesure utilisé est le niveau acoustique équivalent L_{Aeq}, exprimé en dB(A) et correspondant à la moyenne énergétique des niveaux sonores.
Pour certains cas particuliers, le niveau acoustique équivalent n'est pas adapté. Par exemple, lorsque l'on note la présence de bruits intermittents porteurs de beaucoup d'énergie, mais qui ont une durée d'apparition suffisamment faible pour ne pas présenter, à l'oreille, d'effet de masque du bruit de l'installation. Une telle situation se rencontre notamment en présence d'un trafic routier très discontinu.
On est dans ce cas, amener à prendre en compte l'indice fractile L_{50} qui correspond au niveau sonore dépassé pendant 50% du temps de mesure.

3 Définitions

Signification physique usuelle du L_{Aeq}
La signification physique la plus fréquemment citée pour le terme L_{Aeq} (t_1,t_2) est celle d'un niveau sonore fictif qui serait constant sur toute la durée (t_1,t_2) et contenant la même énergie sonore que le niveau fluctuant réellement observé.
Signification physique usuelle du L_{50}. L'indice statistique L_{50} correspond aux niveaux sonores dépassés pendant 50 % du temps de la mesure. Il correspond au niveau moyen (moyenne arithmétique par rapport au L_{Aeq} qui correspond à une moyenne énergétique).

Bruit ambiant
Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.

Bruit particulier
Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et qui peut être attribuée à une source déterminée, que l'on désire distinguer du bruit ambiant parce qu'il peut être l'objet d'une requête.
Au sens de l'article 1 de l'arrêté du 23 janvier 1997 c'est le bruit émis globalement par l'ensemble des activités exercées à l'intérieur de l'établissement (y compris engins et véhicules).

Bruit résiduel
Bruit ambiant, en l'absence du bruit particulier.
Selon l'article 2 de ce même arrêté, ce bruit résiduel exclut le bruit généré par l'ensemble de l'établissement modifié.

Tonalité marquée
Correspond à la perception d'une fréquence spécifique. Elle est caractérisée lorsque la différence de niveau entre une bande de tiers d'octave et les 2 bandes immédiatement inférieures et les 2 bandes immédiatement supérieures atteignent ou dépassent les niveaux de : 10 dB entre 50 Hz à 315 Hz ; 5 dB entre 400 Hz à 8000 Hz.
Sa durée d'apparition ne peut excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement.

ANNEXE 5
DONNEES METEOROLOGIQUES

LÉGENDE MÉTÉOROLOGIQUE (extrait de la NF S 31-010/A1)

1 Action des conditions météorologiques sur la propagation sonore

L'influence des conditions météorologiques sur la propagation du bruit se traduit par la modification de la courbure des rayons sonores entre la source et le récepteur. Cet effet, détectable lorsque la distance source – récepteur atteint une quarantaine de mètres, devient significatif au delà de 100 mètres et est d'autant plus important que l'on s'éloigne de la source. Dans ces cas, il convient d'indiquer les conditions de vent et de température (appréciées sans mesures, par simple observation) et de sol (pour une distance source/récepteur comprise entre 40 et 100 mètres) selon le codage des tableaux suivants.

2 Appréciation qualitative des conditions météorologiques

À partir des tableaux 1 et 2 suivants, qui synthétisent les conditions aérodynamiques et thermiques observées sur le site, on détermine les coordonnées (Ui,Ti) de la grille d'analyse (tableau 3). On en déduit les conditions de propagation désignées par les sigles --, -, Z, + et ++.

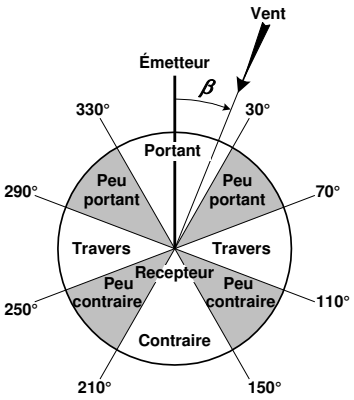


Figure 1 : caractéristique du vent par rapport à la direction source-recepteur

	Contraire	Peu contraire	De travers	Peu portant	Portant
Vent fort	U1	U2	U3	U4	U5
Vent moyen	U2	U2	U3	U4	U4
Vent faible	U3	U3	U3	U3	U3

Tableau 1 : définition des conditions aérodynamiques

Période	Rayonnement/couverture nuageuse	Humidité	Vent	Ti
Jour	Fort	Sol sec	Faible ou moyen	T1
			Fort	T2
		Sol humide	Faible ou moyen ou fort	T2
	Moyen à faible	Sol sec	Faible ou moyen ou fort	T2
		Sol humide	Faible ou moyen	T2
			Fort	T3
Période de lever ou de coucher du soleil				T3
Nuit	Ciel nuageux		Faible ou moyen ou fort	T4
	Ciel dégagé		Moyen ou fort	T4
			Faible	T5

Tableau 2 : définition des conditions thermiques

L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-après.

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		– –	–	–	
T2	– –	–	–	Z	+
T3	–	–	Z	+	+
T4	–	Z	+	++	++
T5		+	+	++	

– –	Conditions défavorables pour la propagation sonore
–	Conditions défavorables pour la propagation sonore
Z	Conditions homogènes pour la propagation sonore
+	Conditions favorables pour la propagation sonore
++	Conditions favorables pour la propagation sonore

Tableau 3 : grille d'analyse (Ui,Ti) des conditions de propagation acoustique

ANNEXE 8 : NOTE TECHNIQUE GPMM - INTEGRATION DES TRAVAUX DE RACCORDEMENT AU DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTAL DU PROJET NEOCARB

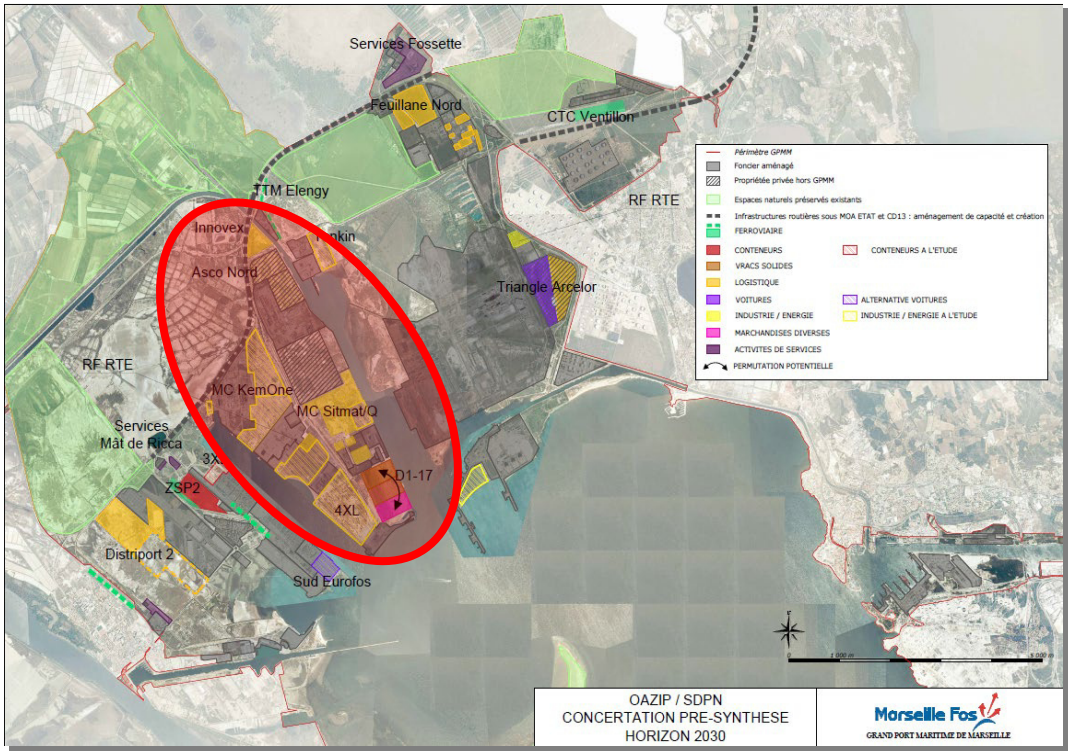
Marseille Fos *Direction de la Valorisation du Patrimoine et de l'Innovation*	GPMM-DVPI- Département Environnement et Aménagement Opérationnel	DATE
	PROJET NEOCARB	21/10/2025

NOTE TECHNIQUE GPMM

INTEGRATION DES TRAVAUX DE RACCORDEMENT AU DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTAL DU PROJET NEOCARB

I – Contexte

La stratégie de développement des activités de la Zone Industrialo-Portuaire, portée par le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) est déclinée dans le Projet Stratégique 2020-2024 qui prévoit notamment le développement de la logistique maritime, la redynamisation industrielle et l'innovation énergétique. Elle a été complétée par les Orientations d'Aménagement de la ZIP (OAZIP) à horizon 2030 et 2040, approuvées par le Conseil de Surveillance du GPMM du 29 avril 2022, qui sont l'aboutissement d'une concertation de plus de six mois copilotée par l'Etat, la Région, la Métropole et le GPMM.



Carte OAZIP - GPMM

L'aménagement d'un des secteurs de l'OAZIP, le Môle central, a fait l'objet d'une accélération depuis fin 2022 avec l'arrivée de multiples projets industriels (zone encerclée en rouge sur la carte OAZIP ci-dessus).

La zone d'activité du Môle Central, située dans la circonscription du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), fait l'objet d'un fort dynamisme économique, impulsé par l'implantation de projets industriels d'envergure, notamment dans le domaine de la décarbonation. Ce développement stratégique s'inscrit dans une logique de transition énergétique et de réindustrialisation du territoire.

La concrétisation de ces projets nécessite la réalisation d'un ensemble d'aménagements publics structurants, en particulier pour améliorer l'accessibilité de la zone depuis l'extérieur de la circonscription portuaire ainsi qu'une voie engin permettant d'assurer la sécurité des biens et des personnes.

Les travaux de viabilisation de dessertes routières et réseaux, à l'échelle du môle central sous maîtrise d'ouvrage GPMM font l'objet de dossiers d'autorisations indépendants. En revanche, les travaux, restant sous la maîtrise d'ouvrage du GPMM, de raccordement réseaux d'adduction d'eau potable (AEP) et eau industrielle (EI) sont inclus dans le dossier d'autorisation environnementale du projet Néocarb.

La distribution des autres utilités (électricité, courant faible, gaz, autre) n'entre pas dans le périmètre du GPMM.

II – Travaux sous maîtrise d'ouvrage GPMM intégrés au dossier d'autorisation NEOCARB

Le GPMM, en tant que port aménageur, réalise les travaux de raccordement des parcelles située da la zone industrialo-portuaire (ZIP) de Fos. Pour le projet NEOCARB, le GPMM réalisera les branchements en eau industrielle et adduction d'eau potable jusqu'en limite de parcelle.

Une première double connexion eau industrielle et eau potable située au Nord du site Néocarb, dont les travaux seront autorisés dans le cadre du DAE Néocarb, et dont la mise en service de ce raccordement est compatible avec la mise en service du projet Néocarb Log dans la mesure où le raccordement s'effectue sur des réseaux existants

Pour sécuriser l'alimentation, le GPMM envisage une seconde double connexion eau industrielle et eau potable située à l'Ouest du site Néocarb, au droit de l'entrée principale du site, dont les travaux seront autorisés dans le cadre du projet de desserte routière du môle central porté par le GPMM

Pour la connexion autorisée dans le cadre du DAE Néocarb, les réseaux seront placés dans une tranchée commune, seront réceptionnés dans une chambre de comptage qui abritera les

différentes vannes et compteurs (EI et AEP). Cette chambre sera positionnée à l'intérieur de la parcelle NEOCARB, en limite et accessible depuis l'extérieur pour permettre l'intervention des équipes techniques du GPMM.

Le plan 85RES1519_IndB en annexe précise les travaux à réaliser :

- Pose dans une tranchée commune des réseaux EI et AEP avec une couverture compatible avec la réserve foncière de la bande de pipe.

Le dimensionnement des réseaux correspond aux besoins exprimés par NEOCARB sur la base des débits suivants :

- Réseau eau industrielle :
  - Débit moyen 240 m3/h
  - Débit maximum : 300 m3/h
  - Consommation : 5 000 m3 / an
- Réseau eau potable :
  - 200 à 300 équivalents habitants en phase chantier
  - 20 équivalents habitants en phase d'exploitation

L'emprise travaux est d'environ d'une largeur de 15 mètres sur un cheminement d'environ 70 mètres.

Le GPMM s'engage à effectuer les travaux de raccordement EI et AEP, une fois les autorisations obtenues, et les contrats de fournitures réseaux signés. La mise en service de ces raccordements pourra être effective 12 mois après la signature des contrats de fournitures.

Méthodologie des travaux GPMM pour la pose des réseaux d'eau industrielle et eau potable.

Implantation

Avant toute intervention, une reconnaissance approfondie du site sera effectuée en collaboration avec le responsable en titre du chantier et le maître d'œuvre. Cette étape est cruciale pour s'assurer que toutes les parties prenantes comprennent les enjeux et les spécificités du projet. Sur le site, la procédure de travail sera clairement commentée et expliquée aux différents interlocuteurs, garantissant ainsi une bonne communication et une coordination efficace.

Avant l'exécution des travaux, les fouilles seront soigneusement implantées et matérialisées sur le terrain. Cette implantation sera rattachée à un point topographique précis, permettant de garantir la conformité des travaux avec les plans établis.

Une fois la zone repérée, les étapes suivantes seront réalisées :

- **Sécurisation et délimitation de l'emprise de travail** : Mise en place de barrières et de signalisation pour assurer la sécurité des travailleurs et des passants.
- **Débroussaillage et décapage des terres végétales** : Enlèvement de la végétation et des couches de terre superficielle sur l'emprise de travail pour préparer le terrain.
- **Pose des panneaux de signalisation d'accès et de sécurité** : Installation de panneaux pour informer et diriger le trafic autour du chantier.
- **Installation du matériel de chantier** : Mise en place des équipements nécessaires pour le bon déroulement des travaux.

Pose des conduites d'alimentation en eau

- Pose en enterré et semi enterré

La pose des conduites en enterré nécessite une emprise de travail suffisante en large, qui comprend :

- Une tranchée d'une largeur suffisante pour mise en place des canalisations (Eau Industrielle, Eau Potable) nécessaire dans le cadre du chantier plus une bande d'1m de sécurisation de part et d'autre de la tranchée.
- L'emprise nécessaire à la circulation des engins et de l'équipe chantier (largeur d'emprise d'environ 3m) ;
- L'emprise nécessaire au stockage des canalisations en attente d'être posées dans la tranchée (bardage) (largeur d'emprise à définir selon les besoins du chantier) ;
- L'emprise nécessaire à la mise en cordons le long de la tranchée des déblais extraits (largeur d'emprise à définir selon les besoins du chantier).

Globalement, la conduite est posée dans le fond d'une tranchée classique de profondeur dont la côte est comprise entre – 1,60 m par rapport au terrain naturel (hors bande de pipeline) et – 3,60 m par rapport au terrain naturel (sous bande de pipeline), au fond de laquelle est disposé un lit de pose en grain de riz.

La conduite est ensuite enrobée puis recouverte pour partie de grain de riz ensuite le remblai ordinaire sera constitué des matériaux extraits du site. L'ensemble des déblais sera réutilisé notamment pour constituer les merlons par-dessus la canalisation semi-enterrée.

De plus, de nouvelles chambres à vannes seront réalisées dans l'emprise de la parcelle client. Ces chambres à vannes permettent d'exploiter le réseau Eau Industrielle (sectionnement, bouclage, nettoyage et mesure de débit) ainsi que le réseau Eau Potable.

Opérations de pompage

Définition du pompage

Au droit du projet, le niveau d'eau fera l'objet d'une étude de mesure pour prise en compte dans l'exécution.

Un blindage des fouilles sera mis en œuvre pour les opérations de fonçage traditionnel afin de limiter le foisonnement des parois de la tranchée et limiter les venues d'eau souterraines.

Gestion du rejet des eaux de pompage

Au cours des opérations, les méthodes de rejets des eaux pompées réinjectées dans le milieu naturel feront l'objet d'une étude géotechnique. Ainsi, du point de vue quantitatif, les eaux pompées seront restituées en totalité à la masse d'eau.

Des études complémentaires : pollutions des sols et hydrogéologiques peuvent être préconisées.

III – Travaux sous maîtrise d'ouvrage GPMM qui ne sont pas intégrés au dossier d'autorisation NEOCARB

Plusieurs types de travaux sont prévus pour desservir le site du Môle Central, et notamment NEOCARB : renforcement des dessertes routières et des réseaux eau industrielle, eau potable.

Desserte routière et réseaux humides

Les dessertes routières de la zone du môle central fond l'objet d'une attention particulière du fait des nombreux projets et trafics annoncés. Le GPMM a lancé les études nécessaires à la requalification des voies d'accès des projets à venir.

Le projet consiste en la création d'une voirie secondaire sur le môle central permettant d'une part une desserte fine des parcelles industrialisée, et d'autre part la création d'une voie de maillage et d'un accès secondaire depuis la route départementale. Ce parti d'aménagement améliore la résilience et la sécurité de la zone et dissocie les accès privés de la voirie principale.

Le long de cette nouvelle voie, le GPMM envisage de poser les canalisations d'eau industrielle et eau potable permettant d'assurer notamment la connexion Ouest à la parcelle Néocarb.

Le choix du scénario d'aménagement routier a été arrêté à l'été 2025, et transmis à NEOCARB le 1er septembre 2025 intitulé « GPMM_CABAN-EP-018-Aménagement-VARIANTE03-indB_annoté-B » en annexe de cette note.

Le GPMM envisage de déposer le dossier d'autorisation environnemental portant sur les futures voies de dessertes au 1er trimestre 2026. En fonction de l'instruction du dossier, les travaux pourraient débuter début 2027. La livraison globale de la desserte sera phasée, calquée sur les mises en service des différents projets industriels.

Ces travaux nécessitent un phasage temporel complexe associant les gestionnaires de réseaux structurants, les travaux de voirie et les travaux des industriels.

La desserte de la parcelle NEOCARB sera assurée dans un premier temps par le carrefour du lancier et le poste d'accès en bord de darse 1 pendant les premières phases de travaux du projet NEOCARB LOG, et les travaux de création de l'accès définitif par le nord.

La mise en service du raccordement via l'accès Marcegaglia à la RP 541 sera mis en service ultérieurement avec le projet NEOCRAB PROD.

Dans le cadre de cette opération, le GPMM réalisera également le raccordement routier principal à la parcelle NEOCARB, ainsi qu'un deuxième raccordement réseaux EI, AEP afin de sécuriser l'alimentation. Ces travaux sont intégrés au dossier d'autorisation de desserte routière porté par le GPMM.

Desserte ferroviaire

Le projet de desserte routière du môle central porté par le GPMM permet de conserver les fonctionnalités ferroviaires existantes. La parcelle de NEOCARB peut à ce jour être desservie via le faisceau de réception de MARCEGAGLIA. Ce faisceau va être légèrement déplacé vers l'est pour libérer le foncier nécessaire à la création de la voierie et des ouvrages d'art de franchissement ferroviaire à fonctionnalités identiques.

Ce déplacement est compatible avec les installations ferroviaires prévues sur la parcelle Néocarb dans le cadre du projet NEOCARB LOG.

Dans le cadre du projet de desserte routière du môle central, des réserves foncières sont prévues afin de ne pas obérer le développement futur et l'éventuel raccordement ferroviaire au sud du faisceau ferroviaire Marcegaglia (en cours d'étude) bénéficiant également à Néocarb et Gravithy.

ANNEXE 9 : PLAN DE RACCORDEMENT RESEAUX D'EAU

PLAN DELIVRE POUR INFORMATION

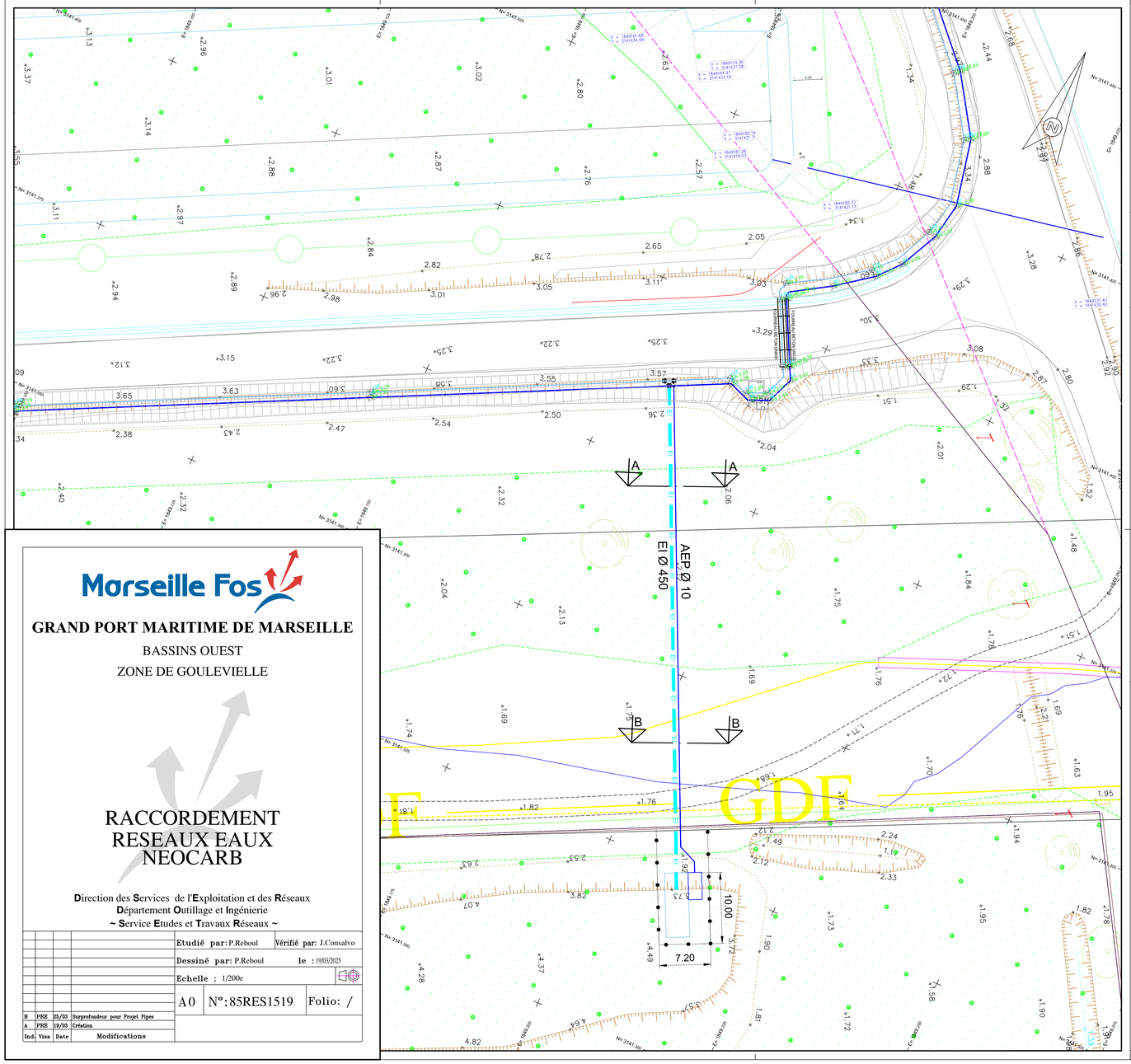
UNIQUEMENT VALABLE POUR LES PARCOURS DES RESEAUX DU G.P.M.M.

Système de coordonnée Lambert93 CC44

la profondeur moyenne des ouvrages se situe a 1.00 de la génératrice supérieure sauf mention expresse.

LEGENDES

- TRACE DU RESEAU D'ADDUCTION D'EAU POTABLE (AEP) GPMM
- TRACE DU RESEAU D'EAU INDUSTRIELLE (EI) DU GPMM
- PROJET EI + AEP DU GPMM



Marseille Fos

GRAND PORT MARITIME DE MARSEILLE

BASSINS OUEST

ZONE DE GOULEVIELLE

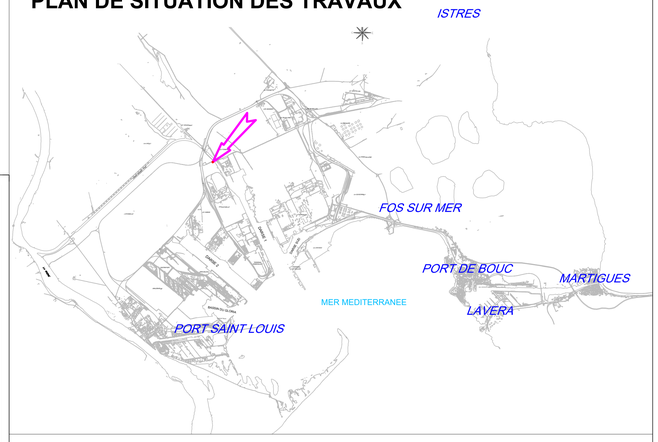
RACCORDEMENT RESEAUX EAUX NEOCARB

Direction des **S**ervices de l'**E**xploitation et des **R**éseaux
Département **O**utillage et **I**ngénierie
~ Service **E**tudes et **T**ravaux **R**éseaux **~**

			Etudié par: P.Reboul	Vérifié par: J.Consalvo
			Dessiné par: P.Reboul	le : 19/03/2025
			Echelle : 1/200e	
			A0	N°:85RES1519 Folio: /

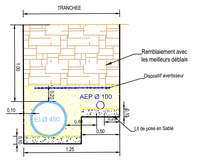
Ind	Visa	Date	Modifications
B	PRE	25/03	Surprofondeur pour Projet Pipes
A	PRE	19/03	Création

PLAN DE SITUATION DES TRAVAUX

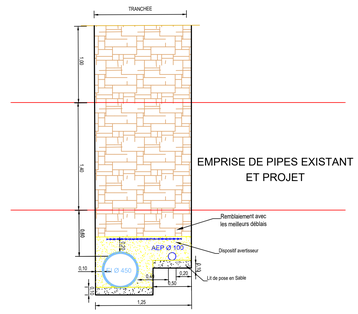


COUPES TYPES

COUPE TYPE NEOCARB - AA



COUPE TYPE NEOCARB - BB



EMPRISE DE PIPES EXISTANT ET PROJET

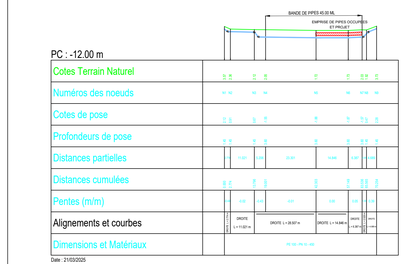
Covadis

Profil entre les noeuds N1-N9

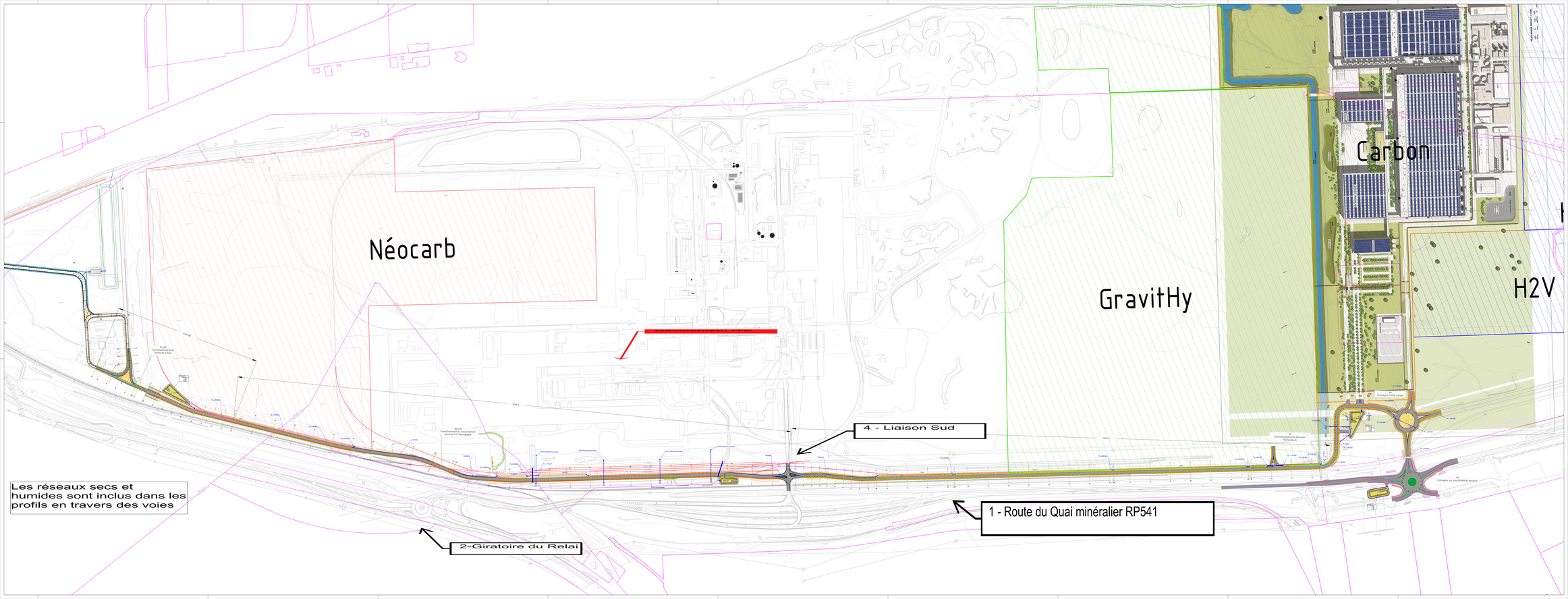
Profil dessiné par Covadis

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/1000



ANNEXE 10 : PLAN DE LA FUTURE DESSERTE DU MOLE CENTRAL PORTEE PAR LE GPMM



Xref :
=> Giratoire 007.dwg
=> Xref-ACCES_GRAND-HE.dwg
=> XrefCADASTRE.dwg
=> Xref-Emprises fonctions mole central.dwg
=> Xref-MOLE_CENTRAL_CABAN.dwg
=> XrefLIMITCC4.dwg
=> XrefLOTS_B.dwg
=> XrefLART-PROJ-RESEAUX HUMIDES variante 1.dwg
=> XREF_VOIES FERREES_Variante 3_V02.dwg
=> XrefVOIRIE_GRAND.dwg
=> 4246037_GPMM_DCE_GIRATOIRE_Amenagement_Implt..dwg
=> XREF_QUADRIC-OA_Var3.dwg

Commune de Fos-sur-Mer et
Commune de Port Saint Louis du Rhône
Département des Bouches-du-Rhône

Marseille Fos

GRAND PORT MARITIME DE MARSEILLE

PROJET DE DESSERTE DU MOLE CENTRAL

EP VRD / GC

Plan général d'aménagement
Variante 03

INDICES	DATES	E	V	A	MODIFICATIONS
A	21/08/2023	MR	CBL	CBC	Premiere diffusion

MAITRE D'OUVRAGE

Marseille Fos
GRAND PORT MARITIME DE MARSEILLE

MAITRE D'OEUVRE

ARTELIA
Tour Méditerranée
65 avenue Jules Cantini
13298 MARSEILLE cedex 20
Tél. 33 (0)4 91 17 55 00

QUADRIC
ingénierie

PLAN N°
01.5
Echelle 1/2000
N° CHRONO

N° Enregistrement	Phase	Code Lot	Ouvrage	Niveau	Métier	Spécialité	Nature Numéro Ordre	Emetteur	Numéro d'ordre	Indice
4243803	EP	V3			IN	VRD		PL	IMOE	1	A

ANNEXE 11 : NOTE CARACTERISANT LA PRODUCTION D'EAU INDUSTRIELLE PAR LE GPMM SUR LA ZIF

	GPMM	DATE
	Projet NEOCARB *Note EAU pour DAE NEOCARB*	21/10/2025

Note caractérisant la production d'Eau Industrielle par le GPMM sur la ZIF

Synthèse générale

Le GPMM est aujourd'hui autorisé à prélever de l'eau dans le canal d'Arles à Fos dans le cadre d'une déclaration d'existence de la station de pompage du Vigueirat datant de 2006. Cette eau est destinée à un usage industriel.

Le GPMM a mené une analyse préliminaire dans le cadre du projet NEOCARB log. Le volume annuel de prélèvement actuellement autorisé est de 25 Mm^3. L'implantation des projets GRAVITHY et CARBON sur la zone industrielle de Fos augmenterait de 9 (4.3+4.7) Mm^3 le volume annuel actuellement prélevé à horizon 2028, date estimée du pic de consommation d'eau des process industriels du projet après montée en charge. Le projet de NEOCARB log présenté dans cette autorisation augmenterait le volume prélevé de 5 000 m^3/an, soit un delta positif minime par rapport aux précédentes augmentations.

Il est à noter que, parallèlement, le projet de desserte du Caban, qui devrait déposer un dossier d'autorisation concomitamment, n'aura pas d'impact sur le prélèvement en eau. Le projet d'usine de Marcégaglia qui est dans la même temporalité n'a pas encore fait connaitre de besoins supplémentaires. Les prélèvements historiques d'Ascométal sont déjà inclus dans les 25 Mm 3.

Les premiers éléments issus de cette analyse indiquent que les prélèvements supplémentaires de 9.005 Mm^3/an ne devraient pas avoir d'impact significatif sur la nappe phréatique et sur les milieux environnants. Cette appréciation repose sur l'analyse des données hydrologiques existantes et sur la prise en compte des réductions de consommation attendues grâce aux Plans de Sobriété Hydrique et aux Meilleures Techniques Disponibles. Toutefois, ce sont les résultats de l'étude d'impact actuellement menée par le GPMM visant à améliorer la connaissance de la provenance de l'eau du canal d'Arles à Fos (origine, pression, vulnérabilité, participation à l'alimentation des zones humides) qui seront déterminants pour confirmer ces hypothèses. Sous réserve des conclusions de l'étude d'impact le GPMM envisage donc d'augmenter les prélèvements sur le canal afin de répondre à la demande des industriels venant s'implanter sur la ZIP.

Toutefois, dans l'hypothèse où les conclusions de l'étude d'impact ne permettraient pas d'augmenter de manière suffisante le volume annuel de prélèvement autorisé, le GPMM étudie d'autres solutions pour la desserte en eau industrielle, parmi lesquelles une interconnexion de ses réseaux avec la boucle de desserte de la Société du Canal de Provence (SCP).

La SCP est aujourd'hui en mesure de mobiliser jusqu'à 55% de son stock actuel pour un total de 140 millions de m^3, soit un volume largement plus important que les besoins d'augmentation projetée des prélèvements actuels du GPMM dans le canal d'Arles à Fos.

I – La voie consistant à augmenter les prélèvements autorisés est privilégiée par le GPMM

Cette synthèse est basée sur les prélèvements maximums actuels effectués par le GPMM et dans le cadre des projets GRAVITHY , CARBON et NEOCARB log. Entre 2014 et 2023, la moyenne annuelle des volumes prélevés par le GPMM est de 23,74 Mm^3, pour une consommation effective annuelle moyenne de 22,6 Mm^3 [1]. Les principaux industriels consommateurs d'eau de la zone industrielle portuaire (ZIP) se sont engagés à mettre en œuvre un Plan de Sobriété Hydrique (PSH) visant à réduire leur consommation, avec une réduction de consommation attendue d'environs 1,64 M m3/ an à horizon 2027. A ceci s'ajoutent des efforts de réduction de consommation d'eau par la mise en place des Meilleures Techniques Disponibles (MTD) demandés par les services de l'Etat au projet Carbon, dont la réduction attendue est aujourd'hui estimée à 0,8 M m3 / an.

L'analyse bibliographique des données actuellement disponibles sur le fonctionnement du système hydrologique du canal du Vigueirat conduit à estimer que **les prélèvements supplémentaires qui pourraient être effectués au-delà du volume actuellement autorisé n'auraient pas d'impact significatif ni sur la nappe phréatique, ni sur les milieux.**

Le débit du canal est contrôlé en entrée et sortie (écluse d'Arles, barrage anti-sel) et alimenté sur son parcours par différents affluents. Le niveau d'eau est soumis à une obligation réglementaire de maintien toujours supérieur au niveau de la mer permettant de maintenir le positionnement du biseau salé. **Le canal est ainsi tributaire d'un débit global d'alimentation et l'analyse des résultats des études existantes indique que les prélèvements additionnels liés aux projets GRAVITHY, CARBON et NEOCARB log n'auraient pas d'impact significatif sur le fonctionnement du système.**

L'analyse des éléments bibliographiques disponibles à ce jour concernant le canal et son fonctionnement montre que :

- L'origine de l'eau du canal est multiple comme démontré dans l'étude du BCEOM en 2007 ayant servi de base à l'autorisation de prélèvement du GPMM et dans des études ultérieures.
- **Le canal est l'un des principaux exutoires** du réseau d'eaux souterraines et de surface de la Crau.
- **Le canal exerce aussi une fonction d'exutoire direct** de la nappe. **Ce reliquat** des eaux de la nappe directement injecté dans le canal l'**alimente donc en complément des autres affluents** précédemment identifiés par l'étude du BCEOM (Rhône, vallée des Baux, réseau d'assainissement d'eaux pluviales d'Arles, drainage des marais de Meyranne et des Chanoines, bassins partiels des marais d'Arles).
- Par ailleurs, l'étude GAMBAS (BRGM/RP-70027-FR, 2021) a montré **l'absence d'impact de la gestion actuelle** du barrage anti-sel et de l'ouvrage du Galéjon sur le positionnement du **biseau salé**. Les **nouveaux volumes prélevés ne modifient pas cette gestion**. En conséquence ce **positionnement ne sera pas impacté par les prélèvements supplémentaires**. Cette gestion est caractérisée par le maintien du niveau du canal à 0.10

[1] La moyenne des prélèvements inclut des pics de production en 2019 et 2022 qui sont dus à des ruptures dans le réseau de distribution et dont les travaux à venir sur les installations permettront une diminution des volumes prélevés et consommés. La moyenne annuelle des volumes comprend des erreurs de relèves en 2015 et 2019qui conduisent à une surestimation des volumes consommés.

m au-dessus du niveau de la mer avec une cote minimale de 0.25 m NGF et du niveau de l'étang du Landre en permanence à un niveau supérieur à celui du canal. Ces valeurs ont été définies par l'Arrêté Préfectoral du 7 novembre 2013 portant prescriptions relatives à la gestion et l'exploitation du barrage anti-sel et de l'ouvrage du Galéjon.

- **En amont du canal, toutes les autres fonctions de la nappe et des eaux de surfaces,** tant en termes de prélèvements anthropiques que de support de la biodiversité spécifique des zones humides de la Crau par résurgence, **sont assurées**.

Cette synthèse bibliographique conduit à formuler les hypothèses suivantes :

- Les débits de prélèvement prévus, après l'installation des projets GRAVITHY, CARBON et NEOCARB Log (Phase 1), **restent inférieurs au seul débit d'alimentation du canal par sa fonction d'exutoire direct de la nappe** qui est une des multiples composantes du débit global d'alimentation, ce qui conduit à estimer que les prélèvements supplémentaires n'auraient pas d'impact sur la nappe phréatique.
- **Conformément à l'arrêté préfectoral cité précédemment, l'étang du Landre est maintenu en permanence à un niveau supérieur au canal.** Il est alimenté par le canal du Vigueirat et ses affluents indépendamment du canal d'Arles à Fos. Son niveau est maintenu par l'ouvrage du Galéjon. Ceci offre une **garantie raisonnable d'absence d'impact sur le biseau salé** de ces prélèvements supplémentaires par le maintien de la charge d'eau douce contribuant à l'équilibre biseau-nappe.

Les caractéristiques des zones humides de la Crau et de l'étang du Landre, liées aux niveaux d'eau et aux résurgences d'eaux froides de la nappe, **dépendent des apports amont**. **Les prélèvements d'eau dans le canal d'Arles à Fos se font à l'aval** de l'ouvrage du Galéjon qui sert d'exutoire à l'étang. Les **augmentions de prélèvements liés aux projets GRAVITHY, CARBON et NEOCARB Log (Phase 1) n'impactent pas les zones humides amont et ne modifient ni la gestion ni les niveaux d'eau définis pour l'étang**.

Ces premières hypothèses seront complétées à court terme dans le cadre d'une étude globale menée par le GPMM sur les débits et hauteurs d'eau dans l'objectif d'approcher le fonctionnement hydraulique du système global canaux/nappes/marais/étang et de disposer d'ordres de grandeur de bilan de flux.

Les résultats de cette étude viendront alimenter un porter à connaissance réalisé par le GPMM au titre d'une modification non substantielle du récépissé de déclaration d'existence de la station de pompage du Vigueirat intégrant les volumes supplémentaires d'eau prélevés (9.005 Mm3/an).

A plus long terme, cette étude globale apportera les éléments nécessaires au dépôt d'un dossier d'autorisation environnementale au titre d'une modification substantielle du récépissé de déclaration d'existence de la station de pompage du Vigueirat intégrant les projections de prélèvements nécessaires au développement de la ZIP à l'horizon 2030 et 2050 portant sur :

- La caractérisation des débits de l'hydrosystème global à partir de mesures de terrain adaptées et prenant en compte les effets de saisonnalité sur la ressource ;
- L'analyse des incidences des prélèvements supplémentaires qui seront générés par les projections de développement de la ZIP à l'horizon 2030 et 2050 dans une perspective d'évolution de la ressource au regard du changement climatique et des changements

potentiels d'usages des terres ainsi que des solutions d'optimisation des usages qui pourraient émerger ;
- La recherche de ressources alternatives ;
- L'évaluation de l'influence de l'augmentation des prélèvements sur le positionnement du biseau salé ;
- La définition de protocoles de suivis des incidences sur la ressource.

L'ensemble des éléments ayant conduit à cette synthèse sont détaillés en Annexe A.

II – Le GPMM étudie en parallèle la faisabilité d'une interconnexion avec le réseau de la SCP pour répondre aux besoins futurs des industriels, dans le cas où les volumes de prélèvement supplémentaires autorisés n'étaient pas suffisants.

Le GPMM a sollicité la SCP pour étudier la faisabilité d'une alimentation complémentaire de son réseau à partir du réseau SCP de Berre.

La SCP a d'ores et déjà pu évaluer les volumes et débits qu'elle pourrait techniquement fournir. La SCP estime ainsi qu'elle est en mesure de mobiliser jusqu'à 55% de son stock actuel, soit 140 millions de m³, sachant que le volume à fournir pour les usages industriels pourrait être réduit de 20% en période de restriction. Cette capacité apparait largement supérieure au besoin du GPMM (voir Annexe B)

En particulier dans le cadre de cette première évaluation, la SCP conclut d'une part que la SCP dispose de suffisamment des ressources pour alimenter le GPMM, y compris à l'horizon 2035/2040, et d'autre part qu'un débit de 400 l/s pourrait être fourni avec une pression dynamique de 15 mCE en amont de la station de pompage du Vigueirat via une canalisation en DN600 de 15 km de long depuis le réseau SCP de Berre Ouest, et ce sans préjudice sur le réseau de la SCP.

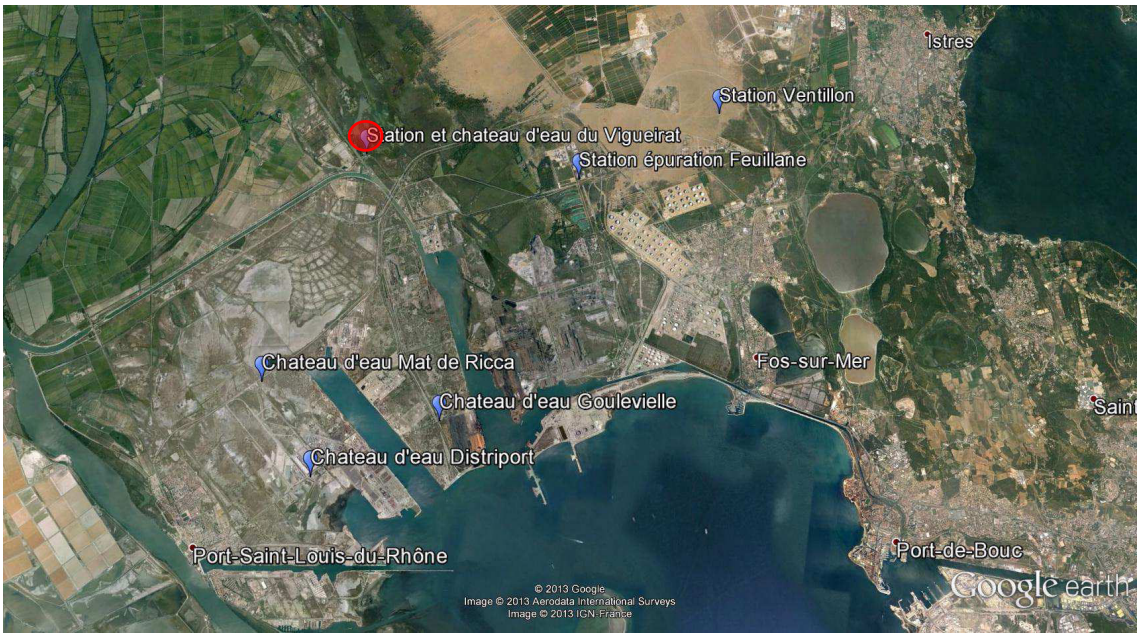
Cette évaluation sera complétée à court terme par une analyse détaillée des conditions de mise en place d'une canalisation entre le réseau de la SCP et celui du GPMM : débit, diamètre de canalisation, tracé de la canalisation, analyse technique, foncière, environnementale et réglementaire, évaluation des coûts d'investissement et calendrier de réalisation.

Annexe A – La production d'Eau Industrielle par le GPMM sur la ZIF

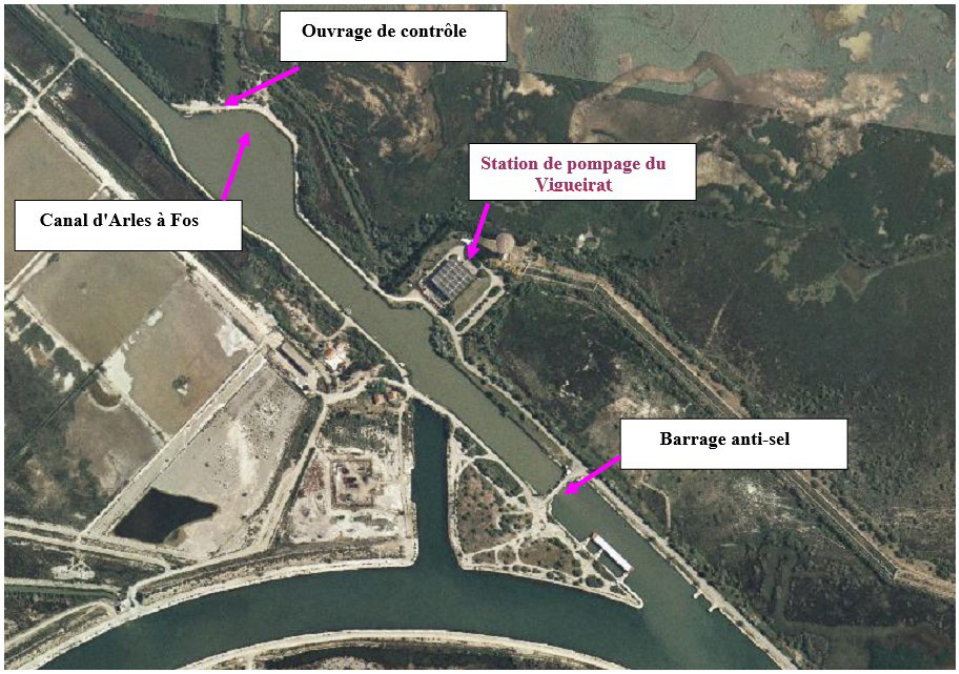
1. La station du Vigueirat

a. Fonctionnement

Le GPMM assure la production et la distribution en eau industrielle (EI) depuis la station de pompage du Vigueirat mise en service en 1972.



Plan de situation Station du Vigueirat

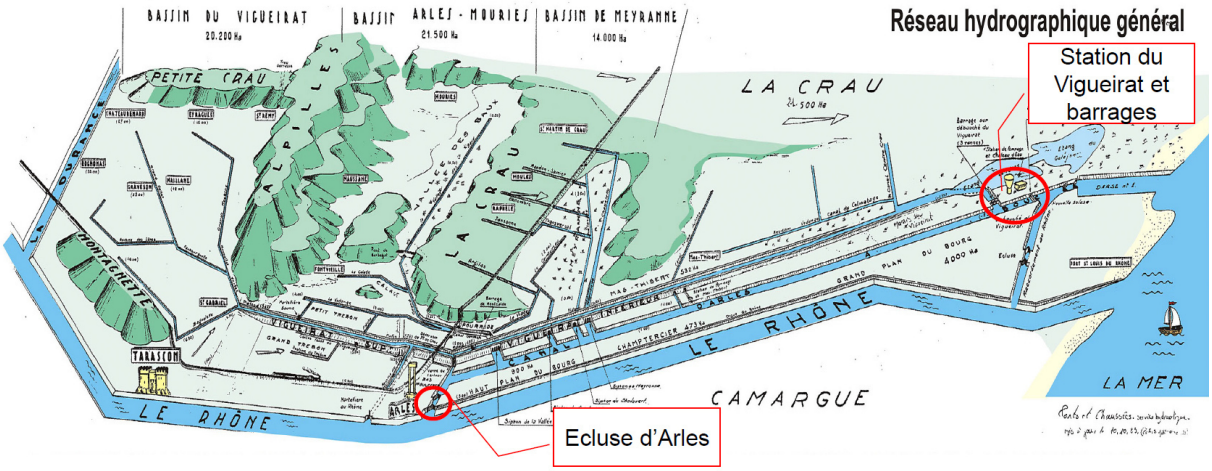

Ouvrage de contrôle
Station de pompage du Vigueirat
Canal d'Arles à Fos
Barrage anti-sel



La station de pompage est capable d'assurer un débit de 1m3/s par l'intermédiaire d'une seule pompe fonctionnant en continue. La station contient 9 pompes mais ne dispose d'une capacité énergétique ne permettant de faire fonctionner que 3 pompes en même temps.



L'eau est pompée dans les eaux superficielles du canal d'ARLES à FOS, en amont du barrage anti-sel garantissant le puisage d'eau douce.



Le tableau ci-dessous fait état des volumes consommés (facturés aux industriels de la ZIP) et produits (prélevés dans le canal) sur cette période.

Tableau 1: volumes d'eau consommés et produits par la station du Vigueirat entre 2014 et 2023. Source GPMM

EAU INDUSTRIELLE PRODUCTION SREO				
Année	Volumes consommés (m3)	Volumes produits (m3)	Rendement	
2014	21 065 253	21 299 400	99%	
2015	22 353 402	20 959 800	107%	Erreur relèves
2016	21 930 180	24 042 100	91%	
2017	21 266 690	23 691 600	90%	
2018	21 855 150	23 680 800	92%	
2019	27 097 167	25 108 419	108%	Erreur relèves
2020	21 229 168	22 639 593	94%	
2021	22 254 878	24 734 873	90%	
2022	22 625 492	26 400 406	86%	
2023	24 056 667	24 839 864	97%	

La moyenne annuelle des volumes consommés est de 22.6 Mm3 avec deux erreurs de relèves en 2015 et 2019, et une rupture de canalisation en 2023 (perte de 2 M m3 cette année-là) qui conduisent à une surestimation des volumes consommés.

La moyenne des volumes produits est de 23,74 Mm3 par an, les pics de production en 2019 et 2022 sont dû à des ruptures dans le réseau de distribution.

La production moyenne annuelle sur la période 2014-2023 est donc restée stable et inférieure au volume autorisé de 25 Mm3/an, malgré les incidents structurels.

b. Document de référence et autorisation de prélèvement

Le système de pompage ayant été construit dans les années 1970 (Permis de Construire du 04/08/1971), une régularisation au titre de la loi sur l'eau du 3 Janvier 1992 et de l'ordonnance du 18/07/2005 portant simplification, harmonisation et adaptation des polices de l'eau et des milieux aquatiques, de la pêche et de l'immersion des déchets a été réalisée au travers de l'instruction d'un dossier de déclaration d'existence déposé au titre du Code de l'Environnement Article 41 du décret n°93-742 auprès de la préfecture des Bouches du Rhône en novembre 2006.

Sur cette base, les prélèvements dans le canal d'Arles à Fos et la distribution de l'eau industrielle sur la ZIP ont été autorisés au titre d'une reconnaissance d'antériorité conformément à l'article

R.214-53 du code de l'environnement. (cf. récépissé de déclaration n°11-2006 ED du 21 aout 2007 joint en annexe).

c. Note d'analyse DREAL des économies d'eau possible par les industriels de la ZIP

Une note mise à jour le 26 avril 2024 par les services de la DREAL présente des éléments permettant d'envisager à terme une réduction des prélèvements actuels du GPMM à destination de ses trois principaux consommateurs dans le cadre du Plan de Sobriété Hydrique (PSH).

Cette note envisage des réductions de volume de prélèvement à hauteur de 1,64 Mm3/an à l'horizon 2027.

A ces chiffres s'ajoutent des objectifs, dont les projets ne sont pas encore sécurisés, prévoyant une réduction complémentaire de 0,26 Mm3/an à l'horizon 2028 et 2,7 Mm3/an d'économie supplémentaire à l'horizon 2030.

Ces projets constituent donc une économie prévisionnelle de 1.64 Mm3/an à l'horizon 2027 avec une hypothèse d'économie de 4.6 Mm3/an à l'horizon 2030.

Au regard de la production moyenne sur la période 2014-2023 du GPMM, soit 23,74 Mm^3/an, la réduction de consommation à l'horizon 2027 conduirait à un prélèvement annuel moyen de 22.1 Mm3/an. Le pic de consommation attendu en 2028 par le projet GRAVITHY est de 4.3 Mm3 en amont des efforts demandés par les services de l'Etat qui doivent conduire à réduire la consommation d'eau du projet GRAVITHY.

En complément de cette approche d'économie d'eau par les PSH, il est également demandé par la DREAL aux porteurs de projet de mettre en place dans leur process les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) concourant à la limitation des consommations d'eau.

NEOCARB log (phase 1 de NEOCARB) entraine une augmentation de 5 000m3/an, peu impactante. Cependant, l'ensemble du projet est conçu en intégrant les MTD pour limiter les consommations d'eau et les impacts sur la ressource.

2. Synthèse bibliographique : origine de l'eau et fonctionnement global du système

Dans le cadre de sa politique environnementale, le GPMM a conduit depuis 2007 des études dans le but d'évaluer l'impact de ses prélèvements sur la ressource en eau. En parallèle, des études, pilotées par les acteurs de l'eau du territoire, ont été menées sur la même période.
Une synthèse de ces différents éléments bibliographiques est produite ci-dessous.

a. Connaissances historiques

Les éléments ayant permis de procéder à la régularisation de la Station du Vigueirat et l'autorisation de prélèvement étaient issus d'une étude menée par le BCEOM en 2007. Cette étude a permis de mettre en évidence un schéma d'alimentation du Canal d'Arles à Fos et

d'estimer des débits des différents apports se déversant dans le canal et des prélèvements s'y opérant. Les résultats de l'étude montrent que le canal d'Arles à Fos est alimenté par le Rhône au droit de l'écluse d'Arles et reçoit tout au long de son linéaire différents apports. Il collecte tout au long de son parcours, les eaux de :

- La vallée des Baux et du réseau d'assainissement d'eaux pluviales d'Arles (BV 230 km2)
- Drainage des marais de Meyranne et des Chanoines (BV 125 km2)
- Bassins partiels des marais d'Arles (BV 25 km2)
- Canal du Vigueirat en aval (BV 193 km2 + BV de la Crau 250 km2)

Les proportions des apports et des prélèvements caractérisés en termes de débit sont présentées dans la carte ci-dessous (figure 1).

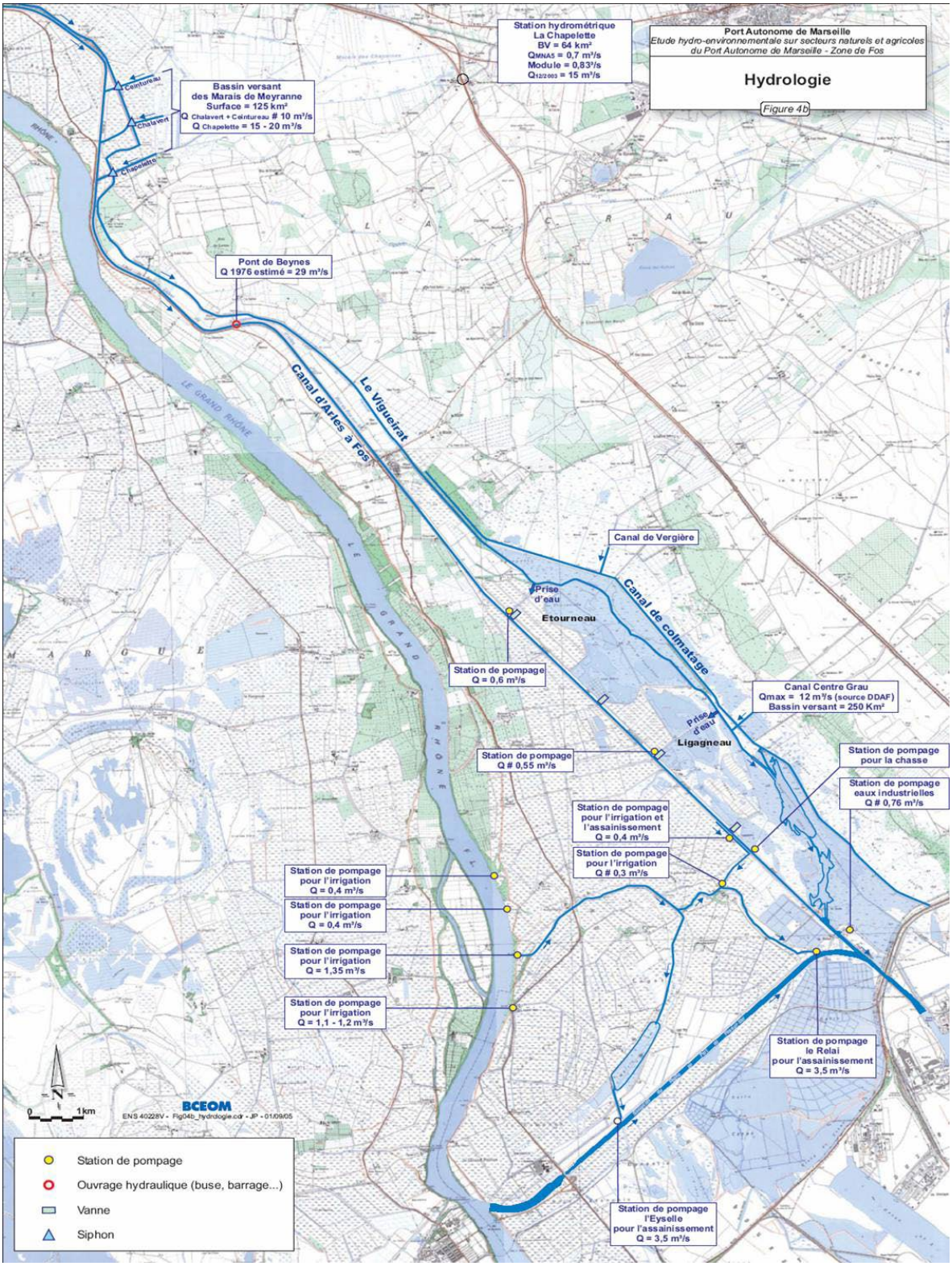


Figure 1: Hydrologie générale du canal d'Arles à Fos (Etude Hyrdro-Environnementale, BCEOM, 2006-2007)

Des schémas de principe, basés sur des de débits calculés et des modélisations mathématiques, (figure 2) présentant les débits injectés dans le canal en hiver et printemps ont été produits dans cette étude.

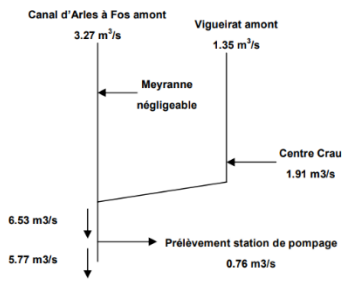


Figure 4 : Schéma de principe présentant les débits injectés pour le scénario hivernal

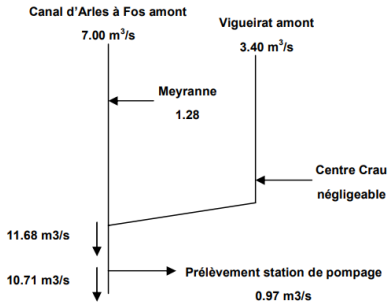


Figure 5 : Schéma de principe présentant les débits injectés pour le scénario printanier

Figure 2: schéma de principe des débits injectés, BCEOM phase 2

Ces affluents regroupent différents milieux naturels alimentés par les canaux d'irrigation agricole de la plaine de Crau et la nappe de Crau et dont le canal d'Arles à Fos constitue l'exutoire final. Enfin, le canal du Vigueirat, qui prend sa source dans les Alpilles, se déverse dans l'étang du Landre. En termes d'alimentation le Landre est indépendant du canal d'Arles à Fos dans lequel il se déverse. Règlementairement, le niveau d'eau de l'étang doit être constamment maintenu à un niveau supérieur à celui du canal par l'ouvrage du Galéjon.

La station du Vigueirat se situe à l'aval de tous ces affluents et à proximité immédiate de l'embouchure du canal dans la mer. On peut donc raisonnablement penser que les prélèvements actuels et à venir n'influenceront pas la biodiversité spécifique du canal et de ses affluents.

b. Apports complémentaires et bilan des flux de l'hydrosystème de la Crau

L'étude SINERGI menée en 2020 par le SYMCRAU dans le cadre du Contrat de Nappe, a permis d'apporter des éléments complémentaires de réponses mettant en évidence le rôle d'exutoire de la nappe joué par le Canal. L'objectif de cette étude était de déterminer les contraintes et d'évaluer les impacts d'une baisse de la ressource du territoire de la Crau. Le rapport final produit une mise à jour du bilan hydrique de la nappe de Crau. Dans ce bilan, il apparait que le Canal d'Arles à Fos draine directement les eaux souterraines de la nappe suivant un débit moyen annuel d'environ 1.25 m3/s. Ce débit correspond au drainage naturel de la nappe. Les autres fonctions de celle-ci, et plus particulièrement son rôle dans le maintien des zones humides, sont assurées en amont de ce débit.

Il s'agit là d'un apport complémentaire aux autres apports identifiés par le BCEOM (Rhône, vallée des Baux, réseau d'assainissement d'eaux pluviales d'Arles, Drainage des marais de Meyranne et des Chanoines, Bassins partiels des marais d'Arles, Canal du Vigueirat en aval).

Pour autant, la saisonnalité de cet apport n'est pas connue. Le fonctionnement particulier de l'aquifère de Crau se traduit par une période de hautes eaux l'été et de basses eaux l'hiver. On peut donc légitimement penser que ce débit de 1.25 m3/s ne soit pas constant sur l'année et lié à cette saisonnalité. Le bilan général des flux produit par SINERGI montre en effet que 66% de la

recharge de la nappe est liée à l'irrigation gravitaire, dont l'effet sur la nappe se traduit par les hautes eaux estivales et 34% de cette recharge est liée aux précipitations dont le maximum en Crau a lieu l'hiver.

Les informations diffusées par le site internet du SYMCRAU montrent que la recharge de la nappe varie spatialement avec une zone de recharge subissant majoritairement l'influence de l'irrigation et une zone subissant majoritairement l'influence des précipitations (figure 4). La station du Vigueirat est située à proximité de cette dernière.

Dans le canal, cette variation saisonnière apparait dans le schéma de principe des débits injectés du BCEOM (figure 2). Au regard de ces schémas, on observe des mécanismes de compensation des débits en fonction des saisonnalités.

De plus, les apports précédemment identifiés par le BCEOM correspondent aux exutoires naturels de la nappe identifié par SINERGI sur la figure 3 : Vallée des Baux, Marais ouest, canaux de drainage. La fonction de drainage du canal s'exerce en aval des fonctions remplies par la nappe sur ces différents éléments. Par exemple, une fois la fonction d'exutoire de la nappe exercée par la Vallée des baux, le surplus, additionné aux eaux de surface, est drainé puis évacué par le canal d'Arles à Fos.

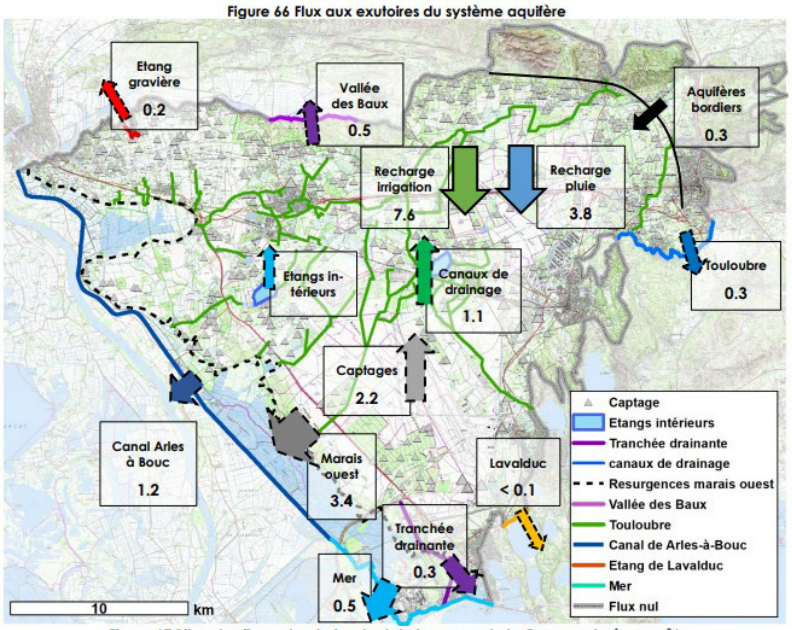


Figure 66 Flux aux exutoires du système aquifère

Figure 67 Bilan des flux entrant et sortant de la nappe de la Crau exprimés en m³/s

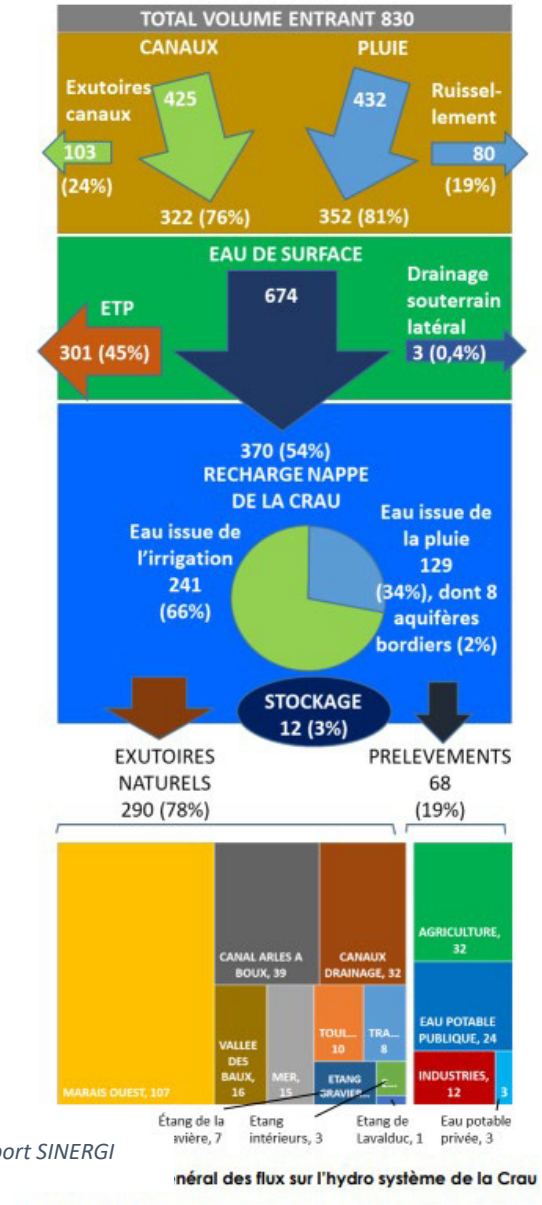


Figure 3: bilans des flux aux exutoires issus du rapport SINERGI

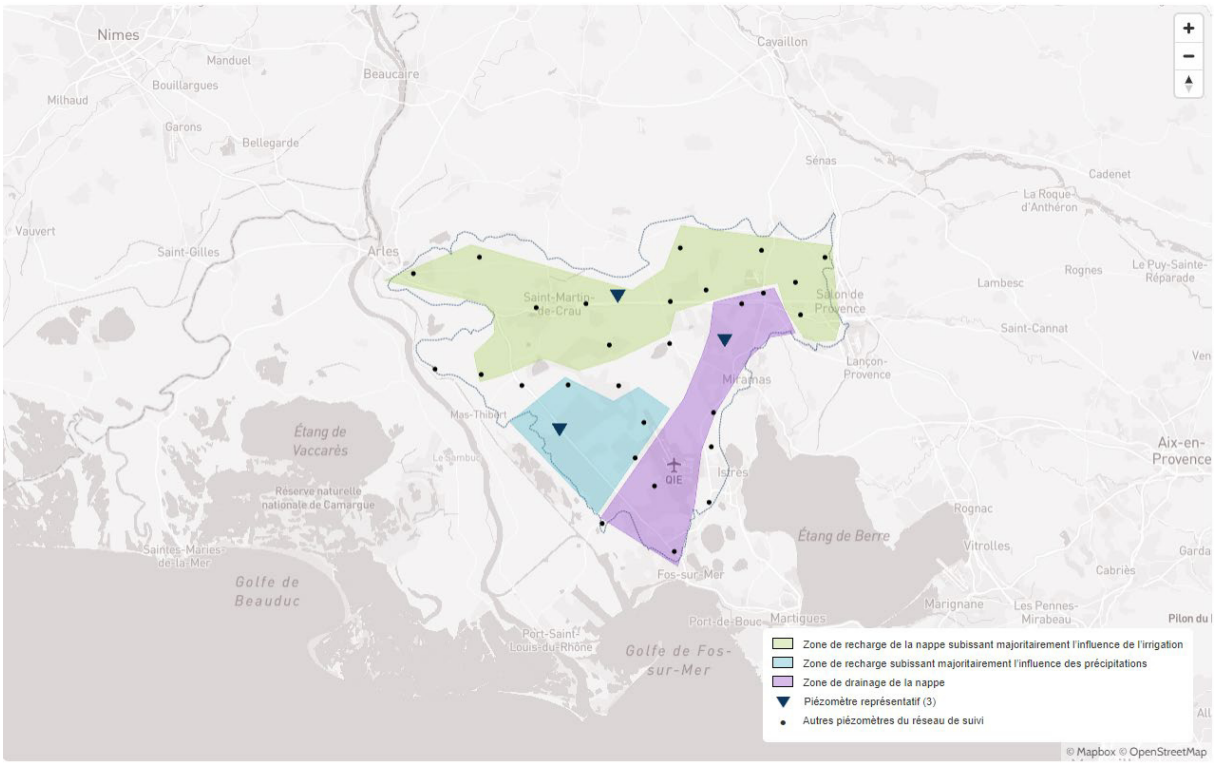


Figure 4: zone d'influence des recharges de la nappe (source: https://www.symcrau.com/connaissances/surveillance-de-la-nappe/)

c. Impact des prélèvements sur l'Etang du Landre et le biseau salé.

Pour prévenir toute intrusion saline dans le canal, et préserver à la fois la qualité des eaux pompées par la station du Vigueirat mais aussi l'eau d'irrigation des activités agricoles en amont, deux ouvrages assurent de manière complémentaire le maintien des niveaux d'eau dans le canal et l'étang du Landre : l'ouvrage du Galéjon et le barrage anti-sel.

Ces deux ouvrages assurent de manière automatisée :

- Le maintien du niveau du canal à une côte de 0.25 m NGF (barrage anti-sel).
- Le maintien du niveau du Landre à une côte comprise entre 0,27 et 0,32 m NGF (ouvrage du Galéjon).

Ces deux côtes sont prescrites par l'arrêté préfectoral du 7 novembre 2013 portant prescriptions spécifiques relatives à la gestion et à l'exploitation du barrage anti-sel et de l'ouvrage du Galéjon.

En 2011, le BRGM a produit un avis technique préliminaire sur l'impact de la gestion de l'ouvrage du Galéjon sur le biseau salé (Gandolfi. 2011) et plus particulièrement pour étudier un abaissement des niveaux du Landre pour favoriser le ressuyage des terres agricoles en amont. Le résultat de cette analyse préliminaire indique qu'un abaissement du niveau du Landre ne

permettrait pas un ressuyage des terres efficaces, n'aurait pas d'incidence notable sur la station de pompage du Vigueirat et n'aurait pas d'incidence notable sur les intrusions salines. Ce dernier élément a été étudié et confirmé dans le cadre des projets menés par le BRGM : SIMBA (pour le compte du SYMCRAU) et GAMBAS (pour le compte du GPMM).

En 2019 l'étude SIMBA s'attache à mieux comprendre les mécanismes d'intrusion saline et d'évolution du front salé à l'échelle de la basse Crau.

Le rapport intermédiaire du projet SIMBA entérine l'impact des aménagements portuaires dans les années 70 ayant conduit à un déplacement vers l'amont du biseau salé jusqu'à l'équilibre actuel et évoque le rôle du Canal d'Arles à Fos dans le drainage de la nappe.

Le rapport final du projet SIMBA a permis d'identifier les limites actuelles du biseau salé (voir carte figure 5), le rôle joué par la charge d'eau douce sur son positionnement, l'influence de la géométrie du substratum sur la variabilité spatiale du positionnement de l'interface salée, l'ancienneté de cette masse d'eau salée et son prolongement de la Camargue aux Marais de Meyranne. De ces quatre paramètres, seule la charge d'eau douce pourrait être influencée par l'implantation de GRAVITHY, CARBON et NEOCARB log.

En 2021, le projet GAMBAS, complémentaire du projet SIMBA, avait pour objectif de mieux comprendre les liens hydrodynamiques et les transferts potentiels de salinité entre la mer, les eaux douces de surface contrôlées par les ouvrages hydrauliques du GPMM et les eaux souterraines de la basse Crau.

Le rapport définitif du projet GAMBAS met en évidence que la gestion hydraulique actuelle du GPMM n'influence pas le positionnement du biseau salé (qui s'explique par les variations du niveau marin) mais qu'une modification de la charge d'eau douce, souterraine et de surface, l'impacterait.

Cette charge est assurée, en surface, par les apports (indépendants du canal) d'eau dans le Landre et par la gestion hydraulique du GPMM.

Mayer et al. 2019, cité dans le rapport intermédiaire de SIMBA, suggèrent qu'une part importante des eaux souterraines s'infiltrent dans le canal d'Arles à Fos confirmant le rôle d'exutoire indiqué dans l'étude SINERGI. L'équilibre actuel vis à vis de la charge d'eau souterraine comprend donc, dans son mécanisme, les rejets directs de la nappe dans le canal à l'aval de la limite du biseau (voir figure 3).

Le maintien des niveaux d'eau du Landre et du canal, aux cotes réglementaires, permettra de conserver cette charge d'eau douce.

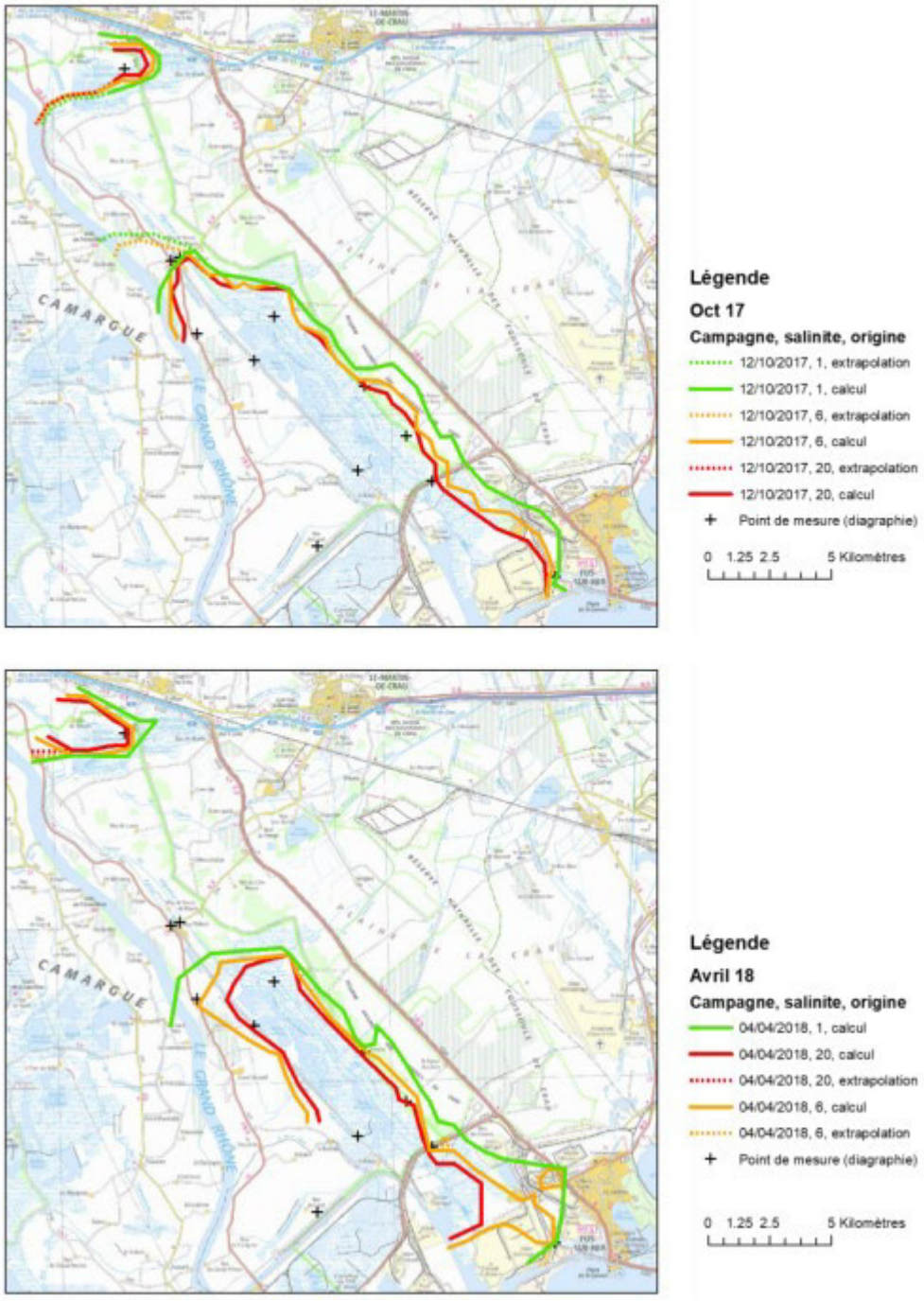


Illustration 6 : Résultats du calcul de l'extension du front salé pour deux situations hydrologiques contrastées : en hautes-eaux (octobre 2017) et basses-eaux (avril 2018).

Figure 5: carte de l'extension du front salé produite dans l'étude SIMBA

d. Impact sur les zones humides.

En 2023, l'étude OSMOSE2 menée par BRL environnement pour le compte du SYMCRAU a cherché à déterminer **l'impact d'un changement des conditions d'alimentation en eau des canaux sur les zones humides et leurs habitats**.

Ces conditions d'alimentation sont tributaires des apports en eau liés à l'irrigation gravitaire de la plaine de Crau qui prend sa source dans la Durance.

La végétation des zones humides de Crau se caractérise par trois grands types d'habitat. Des habitats halophiles, liés à la présence d'un aquifère salé de surface (sansouires, prés salés), des habitats hygrophiles liés pour partie aux eaux de surface et pluviales (roselières) et pour une autre partie aux eaux froides de la nappe (habitats type montagne, marais à marisque).

Les principaux résultats montrent que le signal eau souterrain est très marquant pour le fonctionnement des zones humides de la Crau même lorsque le signal des eaux superficielles y est supérieur. Ce sont ces apports d'eau souterraine qui assurent un maintien quasi-permanent de l'ennoiement ou de l'engorgement et conditionnent la présence des habitats dits froids.

Les résultats montrent aussi une sensibilité des zones humides à la réduction des apports d'eau de la Durance en fonction de leur position géographique dans la plaine de Crau. Deux logiques de signal sont prises en compte, la logique de niveau et la logique de flux. Le secteur aval est soumis à une logique de flux, ne présente pas ou peu de baisse de niveaux. Les flux seraient drastiquement réduits en cas de coupure totale de l'irrigation.

Au niveau des marais de Coustières (incluant les marais du Vigueirat et le secteur du Landre) les résultats de l'étude confirment un fonctionnement hydrologique très complexe et influencé par la gestion des milieux. Cette gestion est assurée par le gestionnaire de la Réserve Naturelle des Marais du Vigueirat pour la partie amont, et le GPMM pour la partie aval.

Pour la partie aval, les niveaux du Landre sont conditionnés à l'amont par des flux d'eau de surface et souterraine en amont (SINERGI, 2020 ; Mayer *et al.* 2016). Il a été montré précédemment que **les apports en eau de surface et souterraine sur l'étang sont déconnectés du canal d'Arles à Fos**.

Le maintien des niveaux d'eau par l'ouvrage du Galéjon, dans le cadre de la gestion par le GPMM, permettra de conserver les conditions hygrométriques des zones humides associées.

3. Principales hypothèses issues de l'analyse bibliographique

Le canal d'Arles à Fos est donc alimenté sur son linéaire par un ensemble d'affluents. Ses niveaux sont contrôlés à l'exutoire par le barrage anti-sel. Son origine se situe au niveau d'une dérivation du Rhône contrôlée par une écluse. Les différents affluents du Canal sont :

- Le Rhône
- Le réseau d'assainissement pluvial de la commune d'Arles.
- Le drainage des Marais de Meyrannes et de la Vallée des Baux
- Le drainage des eaux des marais ouest, par l'intermédiaire du canal du Vigueirat auquel s'ajoute les débits de drainage du canal de centre Crau et le canal du Colmatage. L'ensemble finissant dans l'étang du Landre, dont le niveau est régulé, avant rejet dans le canal.
- Le drainage naturel de la nappe de Crau.

Marais et canaux font partie d'un vaste réseau d'origine anthropique dédié à l'irrigation. Ce réseau est alimenté par la Durance via le canal de Craponne. D'une part, l'eau qui y circule alimente en partie le réseau de surface mais aussi la nappe de Crau à l'amont qui, à son tour, alimente les canaux à l'aval. D'autre part, l'ensemble du réseau alimente, en surface et en souterrain, l'ensemble des marais et espaces naturels du secteur. L'ensemble de ce réseau est, *in fine*, rejeté en grande partie dans le canal d'Arles à Fos et participe à son alimentation globale. Le GPMM puise l'eau à l'aval de tous ces éléments, au niveau de l'exutoire du canal.

Au regard de cette synthèse, des hypothèses raisonnables peuvent être formulées quant à l'impact d'un accroissement des prélèvements d'eau liés aux projets Carbon, Gravit'HY et NEOCARB log par la station de pompage du Vigueirat.

a. Hypothèse sur les impacts quantitatifs

Le bilan global des flux entrant et sortant produits par SINERGI montrent une forte prépondérance des exutoires naturels (78%) sur les prélèvements dans les eaux souterraines. Une majorité de ces exutoires, qui comprennent l'ensemble des zones humides de Crau, leur fonctionnement et leur spécificité, se jettent ensuite dans le canal d'Arles à Fos comme l'avait identifié le BCEOM. À l'ensemble des apports issus de cette fonction de drainage, s'ajoutent les apports du Rhône.

Il parait raisonnable de penser que le canal d'Arles à Fos est un outil de collecte des eaux issues des principaux exutoires de la nappe mais aussi un exutoire direct des eaux de la nappe pour un débit évalué à 1.25 m3/s. Concernant la saisonnalité de ce dernier, on peut estimer que le même mécanisme de compensation saisonnier mis en évidence sur le linéaire du canal dans l'étude du BCEOM s'exerce aussi au niveau de la station avec une baisse hivernale compensée par les apports pluviométriques qui, selon le SYMCRAU, participent majoritairement à l'approvisionnement de la nappe sur ce secteur. Ce seul débit est supérieur aux volumes actuellement prélevés par la station.

La position de la station de pompage du Vigueirat à l'exutoire du Canal d'Arles à Fos permet de considérer que l'eau prélevée n'est pas soustraite aux activités et fonctions de la nappe en amont.

La moyenne annuelle de prélèvement de la station sur la période 2014-2023 correspond à un débit moyen de 0.75 m3/s. L'augmentation des prélèvements avec le rajout des 5 000 m3/an prévus par le projet NEOCARB log, cumulé aux prélèvements CARBON et Gravit'hy , soit au global : 9.005 Mm3/an, (avec pic de consommation attendue en 2027-2028), se traduirait par une augmentation du débit moyen de prélèvement à 0,28 m3/s.

Nota : Il est précisé que ces débits ne tiennent pas compte des réductions de consommation d'eau par les industriels de la ZIP dans le cadre des PSH ni de la mise en œuvre des MTD par GRAVITH, NEOCARB (cf. paragraphe 1.c). Si l'on tient compte des réductions uniquement prévues dans le cadre des PSH (hors prévisions hypothétiques non consolidées) le débit moyen de prélèvement incluant le projet NEOCARB log (et hors MTD) serait de 1.04 m3/s.

Au regard de ces éléments, il est estimé que les niveaux de prélèvements resteront dans une marge acceptable du débit du canal au regard de l'ensemble de son système d'alimentation.

b. Hypothèse d'impact sur le positionnement du biseau salé.

Les trois rapports du BRGM (Gandolfi, SIMBA et GAMBAS) s'accordent sur le rôle d'exutoire de la nappe que joue le canal confirmé par SINERGI. De plus, ils montrent l'absence d'impact de la gestion hydraulique actuelle qui garantit le maintien des niveaux d'eau dans le Landre, maintien qui est lié à une obligation réglementaire. On peut donc raisonnablement formuler l'hypothèse que le maintien des niveaux d'eau de surface par la gestion hydraulique, adaptée à la future augmentation des prélèvements, devrait permettre de maintenir :

- Les niveaux d'eau du Landre aux niveaux actuels.
- La charge d'eau douce.
- Le positionnement du biseau salé.

En complément, on peut formuler l'hypothèse que les équilibres souterrains se jouent en amont des prélèvements de la station du Vigueirat. Prélever dans le canal d'Arles à Fos n'aurait donc pas d'impact sur les apports d'eau du Landre qu'elle soit superficielle ou souterraine. Les prélèvements se faisant dans les eaux superficielles du canal et en aval des résurgences de la nappe, la charge des eaux souterraines ne devrait pas être impactée. En conséquence, l'équilibre des charges ne devrait pas être modifié.

Au regard de ces éléments, il est estimé que l'équilibre actuel entre la nappe et le biseau salé ne sera pas impacté par les prélèvements supplémentaires d'eau dans le canal pour les besoins des projets Carbon, Gravit'Hy et Néocarb log

c. Hypothèse d'impact sur les Zones Humides

Les principaux résultats de l'étude OSMOSE2 de 2023 montrent que les zones humides de Crau sont dépendantes des apports amont. Les prélèvements exercés par le GPMM n'ont, à ce jour, aucune influence connue sur ces apports et donc ce fonctionnement. Ceci tend à confirmer l'hypothèse que les prélèvements du GPMM s'inscrivent bien dans la somme des volumes d'eau

souterraine de la nappe rejetée dans le canal sans impacter ni les autres affluents du canal ni le rôle joué par la nappe dans la biodiversité spécifique du Landre et sans impact sur l'équilibre des masses d'eau douce et salée souterraines.

Les caractéristiques et la richesse de la biodiversité de ces zones humides sont fortement liées aux résurgences des eaux froides souterraines. Cette fonctionnalité est exercée en amont des rejets de drainage des zones humides dans le canal et ne devrait donc pas être impactée par l'augmentation des prélèvements dans le cadre du projet NEOCARB log. Enfin les zones humides du Landre étant alimentées en majeure partie par les eaux de surface à l'amont et indépendamment du Canal d'Arles à Fos, on estime que les prélèvements dans le canal n'auront pas d'influence sur ces niveaux régulés par l'ouvrage du Galéjon.

Au regard de ces éléments, il apparaît raisonnable de poser l'hypothèse que l'ensemble des zones humides de Crau, dont celles du Landre, ne verront pas les conditions favorisant leur biodiversité spécifique (hygrométrie globale et eaux froides issues des résurgences de la nappe) impactées par la hausse des prélèvements liés au projet NEOCARB Log.

4. Perspectives d'optimisation des usages de la ressource.

Tel que présenté en détail au paragraphe 1.c, les industriels, principaux consommateurs d'eau sur la ZIP, s'engagent actuellement dans un Plan de Sobriété Hydrique (PSH). Cet engagement, indispensable pour maintenir les prélèvements nécessaires au bon fonctionnement des process industriels en période de sécheresse et de stress hydrique, conduiront à diminuer les volumes actuellement prélevés par le GPMM qui font références et sont autorisés. Les débits de prélèvements actuels présentés dans cette note sont ainsi des débits maximums ayant donc vocation à diminuer par l'application de ces PSH.

D'autre part, les débits de prélèvements du projet **NEOCARB** log présentés dans cette note sont aussi considérés comme des débits maximums pour la partie aménagement. En effet, la mise en œuvre des Meilleures Techniques Disponibles (MTD) optimisant l'usage et la consommation de l'eau est demandée par la DREAL au porteur de projet.

Dans un premier temps, et dans l'attente d'une vision plus fine du débit global d'alimentation du Canal d'Arles à Fos, ces données prospectives d'économie d'eau permettent de fournir une garantie supplémentaire de conservation d'un niveau de prélèvement acceptable sur la ressource, inférieur au seul débit d'alimentation direct du canal par les eaux souterraines de la nappe de Crau et proche des niveaux actuellement prélevés.

5. Etudes et perspectives.

a. Financement d'une thèse

Le GPMM finance depuis le 1er juin 2023 en collaboration avec l'INRAE une thèse ayant pour titre « Évaluation des actions de gestion environnementale d'un territoire à forts enjeux : effets

conjoints des pressions anthropiques et des changements globaux sur la biodiversité. Stratégies pour améliorer la résilience de la Zone Industrielle Portuaire de Fos-sur-Mer ». Cette thèse transdisciplinaire est suivie par le laboratoire G-EAU à Montpellier. Les premiers travaux ont porté sur la question de la ressource en eau et la création d'une méthode permettant de mettre en évidence les interactions entre biodiversité et activités humaines à travers la ressource en eau. Les premiers résultats, ont été présentés en juin 2024 lors d'une conférence à Montpellier. Un article a été proposé à une revue scientifique internationale. Une première revue par les pairs a été faite demandant quelques ajustements mais le fond du travail a été validé. Ces travaux permettent d'établir une cartographie des points et indicateurs clés à étudier et évaluer pour une meilleure compréhension du système d'alimentation du Canal d'Arles à Fos, une meilleure prise en compte des interdépendances entre les milieux naturels et la ressource et envisager des pistes d'amélioration du système global.

En complément, et de façon opérationnelle, une étude globale sur la ressource en eau, pilotée par le GPMM a démarré le 20 juin 2025. Prévue pour une durée de deux ans elle a pour objectif de :

- Réaliser une synthèse bibliographique approfondie des données et études disponibles sur le secteur ainsi que la réalisation d'entretiens avec les personnes ressources et experts du fonctionnement de l'hydrosystème.
- Formuler des hypothèses raisonnables consolidées sur le fonctionnement global du système et sur l'évolution possible de la ressource à moyen et long terme tant sur les aspects qualitatifs que quantitatifs.
- Quantifier les variations de débits (en m3/s) et de hauteur (en m NGF) du canal d'Arles à Fos sur l'ensemble de son linéaire par la réalisation de points de mesures.
- Caractériser finement le débit global d'alimentation du Canal sur une période d'un an (prise en compte des variations potentielles des débits du canal et de ses affluents en lien avec la saisonnalité des apports d'eau) par l'instrumentation du système et l'analyse des mesures in situ. Démarrage des mesures le 1er septembre 2025.
- Etablir un scénario de référence du fonctionnement du système et analyser les incidences des prélèvements supplémentaires qui seront générés par les projections de développement de la ZIP à l'horizon 2030 et 2050.
- Modéliser les perspectives d'évolution de la ressource au regard du changement climatique et des changements potentiels d'usages des terres ainsi que des solutions d'optimisation des usages qui pourraient émerger.
- Confronter les résultats du projet GAMBAS et évaluer l'influence d'une gestion adaptée à l'augmentation des prélèvements sur le positionnement du biseau salé au niveau du complexe « ouvrage du Galéjon-Barrage anti-sel ».
- Etablir des protocoles de suivi des incidences des prélèvements du GPMM sur la ressource.
- Rechercher des ressources alternatives et/ou complémentaires de prélèvement d'eau.

La description et la compréhension complète du réseau global d'alimentation du canal sera donc affinée et quantifiée notamment vis-à-vis des apports du Rhône et des autres affluents du Canal dont les proportions ne sont aujourd'hui pas connues. Les impacts du réchauffement climatiques sur la ressource seront modélisés afin de définir une stratégie d'adaptation.

En première approche, les particularités du canal (source et exutoire contrôlés, alimentations complémentaires et variables le long du linéaire) semblent conduire à déterminer dans le cadre

de ces études un débit global d'alimentation plutôt qu'un débit du canal comme le permet la législation. Ce débit global aura pour avantage de déterminer la part précise de chaque affluent dans le débit total du canal ce qui facilitera la recherche de solutions, en amont des prélèvements, permettant d'améliorer la résilience globale du système d'une part et de mieux évaluer les potentiels impacts.

Cette étude d'impact sur la ressource alimentera, à court terme un porter à connaissance réalisé par le GPMM au titre d'une modification notable non substantielle du récépissé de déclaration d'existence de la station de pompage du Vigueirat (4eme trimestre 2025) puis, à moyen terme, un dossier de demande d'autorisation environnementale portée par le GPMM au titre d'une modification substantielle du récépissé de déclaration d'existence (deuxième semestre 2027) de la station de pompage du Vigueirat intégrant les projections de prélèvements nécessaires au développement de la ZIP à l'horizon 2030 et 2050.

6. Conclusion

En conclusion de cette analyse l'ensemble des hypothèses suivantes peuvent être formulées :

- Les prélèvements du GPMM se font dans les eaux superficielles du canal d'Arles à Fos. Les besoins d'eau industrielle sur la ZIP augmentés des besoins pour le projet CARBON et GRAVITHY et NEOCARB log, s'élèveront à 1.04m3/s de débit moyen de prélèvement, sans tenir compte des engagements qui seront pris par les industriels de la ZIP en termes de PSH et MTD.
    - Ce niveau de prélèvement reste inférieur à la seule valeur de débit direct (1.25 m3/s) de drainage naturel des eaux souterraines de la nappe de Crau dans le canal.
    - Les eaux de ce drainage ne bénéficient aujourd'hui à aucun système naturel ni aucun usage amont.
    - Elles ne représentent qu'une part de l'ensemble du débit global d'alimentation du canal.

- Le canal est l'exutoire final de différents affluents qui assurent le drainage des eaux en excès des marais et zones humides de la Crau et des eaux d'irrigation. La station du Vigueirat prélève en aval de toutes ces composantes essentielles du territoire.
    - La station ne prélève que dans le reliquat des eaux du territoire collectées par le canal.
    - Les prélèvements et les augmentations induites par le projet GRAVITHY n'auront pas d'effet significatif sur les fonctionnalités amont.
    - À termes, cette augmentation devrait être compensée en tout ou partie par les réductions d'usage prévues sur la ZIP.

- Le fonctionnement des zones humides de la Crau est lié aux apports amont sur lesquels les prélèvements du GPMM n'ont pas d'influence. La gestion des niveaux d'eau du Landre restera conforme aux obligations réglementaires.
    - Les zones humides de la Crau ne sont pas impactées par les prélèvements aval du GPMM.

- La biodiversité spécifique du secteur du Landre ne sera pas impactée
- Le positionnement du biseau salé lié à la charge d'eau douce ne sera pas modifié.

En l'état actuel des connaissances, il est estimé que les niveaux de prélèvements par le GPMM, incluant les prévisions de prélèvements supplémentaires d'eau pour les besoins de NEOCARB log, n'auront pas d'impact significatif sur le fonctionnement actuel de l'hydrosystème, des milieux associés et des activités anthropiques qui s'y opèrent en amont. Pour l'heure, au regard des éléments présentés ci-avant, les prélèvements supplémentaires générés pour les besoins du projet NEOCARB Log apparaissent donc compatibles avec le fonctionnement global du système d'alimentation du Canal d'Arles à Fos. Le GPMM s'engage à réaliser les études nécessaires pour valider ces hypothèses.

***

Bibliographie :

- Arrêté portant prescriptions spécifiques relatives à la gestion et à l'exploitation du barrage anti-sel et de l'ouvrage du Galéjon. 2013
- Récépissé de déclaration d'existence du n°11-2006 ED du 21 aout 2007
- Etude Hydro environnementale BCEOM Tome 1 – Volet C
- Avis technique préliminaire sur l'impact de la gestion de l'ouvrage du Galéjon sur le biseau salé, commune de Port-Saint-Louis (13). BRGM/RP – 59986-FR
- Projet SIMBA. Rapport intermédiaire. BRGM/RP-67606-FR
- Projet SIMBA. Rapport final. BRGM/RP-68639-FR
- Projet GAMBAS. Rapport final. BRGM/RP-70027-FR
- OSMOSE2- Etude des besoins d'alimentation en eau des zones humides de la Crau. Rapport final. Version définitive-Mars 2023. BRL ingénierie.
- Etude SINERGI. Sensibilité de la nappe aux conditions de prélèvements et de recharge & gestion de crise. Rapport technique. SYMCRAU
- Mayer, A., Nguyen, B. T., & Banton, O. (2016). Using radon-222 to study coastal groundwater/surface-water interaction in the Crau coastal aquifer (southeastern France). Hydrogeology Journal, 24(7), 1775.

Annexe B – Note de la SCP sur le projet d'interconnexion des réseaux GPMM et SCP à Fos-sur-Mer

SCP DIRECTION DE L'INGENIERIE ET DES SERVICES **Département Grands Ouvrages**	Auteur : F.GAZELLE	Date : 24/06/2025
	N/Réf : 25D-000869	Classement : 2025_06_10-NF
	Projet : Interconnexion réseau SCP-GPMM à Fos-sur-Mer	
	Objet : Pré-étude de desserte	

Note à l'attention de Mme TOUATI, Directrice de la Valorisation du Patrimoine et de l'Innovation, Grand Port Maritime de Marseille

Copie à : Direction du Développement

1. OBJET

L'objet de l'étude à réaliser est la faisabilité d'une interconnexion entre le réseau de la SCP et le réseau du GPMM à Fos-sur-Mer.

Le développement du GPMM à Fos entrainera l'augmentation des besoins en eau de 25 Mm³/an en 2025 à 50 Mm³/an à l'horizon 2035/2040.

Le GPMM a sollicité la SCP pour étudier la faisabilité d'une alimentation de son réseau par le réseau SCP de Berre.

Il s'agit d'évaluer dans un premier temps **les volumes et débits que la SCP pourrait techniquement fournir (objet de la présente note)**, et de déterminer ensuite (objet de la note complète de faisabilité) les conditions de mise en place d'une canalisation entre le réseau de la SCP et celui du GPMM : débit, diamètre de canalisation, tracé de la canalisation, analyse technique, foncière, environnementale et réglementaire, évaluation des coûts d'investissement et calendrier de réalisation.

2. LOCALISATION

La carte suivante montre le réseau de la SCP et la zone du GPMM à Fos-sur-Mer.



3. CAPACITE DE LA SCP A FOURNIR DE L'EAU AU GPMM

3.1. Etat des réserves disponibles actuellement pour la SCP et projection

Les réserves disponibles pour la concession régionale du Canal de Provence, et les projections sur les ressources et besoins en eau futurs, intégrant le changement climatique.

Les réserves de la concession régionale du Canal de Provence, tranches d'eau réservées dans les barrages de Sainte Croix (140 millions de m^3) et Castillon (85 millions de m^3), ainsi que la réserve de Bimont (25 millions de m^3 théoriques), ont jusqu'ici été relativement peu mobilisées (selon les années, entre 10% et 45% du volume maximal de réserves de 250 millions de m^3). Au cours de l'été 2022, année la plus sèche depuis la construction du barrage de Sainte Croix, le déstockage constaté après 18 mois d'une sécheresse historique a atteint 110 millions de m^3 (soit 45 % du stock disponible).

Dans la situation actuelle, pour faire face à une année de sécheresse de type 2022, la marge de volume restant disponible dans les réserves du Verdon pour les usages du Canal de Provence, est donc supérieure à 100 millions de m^3.

Les projections :

Si les émissions de gaz à effet de serre se poursuivent au rythme actuel, le GIEC (rapport 2023) estime que le réchauffement par rapport à 1900, atteindrait +2°C vers 2050 et autour de +3°C en 2100. Les continents se réchauffant plus vite que la moyenne planétaire, la hausse des températures moyennes dans la région serait de +2 à +3°C en 2050 et +4 à +5°C en 2100. Ce réchauffement induit des impacts sur le cycle de l'eau, caractérisés par le récent projet EXPLORE 2, coordonné par l'INRAE.

A partir des projections climatiques disponibles pour la France, les scientifiques ont produit des projections de débits des cours d'eau jusqu'en 2100. Les données produites, qui constituent l'état actuel des connaissances scientifiques le plus abouti sur le climat et l'hydrologie future, sont exploitées dans le cadre du SAGE de la Durance, avec le modèle C3PO mis en œuvre par le SMAVD.

Les simulations réalisées visent à caractériser l'impact de la diminution projetée de l'eau sur le bassin de la Durance et de ses affluents, sur la gestion multi usages (eau potable, hydroélectricité, irrigation, industrie, tourisme...). Ce modèle sera mobilisé dans le cadre de l'élaboration du SAGE de la Durance, pour permettre à la CLE d'analyser différents leviers d'adaptation sur les usages et les milieux.

Les premières simulations réalisées avec le modèle C3PO et exploitant les projections hydrologiques d'EXPLORE 2, tendent à montrer que les impacts de la réduction des ressources en eau (de l'ordre de -10% pour un réchauffement de +2 à 3°C, et de -30% pour un réchauffement de 4 à 5°C), n'occasionneraient pas de dépassement du volume alloué dans les retenues de Sainte-Croix et de Castillon, même dans l'hypothèse d'un réchauffement de 4 à 5°C.

Selon la réglementation actuelle en situation de sécheresse (Arrêté Cadre Interdépartemental du 22 juin 2023), les usages industriels alimentés par les réseaux du Canal de Provence sécurisés par les retenues du Verdon pourraient se voir imposer, en cas de déficit de remplissage des retenues, des restrictions allant de -10% en alerte et -20% en alerte renforcée. Les projections réalisées dans le cadre du SAGE Durance ne permettent pas, à ce stade des études, d'apprécier pour un scénario de réchauffement de +°4 ou 5°C, l'impact plus prononcé qui découlerait d'une succession de plusieurs années de sécheresse consécutives, et la probabilité d'un passage au stade de crise sur les retenues du Verdon.

Ainsi, la SCP est en mesure de mobiliser jusqu'à 55% de son stock actuel, soit 140 millions de m³, sachant que le volume à fournir pour les usages industriels pourrait être réduit de 20% en période de restriction. Cette capacité apparait supérieure au besoin du GPMM.

Il convient ensuite de vérifier effectivement la capacité du réseau de la SCP à faire transiter un débit vers le réseau du GPMM.

3.2. Débits disponibles dans le secteur de Berre Ouest

Il a été convenu avec le GPMM que le point de raccordement aux infrastructures du GPMM se situerait en amont de la station de pompage du Vigueirat, afin d'une part de profiter du foncier du GPMM et d'autre part de s'affranchir d'une régulation de la pression à l'entrée dans le réseau du GPMM.

Une première étude a permis d'évaluer le débit maximum disponible sur la ligne de production du réseau SCP dénommée Berre Sud – Berre Ouest (alimentation principale du réseau depuis la prise des Giraudets sur le canal de Marseille).

Les calculs ont menés avec un piquage sur la canalisation en DN900 du réseau de Saint-Mitre, et une canalisation de 15 km de long rejoignant l'amont de la station de pompage du Vigueirat.

La figure suivante montre le tracé approximatif considéré en trait plein rouge.



Les résultats de ces calculs montrent qu'une alimentation continue de 400 l/s via une canalisation en DN600 serait possible dans les conditions d'exploitation actuelle du réseau de la SCP. La pression en amont de la station de pompage du Vigueirat serait alors de 15 mCE en dynamique.

Ces calculs devront nécessairement être affinés en tenant compte de plusieurs paramètres, qui feront l'objet d'une évaluation complète au cours de l'étude de faisabilité, notamment :

- La pression souhaitée en amont du poste du Vigueirat ;
- Le point de piquage et longueur de la canalisation selon l'étude des enjeux et contraintes du tracé envisagé (enjeux environnementaux, foncier, encombrement du sous-sol, contraintes techniques, traversées particulières...) ;
- Les hypothèses de calcul à affiner (pertes de charges) en fonction de l'emplacement du piquage, des équipements de réseau, etc. ;
- La possibilité de fonctionnement depuis Berre Nord via la station de pompage d'Istres.

4. SYNTHESE

La présente pré-étude concernant la capacité de la SCP à fournir de l'eau au GPMM conclut d'une part que **la SCP dispose de suffisamment des ressources pour alimenter le GPMM**, y compris à l'horizon 2035/2040, et d'autre part qu'un **débit de 400 l/s** pourrait être fourni avec une pression dynamique de 15 mCE en amont de la station de pompage du Vigueirat via une canalisation en DN600 de 15 km de long depuis le réseau SCP de Berre Ouest, et ce sans préjudice sur le réseau de la SCP.

Ces résultats doivent être affinés au cours d'une étude de faisabilité complète.

Version provisoire

ANNEXE 12 : 60060_ELYSE_NEOCARB_ETUDE MICROSTATION_V1, OCTOBRE 2025, SETEC HYDRATEC

ETUDE DE DEFINITION, DE DIMENSIONNEMENT ET D'IMPLANTATION D'UNE MICROSTATION

Rapport d'étude

60060 | Octobre 2025 – V1 | SZL

Setec hydratec
3 Chemin des Gorges de Cabriès
13127 Vitrolles
Courriel : hydratec@hydra.setec.fr
T : 04 86 15 62 50

Directeur de projet	MRA
Responsable d'affaire	SZL
N° Affaire	60060

Fichier : 60060_ELYSE_Neocarb_Etude microstation_V1.docx

V.	Date	Établi par	Approuvé par	Nb. pages	Observations / Visa
V1	octobre 2025	E. MBADINGA	M.ROMANO	23	Première version

TABLE DES MATIERES

I. CONTEXTE ET OBJET 5

II. DONNEES DE BASE ET HYPOTHESES DE CALCUL 5

II. 1. Données générales du site 5

II. 2. Organisation et effectifs pris en compte 5

II. 3. Charges hydrauliques et polluantes de référence 6

III. CONTEXTE GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE 7

III. 1. Nature du sol 7

III. 2. Perméabilité des sols 7

III. 3. Niveau de la nappe phréatique 8

IV. CADRE REGLEMENTAIRE APPLICABLE 9

IV. 1. Références nationales et normes techniques 9

IV. 2. Principes applicables au projet NeoCarb 9

IV. 3. Autorités compétentes et modalités de contrôle (SPANC) 10

IV. 4. Distances réglementaires et servitudes 10

V. DEFINITION DE LA FILIERE DE TRAITEMENT ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT 11

V. 1. Typologie des effluents à traiter 11

V. 2. Analyse des filières envisageables 11

V. 3. Filière retenue et microstations sélectionnées 11

V. 3. 1. Microstation du bâtiment technique (8 EH) 12

V. 3. 2. Microstation du bâtiment administratif (16 EH) 12

V. 4. Performances, conformité et interfaces réglementaires 13

V. 5. Exploitation, maintenance et prescriptions particulière 14

VI. DIMENSIONNEMENT DU DISPOSITIF D'INFILTRATION 14

VI. 1. Principe général 14

VI. 2. Données de dimensionnement 14

VI. 3. Dimensionnement 15

VI. 4. Solution technique retenue pour la zone d'infiltration 16

VII. IMPLANTATION, ACCESSIBILITE ET CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE 17

VIII. CONTROLE ET CONFORMITE REGLEMENTAIRE 20

VIII. 1. Conformité des équipements 20

VIII. 2. Obligations du maître d'ouvrage et de l'exploitant 21

VIII. 3. Suivi et maintenance 21
IX. CONCLUSION 21

I. CONTEXTE ET OBJET

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre du projet NeoCarb, porté par Elyse Energy, implanté sur le domaine du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), à Fos-sur-Mer (13). Ce projet vise la création d'une unité industrielle innovante de production de carburants synthétiques bas carbone à partir d'éthanol et passe par la création d'une plateforme industrialo-portuaire permettant d'accueillir les unités industrielles de production de e-méthanol et d'e-kérosène, ainsi que les utilités associées.

L'étude, confiée à Setec Hydratec, a pour objectif de définir et dimensionner une filière complète de traitement et d'évacuation des eaux usées domestiques générées par les installations du site.
Elle a pour finalité d'identifier une solution autonome, conforme à la réglementation, garantissant la protection de la nappe phréatique et l'intégration technique dans un environnement portuaire contraint.

Deux bâtiments abritent des occupants et généreront des eaux usées domestiques :

– un bâtiment administratif, destiné au personnel de gestion et de bureau ;
– un bâtiment technique, abritant le personnel d'exploitation et les équipements liés au fonctionnement du site.

Chaque bâtiment générera des eaux usées de type strictement domestique (sanitaires, lavabos, douches). De ce fait, l'étude a pour mission de :

– établir les hypothèses de dimensionnement du dispositif d'assainissement ;
– analyser les contraintes géotechniques et hydrogéologiques du site ;
– définir la solution technique la plus adaptée ;
– Dimensionner le dispositif d'assainissement ;
– Définir et implanter le principe d'évacuation des effluents traités via un dispositif d'infiltration adapté aux conditions locales.

Ce document sera annexé au dossier à déposer auprès du SPANC avant exécution des travaux.

II. DONNEES DE BASE ET HYPOTHESES DE CALCUL

II. 1. Données générales du site

Les hypothèses de calcul reposent sur les données d'organisation du site, les effectifs actualisés, et les valeurs de référence de la circulaire interministérielle n°97-49 du 22 mai 1997 pour des usages sans hébergement. Le périmètre de l'étude couvre deux bâtiments fonctionnant de manière indépendante : un bâtiment administratif et un bâtiment technique. Chaque bâtiment disposera d'un système d'assainissement autonome afin de rester, par installation, dans le champ des prescriptions applicables aux dispositifs ≤ 20 EH.

II. 2. Organisation et effectifs pris en compte

Les effectifs communiqués par le maître d'ouvrage sont les suivants :

L'organisation horaire retenue est caractérisée par un fonctionnement en **trois postes de huit heures (3×8)**, complété par une occupation de type « horaire de bureau ». Conformément aux règles de dimensionnement préconisées par la circulaire interministérielle n°97-49 du 22 mai 1997, **chaque personne présente sur un poste de 8 h est comptée à 0,5 EH**, ce qui correspond à **X personnes par poste × 3 postes** sur 24 h, chacune équivalent à 0,5 EH.

Dans le **bâtiment administratif**, l'effectif comprend **29 personnes en horaire de bureau**, équivalent à 0,5 EH par personne, soit **14,5 EH**, et **1 personne par poste en 3×8**, soit **3 personnes présentes par jour**, équivalent à 0,5 EH, soit **1,5 EH**. Le dispositif d'assainissement du **bâtiment administratif** doit donc être dimensionné pour **16 EH**.

Dans le **bâtiment technique**, l'effectif comprend **7 personnes en horaire de bureau**, équivalent à 0,5 EH, soit **3,5 EH**, et **3 personnes par poste en 3×8**, soit **9 personnes présentes par jour**, équivalent à 0,5 EH, soit **4,5 EH**. Le dispositif d'assainissement du **bâtiment technique** doit donc être dimensionné pour **8 EH**.

Bâtiment	Utilisation	Nombre et désignation du personnel	Coeff. (EH/pers.)	EH
Administratif	WC + lavabos + réfectoire (jour)	– 29 personnels bureaux – 1 personnel d'usine (par poste de 8 heures)	0,5	29 ×0,5 + (3 × 1 ×0,5) = 16 EH
Technique	WC + lavabos + douches (jour)	– 7 personnels bureaux – 3 personnels d'usine (par poste de 8 heures)	0,5	7 ×0,5 + (3 × 3 ×0,5) = 8 EH

Tableau II-1 : tableau des effectifs et des EH équivalents

Au total, le site est évalué à **24 EH** (**16 EH administratif + 8 EH technique**), base qui sera utilisée pour le dimensionnement des ouvrages et la vérification de leurs performances.

II. 3. Charges hydrauliques et polluantes de référence

Le dimensionnement d'une microstation d'épuration repose sur l'estimation précise des charges hydrauliques et organiques à traiter. Ces paramètres déterminent la capacité nominale de l'installation ainsi que les performances attendues en matière d'épuration.
Conformément au « Référentiel technique d'évaluation des dispositifs d'assainissement non collectif » (Ministère de la Transition Écologique, 2019) et à la circulaire interministérielle n°97-49 du 22 mai 1997 , un équivalent-habitant (EH) correspond à une charge journalière de 150 litres d'eaux usées domestiques par jour et par personne, issue d'un usage courant des sanitaires, douches, lavabos et réfectoires.
Sur la base de cette valeur de référence, les charges de pollution associées à un équivalent-habitant sont généralement estimées à :

– 60 g DBO_5/EH/j,
– 120 g DCO/EH/j
– 70 g MES/EH/j

En appliquant ces références aux **24 EH** du site, le **débit moyen journalier** s'établit à **3,6 m³/j** (24 × 150 L), soit un **volume annuel** de l'ordre de **936 m³/an** sur la base de 260 jours d'exploitation. Les **charges journalières** correspondantes sont de **1,44 kg DBO_5/j** (24 × 60 g), **2,88 kg DCO/j** (24 × 120 g) et **1,68 kg MES/j** (24 × 70 g), soit respectivement **environ 374 kg/an de DBO_5**, **749 kg/an de DCO** et **437 kg/an de MES**.

Ces valeurs seront **déclinées par bâtiment** pour le dimensionnement séparé des dispositifs :

- pour le bâtiment **administratif (16 EH)**, le débit moyen journalier est de **2,4 m³/j** et les charges de **0,96 kg DBO_5/j**, **1,92 kg DCO/j** et **1,12 kg MES/j** ;
- pour le bâtiment **technique (8 EH)**, le débit moyen journalier est de **1,2 m³/j** et les charges de **0,48 kg DBO_5/j**, **0,96 kg DCO/j** et **0,56 kg MES/j**.

Pour la conception hydraulique des ouvrages aval (répartition, infiltration), il sera retenu un coefficient de pointe usuellement égal 4 fois le débit moyen journalier, afin d'absorber les variations d'usage et les pics d'émission (chasses d'eau simultanées, douches en fin de poste, pointes au réfectoire). La valeur précise du débit de pointe utilisée dans les calculs d'infiltration sera indiquée dans la note de dimensionnement correspondante.

Bâtiment	Effectif (EH)	Débit moyen journalier (m³/j)	DBO_5 (kg/j)	DCO (kg/j)	MES (kg/j)	Volume annuel (m³/an)	Charges annuelles DBO_5/DCO/MES (kg/an)
Administratif	16	2,4	0,96	1,92	1,12	624	249 / 499 / 280
Technique	8	1,2	0,48	0,96	0,56	312	125 / 250 / 156
Total site	24	3,6	1,44	2,88	1,68	936	374 / 749 / 437

Tableau II-2 : charges hydrauliques et polluantes

III. CONTEXTE GEOTECHNIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

L'analyse du contexte géotechnique et hydrogéologique de la zone d'étude s'appuie sur le mémoire technique d'imperméabilisation (Setec Hydratec, 2025), ainsi que sur les études antérieures menées par Suez Consulting et Egis pour le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM).

III. 1. Nature du sol

Le site NeoCarb, implanté sur le domaine portuaire du GPMM à Fos-sur-Mer, repose sur un terrain de plaine littorale constitué d'alluvions récentes et de dépôts marins.
Les reconnaissances géotechniques réalisées dans le cadre des études antérieures (Suez Consulting, 2024) indiquent une stratigraphie homogène à dominante sablo-limoneuse jusqu'à environ -10 m NGF, issu d'apports marins et alluviaux, reposant localement sur le toit des Cailloutis de Crau (Source Etude des sols de SUEZ Consulting).
Ces matériaux présentent des propriétés mécaniques moyennes et une cohésion faible à nulle, avec une sensibilité notable aux phases de saturation temporaire lors d'épisodes pluvieux intenses ou de remontées de nappe.

A noter qu'il est prévu une recharge en remblai pour la réalisation de la plateforme d'environ 0,6 m.

III. 2. Perméabilité des sols

Les essais in situ de type Porchet et Lefranc réalisés par Suez Consulting à proximité du site ont permis de déterminer une perméabilité moyenne $K = 2,3 \times 10^{-6}$ m/s, soit environ 8,3 mm/h.
Cette valeur traduit un sol peu perméable, modérément apte à l'infiltration lente, sous réserve d'un dispositif adapté et d'un contrôle de la garde hydraulique avec la nappe phréatique (cf. Tableau III-1).

Perméabilité k (m/s)		10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
		+												-
Granulo-métrie	homogène	gravier pur				sable pur		sable très fin			silt		argile	
	variée	gravier gros et moyen		gravier et sable			sable et argile-limons							

Tableau III-1 : perméabilité des sols

Comme indiqué ci-avant, des mesures de perméabilité devront être réalisées après terrassement de la plateforme, pour caractériser la perméabilité du terrain en place final, via des essais Porchet et/ou Matsuo plus adaptés dans ce contexte. Les remblaiements pourraient être réalisés avec des matériaux permettant d'assurer une meilleure perméabilité. Ainsi, il est peut être raisonnablement attendu que la perméabilité à l'état projet sera plus élevée que celle considérée dans la présente étude. Le dispositif d'infiltration sera à adapter en conséquence.

III. 3. Niveau de la nappe phréatique

La zone d'étude se situe sur la nappe alluviale du Bas-Rhône et de la Camargue (FRDG504) qui a un niveau piézométrique proche de la surface, avec une profondeur variant entre 0 et 2,5 mètres sous le terrain naturel. Les suivis réalisés par Suez Consulting sur le deuxième semestre 2024 indiquent un niveau des plus hautes eaux de la nappe à environ +0,80 m NGF. Ce niveau devra être confirmé par un suivi régulier au droit de la parcelle. Le fond de la zone d'infiltration devra se situer au moins à 1m au-dessus du niveau des plus hautes eaux de la nappe, soit à environ +1,80 m NGF.

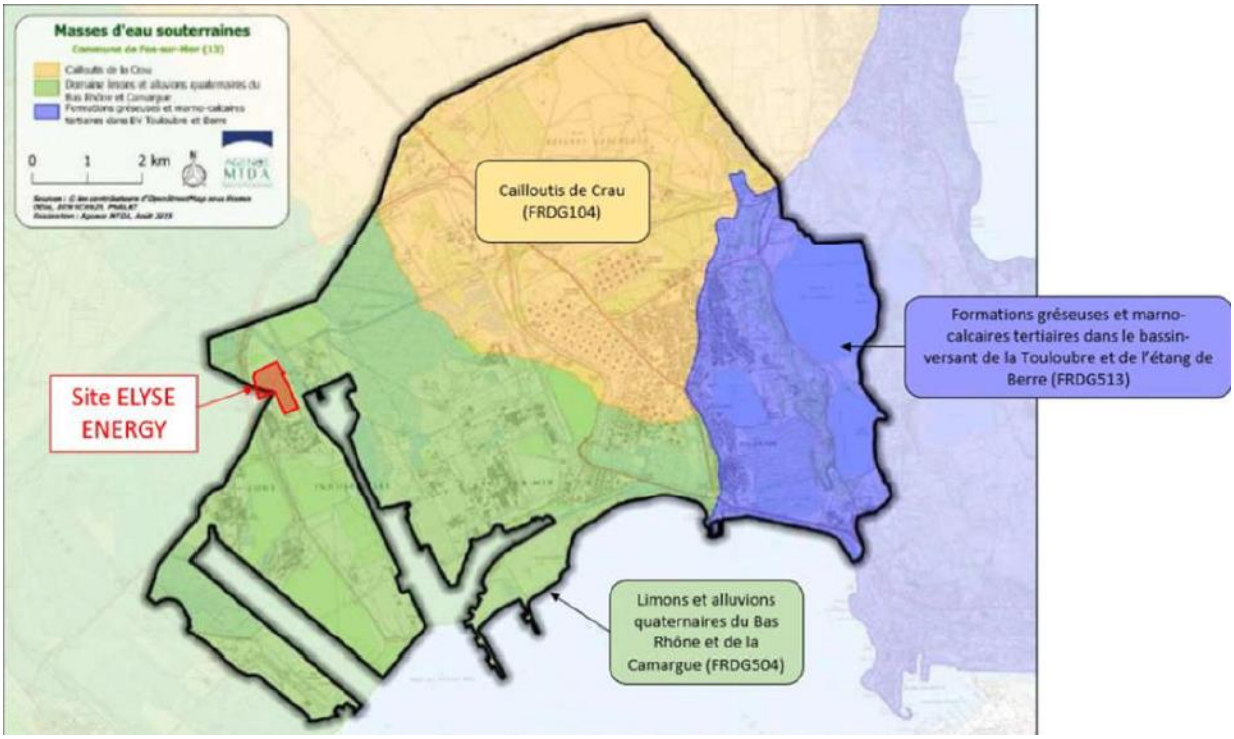


Figure III.1 :Masse d'eau souterraines (source : Naldeo)

IV. CADRE REGLEMENTAIRE APPLICABLE

Le dimensionnement et l'implantation des ouvrages d'assainissement non collectif (ANC) du site NeoCarb doivent se conformer aux prescriptions nationales (arrêtés et normes), aux règles de l'art (DTU), ainsi qu'aux prescriptions locales applicables sur le domaine du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) et dans le département des Bouches-du-Rhône. Ces textes encadrent le choix de la filière, les conditions d'évacuation des eaux traitées, les distances et modalités d'implantation, ainsi que les obligations de contrôle et d'entretien.

IV. 1. Références nationales et normes techniques

- **Arrêté du 7 septembre 2009** modifié, relatif aux prescriptions techniques des installations d'ANC recevant une charge brute ≤ 1,2 kg DBO_5/j (≈ ≤ 20 EH par installation). Il précise notamment que l'évacuation des eaux usées traitées se fait par le sol en place sous-jacent ou juxtaposé si la perméabilité mesure entre 10 et 500 mm/h ; en-deçà de 10 mm/h, l'infiltration dans le sol naturel n'est pas recevable et doit être remplacée par un dispositif garantissant un fonctionnement en zone non saturée.
- **Arrêté du 21 juillet 2015** modifié (petits systèmes), précisant les modalités de contrôle et d'exploitation des installations ; il complète l'arrêté du 2009 pour certains points de vérification et de suivi.
- **Norme NF EN 12566-3 + A2** — *Petites installations de traitement ≤ 50 EH – Partie 3 : microstations prêtes à l'emploi et/ou assemblées sur site*. Elle fixe les exigences de performance et les modalités d'essai pour le marquage CE des microstations (DBO_5, DCO, MES, fonctionnement hydraulique).
- **Référentiel technique ANC (MTE, 2019)**, fixant les valeurs unitaires de dimensionnement usuellement retenues (notamment 150 L/EH/j, 60 g DBO_5/EH/j) et les bonnes pratiques d'évaluation.
- **DTU 64.1 (NF P 16-005)** — règles de conception et d'exécution des dispositifs d'ANC : dispositifs d'infiltration (massifs drainants, lits filtrants, tranchées), matériaux, ventilations, distances, essais et contrôles.
- **NF P 16-007** : lignes directrices pour l'infiltration des eaux usées traitées en sortie des dispositifs d'assainissement non collectif
- **Règlement d'assainissement du GPMM** — séparation stricte des réseaux ; aucun rejet d'eaux usées (même traitées) vers le réseau pluvial du domaine portuaire.
- **Arrêté préfectoral des Bouches-du-Rhône du 4 juin 2019** — interdiction des rejets d'effluents, même traités, dans un milieu hydraulique superficiel non permanent ou dans un collecteur pluvial (art. 4). Cette disposition exclut tout exutoire de surface (fossé, talweg non pérenne, réseau EP) pour le projet.

IV. 2. Principes applicables au projet NeoCarb

Au regard des références précitées, le projet doit respecter les principes suivants :

1. L'infiltration dans le sol en place n'est recevable que pour une perméabilité comprise entre 10 et 500 mm/h (arrêté du 7/09/2009). La perméabilité mesurée sur site étant d'environ 8,3 mm/h, l'infiltration directe dans le terrain naturel doit être écartée. Toutefois, au vu du projet, cette perméabilité devrait augmenter au-delà du seuil des 10 mm/h. Des dispositions constructives seront prises pour assurer une perméabilité supérieure à 10 mm/h au niveau de la surface d'infiltration

2. Tout rejet de surface est interdit : pas d'exutoire vers un fossé, un talweg non pérenne, un plan d'eau superficiel, ni vers le réseau pluvial (règlement GPMM + AP 04/06/2019, art. 4).

3. Les ouvrages seront implantés en respectant ≥ 5 m des limites de propriété (3 m possibles sur avis du SPANC), ≥ 35 m des captages d'eau potable (AP 04/06/2019, art. 1 & 6), et en bannissant toute stagnation à l'air libre des effluents > 72 h (art. 5).

4. Les microstations retenues devront être conformes NF EN 12566-3 + A2 (marquage CE, performances garanties) ; leur exploitation et maintenance devront satisfaire aux prescriptions du SPANC et aux exigences d'entretien sous 72 h en cas de panne (AP 04/06/2019, art. 2).

5. La conception et la pose du dispositif d'infiltration respecteront le DTU 64.1 (matériaux, géotextile, distances, ventilation, essais), avec prise en compte des débits de pointe et d'un coefficient de sécurité lié au contexte nappe et au risque de colmatage.

IV. 3. Autorités compétentes et modalités de contrôle (SPANC)

Le SPANC est compétent pour : le contrôle de conception (dossier technique : plan masse, note de dimensionnement, fiches CE), le contrôle de réalisation (avant remblaiement) et le suivi périodique de bon fonctionnement, avec perception des redevances fixées par la collectivité. Les contrôles portent notamment sur la conformité réglementaire, l'étanchéité, la ventilation, les raccordements, l'accessibilité et la sécurité d'exploitation.

IV. 4. Distances réglementaires et servitudes

Les implantations respecteront les prescriptions du DTU 64.1 (NF P 16-005) et de la circulaire du 22 mai 1997, notamment :

Élément protégé	Distance minimale
Bâtiment ou fondation	≥ 5 m
Limite de propriété	≥ 3 m
Captage d'eau potable (puits, forage)	≥ 35 m
Arbres à fort enracinement	≥ 3 m
Voie circulée ou zone de stationnement	≥ 5 m

Aucune servitude d'assainissement ne sera requise en dehors du périmètre de la parcelle.
L'ensemble des réseaux restera implanté en domaine privé, sous la responsabilité du maître d'ouvrage.

V. DEFINITION DE LA FILIERE DE TRAITEMENT ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

V. 1. Typologie des effluents à traiter

Les effluents à traiter sont exclusivement domestiques (toilettes, lavabos, douches, réfectoire), sans apport d'eaux de procédé, d'hydrocarbures ou de produits chimiques. Les données de dimensionnement sont de 24 EH pour l'ensemble du site, répartis en 16 EH pour le bâtiment administratif et 8 EH pour le bâtiment technique, avec un régime d'exploitation sur 260 jours/an et une organisation en 3×8. Les débits moyens journaliers correspondants sont respectivement de 2,4 m³/j (administratif) et 1,2 m³/j (technique), avec des pointes à prendre en compte pour la conception des équipements hydrauliques.
Cette configuration implique une filière compacte, étanche et fiable en fonctionnement quasi continu, avec une évacuation aval sans exutoire de surface et en zone non saturée (cf. section IV).

V. 2. Analyse des filières envisageables

Plusieurs filières de traitement ont été envisagées pour répondre aux besoins du site.
Elles ont été comparées selon leur **pertinence technique**, leur **adaptation aux contraintes du terrain**, et leurs **conditions d'exploitation**.

Filière envisagée	Principe /Description	Avantages	Inconvénients	Pertinence
Fosse toutes eaux + épandage	Prétraitement par fosse toutes eaux, puis infiltration des effluents traités dans le sol naturel.	Technologie simple, faible coût	Nécessite un sol très perméable et nappe profonde (> 1 m TN)	Non adapté :nappe trop proche et perméabilité trop faible
Filtre compact (coco ou zéolithe)	Traitement par milieu filtrant dans une cuve étanche, puis infiltration dans un ouvrage reconstitué.	Bon rendement épuratoire, faible emprise au sol, solution adaptable.	Nécessite une ventilation haute, entretien fréquent	Possible mais coûteux pour double installation
Microstation à boues activées	Traitement biologique complet en cuve étanche, avec aération et décantation intégrée.	Très bon rendement, encombrement réduit, solution étanche	Nécessite alimentation électrique, maintenance légère	Solution la plus adaptée au site Néocarb

Au regard de ces éléments, la filière microstation biologique compacte étanche s'impose comme la solution la plus adaptée, compatible avec une infiltration sans nécessité d'épuration en aval. Elle est donc retenue.

V. 3. Filière retenue et microstations sélectionnées

Dans l'objectif d'implanter un système d'assainissement non collectif avec un rejet par infiltration dans le sol, pour respecter la règlementation imposée, les aménagements retenus sont :

- Connexions sur les réseaux existants de collecte des eaux usées immédiatement à la sortie de chacun des bâtiments via des nouveaux regards
- Collecte gravitaire vers un poste de relevage
- Relevage sous pression vers la microstation

– Une microstation d'épuration enterrée
– Un système d'infiltration dans le sol

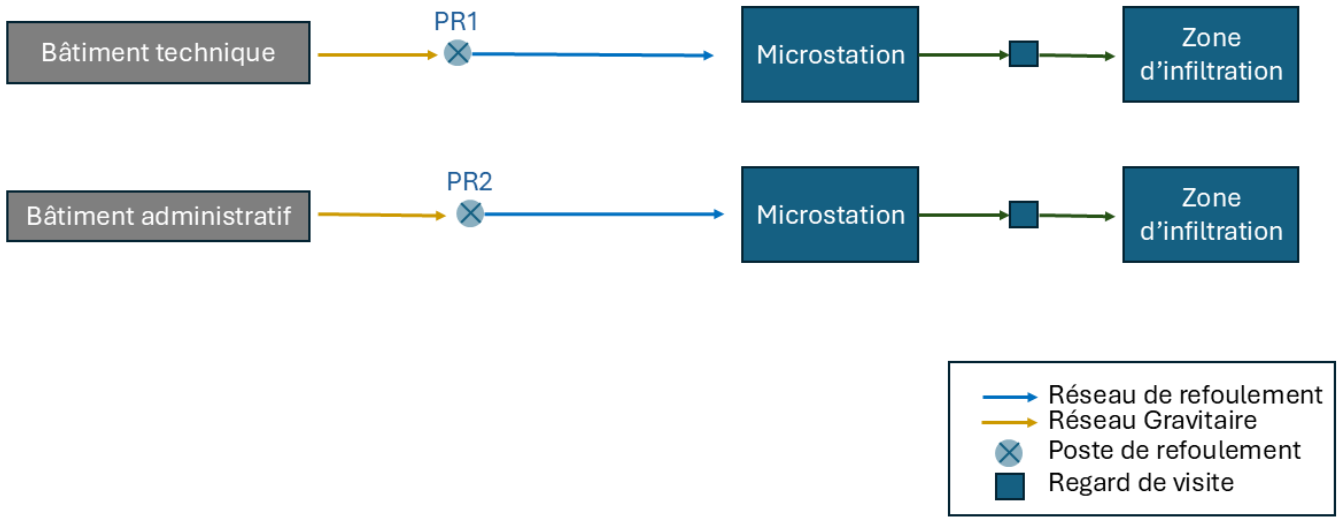


Figure V.1 : synoptique de la solution retenue

Ainsi, il est retenu la mise en œuvre de **deux microstations autonomes conformes NF EN 12566-3 +A2**, avec leur dispositif d'infiltration, dimensionnées comme suit :

V. 3. 1. Microstation du bâtiment technique (8 EH)

Microstation OXYFIX C-90 MB 10–11 EH ou équivalent.
La capacité hydraulique nominale de l'unité est **≈ 1,65 m³/j**, pour un besoin de **1,20 m³/j**, soit une **marge ≈ + 37,5 %**.
La capacité **organique** est **≈ 0,66 kg DBO_5/j** pour un besoin de **0,48 kg/j**, soit **≈ + 37,5 %**. Cette marge maîtrisée est favorable à l'absorption des pointes (douches/changements de poste) et reste compatible avec une exploitation stable.

V. 3. 2. Microstation du bâtiment administratif (16 EH)

Microstation OXYFIX C-90 MB 18–20 EH ou équivalent.
La capacité hydraulique nominale est **≈ 3,00 m³/j** pour un besoin de **2,40 m³/j** (**≈ + 25 %**), et la **capacité organique ≈ 1,20 kg DBO_5/j** pour un besoin de **0,96 kg/j** (**≈ + 25 %**).
Cette marge offre de la robustesse vis-à-vis des variations quotidiennes (réfectoire, pics sanitaires) sans surdimensionnement excessif.

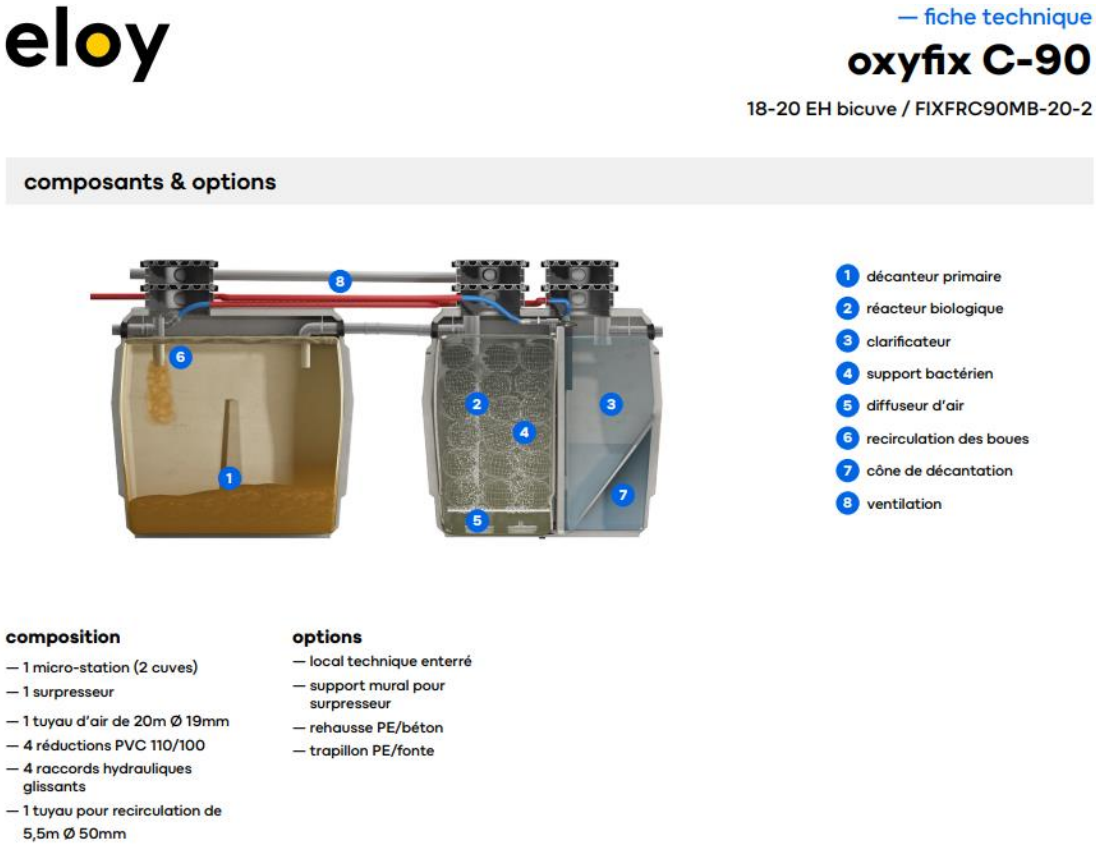


Figure V.2 : Présentation d'une microstation OXYFIX C-90 MB (source : Eloy)

Dans les deux cas, l'alimentation des ouvrages se fera à l'aide d'un poste de relevage amont qui garantira les pentes de collecte. En aval, les eaux traitées seront dirigées vers un dispositif d'infiltration sans exutoire de surface.

V. 4. Performances, conformité et interfaces réglementaires

Les microstations sélectionnées sont **conformes NF EN 12566-3 +A2** (marquage CE) et visent des qualités d'effluents en sortie **≤ 35 mg/L DBO_5**, **≤ 125 mg/L DCO** et **≤ 30 mg/L MES**, compatibles avec le dispositif d'infiltration retenu.

Paramètre	Valeur cible
DBO_5	< 35 mg/L
DCO	< 125 mg/L
MES	< 30 mg/L

Leur implantation et leur raccordement seront adaptés au contexte géotechnique et hydrogéologique (cf. paragraphe III) et respecteront les exigences réglementaires (cf. paragraphe IV), et notamment :

– Les exigences locales rappelées en section IV (distances aux limites/captages, interdiction de rejet en pluvial/milieux superficiels, absence de stagnation).

– Des postes de relevage et des microstations conçus pour une installation dans la nappe (lestage/ancrage).
– Une zone d'infiltration de 1 m minimum au-dessus du niveau de la nappe

V. 5. Exploitation, maintenance et prescriptions particulière

L'exploitation comprendra un suivi régulier (contrôle visuel trimestriel), une vidange du compartiment primaire tous les 2 à 4 ans selon charge réelle, et la maintenance préventive de l'aération (filtre d'air annuel, membranes environ tous les 2 ans, contrôle/ nettoyage des diffuseurs selon préconisations fabricant). Pour les postes de relevage, un contrôle périodique du panier et un essai fonctionnel annuel de la pompe et de l'alarme de niveau seront réalisés. L'ensemble des interventions sera consigné dans un registre d'exploitation et présenté au SPANC lors des contrôles de conception, d'exécution et de fonctionnement.

VI. DIMENSIONNEMENT DU DISPOSITIF D'INFILTRATION

VI. 1. Principe général

Conformément au cadre réglementaire et au contexte hydrogéologique (perméabilité représentative ≈ 8,3 mm/h ; nappe proche), l'évacuation des eaux traitées se fait sans rejet de surface et sans stagnation à l'air libre, via un des tunnels d'infiltration, un réseau de drains ou équivalent.

VI. 2. Données de dimensionnement

– Charges de référence :
  - 150 l/EH/j,
  - DBO_5 = 60 gO_2/EH/j,
  - DCO = 120 gO_2/EH/j,
  - MES = 70 g/EH/j.
– Perméabilité représentative du site : **K ≈ 2,3 × 10⁻⁶ m/s** (≈ 8,3 mm/h).
– Débit moyen journalier :
  - Bâtiment Administratif 16 EH → Q_m = 2,4 m³/j.
  - Bâtiment Technique 8 EH → Q_m= 1,2 m³/j.
– Débit de pointe retenu pour l'infiltration : $Q_d = 4 \times Q_m$ (valeur conservatrice couvrant douches, chasses simultanées, changements de poste).
– Coefficient de sécurité (variabilité K, encrassement, tolérances chantier) : C_S **= 1,30**.

VI. 3. Dimensionnement

On dimensionne la surface d'infiltration active A selon l'équilibre débit / capacité d'infiltration, avec gradient unitaire et coefficient de sécurité :

$$A = \frac{Q_d}{K} \times C_s$$

où Q_d est en m³/s (conversion 1 j = 86 400 s) et **K** en m/s.

Les résultats sont donnés dans les tableaux ci-après :

Paramètre	Symbole / Formule	Calcul	Résultat	Unité	Observation
Débit moyen	$Q_{m=\frac{2,4}{86400}}$	2,4 / 86400	$2,78 \times 10^{-5}$	m^3/s	Correspond à un débit moyen journalier de 2,4 m^3/j
Débit de pointe	$Q_{d=4\times Q_m}$	$4 \times 2,78 \times 10^{-5}$	$1,11 \times 10^{-4}$	m^3/s	Coefficient de pointe de 4 appliqué
Surface théorique d'infiltration	$A_0 = \frac{Q_d}{K}$	$1,11 \times 10^{-4} / 2,3 \times 10^{-6}$	48,31	m^2	Calculée à partir de la perméabilité $K = 2,3 \times 10^{-6}$ m^3/s
Surface avec coefficient de sécurité	$A = A_0 \times 1,30$	$48.31 \times 1,3$	62,8	m^2	Majorée de 30 % pour sécurité et marge d'exploitation

Tableau VI-1 : dimensionnement du dispositif d'infiltration du bâtiment administratif

A la vue de ces résultats, la surface d'infiltration retenue pour le bâtiment technique est de 70 m².

Paramètre	Symbole / Formule	Calcul	Résultat	Unité	Observation
Débit moyen	$Q_{m=\frac{1,2}{86400}}$	1,2 / 86400	$1,39 \times 10^{-5}$	m^3/s	Correspond à un débit moyen journalier de 1,2 m^3/j
Débit de pointe	$Q_{d=4\times Q_m}$	$4 \times 1,39 \times 10^{-5}$	$5,56 \times 10^{-4}$	m^3/s	Coefficient de pointe de 4 appliqué
Surface théorique d'infiltration	$A_0 = \frac{Q_d}{K}$	$5,56 \times 10^{-5} / 2,3 \times 10^{-6}$	24,15	m^2	Calculée à partir de la perméabilité $K = 2,3 \times 10^{-6}$ m^3/s
Surface avec coefficient de sécurité	$A = A_0 \times 1,30$	$24,15 \times 1,3$	31,4	m^2	Majorée de 30 % pour sécurité et marge d'exploitation

Tableau VI-2 : dimensionnement du dispositif d'infiltration du bâtiment technique

A la vue de ces résultats, la surface d'infiltration retenue pour le bâtiment technique est de 40 m².

VI. 4. Solution technique retenue pour la zone d’infiltration

Le dispositif d’infiltration reçoit les eaux traitées en sortie de microstation et assure la répartition homogène des eaux usées via un ensemble de tunnels d’infiltration. Chaque unité comprend :

– un regard tampon étanche en sortie de microstation ;
– Des tunnels d’infiltration par emboîtement
– Des regards intermédiaires
– Un lit de cailloux de drainage avec géotextile
– Un regard de visite en aval pour contrôle et curage.

De ce fait, le dispositif d’infiltration proposé sera constitué de tunnels d’infiltration modulaires type GRAF EcoBloc Inspect 420 Basic ou équivalent, posés sur un lit de gravier lavé et enveloppés d’un géotextile filtrant.

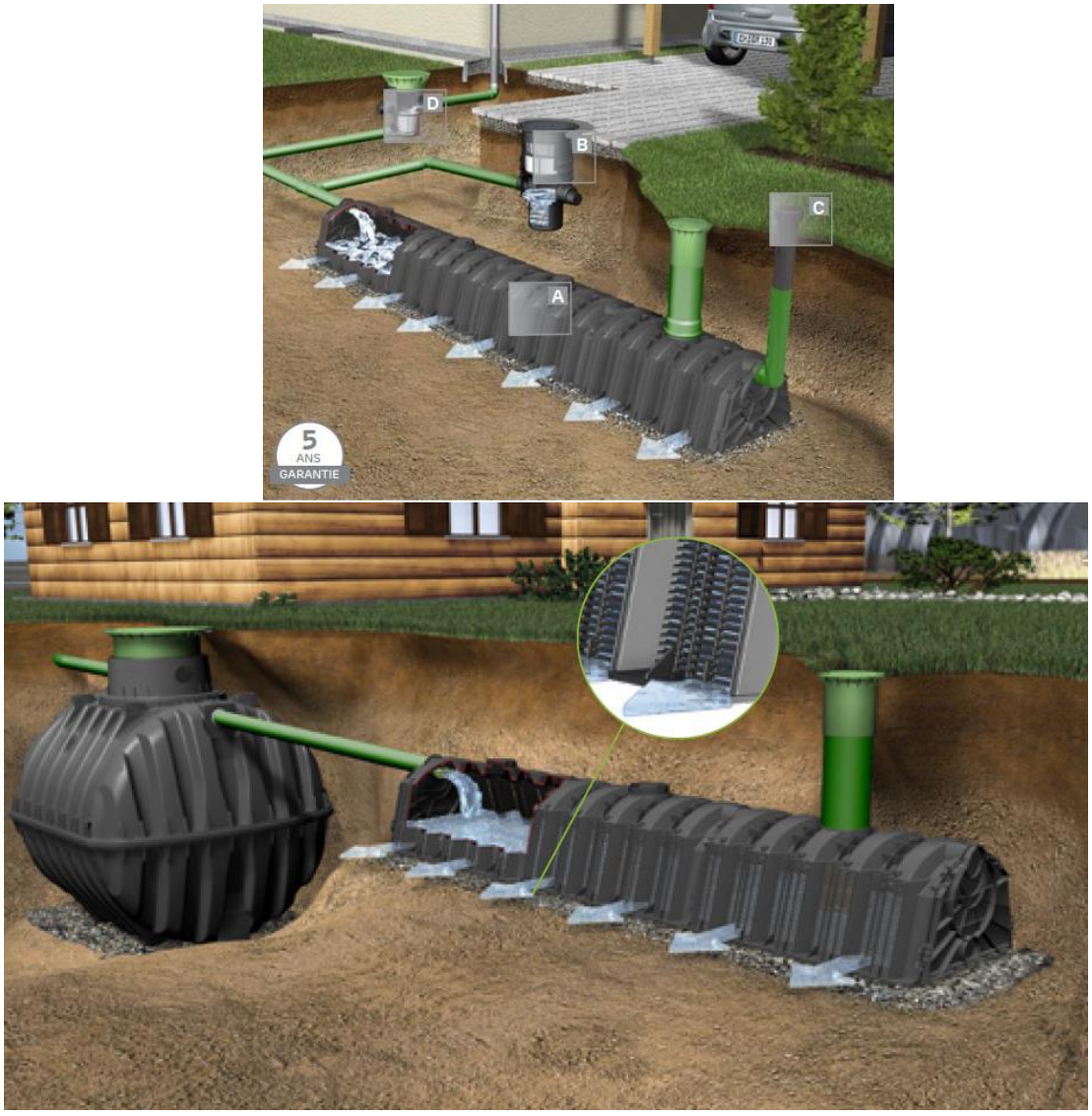


Figure VI.1 : illustration de tunnels d'infiltration (source : GRAF)

Ces tunnels permettent une installation modulable. Le système est composé de tunnels installés en série, de parois aux extrémités, d’un évent et de géotextile.

Les caractéristiques des systèmes d'infiltrations sont les suivantes (Source GRAF) :

Caractéristiques	Bâtiment administratif	Bâtiment Technique
Fonction	Infiltration des eaux usées traitées dans le sol	Infiltration des eaux usées traitées dans le sol
Matériau	Polyester, PE ou équivalent	Polyester, PE ou équivalent
Dimensions unitaires des tunnels Longueur / largeur/ Hauteur (en mm)	9340 / 800 / 510	4700 / 800 / 510
Raccordements	DN 110, 160, 200 ou 315 selon besoin hydraulique	DN 110, 160, 200 ou 315 selon besoin hydraulique
Accessoires	- Regard d'inspection DN 200 - Regard de répartition avec joint profilé - Évent DN 110 avec tuyau - Géotextile entourant les tunnels	- Regard d'inspection DN 200 - Regard de répartition avec joint profilé - Évent DN 110 avec tuyau - Géotextile entourant les tunnels

Le dispositif d'infiltration ainsi conçu et dimensionné garantit une évacuation maîtrisée des eaux traitées, conforme aux prescriptions de la norme NF-P-16-007 et aux contraintes géotechniques et hydrogéologiques du site de Fos-sur-Mer.

VII. IMPLANTATION, ACCESSIBILITE ET CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

L'implantation des ouvrages d'assainissement a été définie en cohérence avec la topographie, la position des bâtiments et les contraintes hydrogéologiques du site.
Chaque bâtiment (administratif et technique) disposera d'un poste de relevage dédié, installé en pied de bâtiment, permettant de refouler les effluents vers la microstation correspondante.

Ce choix répond à la faible pente naturelle du site et garantit un fonctionnement gravitaire optimal des ouvrages de traitement situés en aval.
Chaque microstation sera ensuite reliée à son dispositif d'infiltration assurant l'évacuation maîtrisée des eaux traitées.

Les ouvrages seront implantés :

– en aval hydraulique des bâtiments concernés,
– à une distance minimale de 5 m des façades,
– et dans une zone non circulée, réservée aux espaces verts, afin d'éviter tout risque de surcharge mécanique.

Les réseaux d'eaux usées convergeront vers le poste de relevage, puis vers la microstation, avant d'être répartis dans le dispositif d'infiltration.

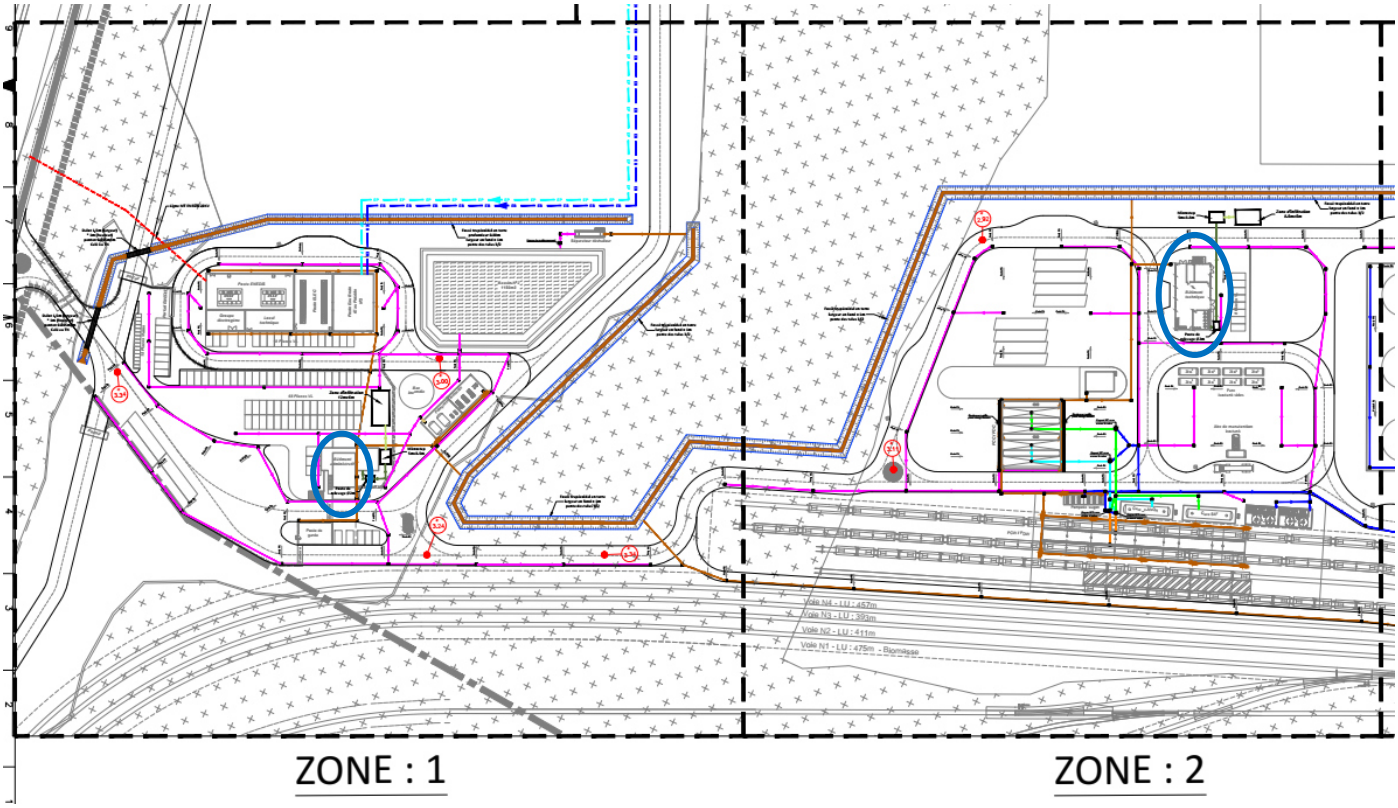


Figure VII.1:Localisation des bâtiments technique et administratif sur le site de Néocarb

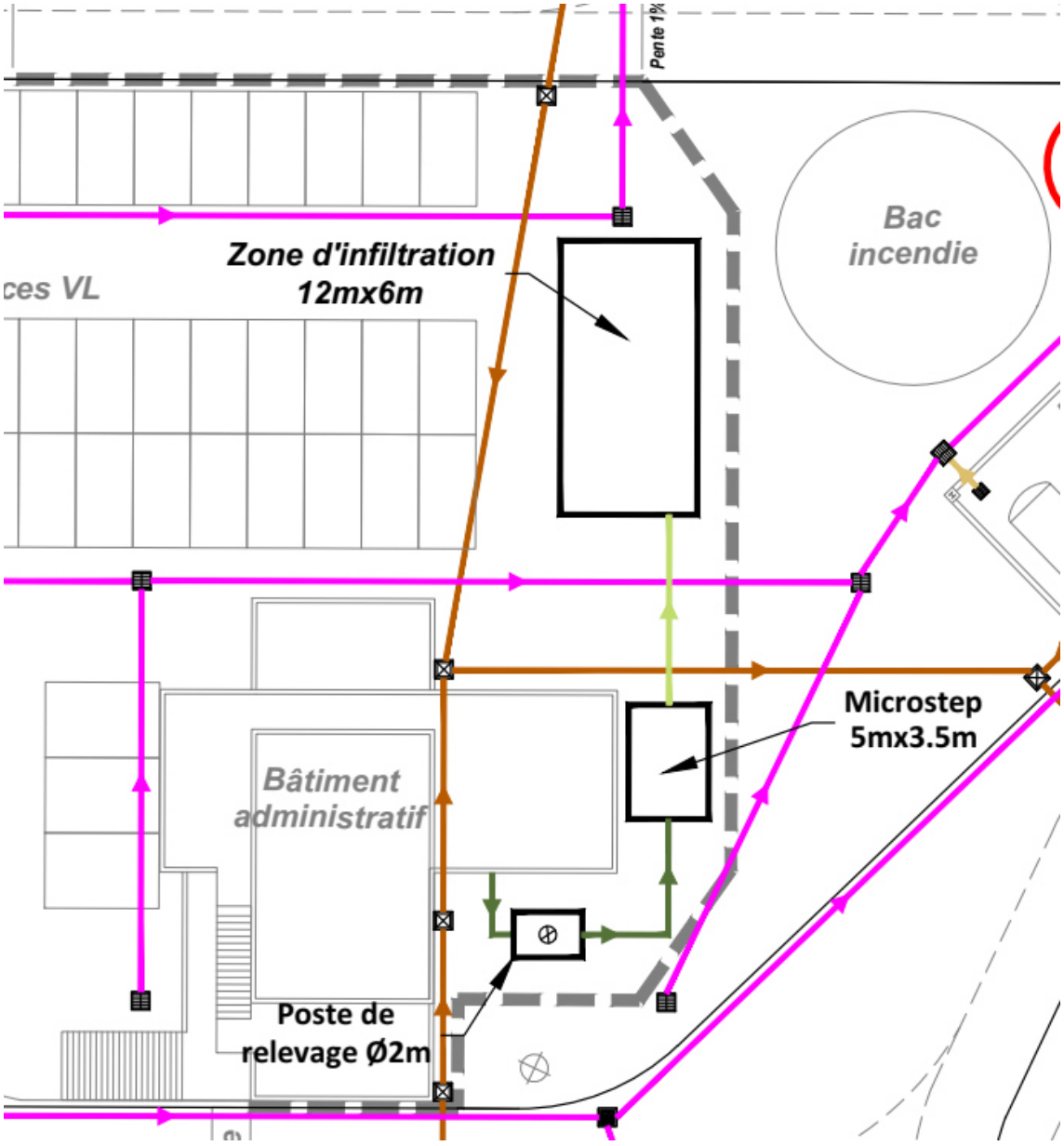


Figure VII.2: proposition d'emplacement du dispositif d'assainissement du bâtiment administratif

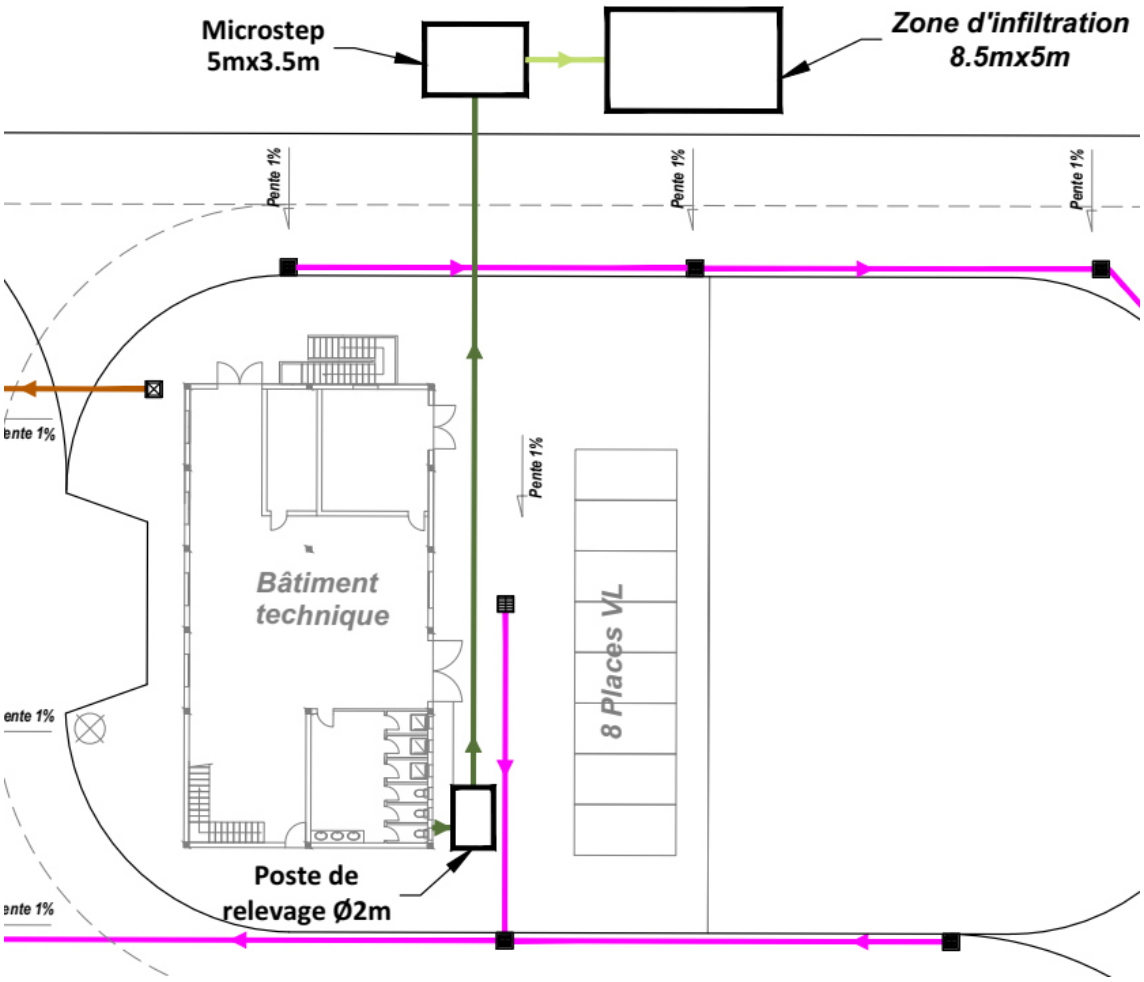


Figure VII.3 : Proposition d'emplacement du système d'épuration du bâtiment technique

VIII. CONTROLE ET CONFORMITE REGLEMENTAIRE

VIII. 1. Conformité des équipements

Les microstations OXYFIX C-90 MB disposent :

– d'un agrément ministériel délivré par le Ministère de la Transition Écologique ;
– d'une certification CE conforme à la NF EN 12566-3 +A2 ;
– de performances épuratoires validées par essais en station d'essai agréée (CSTB / PIA).

Les dispositifs d'infiltration sont conformes à la norme NF-P-16-007 et aux recommandations pour sols à nappe affleurante.

Tous les matériaux utilisés (graviers lavés, géotextiles, drains PVC, modules d'infiltration) devront être certifiés et tracés par fiches techniques, jointes au dossier de récolement remis en fin de chantier.

VIII. 2. Obligations du maître d'ouvrage et de l'exploitant

Le maître d'ouvrage (Elyse Energy) s'engage à :

– faire réaliser les travaux par une entreprise qualifiée ANC ;
– tenir à jour le carnet d'entretien des installations (vidanges, maintenances, interventions) ;
– informer le SPANC de toute modification du système d'assainissement ;
– respecter les périodicités de vidange et d'entretien préconisées par le fabricant (2 à 4 ans pour les microstations).

L'exploitant ou gestionnaire du site sera chargé de l'entretien courant et du suivi technique des équipements (vérification des alarmes, contrôle visuel, curage des regards).

VIII. 3. Suivi et maintenance

Le suivi des installations devra être assuré de manière continue :

– Contrôle annuel de l'aération, des regards et du fonctionnement des pompes de relevage ;
– Vidange périodique des boues de la microstation (tous les 2 à 4 ans) par une entreprise agréée ;
– Inspection visuelle du dispositif d'infiltration (écoulement, absence d'odeurs ou d'eaux stagnantes) ;
– Remplacement préventif des pièces d'usure (membranes de surpresseur, flotteurs de pompe).

Un rapport d'entretien annuel sera archivé par l'exploitant et mis à disposition du SPANC lors des contrôles réglementaires.

IX. CONCLUSION

Le projet NeoCarb, porté par Elyse Energy sur le domaine du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), s'inscrit dans une démarche de développement industriel durable, associant performance technologique et respect des contraintes environnementales locales.

L'étude menée par Setec Hydratec a permis de définir une solution d'assainissement non collectif complète et conforme à la réglementation, adaptée aux caractéristiques spécifiques du site de Fos-sur-Mer.

Sur la base des hypothèses retenues, qui sont de16 équivalents-habitants (EH) pour le bâtiment administratif, et 8 équivalents-habitants (EH), soit deux microstations distinctes pour les deux bâtiments, les investigations géotechniques ont mis en évidence :

– un sol sablo-limoneux modérément perméable ($K = 2{,}3\times10^{-6}$ m/s) ;
– une nappe phréatique superficielle, imposant une garde minimale de 1 m sous les dispositifs d'infiltration ;
– et un relief plat, nécessitant la mise en place d'un poste de relevage en amont de chaque microstation.

Le choix s'est ainsi porté sur deux filières composées pour chacune d'elle d'un poste de relevage, d'une microstation conforme à la norme NF EN 12566-3 +A2, et d'un dispositif d'infiltration par tunnel d'infiltration de 40 m² pour le bâtiment technique, et 70 m² pour l'administratif.
Cette configuration respecte les exigences réglementaire et garantit :

– une épuration performante et stable dans le temps ;
– une infiltration maîtrisée des eaux usées traitées ;
– une protection efficace de la nappe phréatique ;
– et une intégration harmonieuse dans l'environnement du site.

Le dispositif respecte l'ensemble des prescriptions techniques de la norme NF-P-16-007, des arrêtés du 7 septembre 2009 et du 21 juillet 2015, ainsi que l'arrêté préfectoral interdisant le rejet vers le milieu naturel ou pluvial.
Les ouvrages seront soumis à la validation préalable du SPANC avant exécution, puis à un contrôle de conformité et de bon fonctionnement périodique.

L'installation proposée offre donc une solution fiable, durable et conforme aux exigences réglementaires et environnementales, assurant la pérennité du système d'assainissement du site NeoCarb.
Elle traduit la volonté du maître d'ouvrage de s'inscrire dans une logique de performance environnementale et de maîtrise des impacts hydriques sur le territoire portuaire de Fos-sur-Mer.

ANNEXE 13 : 60060-RAPPORT-MEMOIRE-TECHNIQUE-IMPERMEABILISATION-V3, OCTOBRE 2025), SETEC HYDRATEC

PROJET NEOCARB PLATEFORME INDUSTRIALO-PORTUAIRE DE PRODUCTION DE MOLECULES BAS-CARBONE SUR LA ZIP DE FOS-SUR-MER

Mémoire technique imperméabilisation

60060 | octobre 2025 – V3 | SZL

Setec hydratec
3 Chemin des Gorges de Cabriès
13127 Vitrolles
Courriel : hydratec@hydra.setec.fr
T : 04 86 15 62 50

Directeur de projet	GFL
Responsable d'affaire	SZL
N° Affaire	60060

Fichier : 60060-Rapport-memoire-technique-impermeabilisation-V3.docx

V.	Date	Établi par	Approuvé par	Nb. pages	Observations / Visa
V3	octobre 2025	L.SUZAN	G.FOURNEL	50	Mise à jour §III.1.4
V2	Oct. 2025	L.SUZAN	M.ROMANO	49	Prise en compte de l'évolution de la plateforme, des voies ferrées
V1	Juil. 2025	L.SUZAN	M.ROMANO	42	Première version

TABLE DES MATIERES

I. CONTEXTE 6

I. 1. Analyse du site d'étude 6

I. 1. 1. Les études antérieures 6

I. 1. 2. Le sol 7

I. 1. 3. Le contexte hydrogéologique 7

I. 1. 4. Le contexte hydrographique 11

I. 2. Connaissance et exigences règlementaires 13

I. 2. 1. PLU de Fos-sur-Mer 13

I. 2. 2. PLU de Port-Saint-Louis-du-Rhône 15

I. 2. 3. La doctrine de principes de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement dans les Bouches du Rhône 15

I. 2. 4. Guide de pollution d'origine routière 16

I. 3. Interface avec les projets existants 17

II. FONCTIONNEMENT DE L'ETAT ACTUEL 20

II. 1. Calcul des débits de pointe à l'état initial 20

II. 1. 1. Caractérisation des sous-bassins versants 20

II. 1. 2. Coefficients de ruissellement 22

II. 1. 3. Calcul du débit de pointe : Méthode rationnelle 25

III. EVOLUTION DES TERRAINS A L'ETAT PROJET DE LA PHASE 1 DU PROJET ELYSE 28

III. 1. Evolution de l'imperméabilisation sur la parcelle 29

III. 1. 1. Compensation à l'imperméabilisation selon le PLU 29

III. 1. 2. Volume de rétention selon la doctrine DDTM 13 en cas d'infiltration à la parcelle 30

III. 1. 3. Volume de rétention selon la doctrine DDTM 13 en cas de rejet dans un réseau 32

III. 1. 4. Rejet en mer 33

III. 2. Traitement de la pollution accidentelle 38

III. 3. Traitement de la pollution chronique 38

III. 4. Drainage des points bas de la plateforme 42

IV. SYNTHESE DE LA SOLUTION PRECONISEE 45

IV. 1. Calage de l'exutoire 45

IV. 2. Les bassins de confinement et synoptique du réseau 46

I. CONTEXTE

I. CONTEXTE

Le projet NéoCarb correspond à la création de la plateforme industrialo-portuaire permettant d'accueillir les unités industrielles de production de e-méthanol et d'e-kérosène, ainsi que les utilités associées.

Ce dernier se déroule en deux actes :

- Acte 1 : NeoCarb Log : qui a pour objectif l'aménagement du foncier et des infrastructures logistiques ;
- Acte 2 : NeoCarb PROD correspondant à l'implantation des unités industrielles de production.

Dans le cadre du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale Unique (DDAEU), une étude d'impact est réalisée. Celle-ci permet de présenter le fonctionnement actuel du site du point de vue environnemental, la description des impacts du site sur son environnement et la présentation des mesures mises en œuvre pour réduire les impacts du site et l'étude des effets cumulés avec les industries déjà présentes.

La mission portée par Setec Hydratec comporte plusieurs volets.

Ce premier rapport traite de la thématique gestion des eaux pluviales. Il comprend :

- L'analyse du fonctionnement initial du site d'étude d'un point de vue hydraulique et hydrogéologique ;
- La présentation des éléments de compensation à l'imperméabilisation.

Un second rapport traitera la thématique du risque inondation de manière spécifique, en analysant la dynamique du secteur et l'incidence hydraulique du projet d'aménagement.

I. 1. Analyse du site d'étude

L'analyse de l'état initial est basée sur les éléments suivants :

- Les documents existants mis à disposition ;
- Les textes règlementaires applicables.

I. 1. 1. Les études antérieures

Les études/documents traitant de la thématique hydraulique au sens large à dispositions sont les suivants :

- Le rapport du diagnostic environnemental des parcelles A142 et AC58(Zone Nord) et AC58(Zone Sud) – réalisé par ICF Environnement pour le compte d'ASCOFIEL – mai 2018 ;
- Le Dossier de concertation préalable du public du 25 novembre 2024 ou 20 janvier 2025 et ses compléments, les fiches thématiques.
- Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM), Mission A110, DIAG, PG et EQRS selon la norme NF X31-620 réalisée par EODDS ingénieurs conseils pour le compte d'ASCOFIELDS – octobre 2024
- Etude d'incidence, du point de vue inondabilité, sur différents secteurs de la ZIP de Fos en vue du remblaiement de plateformes Secteur INNOVEX, Egis pour le GPMM – Mai 2019
- Note de cadrage environnemental pour aider au choix de l'implantation, Naldeo Technologies & Industries, ELYSE ENERGY – mai 2023.
- Etudes pré-opérationnelles et réalisation des dossiers réglementaires relatifs au Code de l'Environnement du projet de dessertes du Caban – Môle central ; Etude et dimensionnement de l'assainissement pluvial des scénarios routiers – SUEZ Consulting pour Marseille Fos – Mars 2025
  Etude des sols impactés par le projet – SUEZ Consulting pour Marseille Fos – Mars 2025

- Travaux de viabilisation du lotissement INNOVEX, Gestion des eaux pluviales – ERG Environnement – Janvier 2019.

I. 1. 2. Le sol

La zone d'étude est située sur des sables, des vases et des limons holocènes déposés par la mer et pendant la création de la darse n°1.

Les formations superficielles sont plutôt à dominante sablo-limoneuses jusqu'à environ -10 m NGF, cote à partir de laquelle on retrouve le toit des Cailloutis de Crau (Source Etude des dols de SUEZ Consulting).

I. 1. 3. Le contexte hydrogéologique

La masse d'eau présente à proximité de la zone d'étude est la nappe libre « Callouitis plio-quaternaires de la plaine de la Crau ».

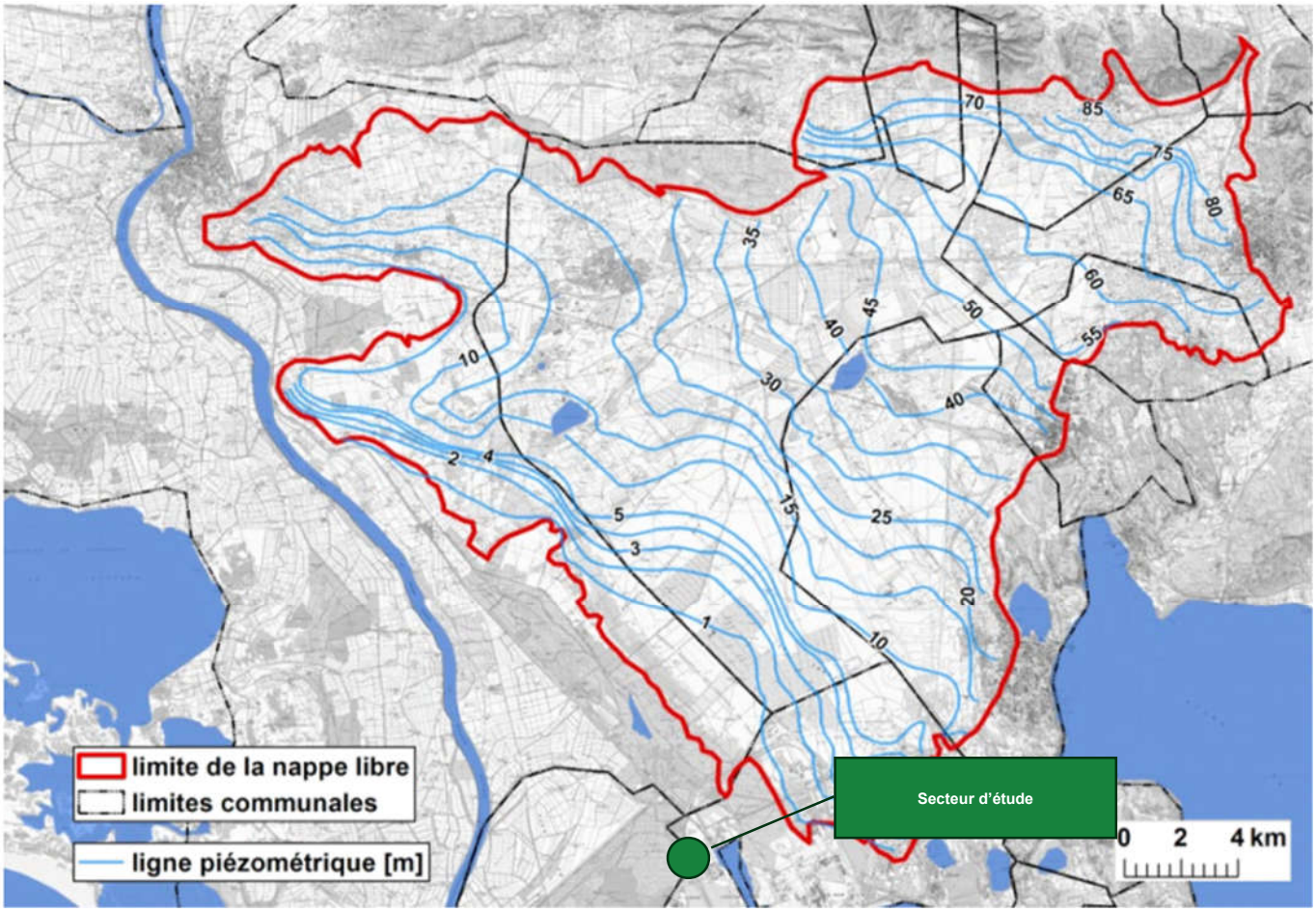


Figure I-1 : Limites et piézométrie de la nappe de la Crau (Source Symcrau)

Le sens d'écoulement des eaux souterraines est orienté du Nord en direction du Sud, vers la mer Méditerranée. Toutefois le site est en relation avec la masse d'eau souterraine « Limons et alluvions quaternaires du Bas Rhône et de la Camargue » (FRDG504) qui est considérée comme une nappe libre ce qui la rend **vulnérable aux pollutions.**

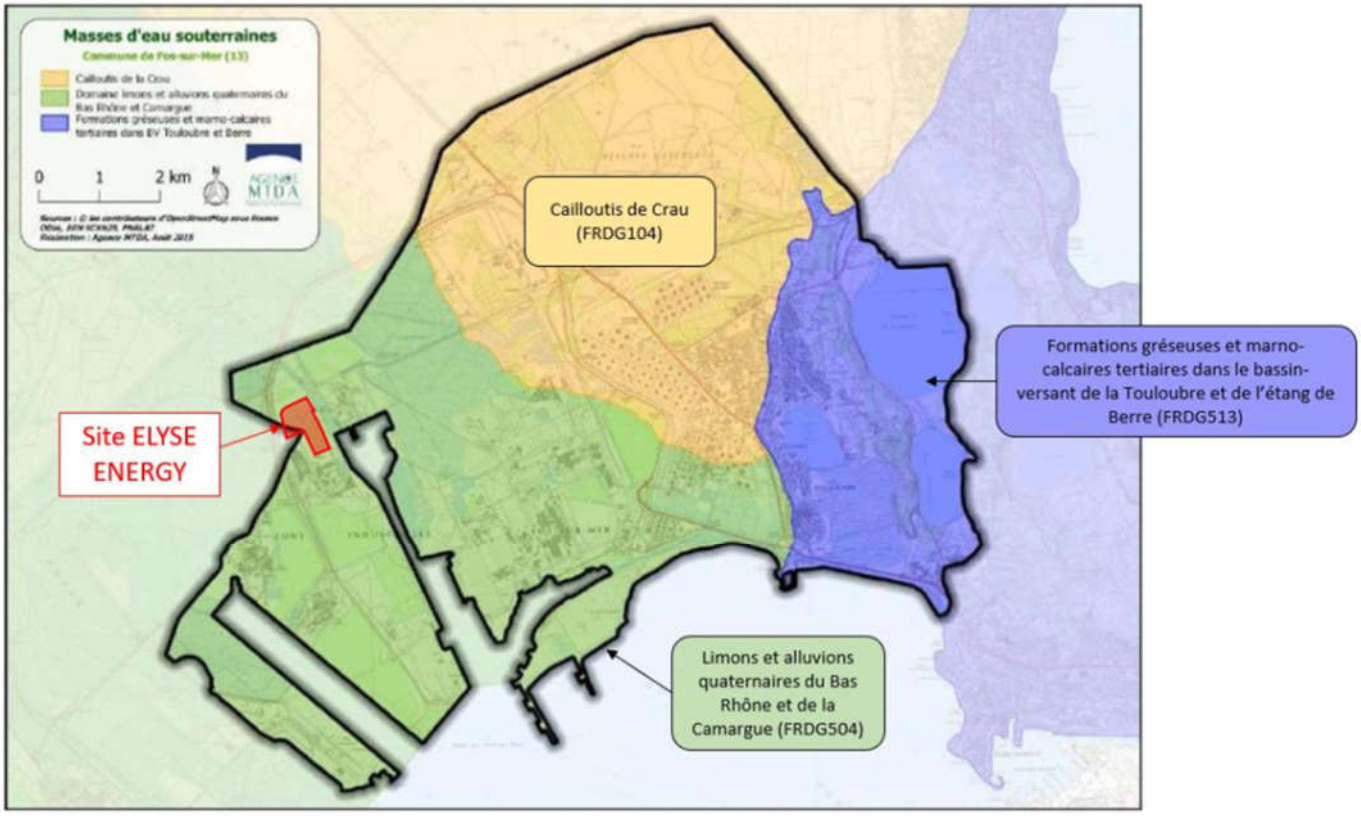


Figure I-2 : Masses d'eau souterraines (Source : Naldeo)

Le niveau de la nappe phréatique est considéré comme proche de la surface, avec une profondeur estimée de 0 à 2,5 mètres de profondeur ce qui la rend vulnérable aux pollutions de l'activité humaine et industrielle.

Les études menées par le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) dans le cadre de la desserte de la parcelle précisent les éléments suivants :

- Le niveau des plus hautes eaux de la nappe phréatique considéré est 0,80 m NGF selon le suivi réalisé par SUEZ Consulting sur le deuxième semestre 2024. **Ce niveau devra être confirmé par un suivi régulier au droit de la parcelle.**
- La perméabilité des terrains a été mesurée en deux points ponctuels à proximité de la zone d'étude

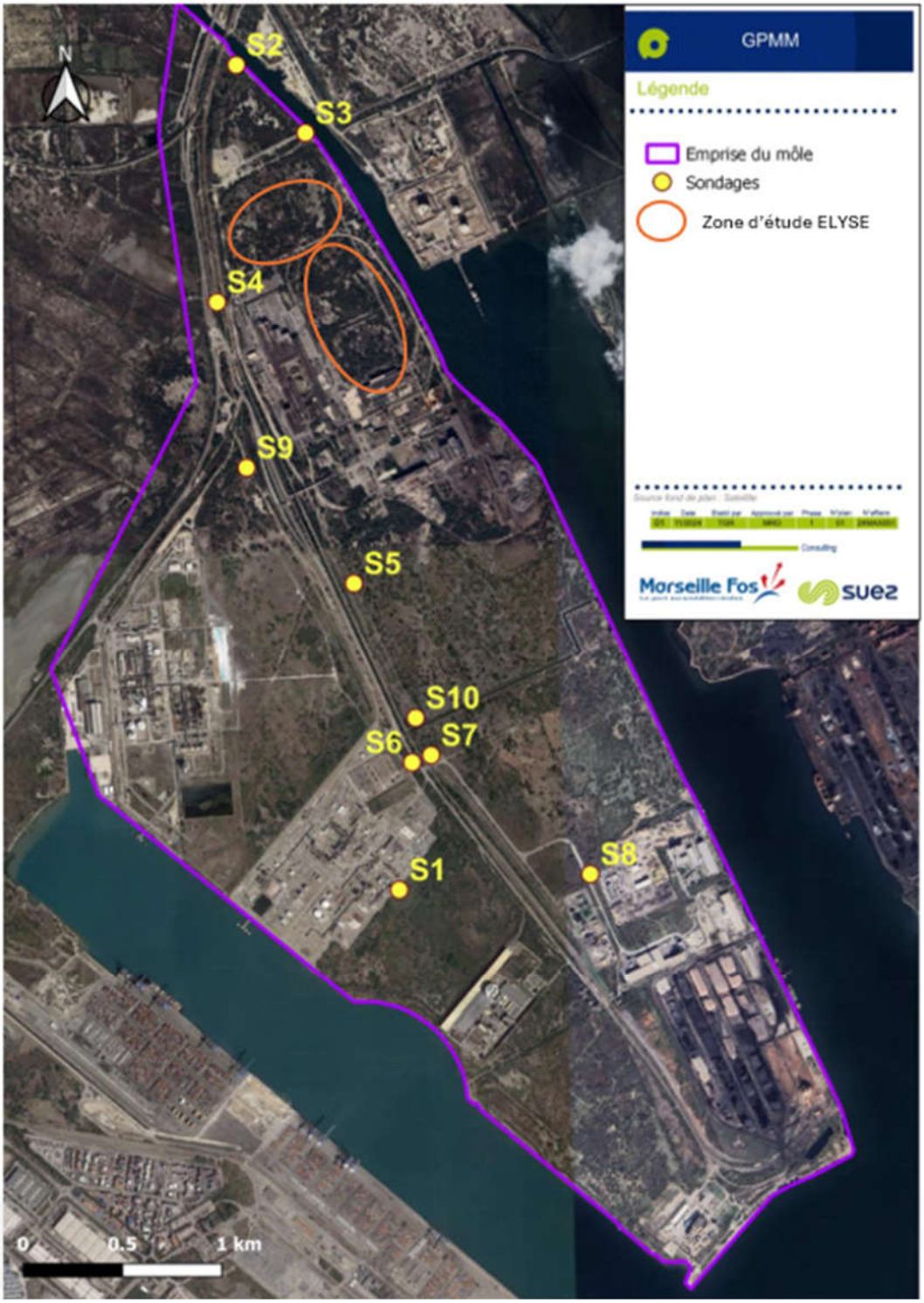


Figure I-3 : Emplacements des sondages SUEZ Consulting / GPMM (Source Suez)

Sondage	Profondeur de l'essai (m/TN)	Perméabilité (m/s)
S1	1.5 à 2.0	$9.6*10^{-7}$
	4.5 à 5.5	$1.7*10^{-5}$
S2	1.5 à 2.0	$3.9*10^{-7}$
	4.5 à 5.5	$2.5*10^{-5}$
S3	1.5 à 2.0	$2.3*10^{-6}$
	4.5 à 5.5	$4.4*10^{-5}$
S4	1.5 à 2.0	$7.2*10^{-7}$
	4.5 à 5.5	$8.4*10^{-5}$
S5	1.5 à 2.0	$4.2*10^{-7}$
	4.5 à 5.5	$2.3*10^{-5}$
S6	1.5 à 2.0	$3.1*10^{-6}$
	4.5 à 5.5	$3.0*10^{-5}$
S7	1.5 à 2.0	$2.9*10^{-6}$
	4.5 à 5.5	$2.9*10^{-5}$
S8	1.5 à 2.0	$1.1*10^{-5}$
	4.5 à 5.5	$4.8*10^{-5}$
S9	1.5 à 2.0	$4.4*10^{-5}$
	4.5 à 5.5	$1.6*10^{-5}$
S10	1.5 à 2.0	$1.4*10^{-6}$
	4.5 à 5.5	$4.5*10^{-5}$

Remarque : Un piézomètre placé au niveau de Lyondell Basell met en évidence que, à chaque pluie, le niveau de la nappe monte et fait un pallier. Actuellement, l'eau est montée à plus de 1.10 m NGF à ce piézomètre. Ce niveau peut être localement atteint sur un site d'infiltration et lorsque le niveau de nappe atteint la PHE de 0.8 m NGF. Ainsi, le lestage des bassins doit prendre en compte une charge pouvant aller jusqu'à 1.10 m NGF.

Figure I-4 : Résultats des tests de perméabilité à proximité de la zone d'étude (Source : Suez Consulting)

Les sondages les plus proches du secteur d'étude et des points potentiels de rejet au terrain naturel de l'acte 1 sont le S3 et S4. Sur ces deux points, les résultats obtenus dépendent de la profondeur au terrain naturel. On notera l'hétérogénéité et la faible perméabilité des sables en surface.

La valeur de $2{,}3.10^{-6}$ m/s sera retenue dans la suite de l'étude, elle devra être confirmée par des essais de perméabilité au droit des terrains prévus pour l'infiltration.

I. 1. 4. Le contexte hydrographique

La zone d'étude est située à proximité immédiate de la Darse n°1 en connexion directe avec la mer Méditerranée et du canal de navigation d'Arles à Bouc



Figure I-5 : Réseau hydrographique actuel

La topographie de la zone d'étude montre un secteur relativement plat, dont les cotes du terrain naturel sont comprises entre 1 mNGF et 5 mNGF.



Figure I-6 : Axes d'écoulement principaux et exutoires sur le site d'étude

La zone d'étude présente 3 points d'exutoire principaux :

- Le n°1 situé à l'ouest du site vers la voie ferrée d'Ascométal ;
- Le n°2 côté Est orienté vers le canal de navigation ;
- Le n°3 dont l'exutoire final est la darse n°1.

I. 2. Connaissance et exigences règlementaires

Le site d'étude pour le projet ELYSE ENERGY est situé dans le département des Bouches-du-Rhône et sur les deux parcelles cadastrales suivantes :

Commune	Section	Parcelle	Superficie
Fos-sur-Mer	AC	0058	2 343 155 m²
Port-Saint-Louis-du-Rhône	0A	0142	132 342 m²

Tableau I-1 : Parcelles cadastrales d'implantation du projet ELYSE ENERGY (Source Naldeo)

Le projet devra donc respecter les prescriptions du zonage UEA (PLU de Fos-sur-Mer) et du zonage 2UAEc (PLU Port-Saint-Louis-du-Rhône).

I. 2. 1. PLU de Fos-sur-Mer

La zone d'étude est située en zone 2 du règlement.

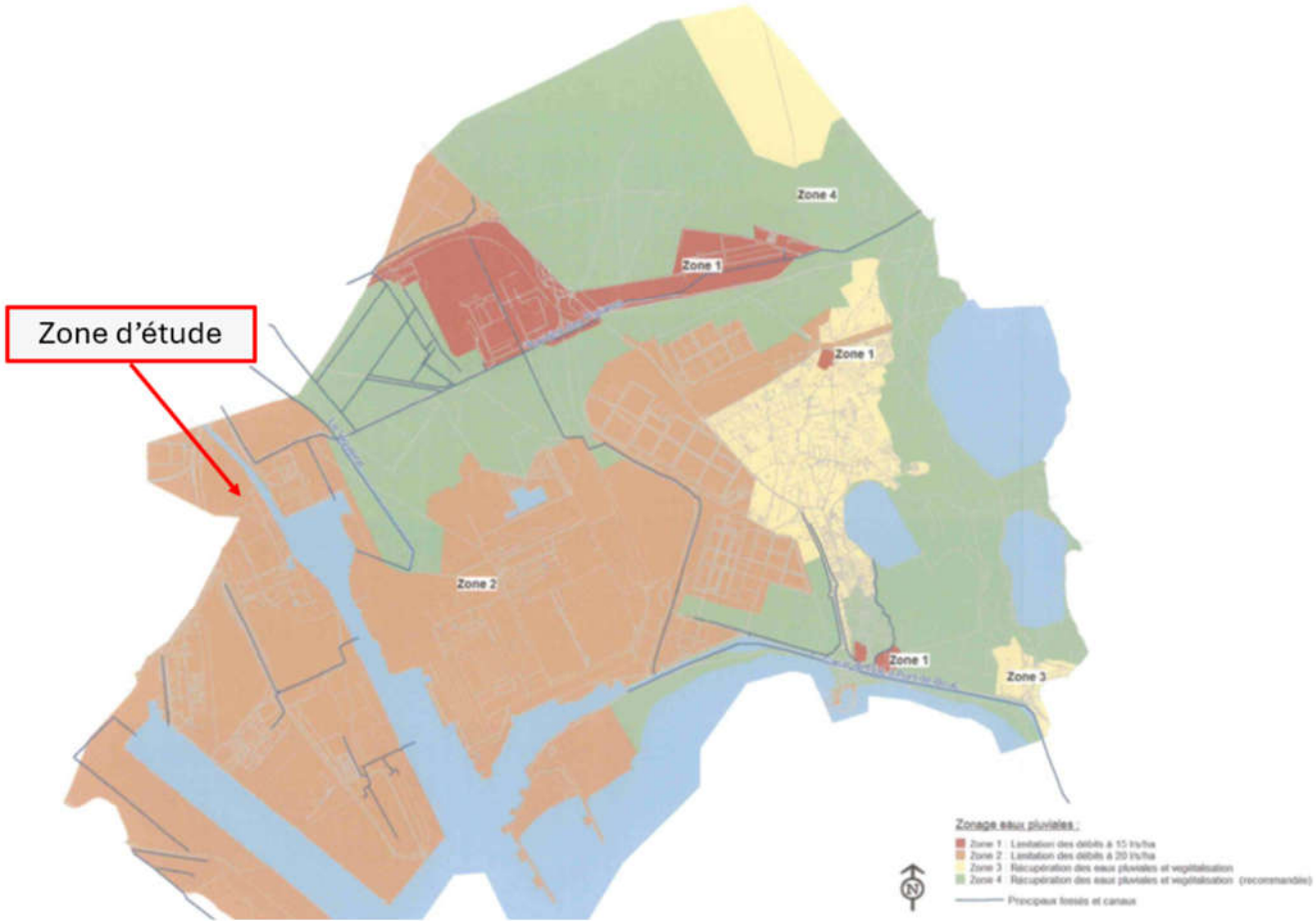


Figure I-7 : Extrait du schéma directeur d'assainissement pluvial de Fos-sur-Mer et zonage

En cas d'augmentation de l'imperméabilisation sur une unité foncière supérieure à 0,2 ha, les prescriptions à respecter sont les suivantes :

	Qf = 20 l/s/ha réel collecté
Coefficient d'imperméabilisation futur	Volume en m³ pour **un hectare de projet**
10%	0
20%	40
30%	90
40%	150
50%	230
60%	305
70%	385
80%	470
90%	560

Tableau I-2 : Prescriptions à respecter en terme d'augmentation de l'imperméabilisation selon le PLU de Fos-sur-Mer

- Volume utile dimensionné pour la pluie de période de retour 20 ans
- Débit de fuite : 20 l/s maximum par hectare de projet ;
- Débit de fuite minimal : 10l/s en cas de vidange en gravitaire ;

- Ouvrage de traitement (déshuileurs-débourbeurs) dimensionné pour des évènements pluvieux d'occurrence 2 ans, équipé d'un séparateur à hydrocarbures et d'un obturateur de sortie permettant l'isolement.

I. 2. 2. PLU de Port-Saint-Louis-du-Rhône

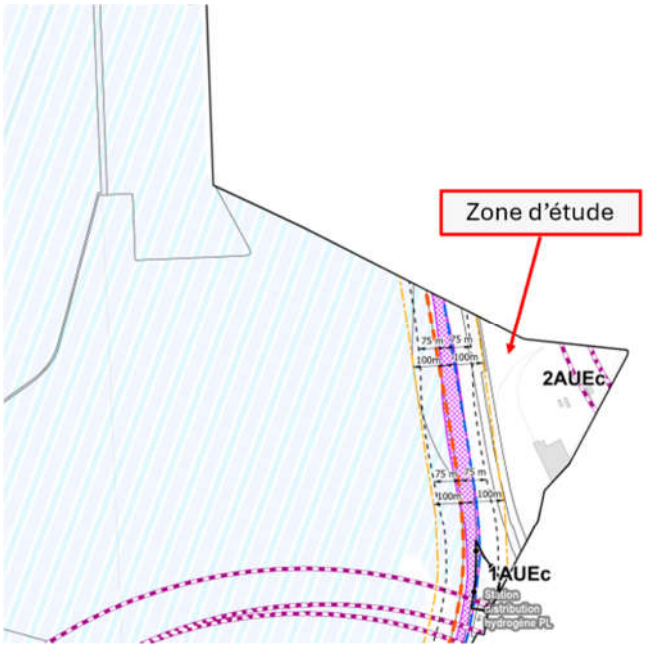


Figure I-8 : Extrait du plan local d'urbanisme de la ville de Port-Saint-Louis-du-Rhône

Sur ce secteur la gestion des eaux pluviales n'est pas règlementée, sauf pour l'aménagement des voies de circulation. Dans ce cas, l'aménageur prendra des mesures adaptées pour ne pas augmenter la pollution du milieu par les eaux pluviales.

I. 2. 3. La doctrine de principes de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement dans les Bouches du Rhône

Dans le cas de projets amenant à un rejet d'eaux pluviales sur le sol ou dans le sous-sol, l'aménageur devra proposer un plan de gestion des eaux pluviales en cohérence avec la doctrine en vigueur, dont les 2 aspects fondamentaux sont les suivants :

- La gestion du risque ruissellement /inondation via la non-aggravation de l'état initial vis-à-vis de l'aléa de référence (gestion quantitative) ;
- Le traitement de la pollution adaptée au contexte afin de ne pas mettre en cause le respect des objectifs de qualité des masses d'eau (gestion qualitative).

Les éléments suivants sont à noter :

- Une solution d'infiltration des eaux de ruissellement sur la parcelle est à privilégier.

En cas d'impossibilité :

- Le niveau de protection choisi est 30 ans en cas d'installation dans une zone industrielle ;
- Mise en place de surverse pour des périodes de retour plus grandes ;
- Le débit de fuite sera égal au débit biennal dans la limite de 20 l/s/ha aménagé ;

- Le débit de fuite supérieur à 5l/s avec un diamètre d'ouverture minimum de 100mm pour l'orifice de fuite ;
- Stockage d'une pollution accidentelle par temps sec par la mise en place d'une rétention fixe de 30m³ minimum obturable et étanche, complétée par un dispositif de by-pass.

I. 2. 4. Guide de pollution d'origine routière

D'après la note de cadrage environnemental établit par Naldéo Technologies & Industries, l'enjeu sur la nappe phréatique est estimé comme modéré du fait de la vulnérabilité de la nappe aux pollutions, compte-tenu de sa faible profondeur et de sa caractéristique de nappe libre. L'imperméabilisation du réseau et des surfaces soumises à la pollution routière est donc recommandée.

Le guide recommande la mise en place des dispositifs suivants en fonction du niveau de vulnérabilité estimé.

Zone / Ouvrage	Verte	Jaune	Rouge	Noire
Bief de confinement		X		
Fossé subhorizontal enherbé			X	
Bassin routier avec volume mort			X	X
Bassin routier de type sanitaire			X	X

Tableau I-3 : Adéquation en les zones de vulnérabilités et les ouvrages de traitement (Source GTPOR SETRA)

En l'absence d'évaluation détaillée de cette dernière pour le site d'étude, un ouvrage de type bassin routier avec volume mort est recommandé. Ce dernier permettra de traiter la pollution chronique

En cas de vulnérabilité maximale (rouge et noire) du milieu récepteur, le confinement de la pollution accidentelle par temps de pluie doit être dimensionné pour une pluie de 2 ans d'une durée de 2h au maximum.

Le volume nécessaire est calculé selon la formule suivante :

$$V_u = S_a h_{(T,t)} + V_{PA}$$

V_u : Volume utile en m3

$$S_a$$

$h_{(T,t)}$: hauteur d'eau pour une pluie biennale de durée 2h

$$h_{(2ans,2h)} = i_{2h} \times t = 0.0382\ m$$

V_{PA} : Volume de pollution est de 50m³

I. 3. Interface avec les projets existants

Le GPMM mène en parallèle une étude d'aménagement du môle central qui prévoit d'accueillir les nouvelles industries. L'aménagement d'une desserte routière est à l'étude et sera en connexion directe avec les aménagements sur le site ELYSE ENERGY.

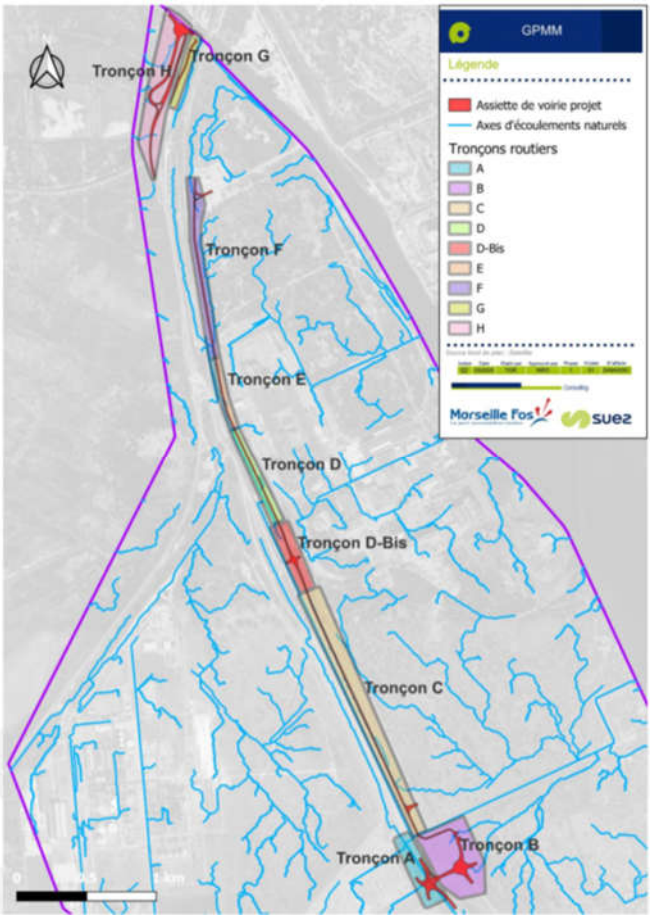


Figure I-9 : Implantation du projet routier d'aménagement du môle central (source SUEZ Consulting)

Les aménagements du tronçon F intègrent un passage aérien des voiries au droit du croisement des voies ferrées existantes. Cela permettra notamment d'assurer la transparence des écoulements existants vers la roubine existante chez Marcegaglia, augmentant de 4 m l'ouverture afin d'assurer le passage du débit centennal le long des voies ferrées vers l'ouest du terrain. Le rétablissement des écoulements est assuré de manière identique à l'état existant à savoir ruissellement sur le terrain naturel, aucun ouvrage ou fossé marqué n'est recensé et ajouté.

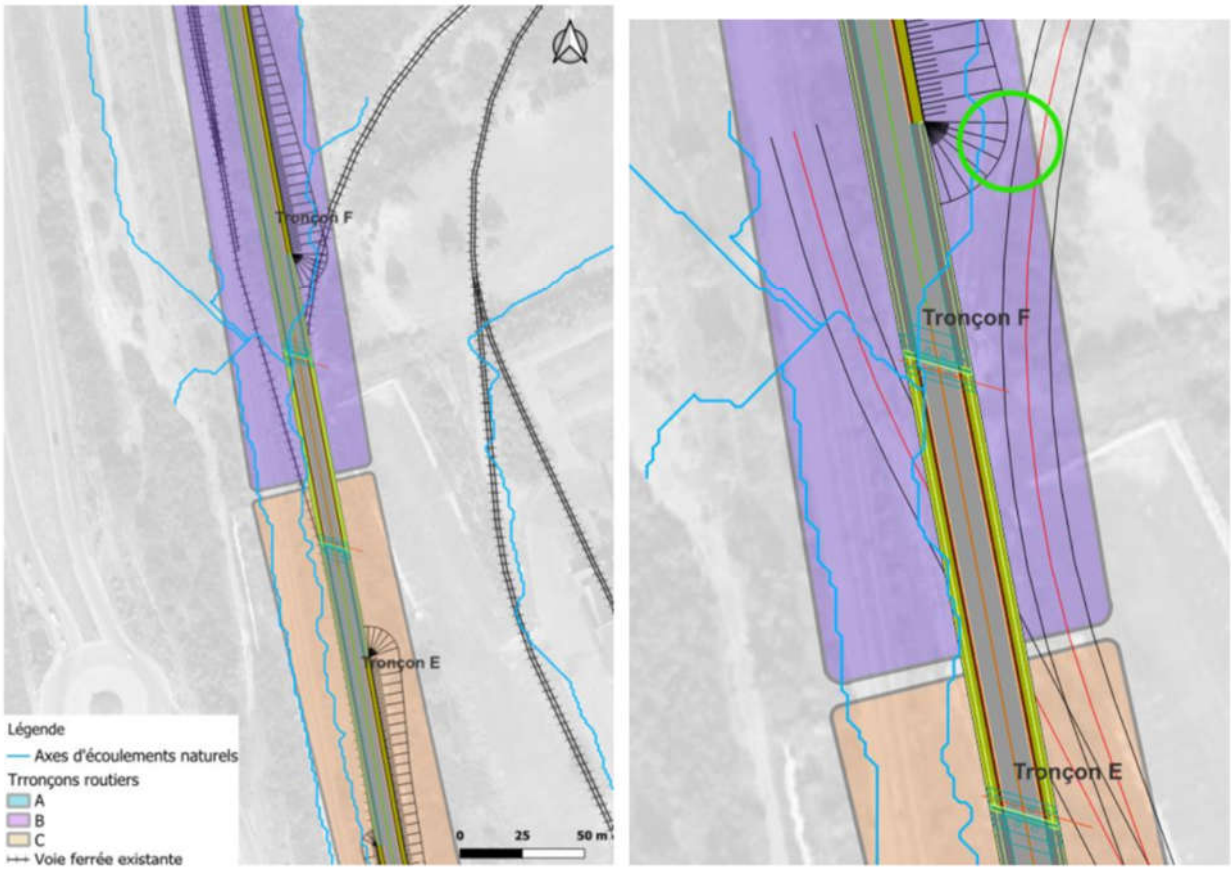


Figure I-10 : Interaction et aménagements hydrauliques du tronçon F (Source SUEZ Consulting)

Les eaux de la plateforme routière nouvelle sont collectées par un réseau de type fossé mis en place le long de la voierie et dont l'exutoire mène dans un bassin de compensation.

A noter que la solution infiltration pour le rejet du bassin n'est pas retenu dans le projet de SUEZ Consulting, car les perméabilités mesurées et présentées au paragraphe précédent I.1.3 sont faibles. $2.3.10^{-6}$ m/s au point S3 et $7.2.10^{-7}$ m/s au point S4.

Pour le présent projet, nous retiendrons les perméabilités mesurées dans les horizons supérieurs. Une vérification locale sera à réaliser pour la suite des études en lieu et place des futures zones d'infiltration si cette solution est retenue.

Aucun réseau pluvial n'est prévu en aval du bassin de compensation/traitement du tronçon F.

II. Fonctionnement de l’état actuel

II. FONCTIONNEMENT DE L'ETAT ACTUEL

Les hypothèses de calculs retenues pour les calculs hydrologiques sont conformes :

- A la doctrine 2.1.5.0 de la DDTM13

L'objectif est de quantifier l'impact du projet sur les débits.

II. 1. Calcul des débits de pointe à l'état initial

II. 1. 1. Caractérisation des sous-bassins versants

L'analyse topographique du site nous permet de délimiter les sous-bassins versants suivants. Chacun des bassins versants identifiés sur la parcelle présente un point d'exutoire.

Les éléments topographiques caractérisant les bassins versants sont les suivants :

L'analyse des chemins hydrauliques (zone d'écoulement préférentielle)

Chemin hydraulique	SBVN 1	SBVN 2	SBVN 3
Z amont m NGF	1.97	1.79	2.47
Z aval m NGF	1.67	1.53	1.12
Linéaire ml	518	126	1477
Pente m/m	0.0006	0.0021	0.0009

Tableau II-1 : Chemins hydraulique des sous-bassins-versants (SBVN) de la parcelle

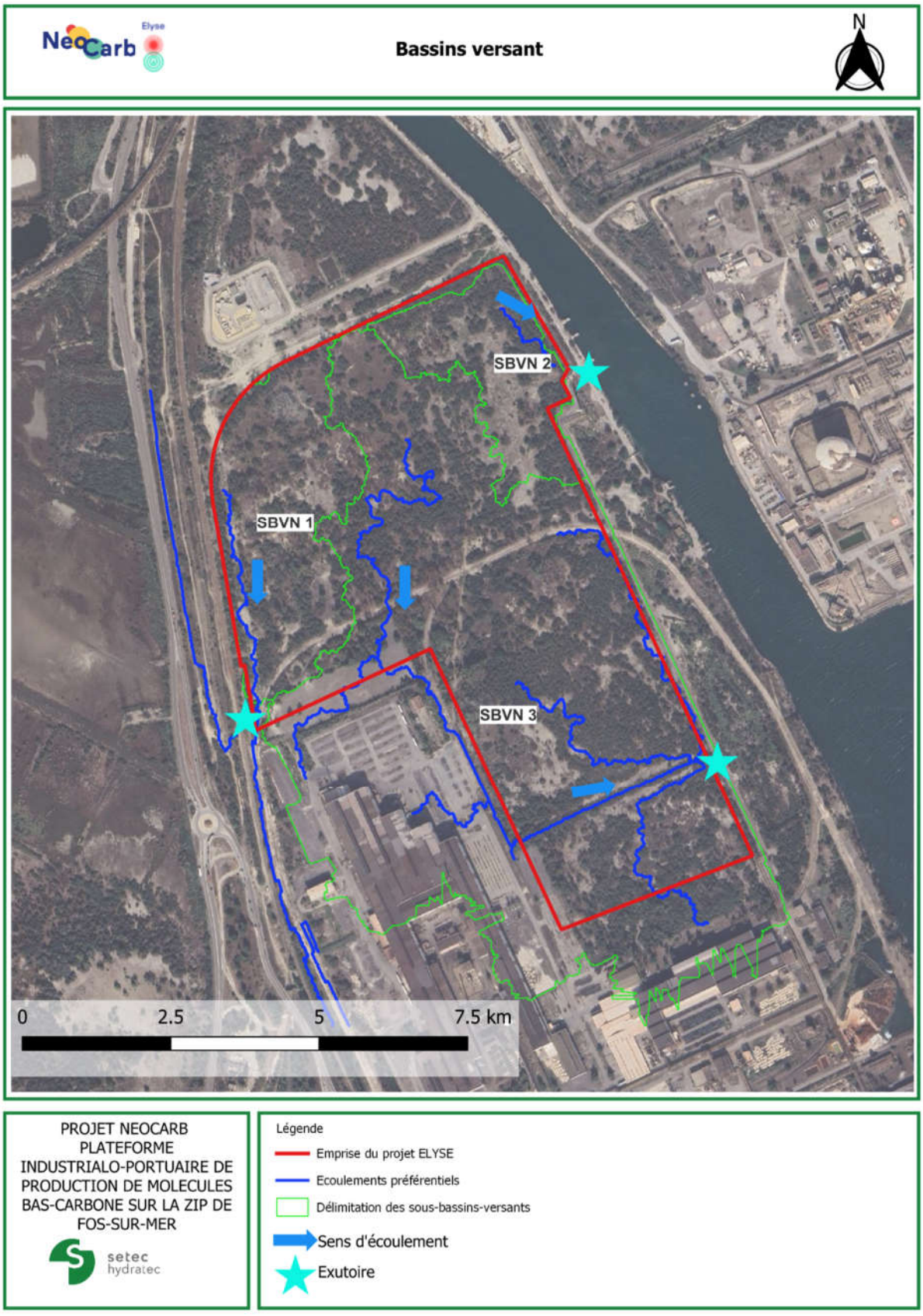


Figure II-1 : Bassins versants sur la parcelle d'étude

II. 1. 2. Coefficients de ruissellement

Les coefficients de ruissellement pris en compte sont issus de l'analyse des données de l'OCcupation du Sol à Grande Echelle l'OCS GE, une base de données de référence pour la description de l'occupation du sol de l'ensemble du territoire métropolitain et des départements et régions d'outre-mer (DROM). Elle est produite à partir des prises de vues aériennes, des données existantes extraites des bases de l'IGN, et de toutes autres données mobilisables issues de référentiels nationaux ou locaux.

La donnée disponible est datée de 2023 et permet de découper les bassins versants selon les différentes catégories d'occupation du sol suivantes :

	SBVN 1	SBVN 2	SBVN 3
Espace naturel (arbres, arbustes)	104 091	61 042	391 228
Routes	0		
Voies Ferrées	1 457		9 061
Zone industrielle (bâtiment, parking)	0		110 302
Zones compactées non revêtues (chemins, plateforme)	85	792	48 328
Surface totale (m^2)	**105 633**	**61 834**	**558 919**

Tableau II-2 : Occupation des sols pas SBVN

Les coefficients décennaux appliqués pour la suite des calculs sont les suivants :

- Espaces naturels : 0,20
- Routes : 1
- Voies ferrées : 0.70
- Zone industrielle (bâti, parking) : 1
- Zones compactées non revêtues : 0.50

Ces valeurs sont cohérentes avec les données utilisées dans les études précédentes, notamment l'étude de dimensionnement de l'assainissement pluvial des scénarios routiers de SUEZ Consulting.

Pour des périodes de retour plus importantes (T>10 ans), on appliquera la formule issue du Guide Technique d'assainissement Routier du SETRA (GTAR-2006) :

$$C_T = 0{,}8 \times \left(1 - \frac{P_0}{P_T}\right)$$

Pour C10 < 0,8 on a $P_0 = \left(1 - \frac{C_{10}}{0{,}8}\right) \times P_{10}$

P0 en mm et P10 = hauteur de pluie journalière décennale en mm.

Si C10 > 0,80 alors P0 = 0 et CT = C10

	C10	C30	C100
Espace naturel (arbres, arbustes)	0.2	0.42	0.57
Routes	1	1.00	1.00
Voies Ferrées	0.7	0.74	0.76
Zone industrielle (bâtiment, parking)	1	1.00	1.00
Zones compactées non revêtues (chemins, plateforme)	0.5	0.61	0.68

Tableau II-3 : Coefficients de ruissellement par SBVNDonnées pluviométriques

Deux sources de données sont disponibles sur le secteur d'étude :

- La donnée du PLU de Fos-sur-Mer à savoir les données Météo-France de la station d'Istres Le Tubé
- Les données de la doctrine DDTM 13

Comme le précise l'étude de SUEZ Consulting, les éléments présentés dans cette étude sont rappelés ci-après.

a) Schéma directeur des eaux pluviales de la ville de Fos-sur-Mer

L'analyse pluviométrique a été réalisée à partir des données de la station Istres – Le Tubé, référencée 13047001, altitude 23 m NGF et située à environ 9 km du centre-ville et 10 km du site d'étude.

Durée de retour	Durée de l'épisode pluvieux				
	6 min	15 min	30 min	1 h	2 h
5 ans	10.10	19.10	30.60	42.00	52.20
10 ans	12.70	22.30	35.10	49.10	62.90
20 ans	15.60	25.30	38.90	55.60	73.10
30 ans	17.50	27.10	40.80	59.20	79.10
50 ans	20.30	29.30	43.10	63.50	86.70
100 ans	24.60	32.20	45.80	69.00	97.30

Tableau II-4 : Quantiles de pluie de la station d'Istres le Tubé (Météo-France 1971-2008)

La quantité de pluie h(t) recueillie au cours d'un épisode pluvieux de durée t en minutes est estimée par la formule $h(t) = a \times t^{(1-b)}$. Les coefficients de Montana sont les suivants

Coefficient de Montana (temps en min)				
	6min < t < 2h		2h < t < 12 h	
Temps de retour	A	b	A	b
5 ans	4.07	-0.44	16.085	-0.752
10 ans	5.08	-0.46	16.031	-0.712
20 ans	6.15	-0.47	14.787	-0.662
30 ans	6.94	-0.49	13.747	-0.629
50 ans	8.05	-0.50	12.246	-0.584
100 ans	9.74	-0.53	10.179	-0.519

Tableau II-5 : Coefficient de Montana station Istres le Tubé (1971-2008)

Le rapport de SUEZ Consulting présente une analyse de l'évolution de l'hydrologie entre 2008 et 2018.

Période de retour	6min < t < 2h		2h < t < 24h	
	a	b	a	b
5	5.78	0.539	15.546	0.766
10	6.574	0.525	19.389	0.77
20	7.216	0.51	23.314	0.771
30	7.54	0.5	25.705	0.771
50	7.961	0.49	28.722	0.77
100	8.408	0.474	33.087	0.768

Tableau II-6 : Coefficients de Montana de la station Istres le Tubé (Météo France 2018)

Cette comparaison montre que les cumuls établis avec l'hydrologie retenues dans le PLU sont supérieures à ceux de 1982-2018 pour les pluies supérieures à 2h. Pour les pluies inférieures, c'est également le cas pour les plus petites périodes de retour allant jusqu'à 20 ans.

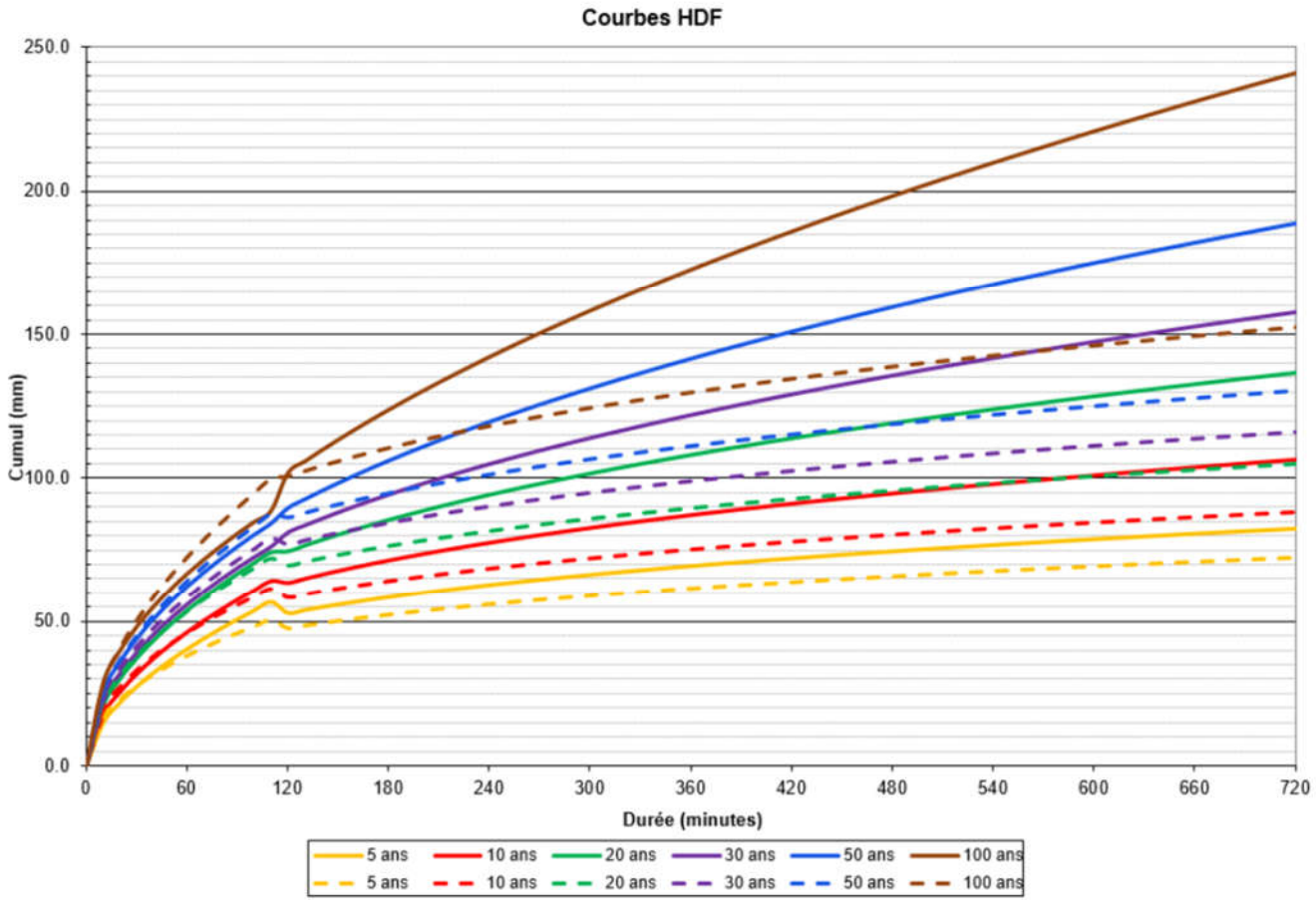


Figure II-2 : Courbes HDF des Montana calculés sur la période 1971-2008 (traits plein) et sur la période 1982-2018 (traits pointillés) (Source SUEZ Consulting)

Les cumuls du PLU sont sécuritaires dans la majorité des cas. Toutefois pour les durées inférieures à 2h et pour les périodes de retour supérieures à 20ans, un test de sensibilité pourra être effectué avec les coefficients mis à jour jusqu'à 2018.

b) Doctrine DDTM 13

D'après la doctrine 13, la zone d'étude est située dans la zone 2. Les coefficients à considérer sont les suivants :

	10 ans		100 ans	
	6 mn à 1h	>1h	6 mn à 1h	>1h
a	45	45	70	70
b	0.44	0.72	0.44	0.72
Pj (mm)	95		150	

Tableau II-7 : Coefficients de Montana issus de la doctrine Getsion des eaux pluviales de la doctrine DDTM 13

c) Synthèse

De même, la comparaison entre les cumuls calculés à partir des données hydrologiques de la zone 2 avec ceux issus des données hydrologiques du PLU montre que ces derniers sont sécuritaires.

Les coefficients hydrologiques fournis et validés dans le cadre du schéma directeur de la commune de Fos-sur-Mer seront utilisés pour la suite de l'étude. Pour les pluies de durée inférieures à 1h une vérification avec les données hydrologiques plus récentes (1982-2018) pourra être effectuée.

II. 1. 3. Calcul du débit de pointe : Méthode rationnelle

Conformément aux attentes de la doctrine de gestion des eaux pluviales de la DDTM 13, les débits sont calculés à partir de la méthode rationnelle :

$$Q = \frac{1}{3{,}6} \times C_r \times i(t_c, T) \times S$$

Avec Q = débit instantané maximal en m³/s

S = superficie du bassin versant (km²)

$i(t_c, T) = a\, t_c^{-b}$ Intensité de la pluie en mm/h de durée égale au temps de concentration tc en minutes et de période de retour T.

$$t_c = \frac{L}{v \times 60}$$

L le plus long chemin hydraulique en mètres

La vitesse v est déterminée à partir des tableaux suivants :

Les résultats des débits de pointes à l'état initial sont les suivants :

Débit de pointe	Exutoire 1	Exutoire 2	Exutoire 3
Surface km^2	0.11	0.06	0.56
Cr10	0.21	0.20	0.39
Cr100	0.57	0.57	0.67
tc minutes	40	10	87
i10 (mm/h)	55.95	107.36	39.16
i100 (mm/h)	82.89	175.61	54.94
Q100 (m3/s)	**1.39**	**1.72**	**5.68**
Q10 (m3/s)	**0.34**	**0.38**	**2.38**
Q2 (m3/s)	**0.20**	**0.23**	**1.43**

Tableau II-8 : Estimation des débits de pointes aux exutoires des SBVN

Ces débits donnent un ordre de grandeur des valeurs à rétablir pour assurer la transparence hydraulique. Ils seront confirmés par la modélisation hydraulique du ruissellement. Cette dernière permettra de définir la capacité d'écoulement pour assurer la transparence de la plateforme aux écoulements centennaux.

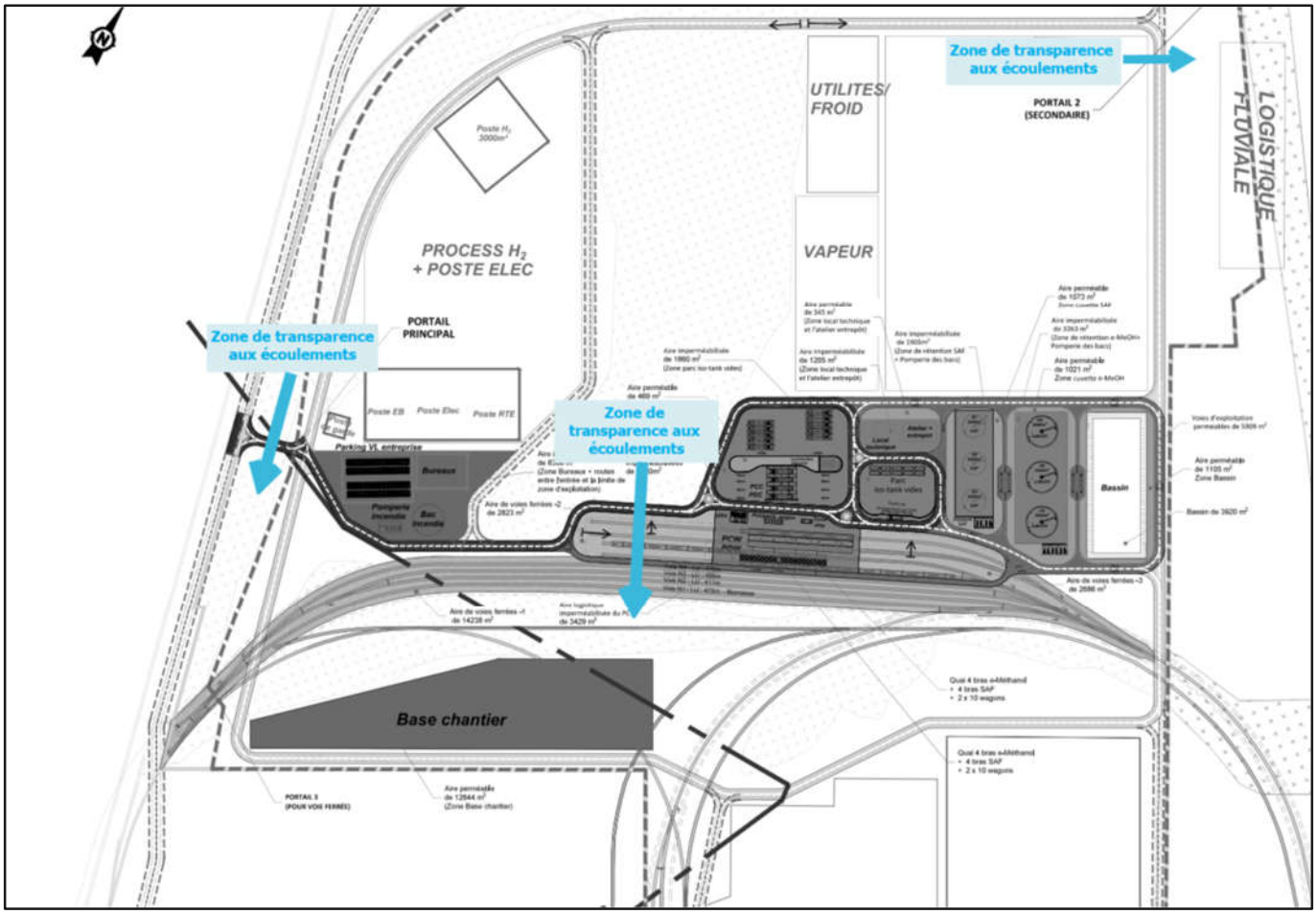


Figure II-3 : Axes des écoulements naturels principaux

III. L’état projet

III. EVOLUTION DES TERRAINS A L'ETAT PROJET DE LA PHASE 1 DU PROJET ELYSE

L'état projet analysé par la suite de l'étude correspond à la phase 1 du projet ELYSE Energy dont voici le plan guide d'implantation général.

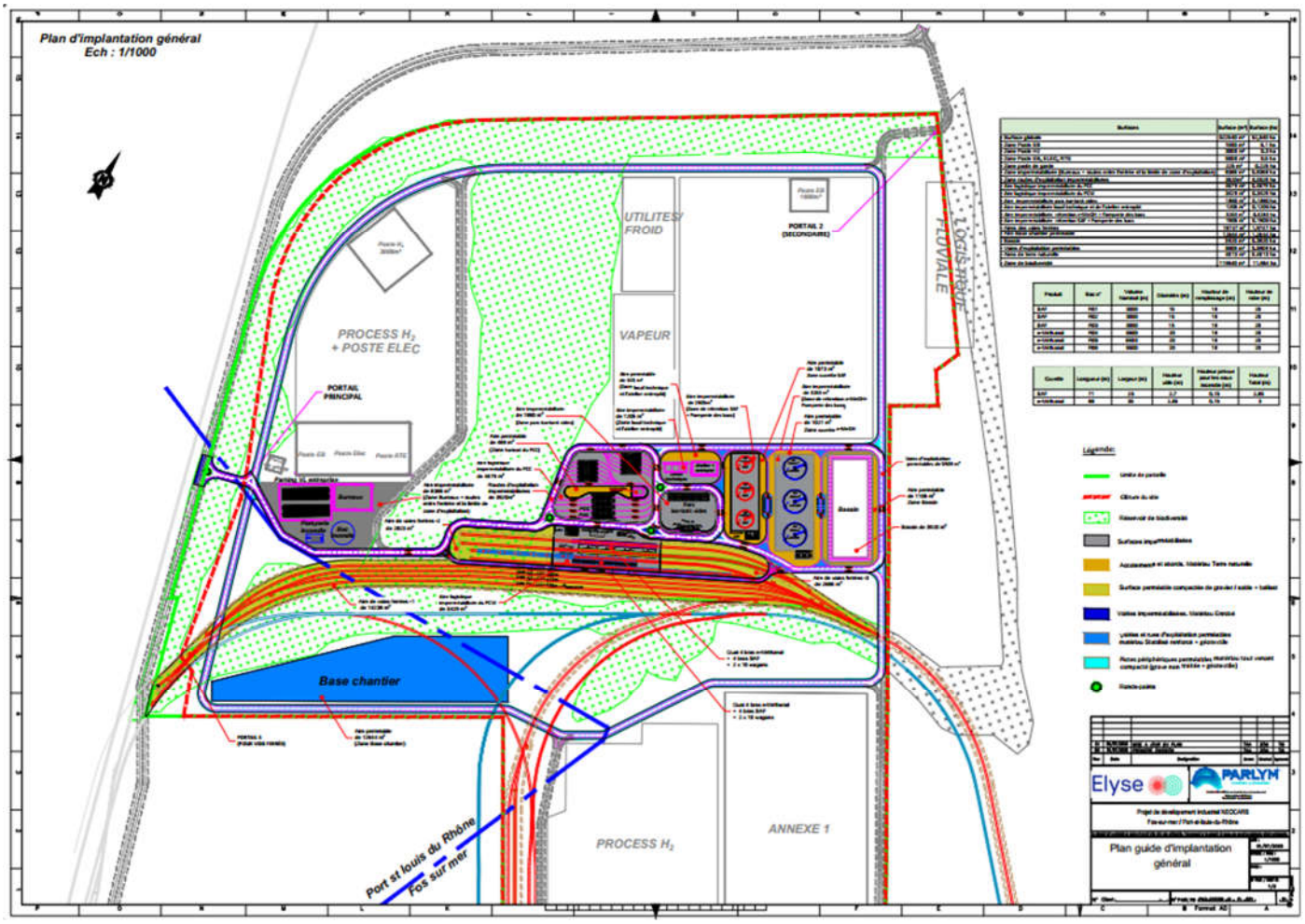


Figure III-1 : Plan masse de l'acte 1 (N°PARLYM PNG250581IGPL001 du 01/07/2025)

III. 1. Evolution de l'imperméabilisation sur la parcelle

La mise en place des aménagements modifie localement l'imperméabilisation des sols.

III. 1. 1. Compensation à l'imperméabilisation selon le PLU

La surface totale de la parcelle est 521 255 m². Les aménagements peuvent se décrire selon catégories suivantes :

- Accotements et abords en terre naturelle ;
- Pistes périphériques en matériaux tout venant compactés ;
- Réservoir de biodiversité (terrain naturel) ;
- Surfaces imperméabilisées (parking, zones de stockage) ;
- Voies ferrées (plateforme stabilisées) ;
- Voiries imperméabilisées par enrobés ;
- Voiries et rues d'exploitation non revêtues en matériaux stabilisés.

Les surfaces ci-dessous correspondent uniquement aux surfaces projetées, dont le coefficient de ruissellement est considéré comme modifié par rapport à l'état initial décrit précédemment. Elles ne prennent pas en compte pas en compte les surfaces déjà considérées comme imperméabilisées.

	Surface nouvellement imperméabilisée m²
Pistes périphériques en matériaux tout venant compactés	13 565
Voie ferrée : plateforme stabilisée	19 763
Surfaces imperméabilisées	21 913
Voiries et rues d'exploitation non revêtues en matériaux stabilisés (ne comprend pas la surface de la plateforme existante)	13 088
Voiries imperméabilisées en matériaux enrobés	6 308
TOTAL	**74 637**

Tableau III-1 : Surfaces imperméabilisées pour le projet

La surface de la parcelle est de l'ordre de 52 hectares. Les modifications de surface représentent un peu plus de 14% de la surface totale.

Conformément aux règles du PLU de la commune Fos-sur-Mer, l'augmentation d'imperméabilisation doit être compensée selon la règlementation en vigueur.

	Qf = 20 l/s/ha réel collecté
Coefficient d'imperméabilisation futur	Volume en m³ pour **un hectare de projet**
10%	0
20%	40
30%	90
40%	150
50%	230
60%	305
70%	385
80%	470
90%	560

Tableau III-2 : Volume de compensation par hectare de projet

Le coefficient d'imperméabilisation futur de la parcelle en fin de phase 1 est de l'ordre de 14%. La surface du projet étant de 8.78ha, le volume de compensation à respecter au minimum sur la parcelle aménagée sera de **360 m³**.

Le débit de fuite maximum sera égal à 176 l/s.

III. 1. 2. Volume de rétention selon la doctrine DDTM 13 en cas d'infiltration à la parcelle

Dans le cas d'un bassin d'infiltration, nous considérons, que la capacité d'absorption hydraulique du sol est estimée à partir de la conductivité hydraulique. Le débit de fuite sera pris égal au débit d'infiltration. Comme proposé au paragraphe I.1.3 la conductivité hydraulique est prise égale à **$2{,}3.10^{-6}$ m/s.**

En première approche, il est recherché une infiltration au plus proche des zones de ruissellement. Trois sites sont donc envisagés pour l'infiltration.

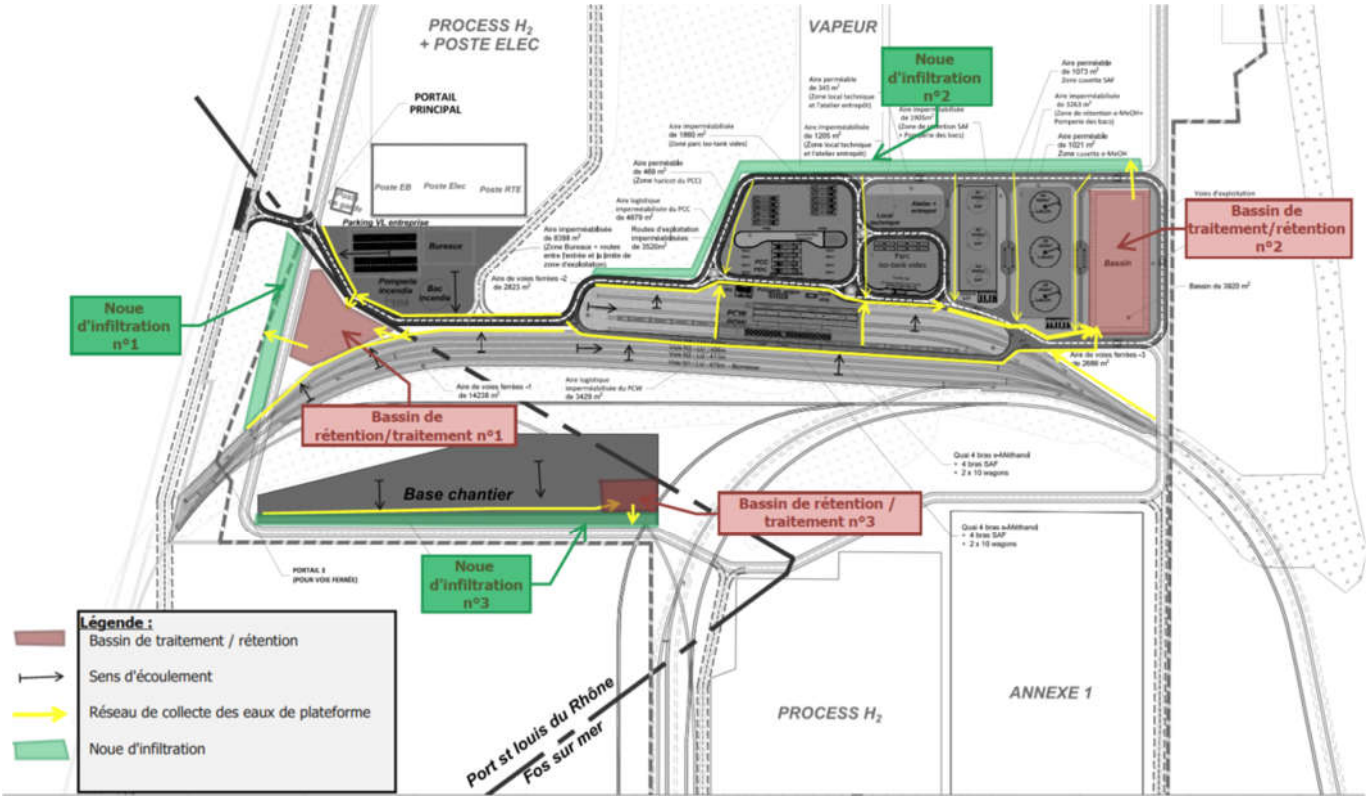


Figure III-2 : Schéma de principe

La surface disponible envisagée pour la mise en œuvre du bassin d'infiltration est présentée ci-après.

Débit de fuite		**Bassin n°1**	**Bassin n°2**	**Bassin n°3**
Perméabilité	m/s	2.30E-06		
Surface d'infiltration	m^2	1400	1400	1040
Qfuite (= débit infiltration)	m^3/s	0.0023	0.0023	0.0017

Tableau III-3 : Débits de fuite calculés à partir de l'infiltration

Le débit de fuite (débit d'infiltration) est estimé à partir de la formule suivante :

$$Q_f = \propto q_{as} S_{inf}$$

q_{as}: Capacité d'absorption par unité de surface infiltrante en m3/s/m². A ce stade des études la capacité d'absorption est prise égale à la conductivité hydraulique.

S_{inf} : Surface d'infiltration en fond de l'ouvrage en m²

$\propto$: Coefficient minorateur. Ce dernier représente un coefficient de sécurité qui dépend de l'environnement de l'ouvrage (apports de fines) et du type d'entretien. A ce stade de l'étude il sera pris égal à 0,7.

$Q_f = 0{,}106\ m^3/s$

Les volumes ainsi obtenus sont présentés ci-après.

Débit de fuite			Bassin n°1	Bassin n°2	Bassin n°3
Perméabilité	2.30E-06	m/s			
Surface d'infiltration		m^2	1400	1400	1040
Qfuite (= débit infiltration)		m^3/s	0.0023	0.0023	0.0017
Surface impluvium réel collecté		ha	1.822	5.205	1.756
Volume utile calculé par la méthode des pluies		m^3	5340	18380	4050
Surface disponible les bassins de rétention / traitement		m^2	2000	3950	1400
Hauteur utile minimale		m	2.7	4.7	2.9

Tableau III-4 : Caractéristiques des bassins de rétention avec infiltration

Les hauteurs ainsi obtenues sont trop profondes. La solution d'infiltration n'est pas retenue.

III. 1. 3. Volume de rétention selon la doctrine DDTM 13 en cas de rejet dans un réseau

En cas de rejet dans un réseau le débit de fuite maximal est 20 l/s/ha réel collecté.

Débit de fuite			Bassin n°1	Bassin n°2	Bassin n°3
Surface impluvium réel collecté		ha	1.822	5.205	1.756
Qfuite (rejet TN)	20	l/s	36.45	104.10	35.12

Tableau III-5 : Débits de fuite selon la doctrine DDTM 13

La doctrine impose le dimensionnement d'un bassin de compensation selon la méthode des pluies pour une période de retour trentennale (zone industrielle) en respectant un débit de fuite maximal à 20l/s/ha en cas de rejet dans un réseau existant. Les volumes ainsi obtenus sont les suivants :

Débit de fuite			Bassin n°1	Bassin n°2	Bassin n°3
Surface impluvium réel collecté		ha	1.822	5.205	1.756
Qfuite (rejet TN)	20 l/s/ha	l/s	36.45	104.10	35.12
Volume utile calculé par la méthode des pluies		m^3	**1160**	**3450**	**760**
Surface disponible les bassins de rétention / traitement		m^2	2000	3950	1400
Hauteur utile minimale		m	0.6	0.9	0.6

Tableau III-6 : Caractéristiques des bassins selon la doctrine DDTM13

Les hauteurs utiles obtenues sont acceptables. Toutefois, le réseau hydrographique existant le plus proche est la roubine de Marcegaglia. Cette dernière est située à une distance de 550 m de l'exutoire du bassin le plus proche.



Tableau III-7 : Réseau pluvial existant le plus proche

D'autre part sur ce tracé, le réseau à créer devra croiser un réseau de conduites, des voies ferrées existantes, le projet d'accès routier en cours de création par le GPMM, ainsi que le projet de reprise des voies ferrées.

Les contraintes étant trop importantes cette solution n'est pas retenue.

III. 1. 4. Rejet en mer

L'impossibilité d'infiltrer et l'absence de réseaux pluviaux à proximité implique la recherche d'une solution alternative, le rejet dans la darse n°1.

L'enjeu principal sur le secteur d'étude pour la gestion des eaux pluviales reste plutôt la gestion qualitative des rejets. Le sujet du débit de fuite sera à discuter avec la DDTM13 et les instances locales afin d'en fixer une valeur acceptable.

En effet, avec un rejet en mer des eaux pluviales de la plateforme après traitement, la limitation de débit n'est plus applicable.

Cette préconisation est à faire valider par les instances locales de la métropole Aix-Marseille-Provence.

En revanche, les autres exigences restent inchangées, notamment sur la gestion de la pollution et le confinement des eaux polluées.

Le synoptique du réseau d'assainissement pluvial retenu est le suivant :

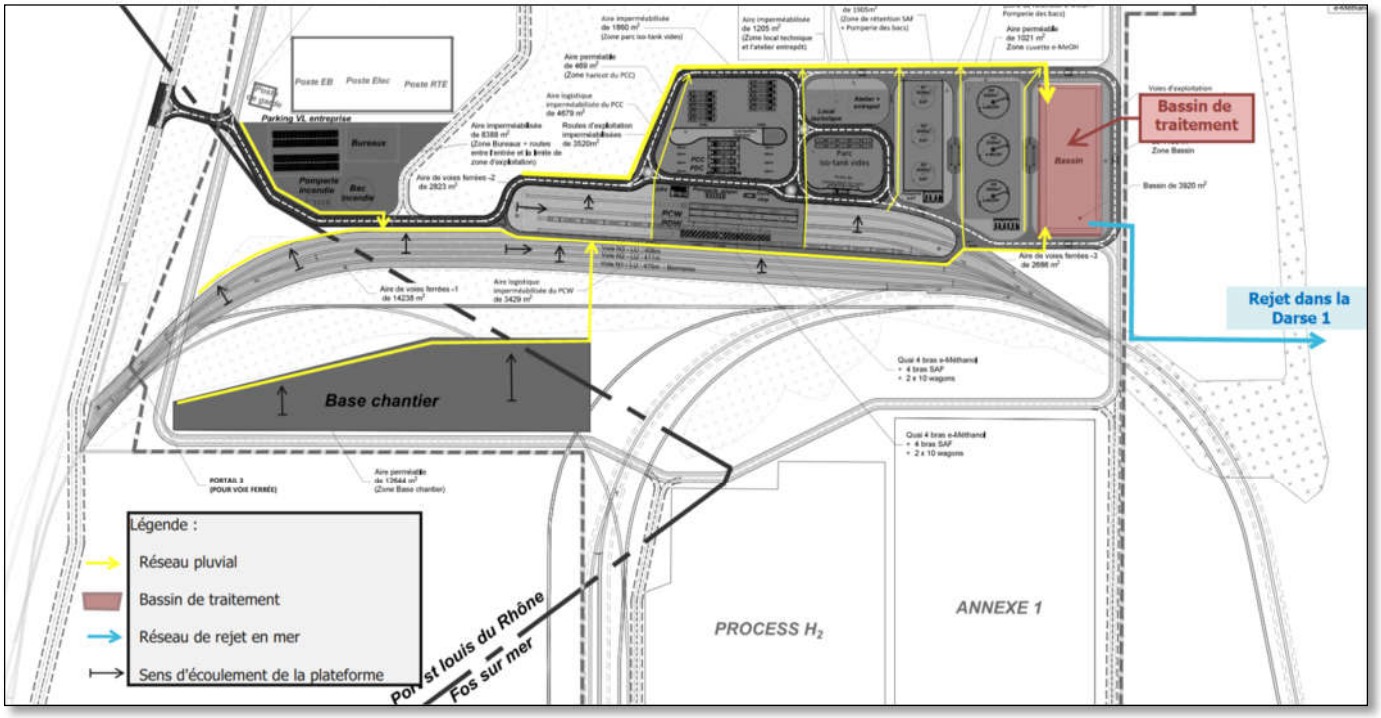


Figure III-3 : Synoptique d'assainissement présentant un bassin unique de traitement

L'objectif du réseau pluvial est de collecter l'ensemble des eaux de ruissellement des plateformes nouvelles et de les amener dans un bassin de traitement unique à l'est du site d'étude.

La plateforme est terrassée à la cote 2,40mNGF, mais ne présentera que très peu de variations altimétriques. Cette configuration de bassin unique implique un fond de bassin à la cote -0.50m NGF avec au minimum deux entrées distinctes. Cette solution est peu réaliste.

Une solution à deux bassins est préférable.

Pour la suite des calculs le plan de référence est le plan guide d'implantation général N° PARLYM PNG250581GPL001 en date du 08/08/2025.

La base chantier n'est pas concernée par cette analyse.

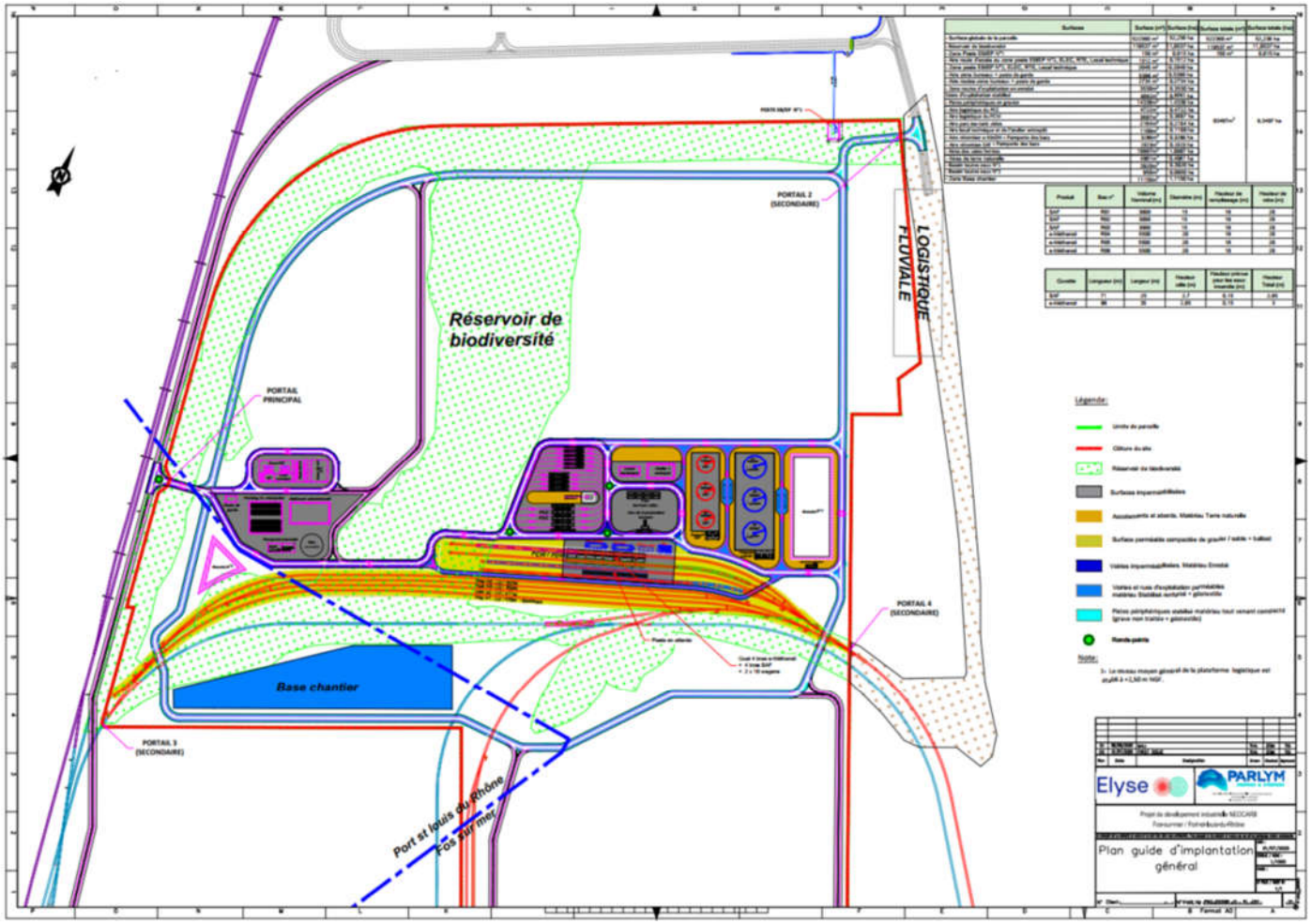


Figure III-4 : Plan masse de l'acte 1 (08/08/2025)

Cette solution permet de séparer l'impluvium en deux de façon à permettre l'alimentation des bassins de façon gravitaire. Les bassins auront chacun les caractéristiques suivantes :

- Hauteur de revanche (distance entre la plateforme et le niveau d'eau le plus haut dans le bassin) : 0,50m
- Hauteur utile : 1m
- Fil d'eau d'entrée 0,90m
- Ils pourront être équipés d'un volume mort en cas de nécessité de mettre en place un temps d'intervention minimal pour assurer l'isolement de la pollution accidentelle.
- A minima le bassin le plus à l'ouest sera équipé d'une station de pompage à sa sortie pour permettre l'évacuation des eaux vers la darse.

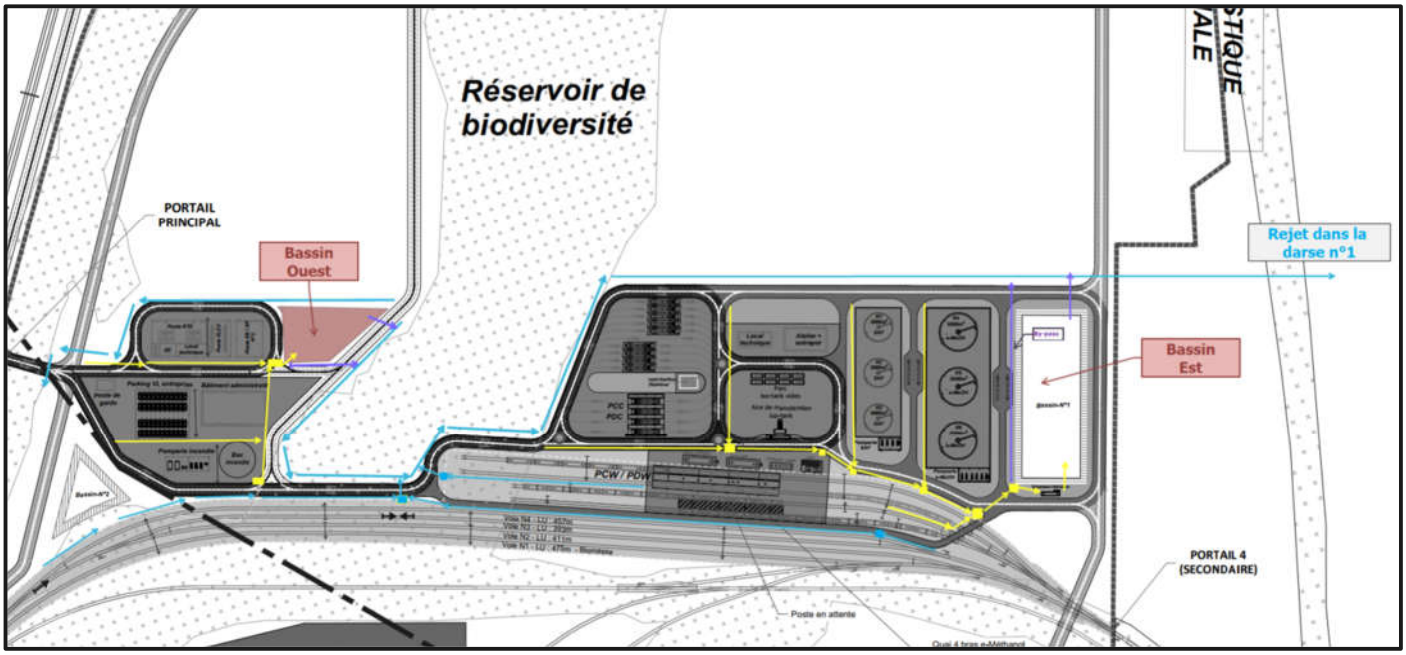


Figure III-5 : Synoptique d'assainissement présentant une solution à deux bassins

L'ensemble des eaux de ruissellement potentiellement exposées à des pollutions seront collectées dans un réseau étanche enterré (buse ou dalot) ou aérien (caniveau, fossé). Il est symbolisé en jaune dans le synoptique précédent.

Les exutoires de ces réseaux sont les bassins de confinement/traitement.

Les eaux de ruissellement s'écoulant sur le faisceau des voies ferrées sont considérées comme propres. En cas de point bas géométrique de la sous-couche, les eaux seront évacuées par un réseau hydraulique enterré ou aérien vers le réseau de drainage le plus proche (réseau bleu sur le plan précédent). **Seules les zones de chargement et déchargement sont exposées à de la pollution éventuelle et seront collectées par un réseau séparé.**

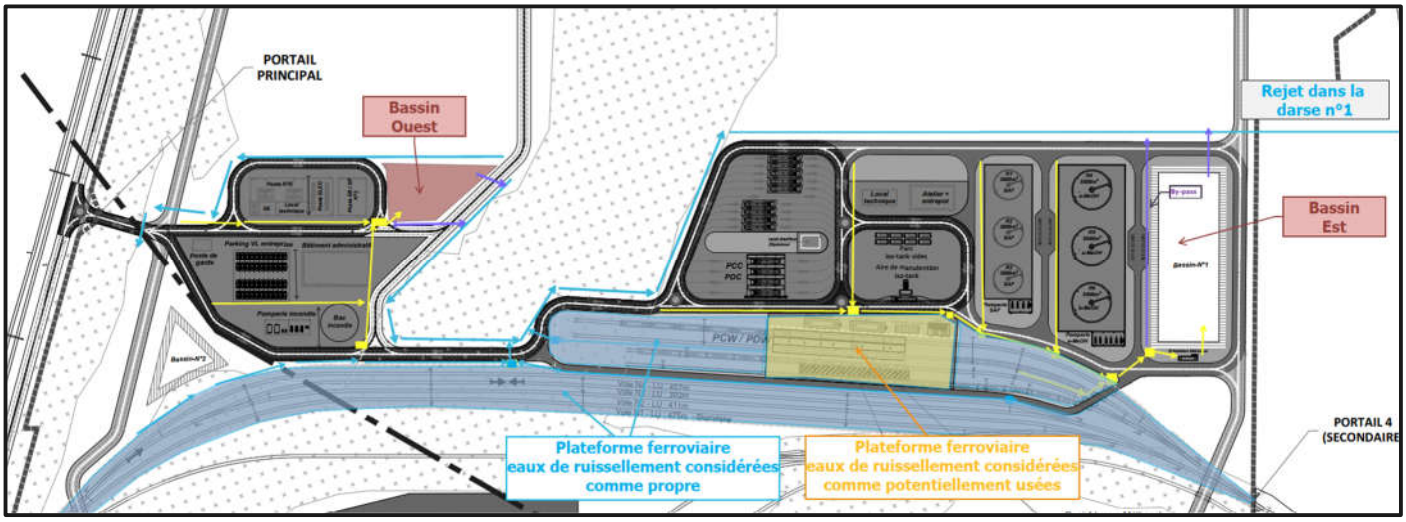


Figure III-6 : Localisation des surfaces exposées ou non à de la pollution potentielle au niveau des voies ferrées.

L’acte 1 NeoCarb Log a pour objectif l’aménagement du foncier et des infrastructures logistiques. Cette phase ne comprend **aucune activité de production**, ni d’exploitation générant des effluents ou des rejets industriels vers le milieu naturel en situation considérée comme normale.

Conformément au règlement du PLU de la commune de Fos-sur-Mer, la gestion de la pollution est assurée du point de vue qualitatif par la mise en place d’un déshuileur/débourbeur dimensionné pour une période de retour biennale associé à la mise en place d’un bassin de confinement d’une pollution accidentelle pouvant stocker un volume équivalent à 50m^3 de pollution en concomitance avec une pluie biennale de 2h. Le point de rejet de ces aménagements étant la mer, la **rubrique 2.2.2.0 est identifiée**

Le débit biennal généré par la plateforme de l’acte 1 par temps de pluie est d’une valeur de pointe de 0,90 m^3/s soit l’équivalent de 77 760 m^3 / jour qui reste en dessous du seuil de déclaration.

L’acte 1 NeoCarb Log n'est pas concerné par la rubrique 2.2.2.0.

III. 2. Traitement de la pollution accidentelle

L'impluvium collecté (à l'exception des eaux de toiture) est découpé selon les types de surface suivants :

				Bassin Ouest				Bassin Est			
	C10	C30	C100	Surfaces m²	CR10	Cr30	Cr100	Surfaces m²	CR10	Cr30	Cr100
Espace naturel	0.20	0.42	0.57	0				4 982			
Routes	1.00	1.00	1.00	3 477				4 298			
Voies ferrées	0.70	0.74	0.76	0				2 140			
Zone industrielle (bâtiment, parking)	1.00	1.00	1.00	4 463				18 026			
Zones compactées non revêtues (chemins,	0.50	0.61	0.80	6 920				12 369			
Total général				14 860	0.77	0.82	0.91	41 815	0.74	0.80	0.88

Tableau III-8 : Caractéristiques des impluvium collectés

Le volume utile V_u de pollution accidentelle à prendre en compte est donc :

$$V_u = S_a h_{(T,t)} + V_{PA}$$

$$Vconfinement\ ouest = (14860 * 0.77) * 40 + 50 \approx 550\ m^3$$

$$Vconfinement\ est = (41815 * 0.74) * 40 + 50 \approx 1400\ m^3$$

Le détail géométrique des bassins est donné au paragraphe IV de ce document.

III. 3. Traitement de la pollution chronique

Les eaux de ruissellement de la plateforme sont susceptibles d'apporter dans le milieu récepteur des polluants de façon chronique, directement liés à l'exploitation courante de la plateforme, ainsi que des polluants de façon accidentelle. Les polluants à traiter seraient des Matières en Suspension (MES), des hydrocarbures et dérivés et du méthanol.

Les solutions envisageables de traitement de ces polluants sont connues et éprouvées. On dénombre trois grandes techniques de traitement des pollutions : la décantation / flottation, la filtration et la phytoremédiation.

- La décantation / flottation : la décantation et la flottation sont des méthodes de séparation des MES et des huiles dans un liquide sous l'effet d'une force (pesanteur et/ou force centrifuge). Pour une décantation et une flottation optimales, on cherche lors de la conception des ouvrages à :
  - Réduire la vitesse d'écoulement (une augmentation de la section d'écoulement diminue la vitesse) ;
  - Diminuer la hauteur de chute des particules ;
  - Augmenter le temps de séjour dans l'ouvrage.
- La filtration et l'infiltration : le principe de la filtration consiste à faire passer les eaux polluées à travers un filtre qui piège les particules. Cette fonction de filtre peut être remplie par les différents matériaux ou structures suivants :
  - Des filtres avec des matériaux filtrants (filtres à sable, à paille…) ;
  - Des couches de matériaux drainant (roulés, concassés, graviers...) qui retiennent les particules plus petites ;
  - Le sol qui constitue un très bon filtre dans les techniques d'infiltration (très fines particules).
- La phytoremédiation ou dépollution par les plantes : certaines espèces de plantes, outre leur contribution paysagère, permettent une action de dépollution efficace. On distingue:

- La phyto extraction : les polluants contenus dans les dépôts formés par décantation ou interceptés par filtration, accumulés dans les couches superficielles du sol sont absorbés par les racines, puis amenés et accumulés dans les parties aériennes de la plante. On parle de plantes hyper accumulatrices ;
- La phyto dégradation : c'est une biodégradation des composés organiques et des hydrocarbures réalisée par la plante elle-même et par les micro-organismes se développant sur ces tiges souterraines (les rhizomes) et ses racines.

Ces techniques de traitement peuvent être mises en œuvre sur la totalité ou sur une partie des flux d'eaux pluviales, de façon permanente ou en cas de détection de pollution. L'objectif final est de réduire autant que possible la taille des ouvrages de traitement.

Nous proposons de retenir un traitement par décantation pour les MES et par flottation pour les composés hydrocarburés.

En effet, sur la base de notre retour d'expérience et du contexte du projet, nous pouvons écarter les techniques de filtration et d'infiltration, ces dernières n'étant pas adaptées au vu des débits et flux de polluants à traiter, de la perméabilité du terrain et des autorisations environnementales requises. Les techniques de phytoremédiation ne sont pas pertinentes pour des raisons similaires, mais aussi à cause des surfaces foncières nécessaires au traitement.

A nouveau, il existe plusieurs procédés de traitement de type décantation – flottation combinée, à savoir :

- Des bassins de traitement avec volume mort et parois siphoïdes
- Des séparateurs d'hydrocarbures (appelés également déshuileur – débourbeurs)
- Des décanteurs particulaires
- Des séparateurs vortex hydrodynamiques

Les schémas de principe de chacun de ces procédés sont donnés ci-après.

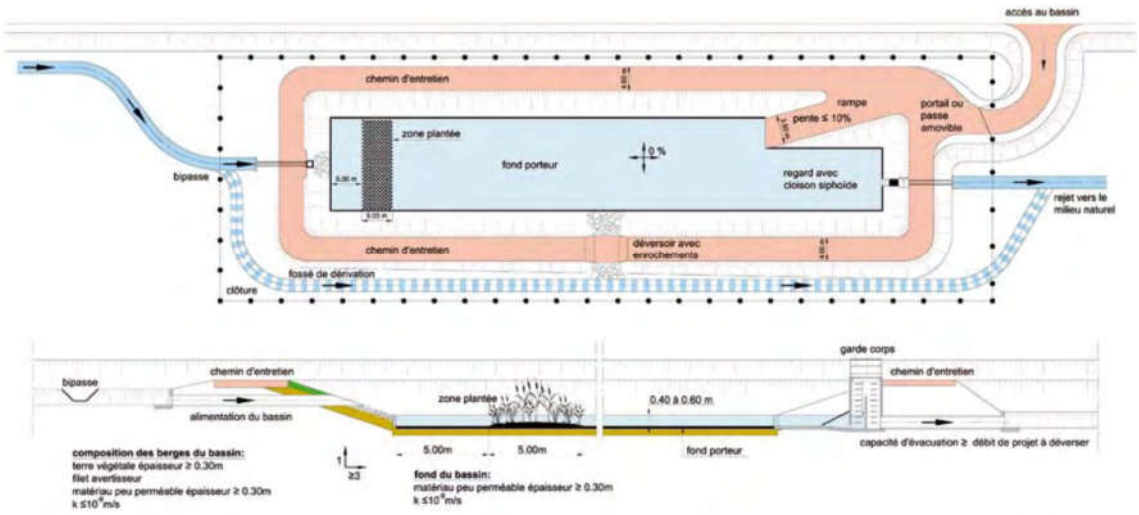


Figure III-7 : Schéma de principe d'un bassin de traitement avec volume mort et parois siphoïdes (source : guide technique SETRA)

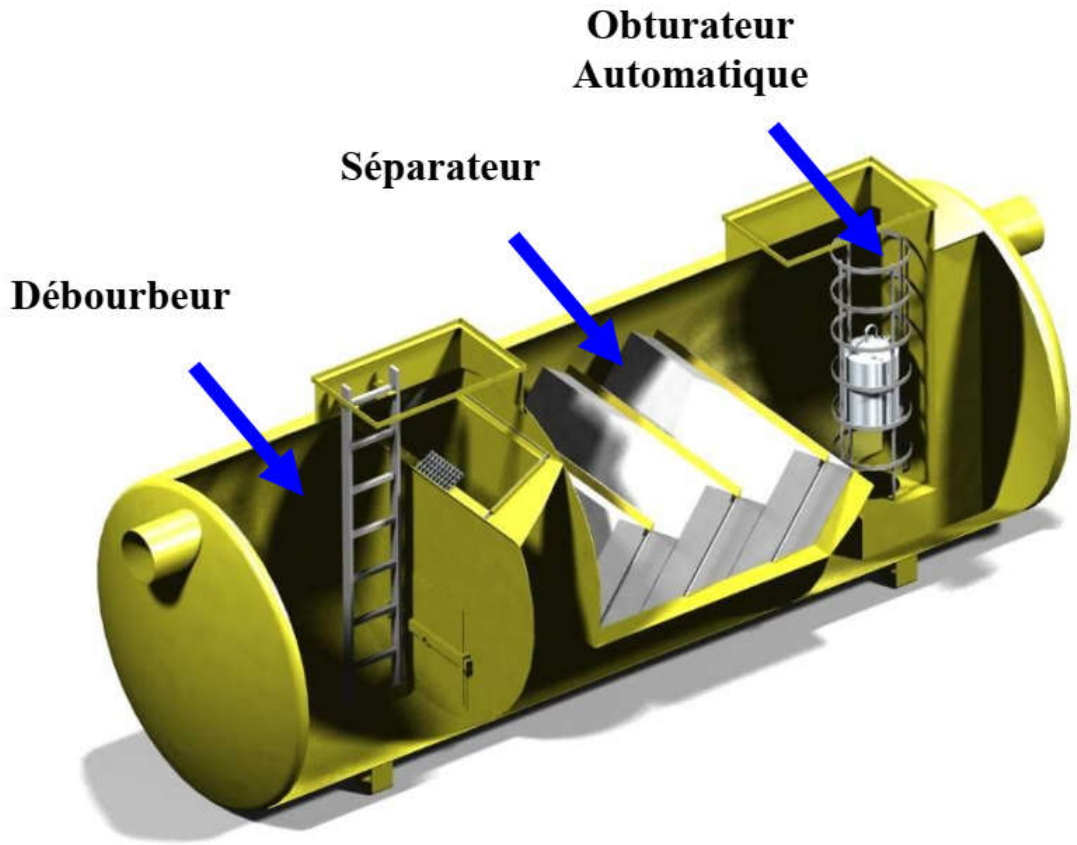


Figure III-8 : Schéma de principe d'un séparateur d'hydrocarbures (source : Saint Dizier Environnement)

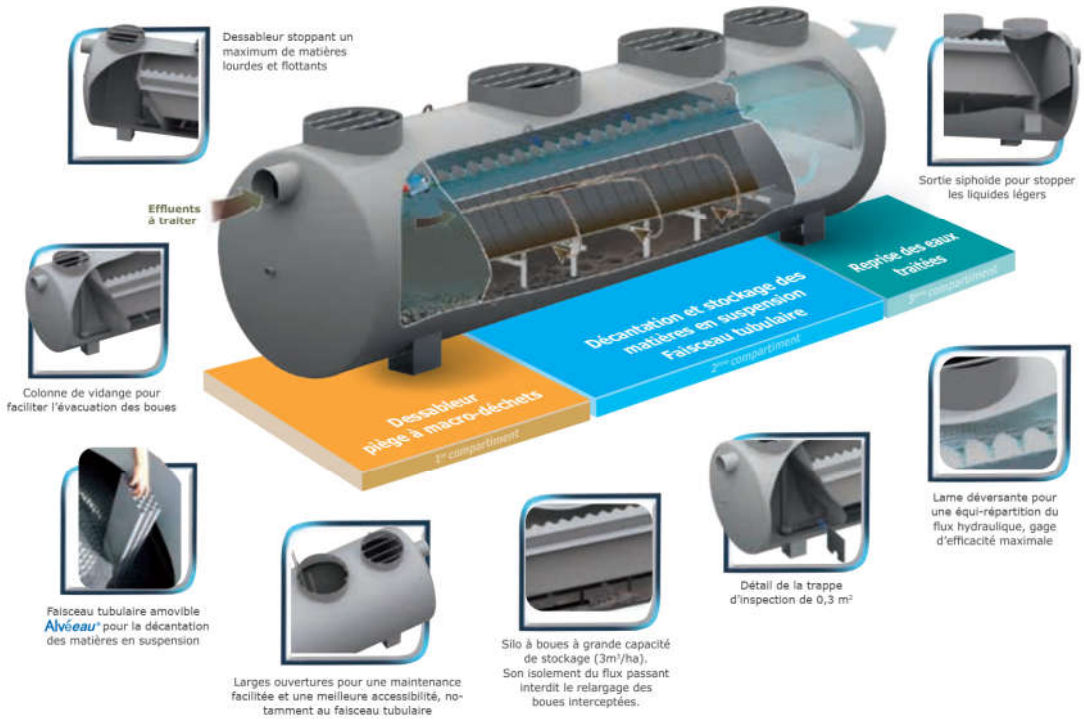


Figure III-9 : Schéma de principe d'un décanteur particulaire (source : catalogue Techneau)

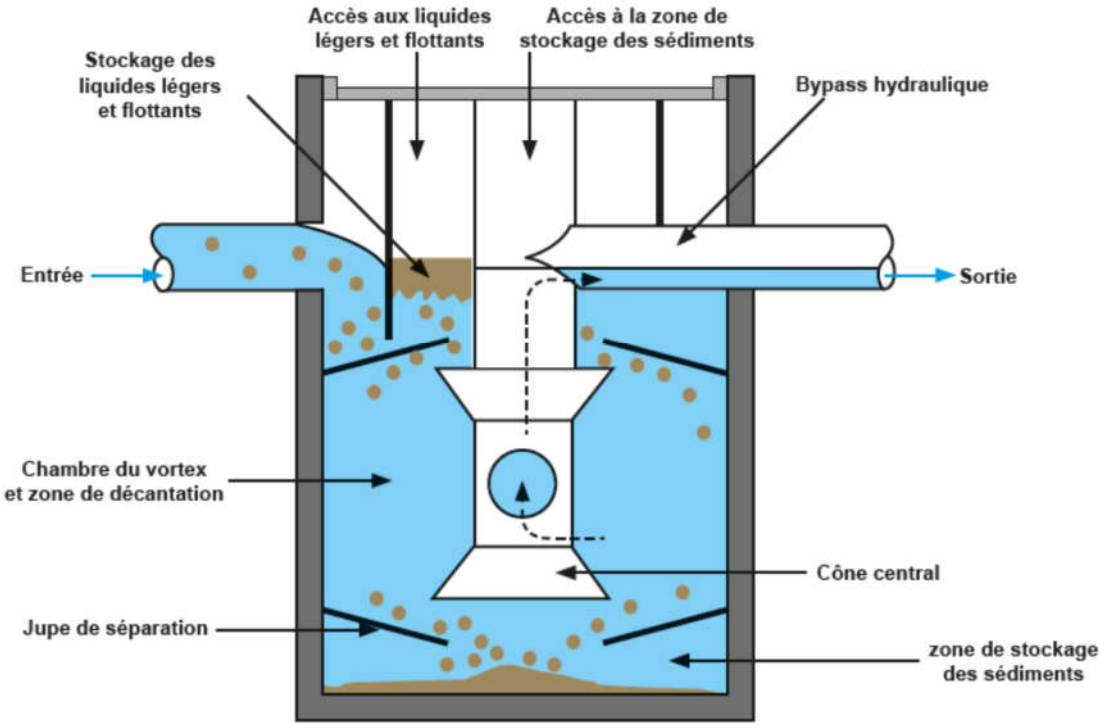


Figure III-10 : Schéma de principe d'un séparateur vortex (source : memento technique ASTEE)

Les bassins de traitement avec volume mort et parois siphoïdes nécessitent une emprise au sol importante pour traiter l'intégralité du débit.

Les 3 autres types de procédés ont les avantages d'être compacts, efficaces et ne créent pas de pertes de charge (le fil d'eau d'entrée est le même que le fil d'eau de sortie).

Les séparateurs d'hydrocarbures vont traiter principalement les macrodéchets décantables et les liquides légers (hydrocarbures et dérivés). Les décanteurs – dépollueurs et les séparateurs Vortex permettent un abattement des Matières En Suspension (MES) et donc des polluants présents dans ces MES, notamment des micropolluants organiques (abattement de la DCO) et des micropolluants minéraux (abattement des métaux).

A noter que le PLU en vigueur préconise un traitement par séparateur à hydrocarbures.

Le ou les ouvrages de traitement seront implantés en aval de l'ouvrage de confinement. En fonction des caractéristiques de l'ouvrage, des ouvrages intermédiaires pourront être préconisés.

Les ouvrages de traitement seront dimensionnés pour traiter un l'événement pluvieux d'occurrence 2 ans conformément au PLU de Fos-sur-Mer.

Estimation du débit biennal de la plateforme (hors toitures dont le rejet est direct vers le fossé exutoire) :

	Bassin Ouest	Bassin Est
Surface collectée m^2	14860	41815
Cr10	0.77	0.74
Cr100	0.91	0.88
tc en minutes	8.1	9.1
i10	116	110
i100	193	181
Q10 m^3/s	**0.37**	**0.95**
Q100 m3/s	**0.72**	**1.85**
Q2 m3/s	**0.22**	**0.57**

Tableau III-9 : Débits de pointe caractéristiques de la plateforme (y compris les eaux de toiture)

III. 4. Drainage des points bas de la plateforme

Comme évoqué au paragraphe III.1.4, la géométrie de la sous-couche de la plateforme ferroviaire présente la géométrie suivante :

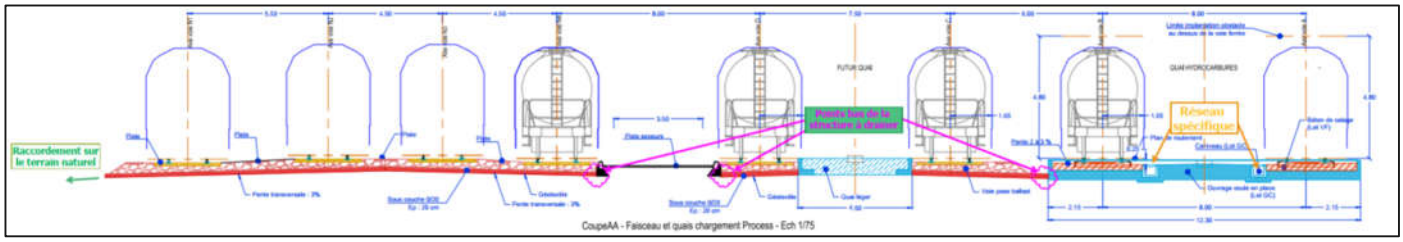


Figure III-11 : Coupe de principe du réseau ferroviaire interne (2025-0003913 indC-23/09/2025)

Cette géométrie implique la mise en œuvre de dispositif de drainage au niveau de ces points bas pour s'assurer du drainage de l'eau stagnante.

Les eaux de ruissellement s'écoulant sur le faisceau de voie ferrées et supposées non exposées à la pollution accidentelle sont collectées par un réseau « bleu » sur le schéma de principe ci-dessous et s'exutent dans le fossé exutoire côté nord de la plateforme. L'exutoire final de ces eaux est la darse n°1.

Au contraire, les zones de la zone de chargement/décharment sont collectées par un réseau indépendant et amenées dans le bassin de confinement est pour traitement avant rejet dans la darse.

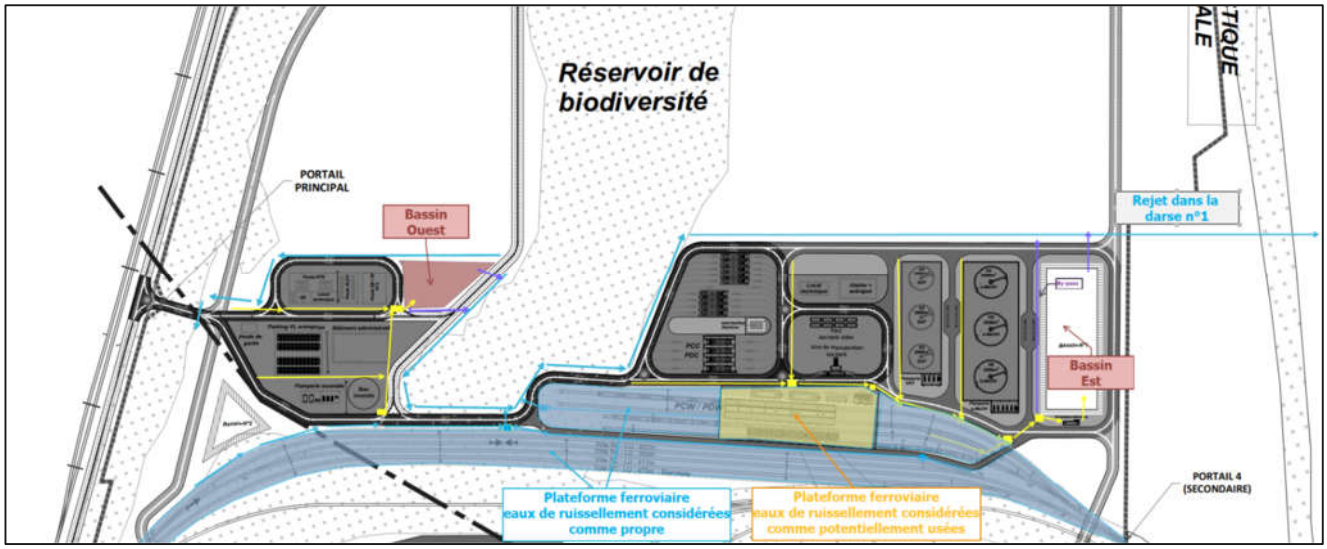


Figure III-12 : Répartition des eaux de ruissellement

IV. SYNTHESE

IV. SYNTHESE DE LA SOLUTION PRECONISEE

Les principes généraux retenus sont les suivants :

- Les eaux de ruissellement de la plateforme, des routes, des zones de stockages sont considérées comme exposées au risque de pollution accidentelle;
- Le traitement de la pollution accidentelle se fera pas la mise en place d'un bassin de confinement dont le volume permet de stocker 50m^3 de pollution sous une pluie d'une durée de 2 heures d'occurence 2 ans;
- Les eaux de ruissellement des voies ferrées (à l'exception des zones étanches de chargement et déchargement), des pistes périphériques sont considérées comme non exposées à de la pollution accidentelle;
- La plateforme d'une manière générale doit être isolée des eaux de ruissellement extérieures (de bassin versant naturel). Des fossés périphériques sont mis en place en amont (côté nord) de la plateforme. Ils sont dimensionnés pour un débit centennal;
- La plateforme créée sera transparente pour les écoulements extérieurs (mise ne place d'ouvrage hydraulique selon les préconisations du rapport d'incidence hydraulique ou adaptation de la géométrie locale);
- L'exutoire final des bassins de confinement après traitement est la darse n°1;
- Le traitement de la pollution est assurée par la mise en place d'ouvrage déshuileur/débourbeur en aval des bassins de confinement;
- Les bassins seront équipés d'une surverse dimensionnée pour un débit centennal. L'exutoire de la surverse est le fossé périphérique côté nord.

IV. 1. Calage de l'exutoire

L'exutoire final des bassins après traitement se situe dans la darse n°1. Pour s'assurer de l'absence de remontée d'eau dans le réseau pluvial de la plateforme, l'aval du fossé au point de rejet est calé au dessus du niveau des plus hautes mers astronimiques soit +040 mNGF.

La pente du fossé périphérique est faible de l'ordre de 0,2% ce qui permet, en plus d'évacuer les eaux en sortie du bassin de confinement est, d'évacuer les eaux après traitement issues du bassin de confinement le plus à l'ouest vers la darse n°1.

Le profil en long du fossé est présenté ci-après.

Le fossé, implanté en amont de la plateforme, permet de collecter en plus des eaux de ruissellement de la plateforme, les eaux du bassin versant naturel amont.

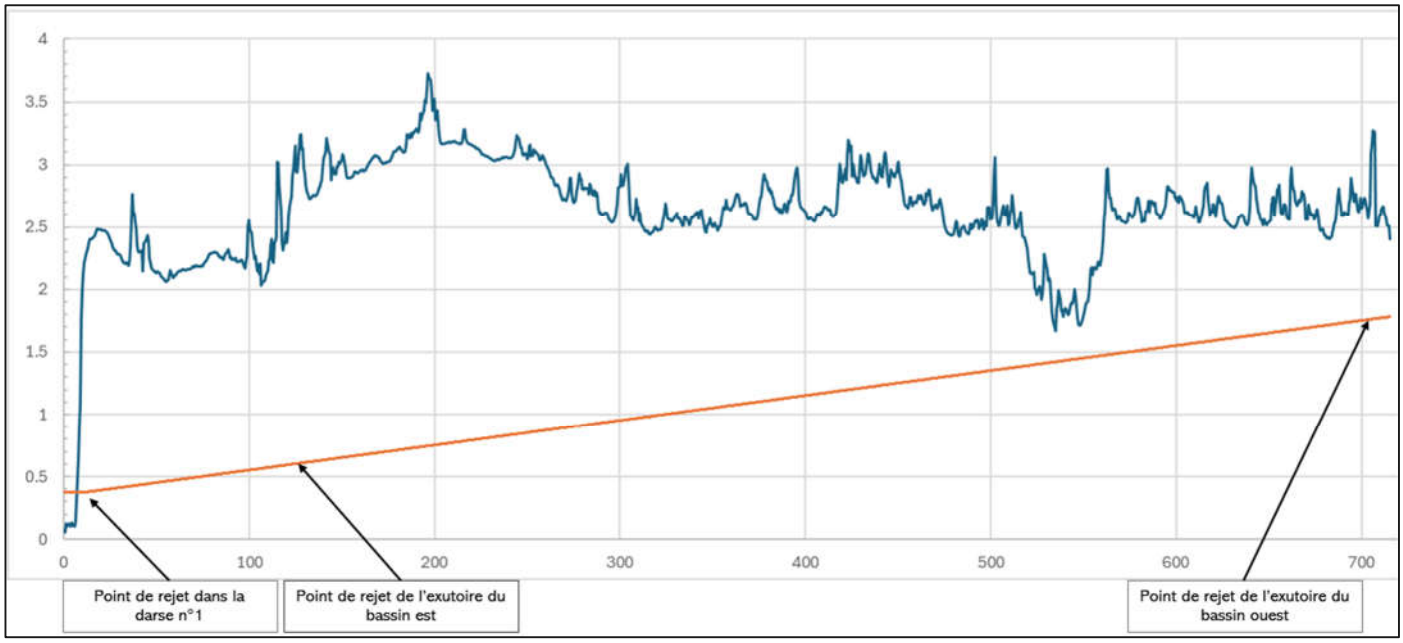


Figure IV-1 : Profil en long du fossé exutoire

IV. 2. Les bassins de confinement et synoptique du réseau

Les bassins sont implantés et calés de façon à permettre la récupération des eaux de plateforme.

Côté est la plateforme est calée à la cote 2,40mNGF au point le plus bas. En conservant une revanche de 50cm entre le niveau de la plateforme et le niveau des plus hautes eaux (NPHE) dans le bassins, nous obtenons la cote 1,90mNGF comme niveau le plus haut des eaux dans le bassin. Le volume utile du bassin contenu entre le NPHE et le fond du radier est d'au minimum 550 m^3.

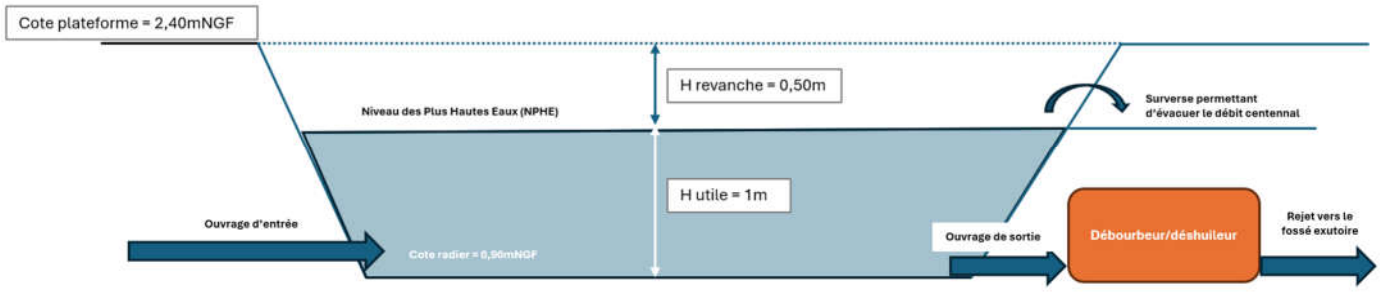


Figure IV-2 : schéma de principe du bassin de confinement est

Côté ouest de la plateforme, le nivellement est de l'ordre de 3mNGF au point le plus bas. Selon le même principe que précédemment voici le schéma de principe du calage du bassin ouest. Le volume utile du bassin est d'au moins 1400 m^3.

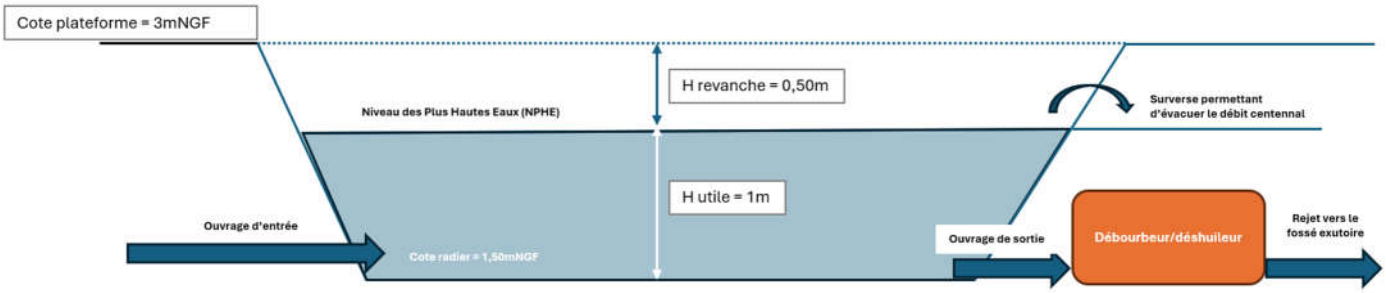


Figure IV-3 : schéma de principe du bassin de confinement ouest

Pour alimenter les bassins avec les eaux de ruissellement des plateformes, un réseau pluvial sera mis en place selon le principe détaillé ci-dessous.

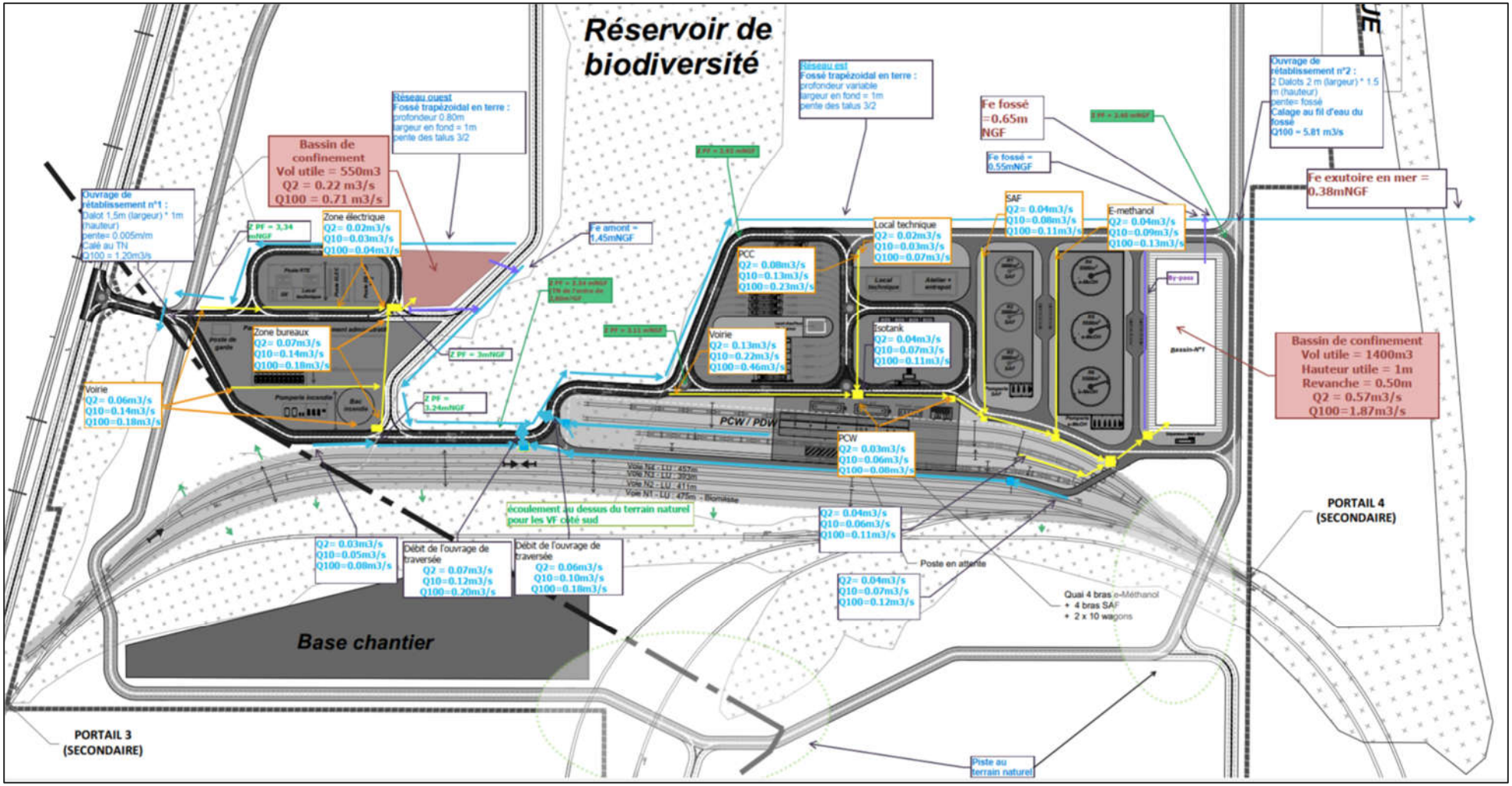


Figure IV-4 : Schéma de principe du réseau pluvial de la plateforme

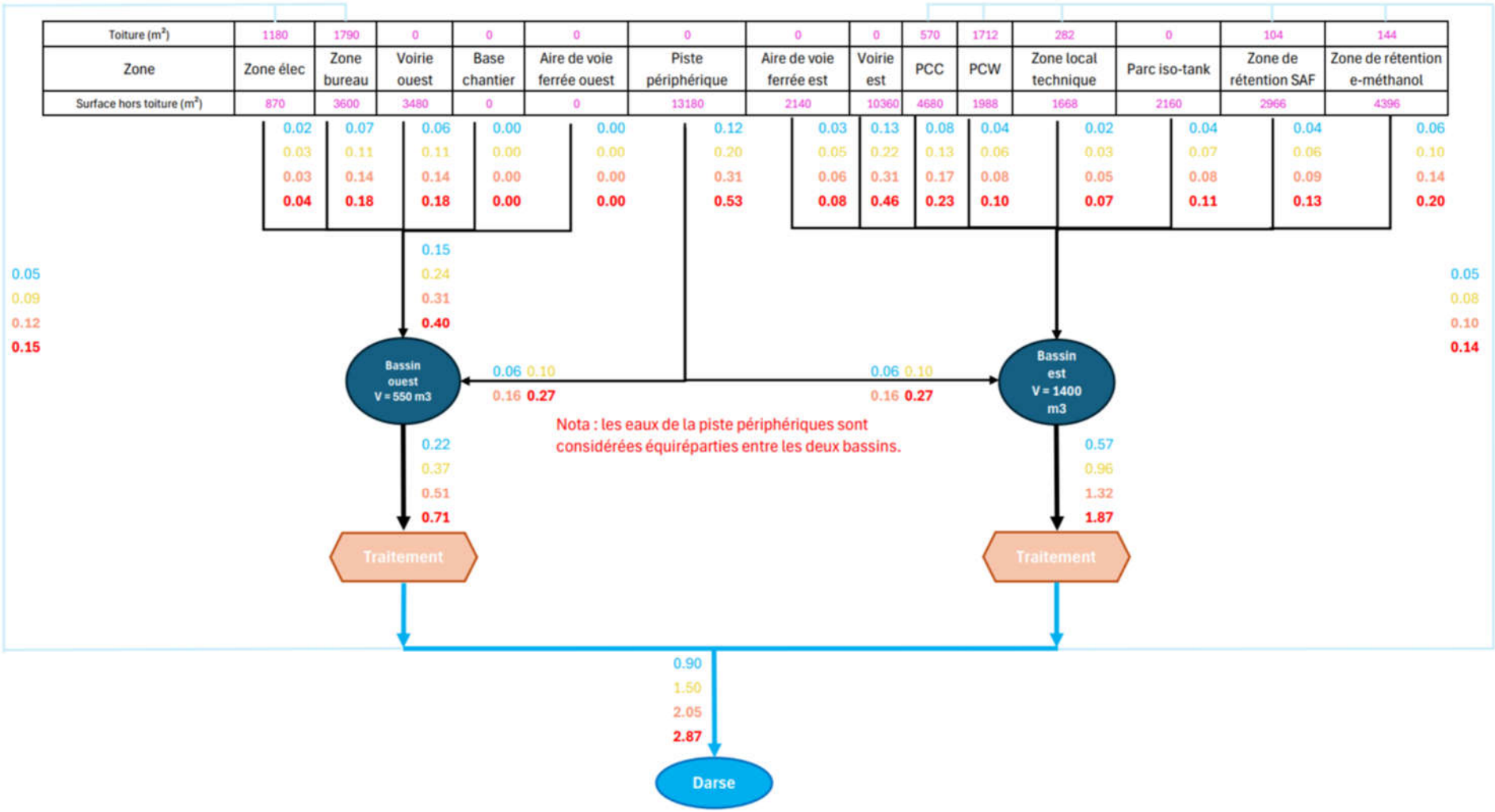


Figure IV-5 : Synoptique général des débits de la plateforme

ANNEXE 14 : FICHES DE DONNEES DE SECURITE

- FDS du SAF – NeoCarb Log,
- FDS du e-méthanol – NeoCarb Log,
- Fiche toxicologique n°5,
- FDS du JET A1 - Total

Shell & MOH Aviation

AVIATION FUEL (JET A-1, JP-5, JP-8, AN-8)

1. CHEMICAL PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

1.1. Product identifier

Commercial name:	**AVIATION FUEL (JET A-1, JP-5, JP-8, AN-8)**
Substance name:	n/a (mixture)
EINECS Number:	n/a (mixture)
Registration Number (EC Regulation 1907/2006):	n/a (mixture)
CAS Number:	n/a (mixture)

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Intended use:	Manufacture (industrial), distribution (industrial), formulation and (re)packing (industrial). Use as a fuel (professional, consumer)

1.3. Details of the supplier of the Safety Data Sheet

Manufacturer	MOTOR OIL (HELLAS), CORINTH REFINERIES S.A
Supplier:	Shell & MOH Aviation Fuels A.E.
Address:	151, Kifissias Ave, Maroussi, 151 24, Greece
Telephone number:	+30 210 6006 380-1
Fax number:	+30 210 6083 820
e-mail address:	info@shell-moh.com
e-mail contact for MSDS:	If you have any enquiries about the content of this MSDS, please email: ops@shell-moh.com

1.4. Emergency telephone number

National emergency centre:	166
National poison centre:	+30 210-7793777

2. HAZARDS IDENTIFICATION

2.1. Classification of the substance or mixture

2.1.1. Classification according to Regulation (EC) 1272 /2008 [CLP]

Flam. Liquid 3	H226
Skin Irrit. 2	H315
Asp.Tox. 1	H304
STOT Single Exp. 3	H336
Aquatic Chronic 2	H411

2.1.2. Additional information

No additional information available.

2.2. Label elements

2.2.1. Labelling according to Regulation (EC) 1272/2008 [CLP]

Hazard pictogram (CLP):



Signal word: Danger

Hazard statements:

H226	Flammable liquid and vapour.
H304	May be fatal if swallowed and enters airways.
H315	Causes skin irritation.
H336	May cause drowsiness or dizziness.
H411	Toxic to aquatic life with long lasting effects.

Precautionary statements:

P102	Keep out of reach of children.
P210	Keep away from heat/sparks/open flames/.../hot surfaces. ... No smoking.
P273	Avoid release to the environment.
P280	Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/ face protection.
P331	Do NOT induce vomiting.
P301+ P310	IF SWALLOWED: Immediately call a POISON CENTER or doctor/physician.

2.3. Other hazards

The substance is not considered to be PBT nor vPvB.

3. COMPOSITION INFORMATION ON INGREDIENTS

CAS No	EC No	Index No	REACH Registration No	% weight	Name	Classification according to Regulation EC 1272/2008 (CLP)
91770-15-9	294-799-5	649-427-00-X	01-2119502385-46-0057	99.85-100	Kerosine (petroleum), sweetened; Kerosine - unspecified	Flam. Liquid 3; H226 Skin Irrit. 2; H315 Asp. Tox. 1; H304 STOT Single Exp.3; H336 Aquatic Chronic 2; H411
111-77-3	203-906-6	603-107-00-6	01-2119475100-52-XXXX	0-0.15	2-(2-Methoxy ethoxy) ethanol	Repr. Cat. 2; H361d

May also contain additives at <0.1% v/v each.

4. FIRST AID MEASURES

4.1. Description of first aid measures

General notes:
Spillages make surface slippery.
Before attempting to rescue casualties, isolate area from all potential sources of ignition including disconnecting electrical supply.
Ensure adequate ventilation and check that a safe, breathable atmosphere is present before entry into confined spaces.
Drench contaminated clothing with water before removing to avoid risk of sparks from static electricity.
(Subject to applicability) Hydrogen sulphide (H_2S) can accumulate in the headspace of storage tanks and reach potentially hazardous concentrations.

Inhalation:
Inhalation is unlikely because of the low vapour pressure of the substance at ambient temperature. Exposure to vapours may however occur when the substance is handled at high temperatures with poor ventilation.
If breathing is difficult, remove victim to fresh air and keep at rest in a position comfortable for breathing.
If the casualty is unconscious and:
* Not breathing – ensure that there is no obstruction to breathing and give artificial respiration by trained personnel. If necessary, give external cardiac massage and obtain medical assistance.
* Breathing - place in the recovery position and keep the head below the level of the torso. Administer oxygen if necessary;

Obtain medical attention if casualty has an altered state of consciousness or if symptoms do not resolve.
(Subject to applicability) If there is any suspicion of inhalation of H_2S:
* Rescuers must wear breathing apparatus, belt and safety rope, and follow rescue procedures.
* Remove casualty to fresh air as quickly as possible.
* Immediately begin artificial respiration if breathing has ceased.
* Provision of oxygen may help.
* Obtain medical advice for further treatment.

Skin contact:
Remove contaminated clothing and footwear, and dispose of safely.
Wash affected area with soap and water.
Seek medical attention if skin irritation, swelling or redness develops and persists.
When using high-pressure equipment, injection of product can occur. If high-pressure injuries occur, immediately seek professional medical attention. Do not wait for symptoms to develop.
For minor thermal burns: Cool the burn. Hold the burned area under cold running water for at least five minutes, or until the pain subsides. However, body hypothermia must be avoided.

Eye contact:
Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do so. Continue rinsing.
If irritation, blurred vision or swelling occurs and persists, obtain medical advice from a specialist.

Ingestion/Aspiration:
In case of ingestion, always assume that aspiration has occurred. The casualty should be sent immediately to a hospital. Do not wait for symptoms to develop.
Do not induce vomiting, as there is high risk of aspiration.
Do not give anything by mouth to an unconscious person.

Self-protection of the first aider:
First aid personnel must be aware of personal risk during rescue. Use personal protective equipment. See section 8 for more detail.

4.2. Most important symptoms and effects, both acute and delayed

Following inhalation:	Inhalation of vapours may cause headache, nausea, vomiting and an altered state of consciousness
Following skin contact:	Reddening, irritation
Following eye contact:	Slight irritation (unspecific)
Following ingestion/ aspiration:	Few or no symptoms expected. If any, nausea and diarrhea might occur.

4.3. Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

Treat accordingly depending on the type of exposure.

5. FIREFIGHTING MEASURES

5.1. Extinguishing media

Suitable extinguishing media:	Foam (Specifically trained personnel only) Water fog (Specifically rained personnel only) Dry chemical powder Carbon dioxide Other inert gases (subject to regulations) Sand or earth
Unsuitable extinguishing media:	Do not use direct water jets on the burning product; they could cause splattering and spread the fire. Simultaneous use of foam and water on the same surface is to be avoided as water destroys the foam.

5.2. Special hazards arising from the substance or mixture

This substance will float and can be reignited on surface water.
Hazardous combustion products:
Incomplete combustion is likely to give rise to a complex mixture of airborne solid and liquid particulates and gases, including carbon monoxide and unidentified organic and inorganic compounds. If sulfur compounds are present in appreciable amounts, combustion products may include also H_2S and SO_x (sulfur oxides) or sulfuric acid.

5.3. Advice for fire-fighters

Protective equipment for fire fighters:
In case of a large fire or in confined or poorly ventilated spaces wear full fire resistant protective clothing and self-contained breathing apparatus (SCBA) with a full face-piece operated in positive pressure mode.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

General information
Stop or contain leak at the source, if safe to do so. Avoid direct contact with released material. Stay upwind. In case of large spillages, alert occupants in downwind areas.

Keep non-involved personnel away from the area of spillage. Alert emergency personnel. Except in case of small spillages, the feasibility of any actions should always be assessed and advised, if possible, by a trained, competent person in charge of managing the emergency.
Eliminate all ignition sources, if safe to do so (e.g. electricity, sparks, fires, flares).
(Subject to applicability): In those cases when the presence of dangerous amounts of H_2S around the spilled product is suspected or proved, additional or special actions may be warranted, including access restrictions, use of special protection equipment, procedures and personnel training.
If required, notify relevant authorities according to all applicable regulations.

6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

6.1.1. For non-emergency personnel: Wear Personal Protective Equipment (PPE) listed in Section 8. Stand upwind from the spill site. Ensure adequate ventilation. Eliminate all ignition sources (electricity, sparks, fires, flares, smoking). Avoid contact with skin, eye and clothing.

6.1.2. For emergency responders: Small spillages: normal antistatic working clothes are usually adequate.
Large spillages: full body suit of chemically resistant and antistatic material.
Work gloves providing adequate chemical resistance, specifically to aromatic hydrocarbons. Note: gloves made of PVA are not water-resistant and are not suitable for emergency use.
Work helmet. Antistatic non-skid safety shoes or boots. Goggles or face shield, if splashes or contact with eyes is possible or anticipated.
Respiratory protection: A half or full-face respirator with filter(s) for organic vapours (and when applicable for H_2S) or a Self Contained Breathing Apparatus (SCBA) can be used according to the extent of spill and predictable amount of exposure. If the situation cannot be completely assessed, or if an oxygen deficiency is possible, only SCBAs should be used.

6.2. Environmental precautions

Spillages onto land: Prevent product from entering sewers, rivers, waterways or other bodies of water. Prevent product from contaminating soil or ground water system.

6.3. Methods and material for containment and cleaning up

6.3.1. For containment: Spillages onto land: If necessary dike the product with dry earth, sand or similar non-combustible materials.
Large spillages may be cautiously covered with foam, if available, to limit fire risk. Do not use direct jets.
Spillages on water or at sea: In case of small spillages in closed waters (i.e. ports) contain product with floating barriers or other equipment.
Large spillages in open waters should be contained with floating barriers or other mechanical means. Control the spreading of the spillage.

6.3.2. For cleaning up: The use of dispersants should be advised by an expert and approved by local authorities.
REMARK: in case of interior space (e.g. inside buildings or confined spaces) ensure adequate ventilation.
Spillages onto land: Absorb spilled product with suitable non-combustible materials. Collect free product with suitable means and transfer collected product and other contaminated materials to suitable containers for recycle, recovery or safe disposal according to relevant regulations.
In case of soil contamination, remove contaminated soil and treat this in accordance with local regulations.

	Spillages on water or at sea: In case of small spillages, contain spilled product and collect it by absorbing with specific floating absorbents. In case of large spillages in open waters collect the product by skimming or other suitable mechanical means, only if fire/explosion risks can be adequately prevented. Collect recovered product and other materials in suitable tanks or containers for recovery or safe disposal according to relevant regulations.
6.3.3. Other information:	Recommended measures are based on the most likely spillage scenarios for this material; however, local conditions (wind, air temperature, wave/current direction and speed) may significantly influence the choice of appropriate actions. For this reason, local experts should be consulted when necessary. Local regulations may also prescribe or limit actions to be taken. (Subject to applicability) Concentration of H_2S in tank headspaces may reach hazardous values, especially in case of prolonged storage. This situation is especially relevant for those operations, which involve direct exposure to the vapours in the tank. (Subject to applicability) Spillages of limited amounts of products, especially in the open air when vapours will be usually quickly dispersed, are dynamic situations, which are unlikely to entail exposure to dangerous concentrations. As H_2S has a density greater than ambient air, a possible exception may regard the build-up of dangerous concentrations in specific spots, like trenches, depressions or confined spaces. In all these circumstances, however, the correct actions should be assessed on a case-by-case basis.

6.4. Reference to other sections

Personal Protective Equipment: See Section 8 for more details.
Waste Treatment: See Section 13

7. HANDLING AND STORAGE

General information:
A specific assessment of inhalation risks from the presence of H_2S in tank headspaces, confined spaces, product residue, tank waste and waste water, and unintentional releases must be made to help determine controls appropriate to local circumstances.
The vapour is heavier than air. Beware of accumulation in pits and confined spaces.

7.1. Precautions for safe handling

Prevention of fire:	Risk of explosive mixtures of vapour and air. Ensure that all relevant regulations regarding explosive atmospheres, and handling and storage facilities of flammable products, are followed. Ground/bond containers, tanks and transfer/receiving equipment. Use and store only outdoors or in a well-ventilated area. Take precautionary measures against static electricity. Use explosion-proof electrical/ventilating/lighting equipment Use only non-sparking tools. Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. – No smoking
Prevention of aerosol and dust generation:	Do not use compressed air for filling, discharging, or handling operations.

Protection of the	Avoid release to the environment

environment:

Hygiene measures: Avoid contact with skin and eyes. Never siphon by mouth. Do not ingest. Avoid breathing vapours. Use personal protective equipment as required (see Section 8). For more information regarding protective equipment and operational conditions see Exposure Scenarios. Ensure that proper housekeeping measures are in place.
Contaminated materials should not be allowed to accumulate in the workplace and should never be kept inside the pockets. Keep away from food and beverages. Do not eat, drink or smoke while using this product. Wash the hands thoroughly after handling. Change contaminated clothes at the end of working shift.

7.2. Conditions from safe storage, including any incompatibilities

Technical measures and storage conditions: Storage installations should be designed with adequate bunds so as to prevent ground and water pollution in case of leaks or spills.
Cleaning, inspection and maintenance of internal structure of storage tanks must be done only by properly equipped and qualified personnel as defined by national, local or company regulations.
Before entering storage tanks and commencing any operation in a confined area, check the atmosphere for oxygen content and flammability. If sulphur compounds are suspected to be present in the product, check the atmosphere for H_2S content.
If the product is supplied in containers:
* Keep only in the original container or in a suitable container for this kind of product.
* Keep containers tightly closed and properly labeled. Protect from the sunlight.
* Light hydrocarbon vapours can build up in the headspace of containers. These can cause flammability / explosion hazards. Open slowly in order to control possible pressure release.
* Empty containers may contain flammable product residues. Do not weld, solder, drill, cut or incinerate empty containers, unless they have been properly cleaned.

Packing materials: Recommended materials: For containers, or container linings use mild steel, stainless steel.
Unsuitable materials: some synthetic materials may be unsuitable for containers or container linings depending on the material specification and intended use. Compatibility should be checked with the manufacturer.

Requirements for storage: Storage area layout, tank design, equipment and operating procedures must comply with the relevant European, national or local legislation.

Storage class: Category II according to national legislation (Ministerial Decision 34458/1990)

Further information on storage conditions: Store separately from oxidizing agents.

7.3. Specific end use(s)

See Exposure scenarios in the Annex

8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

8.1. Control parameters

8.1.1. Limit values:

National occupational exposure limit values: Not reported
National biological limit values: Not reported
International occupational exposure limit values:
Since no occupational exposure limit values are reported for kerosine CAS No 91770-15-9, the limits below that have been published for kerosine CAS No 8008-20-6*, have been considered appropriate for kerosene CAS No 91770-15-9 streams as well.

Substance	**Kerosine**			
Cas No	**8008-20-6**			
	Limit value - Eight hours		Limit value - Short term	
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³
Belgium		200		
Canada - Ontario		200 (1) (2)		
Ireland		100		
South Korea		200		
USA-NIOSH		100		

Remarks:
Canada-Ontario: (1) Jet fuels, as total hydrocarbon vapour (2) Application restricted to conditions in which there are negligible aerosol exposures

**CAS No 8008-20-6: Kerosine (petroleum); straight run Kerosine; a complex of HC produced by the distillation of crude oil. It consists of HC having carbon numbers predominantly in the range of C9 through C16 and boiling in the range of 130 °C to 290 °C*

Substance	**2-(2-Methoxyethoxy)ethanol**			
Cas No	**111-77-3**			
	Limit value - Eight hours		Limit value - Short term	
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³
Austria	10	50,1		
Belgium	10	50,1		
Denmark	25 provisional			
European Union	**10**	**50,1**		
Finland	10	50		
France	*10*	*50,1*		
Germany (AGS)	10 (1)	50 (1)		
Hungary		50,1		
Ireland	10	15,1		
Italy	10	50,1		
Latvia	20	100		
Poland		50		
Spain	10	50,1		
The Netherlands		45		
United Kingdom	10	50,1		

Remarks:
European Union: Bold-type: Indicative occupational exposure limit value and limit value for occupational exposure
France: Italic type: Indicative statutory limit values
Germany (AGS): (1) Inhalable aerosol and vapour
Italy: Skin
Spain: Skin

8.1.2. Monitoring procedures:
Monitoring of the air in confined places using gas detectors to detect and monitor presence of H2S, oxygen deficient conditions and explosive atmospheres. Refer to BS EN 14042:2003 "Workplace atmospheres. Guide for the application and use of procedures for the assessment of exposure to chemical and biological agents", BS EN 1127-1:2007 "Explosive atmospheres-explosion prevention and protection", ES EN 60079-0:2009 "Explosive atmospheres-equipment general requirements"

8.1.3. Exposure limit values for air contaminants formed when using the substance/mixture
Not reported

8.1.4. Derived No Effect Level (DNEL) and Predicted No Effect Concentration (PNEC)

DNEL Worker (industrial /professional)

Chemical name	Short term, systematic effects	Short term, local effects	Long term, systemic effects	Long term, local effects
Kerosines	Dermal (a)	Dermal (b)	Dermal (a)	Dermal (b)
	Inhalation (a)	Inhalation (a)	Inhalation (a)	Inhalation (a)

(a) No hazard identified for this route (data available)
(b) The data do not allow setting a DNEL

DNEL Consumer/General population

Chemical name	Short term, systematic effects	Short term, local effects	Long term, systemic effects	Long term, local effects
Kerosines	Dermal (a)	Dermal (b)	Dermal (a)	Dermal (b)
	Inhalation (a)	Inhalation (a)	Inhalation (a)	Inhalation (a)
			Oral: 19 mg/kg/24h	

(a) No hazard identified for this route (data available)
(b) The data do not allow setting a DNEL

PNEC
Substance is a hydrocarbon UVCB. Conventional methods of deriving PNECs are not appropriate for such complex substances.

8.1.5. Use of control banding approach
See Section 7 and 8.2

8.2. Exposure control

8.2.1. Appropriate engineering controls:
Storage and handling in closed systems. Use sealed systems as far as possible. Local exhaust ventilation is recommended.
Provide basic employee training to prevent/minimise exposure.
Hazard recognition and risk assessment should be conducted for each work. Confined space entry procedures should be followed (e.g. work permit, gas measurements etc). Do not enter empty storage tanks until measurements of available oxygen have been carried out.
Draining, flushing and/or purging of the equipment prior to any disassembly work.

8.2.2. Personal protection equipment:

	IF	PPE	STANDARD
Eye and face protection	Splashing is likely	Protective shield and /or safety goggles should be used	EN 166
Hand protection	There is potential for exposure	Impervious gloves	EN 374
Other skin protection	There is potential for exposure	Impervious protective clothing	EN 340
Respiratory protection	There is vapour formation	Full face masks with gas filters for organic vapours	EN 14387, EN 136, EN 137
Thermal Hazards	Large scale fires	Fire resistant coveralls with self-contained breathing apparatus	EN 340, EN 469, EN 1486, EN 137

8.2.3. Environmental exposure controls:
See sections 6, 7 and exposure scenarios in the Annex.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

9.1. Information on basic physical and chemical properties

(a)	Appearance	: Low viscosity, liquid (at 20 ^{0}C and 101.3 Kpa)
(b)	Odour	: Characteristic (hydrocarbon-like)
(c)	Odour threshold	: Not available
(d)	pH	: Not applicable
(e)	Melting point/freezing point	: Freezing point is below -20°C
(f)	Initial boiling point and boiling range	: 130-290 °C
(g)	Flash point	: The flash point is 29 - 70°C (CONCAWE 2010a) (EN ISO 2719, 13736 and ASTM D 9302a)
(h)	Evaporation rate	: Not available
(i)	Flammability (solid, gas)	: Not applicable
	Flammability (liquid)	: Flammable liquid (cat.3)
(j)	Upper/lower flammability or explosive limits	: Not applicable
(k)	Vapour pressure	: The vapour pressure for kerosines ranges from <1 kPa to 3.7 kPa at 37.8 °C
(l)	Vapour density	: Not available

(m) Density at 15oC : The absolute density ranges from 0.77 to 0.85 g/cm3 at

		15 ^{0}C (CONCAWE, 2010a),(ASTM D-4052, EN ISO 12185)
(n)	Solubility in water	: Not applicable
(o)	Partition coefficient: n-octanol/water	: Not applicable
(p)	Auto-ignition temperature	: 220°C to 550°C (ASTM E 659 test method)
(q)	Decomposition temperature	: Not available
(r)	Viscosity	: 1 to 2.4 cSt at 40°C
(s)	Explosive properties	: Not applicable
(t)	Oxidising properties	: Not applicable

9.2. Other information

No information available

10. STABILITY AND REACTIVITY

10.1. Reactivity

No information available

10.2. Chemical stability

Stable under recommended handling and storage conditions

10.3. Possibility of hazardous reactions

None when treated according to provisions

10.4. Conditions to avoid

Avoid flammability hazards and potential ignition and heat sources (extremely high temperatures, heat sources, open flames, static electricity, sparks)

10.5. Incompatible materials

Strong oxidizing agents. Strong acids. Strong bases. Halogens.

10.6. Hazardous decomposition products

Does not decompose when used for intended uses.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

11.1. Information on toxicological effects

Basis of assessment: Information given is based on product data, knowledge of the components and the toxicology of similar products. The results are based on the available studies and support the classification.

Acute toxicity	Method	Species	Route of exposure	Effective dose	Exposure time	Results
	Equiv. or similar to OECD 420	Rat (Sprague Dawley) male, female	**Oral** Gavage	5000mg/kg bw	single dose, 14days	LD50 >5000mg/kg bw
	Equiv. or similar to OECD 402	Rabbit (New Zealand White) male, female	**Dermal** Occlusive coverage	2000mg/kg bw	single dose, 24 hours to 10% of their body surface area	LD50 >2000mg/kg bw
	Equiv. or similar to OECD 403	Rat (Sprague-Dawley), male, female	**Inhalation,** Vapour, whole body	5.28 mg/L air	4 h	LC50 >5280 mg/m3 air
	Based on evaluation of all the acute toxicity data discussed above, kerosine does not meet the criteria for classification as an acute oral, inhalation or dermal toxicant under the EU CLP Regulation (EC No. 1272/2008).					

Skin Irritation	Method	Species	Route of exposure	Effective dose	Exposure time	Results
	Equivalent or similar to OECD 404	Rabbit (New Zealand white)	**Skin**	Semi-occlusive coverage (saved) to 0.5mL of kerosene Test material: odourless kerosine	4 h	Not -irritating
	EPA Guidelines in FR vol.44, No.145	"	"	Occlusive coverage (intact and abraded skin sites) to 0.5mL of kerosene Test material: kerosine/ heating oil	24 h	Irritating
	Based on the overall weight of evidence of skin irritation scores, kerosines are classified as irritating to the skin as defined by EU CLP Regulation (EC No 1272/2008). They are classified as Skin Irritant, Category 2 (H315), irritating to the skin.					

Serious eye damage/ irritation	Method	Species	Route of exposure	Effective dose	Exposure time	Results
	EPA OTS 798:4500	New Zealand Rabbit, white	**Eye**	0.1mL of was instilled in the conjunctival sac of the eye Test material: Kerosine, CAS No 68333-23-3	72 hours observation	Not irritating
	Based on a lack of corneal, iridial, and conjunctival irritation, kerosines do not meet the criteria for classification as an eye irritant as defined by EU CLP Regulation.					

Corrosivity	Method	Species	Route of exposure	Effective dose	Exposure time	Results
	No specific studies have been reported on corrosivity of these substances in this category. Considering the available studies, no corrosive action of these substances is expected.					

Respiratory or skin sensitisation	Method	Species	Route of exposure	Effective dose	Exposure time	Results
	Equiv. or similar to OECD 406	Guinea pig (Hartley), male	**Skin** Induction and Challenge: epicutaneous, occlusive	Induction: 1:4 dilution Challenge: 1:4 dilution or 0.2% DNCB Test material: Kerosine , CAS No 68333-23-3		Not sensitizing

	Skin sensitisation: Based on test data, kerosines do not meet the criteria for classification as a dermal sensitizer under EU CLP Regulation (EC No. 1272/2008). Respiratory sensitization: This endpoint is not a REACH requirement

Germ cell mutagenicity	Method	Species	Route of exposure	Effective dose	Exposure time	Results
	IN VITRO Modified Ames assay	S.Typhimurium 98		50 µl/ml Test material: CAS No 64742-81-0 and 8008-20-6		All in vitro assays were negative for genotoxicity, except for one assay done with straight run kerosine which was positive
	Equiv. or similar to OECD 471	S.Typhimurium TA 1535,1537, 1538, 98, 100 and S. Cerevisiae D4 (met. act. with and without		0.001-5.0 µl/plate Test material: CAS No 8008-20-6		
	Equiv. or similar to OECD 476	Mouse lymphoma L5178Y cells (met. act. with and without)		-3.91-6.25 nl/ml (with activation) and 6.25-37.5 nl/ml (without activation) -0.004-0.065 nl/ml (with activation) and 0.006-0.13 nl/ml (without activation) Test material: CAS No 8008-20-6		
	IN VIVO Equiv. or similar to OECD 475	Rat (Sprague-Dawley), m, f	**Intraperitoneal**	- 0, 0.3, 1.0, 3.0 g/kg Test material: CAS No 8008-20-6 -0.3, 1.0, 3.0 g/kg Test material: CAS No 64742-81-0		
	"	"	"	Sample1: 0.4, 0.13, 0.04 ml/rat Sample2: 0.18, 0.06, 0.02 ml/rat Test material: CAS No 8008-20-6		
	Equiv. or similar to OECD 478	Mouse (CD-1), male	**Inhalation**	Actual: 0, 98.4, 378.3 ppm Test material: JF-A		All in vivo chromosome aberration and dominant lethal assays were negative for genotoxicity (OECD 475, 478), while one in vivo sister chromatid exchange assay (modified OECD 479) was positive for genotoxicity in male, but not in female mice.
	"	Mouse and rat, male	**Intraperitoneal**	Mouse: 1ml/kg (diluted 10% in corn oil), Rat: undiluted Test material: Deodorized kerosine		
	Equiv. or similar to OECD 479	Mouse (B6C3F1) male, female	"	400, 2000, 4000 mg/kg Test material: CAS No 64742-81-0		
	There were no studies located that described mutagenic or genotoxic effects of kerosine or jet fuels in humans. Because most studies were negative and the data on various individual components of kerosines and jet fuels were negative, the weight of evidence from in vitro and in vivo mutagenic studies indicates that kerosine and jet fuels are likely not mutagens and are not classified as mutagens under the EU CLP Regulation (EC No. 1272/2008).					

Carcinogenicity	Method	Species	Route of exposure	Effective dose	Exposure time	Results

	Equiv. or similar to OECD 451	Mouse (C3H/ HeNCrlBR), male	**Dermal**	37.5 µl Test material: JF-A	2 years, twice each week	Neoplastic effects: Yes
	"	Mouse (C3H), male, female	"	25 mg Test material: JF-A	105 weeks, 3 times weekly	"
	"	Mouse (C3H), male	"	50 µl Test material: CAS No 8008-20-6	24 months, twice weekly	"
	"	Mouse (C3H/ HeJ), m,f	"	50 µl Test material: CAS No 64742-81-0	lifetime, twice per week	"
	"	Mouse (B6C3F1), m,f	"	0, 250 or 500 mg/kg Test material: JP-5	103 w, except high dose- females were only exposed for 90 weeks (5 d/w)	"
	"	Mouse (C3H), male	"	0, 28.5, 50, 100% Test material: CAS No 64742-81-0	2 years (low dose 7d/w, mild dose 4d/w, high dose 2d/w	"
	"	"	"	50 gr/mouse Test material: CAS No 8008-20-6, 64742-47-8	2 years, twice per week	"
	Kerosine is not carcinogenic when animals are exposed via the oral or inhalation route. However, chronic skin contact with kerosines and jet fuel may lead to tumour formation as a consequence of repeated cycles of irritation, skin damage and repair. LOAEL: 200 mg/ kg bw/day - Target organs: other: skin In studies where dermal irritation and/or inflammation were prevented, but other factors, such as dermal uptake of polycyclic aromatic compounds, were kept identical, no skin tumours were observed. Based on this data, kerosines are classified as non-carcinogenic according to the EU CLP Regulation (EC No.1272/2008).					

Reproductive and developmental toxicity	**Method**	**Species**	**Route of exposure**	**Effective dose**	**Exposure time**	**Results**
	OECD 421	Rat (Sprague-Dawley), male, female	**Dermal**	165(20%), 330 (40%) 494(60%) mg/kg/d. Different concentrations in solution and amount applied Test material: CAS No 64742-81-0	14 d premating to day 20 of gestation with males treated an additional week	NOAEL (P, reprod.toxicity): ≥494 mg/kg bw/day NOAEL (F1, develop. offsrpring toxicity): ≥494 mg/kg bw/day
	No specific guidelines mentioned	Rat (Sprague-Dawley), male, female	**Oral** (gavage)	Males: 750, 1500,3000 mg/kg/d Females: 325, 750, 1500 mg/kg/d Test material: JP-8	Males: 70 to 90 days Females: 21 weeks	NOAEL (P): 750 mg/kg bw/day NOAEL (P, reprod.toxicity, male): ≥3000 mg/kg bw/day NOAEL (P, reprod.toxicity, female): ≥1500 mg/kg bw/day NOAEL (F1): 750 mg/kg bw/day

	OECD 414	Rat (Sprague-Dawley)	**Oral** (gavage)	500, 1000, 1500, 2000 mg/kg/day (actually ingested) Test material: JP-8	10 days	NOAEL (embryotoxicity): 1000 mg /Kg bw/day LOAEL (embryotoxicity): 1500 mg /Kg bw/day NOAEL (maternal toxicity): 500 mg /Kg bw/day LOAEL (maternal toxicity): 1000 mg /Kg bw/day
	OECD 414	Rat (Sprague-Dawley)	**Inhalation** Whole body	106 or 364 ppm Test material: CAS No 8008-20-6	Six hours each day (daily) Days 6 through 15 of gestation	NOAEC (maternal toxicity): ≥364ppm NOAEC (teratogenicity): ≥364ppm
	• Kerosine does not cause fertility effects (OECD 421) NOAEL (oral route): ≥3000 mg/kg bw/day NOAEL (dermal route): ≥ 494 mg/kg bw/day NOAEL (inhalation): ≥ 1000 mg/kg bw/day • All animal studies show that kerosine and jet fuel have no effects on developmental (OECD 414) NOAEL (oral route): 1000 mg/kg bw/day NOAEL (dermal route): ≥ 494 mg/kg bw/day NOAEL (inhalation): ≥ 364 ppm Therefore, there is insufficient data to classify kerosines as toxic for reproduction under the EU CLP Regulation (EC No. 1272/2008). Developmental studies did not provide sufficient evidence to cause a strong suspicion of developmental toxicity in the absence of signs of marked maternal toxicity, therefore kerosines are not classified as a developmental toxicant according to EU CLP Regulation (EC No. 1272/2008).					

Specific Target Organ Exposure (STOT) – repeated exposure	**Method**	**Species**	**Route of exposure**	**Effective dose**	**Exposure time**	**Results**
	Equiv. or similar to OECD 412	Rat (Sprague-Dawley), male, female	**Inhalation** Subacute , Vapour, whole body	24mg/m^3(vapour) Test material: Kerosine, CAS No 64742-81-0	6h/d, 5d/w for 4w	NOAEC: ≥24 mg/m^3 air No treatment related effects observed
	Equiv. or similar to OECD 413	Rat (Fischer 344), male, female	**Inhalation** Subchronic Vapour, whole body	0, 500, 1000 mg/m^3 (vapour) Test material: JP-8	24h/d for 90 d	NOAEL: ≥1000mg/m^3 air LOAEL: 500 mg/m^3 (male, body and organ weights)
	"	Mouse (C57 BL) male, female	"	"	"	NOAEL: ≥1000mg/m^3 air
	OECD 410	Rat (Sprague-Dawley), male, female	**Dermal** Subacute	0.01, 0.05, 0.5 ml/kg/d Test material: Kerosine, CAS No 68333-23-3	6h/d, 5d/w for 4w	NOAEL: ≥0.5 ml/kgbw (male, female) Skin LOAEL: 0.01 ml/kgbw (male, female)
	Study (no specific guidelines)	Rat (Sprague-Dawley), male, female	**Oral** Subchronic, gavage	Males: 0, 750, 1500, 3000 mg/kg/d Females: 0, 325, 750, 1500 mg/kg/d Test material: JP-8	Males: 70 to 90 days Females: 21 w (daily)	NOAEL: 750 mg/kgbw/d

	• NOAEL (oral): 750 mg /Kg bw /day • NOAEL (dermal): ≥400 mg /Kg bw /day • NOAEC (inhalation): ≥1000 mg /Kg bw /day Based on the lack of adverse systemic effects even with the highest doses administered, kerosines are not classified for repeated dose toxicity under the EU CLP Regulation (EC No. 1272/2008).

STOT – single dose	**Method**	**Species**	**Route of exposure**	**Effective dose**	**NOAEL**	**Exposure time**
	Affected organs: Central Nervous System Route of exposure: Inhalation					

Aspiration Hazard	Due to low viscosity of kerosines aspiration is expected to occur only during ingestion or in case of vomiting after ingestion

12. ECOLOGICAL INFORMATION

Basis of assessment Information given is based on a knowledge of the components and the ecotoxicology of similar products.

12.1. Toxicity

Toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.

Acute (short–term) Aquatic toxicity:

Fish LL50 (96h): 2 to 5 mg/L, NOEL(96h): 2.0 mg/L (Oncorhynchus mykiss, OECD 203; KS = 1)

Aquatic invertebrates EL50 (48h): 1.4 mg/L, NOEL(48h): 0.3 mg/L (Daphnia magna, OECD 202; KS = 1)

Chronic (long–term) Aquatic toxicity:

Fish NOEL: 0.098 mg/L (freshwater fish, PETROTOX computer model)

Aquatic invertebrates NOEL (21d): 0.48 mg/L, LOEL (21d): 1,2 mg/L, EL50(21d): 0.89 mg/L (Daphnia magna, OECD 211; KS = 1)

Toxicity to aquatic algae: NOEL (72h): 1.0 mg/L, EL50(72h): 1-3 mg/L (OECD 201; KS = 1)

Toxicity to microorganisms: LL50(72h): 677.9mg/L (Tetrahymena pyriformis, PETROTOX computer model)

Sediment and terrestrial toxicity: Substance is a hydrocarbon UVCB. Standard tests for this endpoint are intended for single substances and are not appropriate for the risk assessment of this complex substance.

Toxicity to birds: In accordance with Column 2 of REACH Annex X, studies on long-term or reproductive toxicity to birds studies do not need to be conducted due to the existence of a large mammalian dataset.

12.2. Persistence and degradability

Abiotic Degradation: Physical/photo-chemical	Hydrolysis Kerosines are resistant to hydrolysis because they lack a

elimination	functional group that is hydrolytically reactive. Phototransformation in air: Standard tests for atmospheric oxidation half-lives are intended for single substances and are not appropriate for this complex substance. Phototransformation in water and soil: The substance does not have the potential to undergo photolysis in water and soil.
Biodegradation:	Kerosines are not readily biodegradable, but as they can be degraded by micro-organisms, they are regarded as being inherently biodegradable.

12.3. Bio accumulative potential

The substance is a hydrocarbon UVCB. Standard tests for this endpoint are intended for single substances and are not appropriate for the risk assessment of this complex substance.

12.4. Mobility

Known or predicted distribution to environmental compartments:	The distribution of the substance in the environmental compartments, air, water, soil, and sediment, has been calculated using the PETRORISK Model. Based on the regional scale exposure assessment, the multimedia distribution of the substance is 91.57 % to air, 1.54 % to water, 2.07 % to sediment and 4.82 % to soil.
Adsorption/Desorption:	The substance is a hydrocarbon UVCB. Standard tests for this endpoint are intended for single substances and are not appropriate for this complex substance.

12.5. Results of PBT and vPvB assessment

The substance is not considered to be PBT nor vPvB.

12.6. Other adverse effects

No information available

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

13.1. Waste treatment methods

	Recover if possible. Dispose of in accordance with the European Directives on waste and hazardous waste. The waste producer is responsible for determining the proper EWC code, classification of the waste and disposal methods, based on the application for which the product was used.
13.1.1 Product / Packaging disposal:	Dispose empty containers via an authorized person/licensed waste disposal contractor in accordance with local and European regulations.

13.1.2 Waste treatment-relevant information:	Empty containers may retain product residue including flammable or explosive vapours. Empty and drain the container thoroughly, including all internal piping, traps, and standpipes. Removal of flammable material from vessels and/or containers may be done by steaming out. Do not perform any work (welding, cutting, drilling,, soldering) on an "empty" container unless they have been cleaned and declared safe. Do not pollute the soil, water or environment with the waste container.
13.1.3 Sewage disposal-relevant information:	DON'T pour the substance down the drain, down the storm sewer or on the ground. Product should not be disposed of by release to sewers.
13.1.4 Other disposal recommendations:	Where possible (e.g. in the absence of relevant contamination), recycling of used substance is feasible and recommended. Disposal should be in accordance with applicable regional, national and local laws and regulations.

14. TRANSPORT INFORMATION

Land Transport (ADR/RID)

14.1. UN No:	UN 1863
14.2. UN Proper Shipping Name:	FUEL, AVIATION, TURBINE ENGINE
14.3. Transport Hazard class:	3 Flammable liquids
14.4. Packing Group:	I or II or III The correct choice of packaging group, hazard identification number (HIN) and UK emergency action code (EAC) will depend upon the closed flash point and initial boiling point of the low boiling point of the liquid being transported. The criteria are published in the transport regulations, but are summarised below. Initial boiling point <=35°C requires packaging group I, HIN 33, UK EAC 3YE. Flash point (closed cup) <23°C and Initial boiling point >35°C requires packaging group II, HIN 33, UK EAC 3YE. Flash point (closed cup) >= 23 to <= 60°C and Initial boiling point >35°C requires packaging group III, HIN 30, UK EAC 3Y. For UN 1863 substances belonging to packing group II, the special provisions in ADR, RID and ADN(R) differ depending upon whether the vapour pressure of the substance at 50°C is more than 110 kPa or not more than 110 kPa.
14.5. Environmental hazard:	This product is classified as dangerous to the environment
Remarks:	Hazard identification number (HIN) 30 or 33. UK Emergency action code (EAC) 3YE or 3Y. Tunnel restriction code: D/E (Note: ADR requirement only).

Inland waterways Transport (ADN)

14.1. UN No:	UN1863
14.2. UN Proper Shipping Name:	FUEL, AVIATION, TURBINE ENGINE
14.3. Transport Hazard class:	3 Flammable liquids
14.4. Packing Group:	I or II or III The correct choice of packaging group, hazard identification number (HIN) and UK emergency action code (EAC) will depend upon the closed flash point and initial boiling point of the low boiling point of the liquid being transported. The criteria are published in the transport regulations, but are summarised below. Initial boiling point <=35°C requires packaging group I, HIN 33, UK EAC 3YE. Flash point (closed cup) <23°C and Initial boiling point >35°C requires packaging group II, HIN 33, UK EAC 3YE. Flash point (closed cup) >= 23 to <= 60°C and Initial boiling point >35°C requires packaging group III, HIN 30, UK EAC 3Y. For UN 1863 substances belonging to packing group II, the special provisions in ADR, RID and ADN(R) differ depending upon whether the vapour pressure of the substance at 50°C is more than 110 kPa or not more than 110 kPa.
14.5. Environmental hazard:	This product is classified as dangerous to the environment

Remarks:	Substance transported by inland waterway in a tank vessel may have a different classification to substance being transported in packaging by inland waterway.

Sea transport (IMDG Code)

14.1. UN No:	UN 1863
14.2. UN Proper Shipping Name:	FUEL, AVIATION, TURBINE ENGINE
14.3. Transport Hazard class:	3 Flammable liquids
14.4. Packing Group:	I or II or III The correct choice of packaging group, hazard identification number (HIN) and UK emergency action code (EAC) will depend upon the closed flash point and initial boiling point of the low boiling point naphtha being transported. The criteria are published in the transport regulations, but are summarised below. Initial boiling point <=35°C requires packaging group I, HIN 33, UK EAC 3YE. Flash point (closed cup) <23°C and Initial boiling point >35°C requires packaging group II, HIN 33, UK EAC 3YE. Flash point (closed cup) >= 23 to <= 60°C and Initial boiling point >35°C requires packaging group III, HIN 30, UK EAC 3Y. For UN 1863 substances belonging to packing group II, the special provisions in ADR, RID and ADN(R) differ depending upon whether the vapour pressure of the substance at 50°C is more than 110 kPa or not more than 110 kPa.
14.5. Environmental hazard:	Marine pollutant

Air Transport (IATA)

14.1. UN No:	UN 1863
14.2. UN Proper Shipping Name:	FUEL, AVIATION, TURBINE ENGINE
14.3. Transport Hazard class:	3 Flammable liquids
14.4. Packing Group:	I or II or III The correct choice of packaging group, hazard identification number (HIN) and UK emergency action code (EAC) will depend upon the closed flash point and initial boiling point of the low boiling point of the liquid being transported. The criteria are published in the transport regulations, but are summarised below. Initial boiling point <=35°C requires packaging group I, HIN 33, UK EAC 3YE. Flash point (closed cup) <23°C and Initial boiling point >35°C requires packaging group II, HIN 33, UK EAC 3YE. Flash point (closed cup) >= 23 to <= 60°C and Initial boiling point >35°C requires packaging group III, HIN 30, UK EAC 3Y. For UN 1863 substances belonging to packing group II, the special provisions in ADR, RID and ADN(R) differ depending upon whether the vapour pressure of the substance at 50°C is more than 110 kPa or not more than 110 kPa.
14.5. Environmental hazard:	This product is classified as dangerous to the environment

14.6. Special precautions for user

Refer to Section 7, Handling and Storage

14.7. Transport in bulk according to Annex II of MARPOL 73/78 and the IBC Code

For bulk transport follow Annex II of MARPOL 73/78 and the IBC Code

15. REGULATORY INFORMATION

15.1. Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

EU Regulations

- Regulation (EC) No 1907/2006 of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC
- Regulation (EC) No 1272/2008 of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006
- Regulation (EC) No 453/2010 amending Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)
- Regulation (EC) No 830/2015 amending Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)

Authorisations and/or restrictions on use

- Authorisations: REACH Regulation Annex XIV – List of substances subject to authorisation
- Restrictions on use: REACH Regulation Annex XVII - Restrictions on the manufacture, placing on the market and use of certain dangerous substances, mixtures and articles

Other EU regulations

- Directive 2008/98/EC of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives
- Directive 2012/18/EK of 4 July 2012 on the control of major accident hazards involving dangerous substances, amending and consequently repealing Directive 96/82/EC.
- Directive 2001/7/EC of 29 January 2001 adapting for the third time to technical progress Council Directive 94/55/EC on the approximation of the laws of the Member States with regard to the transport of dangerous goods by road
- Directive 2004/35/EC of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on environmental viability with regard to the prevention and remedying of environmental damage
- Directive 2004/37/EC of 29 April 2004 on the protection of workers from the risks related to exposure to carcinogens or mutagens at work.
- Directive 2009/161 establishing a third list of indicative exposure limit values in implementation of Directive 98/24/EK and amending Directive 2000/39/EK

National regulations

- Ministerial Decree 13588/725/2006 «Measures, terms and restrictions for handling hazardous wastes according to the Directive 91/689/EEC for hazardous waste» Replacement of the Ministerial Decree 19396/1546/1997 «Measures and terms for handling hazardous waste»
- Presidential Decree 307/1986 «Protection of Workers from the Risks Related to Exposure to Certain Chemical Agents at Work», as it has been amended by:
  - P.D. 77/1993 «Protection of workers from physical, chemical and biological agents at work and amendments and additions to P.D. 307/86 according to Directive 88/642/EEC»
  - P.D. 90/1999 «Establishment of exposure limit values and upper exposure limit values for workers exposed to certain chemical agents at work according to Directives 91/322/EEC and 96/94/EC and amendments and additions to P.D. 307/86, as it has been amended by P.D. 77/93»
  - P.D. 339/2001 «Amendments to P.D. 307/86 "Protection of workers from the risks related to exposure to certain chemical agents at work" »
  - P.D. 162/2007 «Protection of workers from the risks related to exposure to certain chemical agents at work, amending last version of P.D. 307/86 according to Directive 2006/15/EC»
  - P.D. 12/2012 «Amendments to P.D. 307/86 "Protection of workers from the risks related to exposure to certain chemical agents at work» according to Directive 2009/161/EU»
- Presidential Decree 395/1994, «Minimum Safety and Health Requirements for the Use of Work Equipment by Workers at Work (relevant to Directive 89/655/EEC)», as it has been amended by:
  - P.D. 89/99 «Amendments to P.D.395/94 according to Directive 95/63/EC»
  - P.D. 304/00 «Amendments to P.D.395/94, as it has been amended by P.D. 89/99»
  - P.D. 155/04 «Amendments to the last version of P.D.395/94 according to Directive 2001/45/EC»
- Presidential Decree 396/1994 "Minimum Health and Safety Requirements for the Use by Workers of Personal Protective Equipment at the Workplace (relevant to Directive 89/656/EEC)", as it has been amended
- Presidential Decree 338/2001 "Protection of the health and safety of workers from hazards caused by chemical agents at work"

- Ministerial Decision 34458/1990 "Technical specifications for the configuration, design, construction, safe operation and fire protection of refineries and other petroleum industries"

15.2. Chemical Safety Assessment

A Chemical Safety Assessment has been carried out for this substance.

16. ABBREVIATIONS

Abbreviations, acronyms

CAS	Chemical Abstracts Service
DSD	Directive 67/548/EEC
CLP	Regulation 1272/2008
ADR	European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road
ADN	European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterway
IMDG	International Maritime Dangerous Goods Code
ICAO-TI	International Civil Aviation Organization-Technical Instructions
RID	Regulations concerning the International Carriage Dangerous Goods by Rail
DMEL	Derived Minimum Effect Level
DNEL	Derived No Effect Level
PNEC	Predicted No Effect Concentration
LOAEC	Lowest Observed Adverse Effect Concentration
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level
LOEL	Lowest Observed Effect Level
NOAEC	No Observed Adverse Effect Concentration
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level
NOEC	No Observed Effect Concentration
NOEL	No Observed Effect Level
NOELR	No Observed Effect Loading Rate
LD50	Lethal Dose 50%
LC50	Lethal Concentration 50%
EL50	Effective Level 50%
ErL50	Effective Level 50% Reduction Growth Rate
LL50	Lethal Level 50%
PBT	Persistent, Bioaccumulative and Toxic
vPvB	very Persistent and very Bioaccumulative
SCC	Strictly Controlled Conditions
SCOEL	Scientific Committee on Occupational Exposure Limits
STOT	Specific Target Organ Toxicity
bw	Body weight
bw/day	Body weight/day
IARC	International Agency for Research on Cancer

References	IUCLID Chemical Safety Report Οριακές τιμές έκθεσης GESTIS (http://www.dguv.de/ifa/en/gestis/limit_values/index.jsp)
Issue date	
Revision Date	15-12-2015

Reason for revision	Update due to new occupational exposure limit values from GESTIS (section 8) and to the repeal of Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC (section 2 and 3)
Additional information	
Disclaimer	MOTOR OIL (HELLAS) -CORINTH REFINERIES specifies that the information given refers only to the specific product, and only when it is not used in combination with another product. The information is accurate according to the current state of knowledge and experience of the product at the date of last revision. MOTOR OIL (HELLAS) – CORINTH REFINERIES S.A. accepts no legal responsibility from any losses or damages caused by other uses, not described above, or from any incorrect use, handling, storage or purchase of the product. It is on the sole responsibility of the user to take all the necessary precautions for the safe use of the specific product. The information and guidelines of this document should be made available to all users. If further information is needed, please contact the company at the above telephone numbers or address.

Full text of other abbreviations

ADN - European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways; ADR - Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road; AIIC - Australian Inventory of Industrial Chemicals; ASTM - American Society for the Testing of Materials; bw - Body weight; CMR - Carcinogen, Mutagen or Reproductive Toxicant; DIN - Standard of the German Institute for Standardisation; DSL - Domestic Substances List (Canada); ECx - Concentration associated with x% response; ELx - Loading rate associated with x% response; EmS - Emergency Schedule; ENCS - Existing and New Chemical Substances (Japan); ErCx - Concentration associated with x% growth rate response; GHS - Globally Harmonized System; GLP - Good Laboratory Practice; IARC - International Agency for Research on Cancer; IATA - International Air Transport Association; IBC - International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk; IC50 - Half maximal inhibitory concentration; ICAO - International Civil Aviation Organization; IECSC - Inventory of Existing Chemical Substances in China; IMDG - International Maritime Dangerous Goods; IMO - International Maritime Organization; ISHL - Industrial Safety and Health Law (Japan); ISO - International Organisation for Standardization; KECI - Korea Existing Chemicals Inventory; LC50 - Lethal Concentration to 50 % of a test population; LD50 - Lethal Dose to 50% of a test population (Median Lethal Dose); MARPOL - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships; n.o.s. - Not Otherwise Specified; NO(A)EC - No Observed (Adverse) Effect Concentration; NO(A)EL - No Observed (Adverse) Effect Level; NOELR - No Observable Effect Loading Rate; NZIoC - New Zealand Inventory of Chemicals; OECD - Organization for Economic Co-operation and Development; OPPTS - Office of Chemical Safety and Pollution Prevention; PBT - Persistent, Bioaccumulative and Toxic substance; PICCS - Philippines Inventory of Chemicals and Chemical Substances; (Q)SAR - (Quantitative) Structure Activity Relationship; REACH - Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals; RID - Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail; SADT - Self-Accelerating Decomposition Temperature; SDS - Safety Data Sheet; TCSI - Taiwan Chemical Substance Inventory; TECI - Thailand Existing Chemicals Inventory; TSCA - Toxic Substances Control Act (United States); UN - United Nations; UNRTDG - United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods; vPvB - Very Persistent and Very Bioaccumulative

The branding on the header and/or footer of this document may temporarily not visually match the product purchased as we transition our branding. However, all of the information in the document regarding the product remains unchanged and matches the product ordered. For further information please contact mlsbranding@sial.com.

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

SAFETY DATA SHEET

according to Regulation (EC) No. 1907/2006

Version 7.5
Revision Date 16.04.2024
Print Date 09.04.2025
GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1 Product identifiers

Product name : Methyl Alcohol (3 x 1.5 mL)

Product Number : 1424109
Brand : US Pharmacopeia
Index-No. : 603-001-00-X
REACH No. : 01-2119433307-44-XXXX
CAS-No. : 67-56-1

1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Identified uses : Laboratory chemicals, Manufacture of substances

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

Company : Merck Life Science S.A.S
80 Rue de Luzais
F-38297 SAINT QUENTIN FALLAVIER CEDEX

1.4 Emergency telephone

Emergency Phone # : +33 (0)9 75 18 14 07 (CHEMTREC)
+33 (0)1 45 42 59 59 (I.N.R.S.)

SECTION 2: Hazards identification

2.1 Classification of the substance or mixture

Flammable liquids, (Category 2)	H225: Highly flammable liquid and vapor.
Acute toxicity, (Category 3)	H301: Toxic if swallowed.
Acute toxicity, (Category 3)	H331: Toxic if inhaled.
Acute toxicity, (Category 3)	H311: Toxic in contact with skin.
Specific target organ toxicity - single exposure, (Category 1), Eyes, Central nervous system	H370: Causes damage to organs.

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

2.2 Label elements

Labelling according Regulation (EC) No 1272/2008

Pictogram



Signal Word	Danger
Hazard Statements	
H225	Highly flammable liquid and vapor.
H301 + H311 + H331	Toxic if swallowed, in contact with skin or if inhaled.
H370	Causes damage to organs (Eyes, Central nervous system).
Precautionary Statements	
P210	Keep away from heat, hot surfaces, sparks, open flames and other ignition sources. No smoking.
P233	Keep container tightly closed.
P280	Wear protective gloves/ protective clothing/ eye protection/ face protection.
P301 + P310	IF SWALLOWED: Immediately call a POISON CENTER/ doctor.
P303 + P361 + P353	IF ON SKIN (or hair): Take off immediately all contaminated clothing. Rinse skin with water.
P304 + P340 + P311	IF INHALED: Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. Call a POISON CENTER/ doctor.
Supplemental Hazard Statements	none

Reduced Labeling (<= 125 ml)

Pictogram



Signal Word	Danger
Hazard Statements	
H370	Causes damage to organs.
H301 + H311 + H331	Toxic if swallowed, in contact with skin or if inhaled.
Precautionary Statements	
P301 + P310	IF SWALLOWED: Immediately call a POISON CENTER/ doctor.
P304 + P340 + P311	IF INHALED: Remove person to fresh air and keep comfortable for breathing. Call a POISON CENTER/ doctor.
Supplemental Hazard Statements	none

2.3 Other hazards

This substance/mixture contains no components considered to be either persistent, bioaccumulative and toxic (PBT), or very persistent and very bioaccumulative (vPvB) at levels of 0.1% or higher.

Ecological information:
The substance/mixture does not contain components considered to have endocrine disrupting properties according to REACH Article 57(f) or Commission Delegated regulation (EU) 2017/2100 or Commission Regulation (EU) 2018/605 at levels of 0.1% or higher.

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

Toxicological information:
The substance/mixture does not contain components considered to have endocrine disrupting properties according to REACH Article 57(f) or Commission Delegated regulation (EU) 2017/2100 or Commission Regulation (EU) 2018/605 at levels of 0.1% or higher.

SECTION 3: Composition/information on ingredients

3.1 Substances

Formula : CH4O
Molecular weight : 32,04 g/mol
CAS-No. : 67-56-1
EC-No. : 200-659-6
Index-No. : 603-001-00-X

Component		Classification	Concentration
Methanol			
CAS-No. EC-No. Index-No.	67-56-1 200-659-6 603-001-00-X	Flam. Liq. 2; Acute Tox. 3; STOT SE 1; H225, H301, H331, H311, H370 Concentration limits: >= 10 %: STOT SE 1, H370; 3 - < 10 %: STOT SE 2, H371;	<= 100 %

For the full text of the H-Statements mentioned in this Section, see Section 16.

SECTION 4: First aid measures

4.1 Description of first-aid measures

No data available

4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed

The most important known symptoms and effects are described in the labelling (see section 2.2) and/or in section 11

4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

No data available

SECTION 5: Firefighting measures

5.1 Extinguishing media

No data available

5.2 Special hazards arising from the substance or mixture

Carbon oxides
Combustible.

5.3 Advice for firefighters

No data available

5.4 Further information

No data available

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

SECTION 6: Accidental release measures

6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures
For personal protection see section 8.

6.2 Environmental precautions
No data available

6.3 Methods and materials for containment and cleaning up
No data available

6.4 Reference to other sections
For disposal see section 13.

SECTION 7: Handling and storage

7.1 Precautions for safe handling
For precautions see section 2.2.

7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities
No data available

7.3 Specific end use(s)
Apart from the uses mentioned in section 1.2 no other specific uses are stipulated

SECTION 8: Exposure controls/personal protection

8.1 Control parameters

Ingredients with workplace control parameters

8.2 Exposure controls

Personal protective equipment

Skin protection
This recommendation applies only to the product stated in the safety data sheet, supplied by us and for the designated use. When dissolving in or mixing with other substances and under conditions deviating from those stated in EN 16523-1 please contact the supplier of CE-approved gloves (e.g. KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: www.kcl.de).
Full contact
Material: butyl-rubber
Minimum layer thickness: 0,7 mm
Break through time: 480 min
Material tested:Butoject® (KCL 898)

This recommendation applies only to the product stated in the safety data sheet, supplied by us and for the designated use. When dissolving in or mixing with other substances and under conditions deviating from those stated in EN 16523-1 please contact the supplier of CE-approved gloves (e.g. KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: www.kcl.de).
Splash contact

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

Material: Viton®
Minimum layer thickness: 0,7 mm
Break through time: 120 min
Material tested:Vitoject® (KCL 890 / Aldrich Z677698, Size M)

Control of environmental exposure
Prevent product from entering drains.

SECTION 9: Physical and chemical properties

9.1 Information on basic physical and chemical properties

a)	Physical state	liquid
b)	Color	colorless
c)	Odor	characteristic
d)	Melting point/freezing point	Melting point: -97,8 °C - (ECHA)
e)	Initial boiling point and boiling range	64,7 °C at 1.013 hPa - (ECHA)
f)	Flammability (solid, gas)	No data available
g)	Upper/lower flammability or explosive limits	Upper explosion limit: 44 %(V) Lower explosion limit: 5,5 %(V)
h)	Flash point	9,7 °C - closed cup - Regulation (EC) No. 440/2008, Annex, A.9
i)	Autoignition temperature	455,0 °C at 1.013 hPa - DIN 51794
j)	Decomposition temperature	Distillable in an undecomposed state at normal pressure.
k)	pH	No data available
l)	Viscosity	Viscosity, kinematic: 0,54 - 0,59 mm2/s at 20 °C Viscosity, dynamic: > 0,544 - < 0,59 mPa.s at 25 °C
m)	Water solubility	1.000 g/l at 20 °C - completely miscible
n)	Partition coefficient: n-octanol/water	log Pow: -0,77 at 25 °C - (HSDB), Bioaccumulation is not expected.
o)	Vapor pressure	169,27 hPa at 25 °C
p)	Density	0,79 g/cm3 at 20 °C
	Relative density	0,79 - 0,8 at 20 °C
q)	Relative vapor density	1,11
r)	Particle characteristics	No data available

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

s) Explosive properties Not classified as explosive.

t) Oxidizing properties none

9.2 Other safety information

Minimum ignition energy	0,14 mJ
Conductivity	< 1 µS/cm
Relative vapor density	1,11

SECTION 10: Stability and reactivity

10.1 Reactivity
No data available

10.2 Chemical stability
No data available

10.3 Possibility of hazardous reactions
Risk of explosion with:
Oxidizing agents
perchloric acid
perchlorates
salts of oxyhalogenic acids
chromium(VI) oxide
halogen oxides
nitrogen oxides
nonmetallic oxides
chromosulfuric acid
chlorates
hydrides
zinc diethyl
halogens
powdered magnesium
hydrogen peroxide
Nitric acid
sulfuric acid
permanganic acid
sodium hypochlorite
Exothermic reaction with:
acid halides
Acid anhydrides
Reducing agents
acids
Bromine
Chlorine
Chloroform
magnesium
tetrachloromethane
Risk of ignition or formation of inflammable gases or vapours with:
Fluorine
Oxides of phosphorus

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

Raney-nickel
Generates dangerous gases or fumes in contact with:
Alkaline earth metals
Alkali metals

10.4 Conditions to avoid
No data available

10.5 Incompatible materials
No data available

10.6 Hazardous decomposition products
In the event of fire: see section 5

SECTION 11: Toxicological information

11.1 Information on toxicological effects

Acute toxicity
Acute toxicity estimate Oral - 100,1 mg/kg
(Expert judgment)
Remarks: Classified according to Regulation (EU) 1272/2008, Annex VI (Table 3.1/3.2)
Symptoms: Nausea, Vomiting
Acute toxicity estimate Inhalation - 4 h - 3,1 mg/l - vapor

(Expert judgment)
Remarks: Classified according to Regulation (EU) 1272/2008, Annex VI (Table 3.1/3.2)
Symptoms: Irritation symptoms in the respiratory tract.
Acute toxicity estimate Dermal - 300,1 mg/kg
(Expert judgment)
Remarks: Classified according to Regulation (EU) 1272/2008, Annex VI (Table 3.1/3.2)

Skin corrosion/irritation
Skin - Rabbit
Result: No skin irritation
Remarks: (ECHA)
Remarks: Drying-out effect resulting in rough and chapped skin.

Serious eye damage/eye irritation
Eyes - Rabbit
Result: No eye irritation
Remarks: (ECHA)

Respiratory or skin sensitization
Sensitisation test: - Guinea pig
Result: negative
(OECD Test Guideline 406)

Germ cell mutagenicity
Based on available data the classification criteria are not met.
Test Type: Ames test
Test system: Salmonella typhimurium
Metabolic activation: with and without metabolic activation
Method: OECD Test Guideline 471
Result: negative

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

Test Type: In vitro mammalian cell gene mutation test
Test system: Chinese hamster lung cells
Metabolic activation: with and without metabolic activation
Method: OECD Test Guideline 476
Result: negative

Test Type: Micronucleus test
Species: Mouse
Cell type: Bone marrow
Application Route: Intraperitoneal injection
Method: OECD Test Guideline 474
Result: negative

Carcinogenicity
Did not show carcinogenic effects in animal experiments.

Reproductive toxicity
Based on available data the classification criteria are not met.

Specific target organ toxicity - single exposure
Causes damage to organs. - Eyes, Central nervous system
Remarks: Classified according to Regulation (EU) 1272/2008, Annex VI (Table 3.1/3.2)

Specific target organ toxicity - repeated exposure
No data available

Aspiration hazard
No data available

11.2 Additional Information

Endocrine disrupting properties

Product:

Assessment	The substance/mixture does not contain components considered to have endocrine disrupting properties according to REACH Article 57(f) or Commission Delegated regulation (EU) 2017/2100 or Commission Regulation (EU) 2018/605 at levels of 0.1% or higher.

Acute effects:, Headache, Dizziness, Drowsiness, narcosis, Blindness, Impairment of vision, irritant effects, Nausea, Vomiting, agitation, spasms, inebriation, Coma
Drying-out effect resulting in rough and chapped skin.
To the best of our knowledge, the chemical, physical, and toxicological properties have not been thoroughly investigated.

Systemic effects:

acidosis
drop in blood pressure
agitation, spasms
inebriation
Dizziness
Drowsiness
Headache
Impairment of vision
Blindness

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

narcosis
Coma

Symptoms may be delayed.

Damage to:

Liver
Kidney
Cardiac
Irreversible damage of the optical nerve.

Other dangerous properties can not be excluded.

This substance should be handled with particular care.

SECTION 12: Ecological information

12.1 Toxicity

Toxicity to fish	flow-through test LC50 - Lepomis macrochirus (Bluegill) - 15.400,0 mg/l - 96 h (US-EPA)
Toxicity to daphnia and other aquatic invertebrates	semi-static test EC50 - Daphnia magna (Water flea) - 18.260 mg/l - 96 h (OECD Test Guideline 202)
Toxicity to algae	static test ErC50 - Pseudokirchneriella subcapitata (green algae) - ca. 22.000,0 mg/l - 96 h (OECD Test Guideline 201)
Toxicity to bacteria	static test IC50 - activated sludge - > 1.000 mg/l - 3 h (OECD Test Guideline 209)
Toxicity to fish(Chronic toxicity)	NOEC - Oryzias latipes (Orange-red killifish) - 7.900 mg/l - 200 h Remarks: (External MSDS)

12.2 Persistence and degradability

Biodegradability	Result: 99 % - Readily biodegradable. (OECD Test Guideline 301D)
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	600 - 1.120 mg/g Remarks: (IUCLID)
Chemical Oxygen Demand (COD)	1.420 mg/g Remarks: (IUCLID)
Theoretical oxygen demand	1.500 mg/g Remarks: (Lit.)
Ratio BOD/ThBOD	76 % Remarks: Closed Bottle test(IUCLID)

12.3 Bioaccumulative potential

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

Bioaccumulation	Cyprinus carpio (Carp) - 72 d at 20 °C - 5 mg/l(Methanol) Bioconcentration factor (BCF): 1,0

12.4 Mobility in soil

Will not adsorb on soil.

12.5 Results of PBT and vPvB assessment

This substance/mixture contains no components considered to be either persistent, bioaccumulative and toxic (PBT), or very persistent and very bioaccumulative (vPvB) at levels of 0.1% or higher.

12.6 Endocrine disrupting properties

Product:

Assessment : The substance/mixture does not contain components considered to have endocrine disrupting properties according to REACH Article 57(f) or Commission Delegated regulation (EU) 2017/2100 or Commission Regulation (EU) 2018/605 at levels of 0.1% or higher.

12.7 Other adverse effects

Additional ecological information	Avoid release to the environment.
Stability in water	at 19 °C83 - 91 % - 72 h Remarks: Hydrolyzes on contact with water.Hydrolyzes readily. - 2,2 yr Remarks: reaction with hydroxyl radicals(IUCLID)

SECTION 13: Disposal considerations

13.1 Waste treatment methods

No data available

SECTION 14: Transport information

14.1 UN number

ADR/RID: 1230 IMDG: 1230 IATA: 1230

14.2 UN proper shipping name

ADR/RID: METHANOL
IMDG: METHANOL
IATA: Methanol

14.3 Transport hazard class(es)

ADR/RID: 3 (6.1) IMDG: 3 (6.1) IATA: 3 (6.1)

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

14.4 Packaging group

ADR/RID: II IMDG: II IATA: II

14.5 Environmental hazards

ADR/RID: no IMDG Marine pollutant: no IATA: no

14.6 Special precautions for user

Tunnel restriction code : (D/E)

Further information : No data available

SECTION 15: Regulatory information

15.1 Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

This material safety data sheet complies with the requirements of Regulation (EC) No. 1907/2006.

Authorisations and/or restrictions on use

REACH - Restrictions on the manufacture, placing on the market and use of certain dangerous substances, mixtures and articles (Annex XVII) : Methanol

National legislation

Seveso III: Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council on the control of major-accident hazards involving dangerous substances.	H2	ACUTE TOXIC
	P5c	FLAMMABLE LIQUIDS
	22	Methanol

15.2 Chemical Safety Assessment

For this product a chemical safety assessment was not carried out

SECTION 16: Other information

Full text of H-Statements

H225	Highly flammable liquid and vapor.
H301	Toxic if swallowed.
H311	Toxic in contact with skin.
H331	Toxic if inhaled.
H370	Causes damage to organs.

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

Full text of other abbreviations

ADN - European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways; ADR - Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road; AIIC - Australian Inventory of Industrial Chemicals; ASTM - American Society for the Testing of Materials; bw - Body weight; CMR - Carcinogen, Mutagen or Reproductive Toxicant; DIN - Standard of the German Institute for Standardisation; DSL - Domestic Substances List (Canada); ECx - Concentration associated with x% response; ELx - Loading rate associated with x% response; EmS - Emergency Schedule; ENCS - Existing and New Chemical Substances (Japan); ErCx - Concentration associated with x% growth rate response; GHS - Globally Harmonized System; GLP - Good Laboratory Practice; IARC - International Agency for Research on Cancer; IATA - International Air Transport Association; IBC - International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk; IC50 - Half maximal inhibitory concentration; ICAO - International Civil Aviation Organization; IECSC - Inventory of Existing Chemical Substances in China; IMDG - International Maritime Dangerous Goods; IMO - International Maritime Organization; ISHL - Industrial Safety and Health Law (Japan); ISO - International Organisation for Standardization; KECI - Korea Existing Chemicals Inventory; LC50 - Lethal Concentration to 50 % of a test population; LD50 - Lethal Dose to 50% of a test population (Median Lethal Dose); MARPOL - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships; n.o.s. - Not Otherwise Specified; NO(A)EC - No Observed (Adverse) Effect Concentration; NO(A)EL - No Observed (Adverse) Effect Level; NOELR - No Observable Effect Loading Rate; NZIoC - New Zealand Inventory of Chemicals; OECD - Organization for Economic Co-operation and Development; OPPTS - Office of Chemical Safety and Pollution Prevention; PBT - Persistent, Bioaccumulative and Toxic substance; PICCS - Philippines Inventory of Chemicals and Chemical Substances; (Q)SAR - (Quantitative) Structure Activity Relationship; REACH - Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals; RID - Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail; SADT - Self-Accelerating Decomposition Temperature; SDS - Safety Data Sheet; TCSI - Taiwan Chemical Substance Inventory; TECI - Thailand Existing Chemicals Inventory; TSCA - Toxic Substances Control Act (United States); UN - United Nations; UNRTDG - United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods; vPvB - Very Persistent and Very Bioaccumulative

The branding on the header and/or footer of this document may temporarily not visually match the product purchased as we transition our branding. However, all of the information in the document regarding the product remains unchanged and matches the product ordered. For further information please contact mlsbranding@sial.com.

The life science business of Merck operates as MilliporeSigma in the US and Canada

Méthanol

Fiche toxicologique n°5

Généralités

Edition Février 2018

Formule :

CH_3OH

Substance(s)

Formule Chimique	Détails	
CH_4O	Nom	**Méthanol**
	Numéro CAS	**67-56-1**
	Numéro CE	**200-659-6**
	Numéro index	**603-001-00-X**
	Synonymes	**Alcool méthylique**

Etiquette



MÉTHANOL

Danger

- H225 - Liquide et vapeurs très inflammables
- H331 - Toxique par inhalation
- H311 - Toxique par contact cutané
- H301 - Toxique en cas d'ingestion
- H370 - Risque avéré d'effets graves pour les organes

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du réglement CE n° 1272/2008.

200-659-6

Selon l'annexe VI du règlement CLP.

ATTENTION : pour les mentions de danger H301, H311, H331 et H370, se reporter à la section "Réglementation".

Caractéristiques

Utilisations

[1 à 5]

- Matière première pour la fabrication de l'aldéhyde formique et de l'acide acétique.
- Agent de méthylation en synthèse organique pour la fabrication de nombreux dérivés méthyliques : méthacrylates, téréphtalates, amines, éthers-oxydes, halogénures...
- Solvant dans l'industrie des peintures, vernis, encres, colorants, adhésifs, films.

- Agent d'extraction en chimie organique (purification des essences, des huiles, des graisses, des produits pharmaceutiques).
- Constituant de carburants spéciaux.

Propriétés physiques

[1 à 8]

Le méthanol est un liquide mobile, incolore, volatil, d'odeur plutôt agréable quand il est pur. Les données relatives au seuil de détection olfactive sont discordantes, les chiffres de 5900, 1500, 100 et 3 ppm ayant été trouvés par les différents expérimentateurs.

Le méthanol est miscible à l'eau, le mélange se faisant avec dégagement de chaleur et contraction, et à la plupart des solvants organiques (alcools, éthers, cétones...).

Il dissout les graisses et un grand nombre de matières plastiques et de sels minéraux ; c'est, à cet égard, un meilleur solvant que l'éthanol.

Nom Substance	Détails	
Méthanol	Formule	**CH_4O**
	N° CAS	**67-56-1**
	Etat Physique	**Liquide**
	Masse molaire	**32,04**
	Point de fusion	**-97,8°C**
	Point d'ébullition	**64,5°C**
	Densité	**0,7915**
	Densité gaz / vapeur	**1,11**
	Pression de vapeur	**3,8 kPa à 0 °C** **12,3 kPa à 20 °C** **34,4 kPa à 40 °C**
	Indice d'évaporation	**6,3**
	Point d'éclair	**12°C en coupelle fermée**
	Température d'auto-inflammation	**464°C**
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	**limite inférieure : 6,7%** **limite supérieure : 36,5%**
	Coefficient de partage n-octanol / eau (log Pow)	**- 0,74**

À 25 °C et 101,3 kPa, 1 ppm = 1,33 mg/m^3.

Propriétés chimiques

[2, 4 à 7, 9]

Dans les conditions normales d'emploi, le méthanol est un produit chimiquement stable. Il possède les propriétés générales des alcools primaires (réactions d'oxydation, de déshydrogénation, de déshydratation et d'estérification). La mobilité de son groupe hydroxyle étant la plus élevée de la série, sa capacité réactionnelle est particulièrement grande.

Une oxydation brutale (par exemple combustion) le transforme en dioxyde de carbone et eau, alors qu'une oxydation ménagée conduit à l'aldéhyde formique, puis à l'acide formique.

Le méthanol peut réagir vivement avec les oxydants puissants tels que les mélanges nitro-chromiques ou sulfochromiques, l'acide nitrique, les perchlorates, les peroxydes, les hypochlorites alcalins, le brome, le chlore et, d'une manière générale, tous les composés organiques ou minéraux riches en oxygène et instables.

La réaction avec les métaux alcalins donne un méthylate avec dégagement d'hydrogène et peut être brutale. La plupart des autres métaux sont insensibles au méthanol, à l'exception du plomb, de l'aluminium et du magnésium.

Récipients de stockage

Le stockage du méthanol s'effectue généralement dans des récipients en acier. L'aluminium et certaines matières plastiques sont à éviter.

Le verre est utilisable pour de petites quantités ; dans ce cas, les récipients seront protégés par une enveloppe métallique plus résistante, convenablement ajustée.

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

Des valeurs limites d'exposition professionnelle réglementaires **contraignantes** dans l'air des lieux de travail ont été établies en France pour le méthanol (art. R. 4412-149 du Code du travail).

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m³)	VLCT (ppm)	VLCT (mg/m³)
Méthanol	France (VLEP réglementaire contraignante - 2007)	200	260	-	
Méthanol	Union européenne	200	260	-	
Méthanol	États-Unis (ACGIH)	200	260	250	328
Méthanol	Allemagne (Valeurs MAK)	200	270	-	

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

- Prélèvement au travers d'un tube rempli de gel de silice (tube commercial SKC 226-15 breveté, 20-40 Mesh). Désorption par l'eau déionisée. Dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme **[10, 11]**.
- Prélèvement au travers d'un tube rempli de gel de silice. Désorption par l'eau déionisée additionnée d'isopropanol-D8. Dosage de l'espace de tête (head-space) par chromatographie en phase gazeuse avec détection par spectrométrie de masse **[28]**.
- Prélèvement au travers de deux tubes connectés en série remplis d'Anasorb 747. Désorption par un mélange diméthylformamide/sulfure de carbone. Dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme **[29]**.

Incendie - Explosion

[1 à 4, 7, 8]

Le méthanol est un liquide facilement inflammable (point d'éclair : 12 °C en coupelle fermée) dont les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air (dans les limites de 6,7 à 36,5 % en volume). Les solutions aqueuses peuvent aussi s'enflammer aisément. D'autre part, les oxydants puissants peuvent réagir vivement avec le méthanol. Les feux de méthanol se caractérisent par des flammes importantes très peu visibles à la lumière du jour, un faible dégagement de fumées et un rayonnement thermique intense.

Les agents d'extinction préconisés sont les mousses spéciales pour liquides polaires, les poudres, le dioxyde de carbone. En général, l'eau n'est pas recommandée car elle peut favoriser la propagation de l'incendie. On pourra toutefois l'utiliser sous forme pulvérisée pour éteindre un feu peu important ou pour refroidir les récipients exposés au feu et disperser les vapeurs.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

[12 à 15, 18, 23 à 25]

Bien absorbé par voies respiratoire, orale et percutanée, le méthanol diffuse rapidement dans l'organisme. Il est transformé au niveau hépatique par la même voie que l'éthanol pour donner des métabolites tels que l'acide formique et les formiates. L'élimination se fait par les urines et la voie respiratoire sous forme inchangée ou de métabolites (CO2, formiates).

Chez l'animal

Absorption

Chez l'homme, comme chez l'animal de laboratoire, le méthanol peut être absorbé par ingestion, par inhalation ou par voie percutanée. Des essais sur volontaires ont notamment montré que :

- après une ingestion unique de méthanol, la concentration sanguine du produit est maximale après une heure environ (47 à 76 mg/l pour une dose de 70 à 84 mg/kg) ;
- lors d'une exposition à des concentrations de 80 à 215 ppm, le taux de rétention pulmonaire est voisin de 55 % quels que soient le temps d'inhalation et l'importance de la ventilation pulmonaire ;
- l'absorption percutanée peut conduire à des taux sanguins supérieurs à ceux obtenus pour une exposition à 200 ppm.

Distribution

Le produit absorbé diffuse rapidement dans l'eau totale de l'organisme, la concentration maximale étant la concentration plasmatique. La demi-vie plasmatique est voisine de 24 heures.

Métabolisme

La métabolisation du produit intervient essentiellement dans le foie. La première étape qui conduit à l'aldéhyde formique est, chez l'homme et chez le singe, régie principalement par l'alcool-déshydrogénase, enzyme non spécifique qui a une plus grande affinité pour l'éthanol et le butanol ; chez ces espèces, le système catalase-peroxydase, dont le rôle est prédominant chez la souris, le rat, le cobaye, le lapin et le chien, n'intervient que très faiblement. La deuxième étape, catalysée par la formaldéhydedéshydrogénase, mène à l'acide formique. La troisième étape enfin, qui mène au dioxyde de carbone, est contrôlée par la voie métabolique des composés à un atome de carbone (système sous la dépendance d'un dérivé de l'acide folique) ; c'est l'étape limitante de cette biotransformation. Ceci explique l'accumulation des formiates dans l'organisme en cas d'administration massive ou répétée de méthanol.

Elimination

L'élimination du méthanol et de ses métabolites se fait dans l'air expiré (méthanol et dioxyde de carbone) et dans l'urine (méthanol et formiates). En raison de sa grande réactivité chimique et de son oxydation rapide en acide formique, l'aldéhyde formique n'est jamais mis en évidence. Chez les singes ayant reçu 6 g/kg de méthanol par voie intrapéritonéale, on retrouve dans l'air expiré 49 % du produit administré, sous forme de dioxyde de carbone et 35 % sous forme inchangée, et dans les urines 16 % sous forme de méthanol et d'acide formique.

La concentration urinaire en méthanol, bien corrélée avec la concentration sanguine, est un bon indicateur de l'imprégnation de l'organisme. L'administration d'éthanol qui réduit l'oxydation du méthanol par compétition au niveau de l'alcool-déshydrogénase provoque une augmentation marquée de la méthanolurie.

Surveillance biologique de l'exposition

[27]

Le dosage du méthanol urinaire, prélèvement réalisé en fin de poste de travail (si l'exposition est connue ou constante) et/ou fin de semaine est le reflet de l'exposition du jour même mais aussi un bon indicateur de l'imprégnation de l'organisme. Une bonne corrélation existe entre les concentrations atmosphériques et les taux urinaires de méthanol en fin de poste de travail. Ce paramètre n'est pas spécifique (métabolite commun à l'alcool isopropylique et l'alcool butylique).

Le dosage du méthanol sanguin en fin de période d'exposition a été proposé pour la surveillance biologique de l'exposition professionnelle (SBEP) ; les taux de méthanol sanguin semblent corrélés avec les concentrations atmosphériques de méthanol.

Le dosage de l'acide formique urinaire en fin de poste et fin de semaine de travail est d'un intérêt limité pour la SBEP ; il manque de spécificité et de sensibilité et est soumis à de larges variations individuelles.

Le méthanol et l'acide formique urinaires peuvent être retrouvés dans les urines de la population générale non professionnellement exposée.

Il existe des valeurs biologiques d'interprétation pour le méthanol urinaire pour la population professionnellement exposée (Voir Recommandations § II).

Mode d'action

L'existence chez l'homme et chez le singe d'une phase de latence précédant l'apparition des effets toxiques spécifiques du méthanol suggère que ceux-ci ne sont pas dus au produit lui-même, mais à ses métabolites. Le mécanisme de la toxicité oculaire n'est pas encore éclairci : l'aldéhyde formique a souvent été considéré comme responsable de cette toxicité, mais sans qu'on ait une preuve directe et sans que ce métabolite ait pu être détecté au niveau des organes lésés. Le rôle de l'acide formique est en revanche démontré dans l'acidose métabolique dont le développement coïncide avec son accumulation (mais d'autres anions organiques doivent également intervenir) et dans les effets toxiques sur le système nerveux central (augmentés chez les animaux déficients en acide folique qui oxydent mal les formiates, diminués par administration d'acide folique). Son implication est aussi possible dans les effets oculaires, car des modifications de l'électrorétinogramme ont pu être produites chez le singe par perfusion intraveineuse d'acide formique (et non d'aldéhyde formique).

Toxicité expérimentale

Toxicité aigüe

[12 à 18]

Le méthanol provoque à fortes doses des troubles neurologiques (excitation, convulsion, paralysie...). Il est légèrement irritant pour les muqueuses oculaires et respiratoires. Le singe est l'animal le plus sensible et peut présenter une cécité en cas d'intoxication aiguë.

La plupart des animaux de laboratoire sont peu sensibles à l'action du méthanol. Chez la souris, le rat, le cobaye, le lapin, le chat et le chien, les DL5O par voie orale sont comprises entre 6 et 14 g/kg ; chez le lapin, la DL5O par voie percutanée est voisine de 16 g/kg ; la CL5O par inhalation est de 65 000 ppm pour une exposition de 4 heures chez le chat, de 100 000 ppm pour une exposition de 1,5 heure chez la souris.

Pour toutes ces espèces et quelle que soit la voie d'administration, les symptômes observés traduisent essentiellement une action au niveau du système nerveux central : somnolence suivie d'une excitation, ataxie, paralysie partielle, narcose, convulsions et troubles respiratoires (tachypnée). En cas d'inhalation, y est associée une irritation des muqueuses des voies aériennes supérieures. La mort peut survenir par défaillance respiratoire. L'examen anatomo-pathologique révèle des œdèmes et des lésions dégénératives multiples du tissu myocardique, des parenchymes hépatique et rénal et du système nerveux (fibres optiques et cellules ganglionnaires, système nerveux central).

Mais cette symptomatologie, l'horaire de son développement et les doses toxiques pour ces espèces diffèrent nettement de ce que l'on observe chez l'homme. En revanche, les études réalisées sur singes Rhésus ont montré que cette espèce était, à ces points de vue, beaucoup plus proche de l'homme :

- on observe chez ce singe, en plus des effets narcotiques propres à tous les alcools, deux types d'actions qui caractérisent chez l'homme la toxicité du méthanol : d'une part, des troubles visuels avec anomalies du fond d'œil pouvant entraîner une cécité totale et, d'autre part, le développement d'une acidose métabolique sévère ;
- il existe une période de latence asymptomatique de 8 à 12 heures ;
- la sensibilité de cette espèce est plus grande que celle des non-primates : DL5O par voie orale voisine de 2 à 3 g/kg, concentration de 1 000 ppm létale pour certains animaux.

Localement, chez le lapin, le méthanol n'est que faiblement irritant pour la peau et pour l'œil. Le produit pur provoque une rougeur de la conjonctive chez tous les animaux, une opacité cornéenne modérée et réversible pour 50 % d'entre eux. Une solution aqueuse à 25 % est sans effet.

Toxicité subchronique, chronique

[12, 14]

L'exposition répétée provoque des signes de dépression du système nerveux central ainsi qu'une atteinte hépatique dégénérative.

Des rats ont reçu pendant 6 mois 1 % de méthanol dans leur eau de boisson sans qu'apparaisse d'atteinte particulière, clinique ou biologique. L'administration orale quotidienne, pendant un mois, de 10 ou 100 mg/kg détermine, en revanche, chez ces animaux des modifications hépatiques (dégénérescence focale du cytoplasme, gonflement de cellules, modifications d'activité de certaines enzymes microsomales). Des expériences réalisées sur un très petit nombre de chiens ont montré que ces animaux supportaient relativement bien des expositions répétées à des vapeurs de méthanol : ni modification du comportement, ni altération de la vision, ni perte de poids, ni modification biologique ou histologique après 100 jours d'exposition, 3 minutes, 8 fois/jour, à 10 000 ppm comme après 379 jours d'exposition, 8 heures/jour à 450-500 ppm.

Les souris survivent en état de narcose après 6 à 7 jours d'exposition, 3,5 à 4 heures/jour, à 48000 ppm ; dans des conditions voisines (3,5 à 4 heures/jour à 54 000 ppm), elles succombent si cette exposition est répétée 13 à 15 jours.

Effets génotoxiques

[16]

Certains tests réalisés* in vitro *et* in vivo *indique un potentiel génotoxique du méthanol ou de ses métabolites. On ne dispose pas d'élément sur la cancérogenèse de cette substance.

Le méthanol n'est pas mutagène pour les souches classiques de *Salmonella typhimurium* dans les conditions du test d'Ames, avec ou sans activation métabolique [12]. Il en est de même pour l'urine de souris ayant reçu par voie orale 1 g/kg par jour de produit, 5 jours consécutifs [19].

En revanche, le méthanol induit des mutations ponctuelles sur des cellules de lymphome de souris en culture [20].

In vivo, le méthanol augmente la fréquence des aberrations chromosomiques chez la sauterelle [14] et chez la souris [19, 21]. Chez cet animal, la réponse est dose-dépendante et se retrouve aussi bien par administration orale que par administration intrapéritonéale ; elle s'accompagne d'une augmentation de la fréquence des échanges de chromatides sœurs et de celle des micronoyaux dans les cellules de la moelle osseuse.

Effets sur la reproduction

[16, 22, 31]

Le méthanol induit des malformations congénitales en présence seulement d'une faible toxicité maternelle.

L'exposition prénatale de souris à des vapeurs de 2000 ppm ou plus de méthanol, 7 h/j du 6 ème au 15 ème jours de gestation, peut entraîner une toxicité sur le développement, comme en témoigne la présence de fentes palatines, exencéphalies et malformations du squelette. Aucune toxicité maternelle n'a été observée dans cette étude.

L'exposition de rates gestantes à 20 000 ppm de méthanol, 7 heures par jour, pendant toute la durée de la gestation ou seulement entre le 7 e et le 15 e jour de la gestation, provoque une légère toxicité maternelle et une forte incidence de malformations congénitales chez les nouveau-nés (côtes surnuméraires ou rudimentaires, malformations des systèmes urinaire ou cardio-vasculaire). Dans les mêmes conditions, la dose de 5000 ppm est sans effet [22].

Toxicité sur l'Homme

L'exposition aiguë provoque des signes neurologiques (ébriété, céphalées...) et une irritation digestive ou respiratoire selon la voie d'exposition. L'intoxication se caractérise surtout par une acidose métabolique et des troubles visuels pouvant conduire à la cécité. Les projections dans l'œil peuvent induire une irritation superficielle. En cas d'exposition répétée, des céphalées et des troubles visuels ont été décrits.

Toxicité aigüe

[12 à 15, 18, 25, 26]

Rares par inhalation ou par voie percutanée, les intoxications aiguës par le méthanol sont au contraire fréquentes par ingestion, celle-ci pouvant être accidentelle, mais étant le plus souvent provoquée par la consommation d'alcool frelaté.

Le délai d'apparition de la symptomatologie est variable, de 10 à 48 heures selon la dose ingérée. Le tableau associe :

- des signes non spécifiques :
- une dépression du système nerveux central, responsable d'un syndrome ébrieux (vertiges, ataxie, céphalées, agitation) puis de troubles de conscience plus ou moins profonds, qui s'accompagnent parfois de convulsions, d'une dépression respiratoire, d'un collapsus cardio-vasculaire,
- des signes d'irritation digestive (nausées, vomissements, douleurs digestives parfois) ;
- des signes propres à l'intoxication par le méthanol :
- une acidose métabolique marquée, avec respiration rapide et ample, type Kussmaul ; son intensité est souvent importante, avec un pH artériel inférieur à 7, un taux de bicarbonates effondré et, parfois, une élévation des lactates,
- des troubles visuels qui peuvent s'installer tardivement, au bout de 2 à 4 jours ; il s'agit d'une névrite optique rétro-bulbaire. On observe :
  - une mydriase bilatérale, avec abolition du réflexe photomoteur ; la mydriase était décrite comme signe typique de l'intoxication au méthanol dans les premières observations ; il apparaît maintenant qu'elle n'est pas constamment retrouvée,
  - une baisse progressive de l'acuité visuelle, pouvant aboutir à une cécité complète,
  - un rétrécissement concentrique du champ visuel.

Il existe une grande variabilité entre individus en ce qui concerne la résistance au méthanol. Dans les intoxications les plus graves, la mort peut survenir par défaillance respiratoire. Après une intoxication sévère, la récupération peut être totale, mais les séquelles oculaires sont relativement fréquentes (amputation du champ visuel, cécité complète).

L'intoxication par voie respiratoire est la plus fréquente dans l'industrie. La symptomatologie est voisine de celle qui vient d'être décrite, avec les mêmes signes neurologiques, digestifs, visuels et biologiques. On observe également une irritation des muqueuses nasales et oculaires avec, en cas d'exposition massive ou prolongée, trachéite, bronchite, blépharospasme. Des essais sur volontaires ont montré que les concentrations suivantes étaient considérées comme tolérables chez l'homme : 1000 ppm pour une exposition de 1 heure, 500 ppm pour 8 heures, 200 ppm pour 8 heures/jour pendant 5 jours.

La projection de liquide dans l'œil peut entraîner conjonctivite, lésions superficielles de la cornée et chémosis.

Toxicité chronique

[14, 15, 23 à 25]

Les études épidémiologiques réalisées sur des ouvriers exposés à des vapeurs de méthanol de façon chronique ne permettent pas de fixer avec précision les seuils d'action de ce produit. Il semble toutefois que, pour des expositions à long terme :

- des concentrations de 1200 à 1800 ppm puissent entraîner des troubles visuels analogues à ceux des intoxications aiguës (organes cibles : nerf optique et rétine) ;
- des concentrations de 200 à 300 ppm puissent provoquer des céphalées tenaces et récidivantes ;

- la concentration de 25 ppm soit sans effet.

L'absorption simultanée de produit par voie cutanée augmente évidemment les risques. Le contact répété ou prolongé avec le liquide peut donner des signes d'irritation cutanée : dermatose, érythème, desquamation.

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : Février 2018

Les textes cités se rapportent essentiellement à le prévention du risque en milieu professionnel et sont issus du Code du travail et du Code de la sécurité sociale. Les rubriques "Protection de la population" , "Protection de l'environnement" et "Transport" ne sont que très partiellement renseignées.

Il existe également une réglementation économique et fiscale du méthanol qui n'est pas traitée dans le cadre de cette fiche (voir avec le ministère chargé des Finances, Direction générale des impôts).

Sécurité et santé au travail

Mesures de prévention des risques chimiques (agents chimiques dangereux)

- Articles R. 4412-1 à R. 4412-57 du Code du travail.
- Circulaire DRT du ministère du travail n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au *JO*).

Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 4222-1 à R. 4222-26 du Code du travail.
- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au *JO).*
- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (*JO* du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (*JO* du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

Prévention des incendies et des explosions

- Articles R. 4227-1 à R. 4227-41 du Code du travail.
- Articles R. 4227- 42 à R. 4227-57 du Code du travail.
- Articles. R. 557-1-1 à R. 557-5-5 et R. 557-7-1 à R. 557-7-9 du Code de l'environnement (produits et équipements à risques).

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Françaises)

- Article R. 4412-149 du Code du travail : Décret n° 2012-746 du 9 mai 2012.

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Européennes)

- Directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 (*JOCE* du 9 février 2006).

Maladies à caractère professionnel

- Articles L. 461-6 et D. 461-1 et annexe du Code de la sécurité sociale : déclaration médicale de ces affections.

Maladies professionnelles

- Article L. 461-4 du Code de la sécurité sociale : déclaration obligatoire d'emploi à la Caisse primaire d'assurance maladie et à l'inspection du travail ; tableau n° 84.

Entreprises extérieures

- Article R. 4512-7 du Code du travail et arrêté du 19 mars 1993 (*JO* du 27 mars 1993) fixant la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

Travaux interdits

- Jeunes travailleurs de moins de 18 ans : article D. 4153-17 du Code du travail. Des dérogations sont possibles sous conditions : articles R. 4153-38 à R. 4153-49 du Code du travail.

Classification et étiquetage

a) ***Substance*** méthanol :

Le règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (*JOUE* du 31 décembre 2008), dit « Règlement CLP », introduit dans l'Union européenne le système général harmonisé de classification et d'étiquetage ou SGH. La classification et l'étiquetage du méthanol figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- selon le règlement (CE) n° 1272/2008 modifié
  - Liquide inflammable catégorie 2 ; H 225
  - Toxicité aiguë catégorie 3 (*) : H 331 – 311 - 301
  - Toxicité spécifique pour certains organes cibles, exposition unique catégorie 1 ; H 370 (**)

(*) Cette classification est considérée comme une classification minimale ; La classification dans une catégorie plus sévère doit être appliquée si des données accessibles le justifient. Par ailleurs, il est possible d'affiner la classification minimum sur la base du tableau de conversion présenté en Annexe VII du règlement CLP quand l'état physique de la substance utilisée dans l'essai de toxicité aiguë par inhalation est connu. Dans ce cas, cette classification doit remplacer la classification minimale.

(**) Selon les règles de classification préexistante, la classification s'appliquait pour une voie d'exposition donnée uniquement dans les cas où il existait des données justifiant la classification en fonction de cette voie. Le règlement CLP prévoit que la voie d'exposition ne doit être indiquée dans la mention de danger que s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie ne peut conduire au même danger. Faute d'informations sur les voies d'exposition non classées (absence de données ou absence d'effet), la classification préexistante a été convertie en classification CLP mais sans précision de voie d'exposition".

b) des ***mélanges*** (*préparations*) contenant du méthanol :

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié. Des limites spécifiques de concentration ont été fixées pour le méthanol.

Protection de la population

- Article L. 1342.2, articles R. 5132-43 à R. 5132-73, articles R. 1342-1 à R. 1342-12 du Code de la santé publique :
  - détention dans des conditions déterminées (art. R. 5132-66) ;
  - étiquetage (cf. Réglementation) ;
  - cession réglementée (art. R. 5132-58 et R. 5132-59).

Protection de l'environnement

Les installations ayant des activités, ou utilisant des substances, présentant un risque pour l'environnement peuvent être soumises au régime ICPE. Pour savoir si une installation est concernée, se référer à la nomenclature ICPE en vigueur ; le ministère chargé de l'environnement édite une brochure téléchargeable et mise à jour à chaque modification (**www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/La-nomenclature-des-installations.html**). Pour plus d'information, consulter le ministère ou ses services (DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) ou les CCI (Chambres de Commerce et d'Industrie)).

Transport

Se reporter entre autre à l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (dit " Accord ADR ") en vigueur au 1er janvier 2017 (**www.unece.org/fr/trans/danger/publi/adr/adr2017/17contentsf.html**). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé du transport.

Recommandations

En raison de l'inflammabilité et de la toxicité du méthanol, des mesures sévères de prévention et de protection s'imposent lors de son stockage et de son utilisation.

Au point de vue technique

Stockage

- Stocker le méthanol à l'air libre ou dans des locaux spéciaux, frais, munis d'une ventilation, à l'abri de toute source d'ignition ou de chaleur (rayons solaires, flammes, étincelles...) et à l'écart des produits oxydants. Le sol des locaux sera incombustible, imperméable et formera cuvette de rétention afin qu'en cas de déversement accidentel le liquide ne puisse se répandre au dehors.
- Le matériel électrique, y compris l'éclairage, sera conforme à la réglementation en vigueur.
- Prévenir toute accumulation d'électricité statique.
- Il sera interdit de fumer.
- Les récipients seront soigneusement fermés et étiquetés. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux locaux où est manipulé le méthanol. En outre :

- Instruire le personnel des risques présentés par le produit, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.
- Éviter l'inhalation de vapeurs. Effectuer en appareil clos toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir une aspiration des vapeurs à leur source d'émission, ainsi qu'une ventilation générale des locaux. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour certains travaux de courte durée, à caractère exceptionnel, ou pour des interventions d'urgence. Si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type AX.
- Procéder à des contrôles fréquents et réguliers de l'atmosphère et s'assurer du respect des valeurs limites d'exposition réglementaires (VLEP contraignantes).
- Éviter le contact du produit avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection, des gants (par exemple en caoutchouc butyle, polychloroprène ; les matières telles que caoutchouc naturel, caoutchouc nitrile, PVC ne sont pas recommandées **[30]**) et des lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après usage.
- Prévoir des douches de sécurité et des fontaines oculaires dans les ateliers où le produit est manipulé de façon constante.
- Ne pas fumer, boire et manger dans les ateliers.
- Entreposer dans les locaux de travail des quantités relativement faibles de produit et, de toute manière, ne dépassant pas celles nécessaires au travail d'une journée.
- Interdire l'emploi d'air comprimé pour effectuer le transvasement ou la circulation du produit.
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du méthanol sans prendre les précautions d'usage **[32]**.
- Éviter les rejets atmosphériques et aqueux pollués par le méthanol.
- En cas de fuite ou de déversement accidentel, récupérer le produit en l'épongeant avec un matériau absorbant non combustible, puis laver à grande eau la surface ayant été souillée. Si le déversement est important, évacuer le personnel en ne faisant intervenir que des opérateurs entraînés munis d'un équipement de protection.
- Conserver les déchets imprégnés de solvant dans des récipients clos, spécialement prévus à cet effet. Le méthanol peut être régénéré ou détruit par incinération. Dans tous les cas, traiter les déchets dans les conditions autorisées par la réglementation (traitement dans l'entreprise ou dans un centre spécialisé).

Au point de vue médical

Suivi médical :

- **Lors des visites initiales et périodiques**
  - **Examen clinique :** Rechercher particulièrement des signes d'atteintes neurologiques et oculaires, cutanées ou respiratoires chroniques.
  - **Examens complémentaires :** L'examen clinique initial pourra être complété par un bilan hépatique qui servira d'examen de référence. La fréquence des examens médicaux périodiques et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (bilans hépatique et/ou ophtalmologique) seront déterminées par le médecin du travail en fonction des données de l'examen clinique et de l'appréciation de l'importance de l'exposition.
- **Fertilité / Femmes enceintes et/ou allaitantes**

On exposera le moins possible au méthanol les femmes désireuses de débuter une grossesse ainsi que les femmes enceintes ou allaitantes en raison de signaux d'alerte pour la fertilité et pour le développement.
Des difficultés de conception chez l'homme et/ou la femme seront systématiquement recherchées à l'interrogatoire. Si de telles difficultés existent, le rôle de l'exposition professionnelle doit être évalué. Si nécessaire, une orientation vers une consultation spécialisée sera proposée en fournissant toutes les données disponibles sur l'exposition et les produits
Si malgré tout, une exposition durant la grossesse se produisait, informer la personne qui prend en charge le suivi de cette grossesse, en lui fournissant toutes les données concernant les conditions d'exposition ainsi que les données toxicologiques.
Informer les salarié(e)s exposés des dangers de cette substance pour la fertilité et la grossesse et de l'importance du respect des mesures de prévention.
Rappeler aux femmes en âge de procréer l'intérêt de déclarer le plus tôt possible leur grossesse à l'employeur, et d'avertir le médecin du travail.

- **Surveillance biologique**

Le dosage du méthanol urinaire en fin de poste (et/ou fin de semaine) de travail est le paramètre à privilégier pour apprécier l'exposition au méthanol ; il reflète l'exposition du jour même mais aussi un bon indicateur de l'imprégnation de l'organisme.
Le méthanol urinaire peut être retrouvé dans les urines de la population générale non professionnellement exposée.
Le BEI (Biological Exposure Indice) de l'ACGIH a été fixé pour le méthanol urinaire à 15 mg/L en fin de poste [27].

Conduite à tenir en cas d'urgence

- **En cas de contact cutané**, appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison, faire transférer la victime en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. Retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes.
  Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation.
- **En cas de projection oculaire**, rincer immédiatement et abondamment les yeux à l'eau courante pendant au moins 15 minutes, paupières bien écartées. En cas de port de lentilles de contact, les retirer avant le rinçage. Si une irritation oculaire apparait, consulter un ophtalmologiste et le cas échéant lui signaler le port de lentilles.
- **En cas d'ingestion**, appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison, faire transférer la victime en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation. Si la victime est consciente, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne pas faire boire, ne pas tenter de provoquer des vomissements.
- **En cas d'inhalation massive**, appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison, faire transférer la victime en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. Transporter la victime en dehors de la zone polluée en prenant toutes les précautions nécessaires pour les sauveteurs. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation. Si la victime est consciente, la maintenir au maximum au repos Si nécessaire, retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et commencer une décontamination cutanée et oculaire (laver immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes).

Bibliographie

1 | Methyl alcohol. Fiche ICSC No 0057. IPCS ; 2017. (**www.inchem.org**)

2 | Methanol. In : Kirk-Othmer - Encyclopedia of chemical technology. 5 th ed. Vol. 16. New York : Wiley-Interscience ; 2004 : 299-316.

3 | Encyclopedia of occupational health and safety, 3th ed. Vol 2. Genève : BIT ; 1983 : 1356-1358.

4 | Methanol - Data sheet I 407. Chicago : National Safety Council ; 1984 : 6 p.

5 | Occupational health guideline for methyl alcohol. Cincinnati : NIOSH/ OSHA ; 1978 : 5 p.

6 | Marsden C - Solvents guide, 2e éd. Londres : Cleaver Hume Press Ltd ; 1963 : 347-355.

7 | Methanol - Information sheet on hazardous materials H 42. Fire Prevention ; 1975 ; 111 : 23-24.

8 | Weiss G - Hazardous chemicals data book, 2e éd. Park Ridge : Noyes Data Corp. 1986 : 677.

9 | Grignard V - Traité de chimie organique, vol. V. Paris : Masson ; 1937 : 670-674.

10 | Méthanol M-26 In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2016 (**www.inrs.fr/metropol/**).

11 | Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. Norme NF X 43-267. La Plaine Saint Denis : AFNOR : 2014.

12 | C. Bevan et al. – Methanol. In : Bingham E, Corhssen B (Eds) - Patty's toxicology. 6th edition. Volume 3. Oxford : John Wiley and Sons ; 2012 : 917-926.

13 | Wimer WW, Russel JA, Kaplan HL - Alcohols toxicology. Park Ridge : Noves Data Corp ; 1983 : 8-26.

14 | Criteria for a recommended standard - Occupational exposure to methyl alcohol. Cincinnati : DHEW (NIOSH) ; 1976 : 136 p.

15 | Browning E - Toxicity and metabolism of industrial solvents. Amsterdam : Elsevier ; 1965 : 311-323.

16 | Registry of toxic effects of chemical substances, édition 1985-1986, vol. 3A. Cincinnati : DHHS (NIOSH) : 3060-148 et 149.

17 | Methyl alcohol. SAX's dangerous properties of industrial materials. 11 th ed. New-York : Wiley-Interscience ; 2005 : CD-ROM.

18 | GrantMW - Toxicology of the eye. Springfield : Charles C. Thomas ; 1974 : 666-676.

19 | Chang LW et al. - The evaluation of six different monitors for the exposure to formaldehyde in laboratory animals. *Environmental Mutagenesis.* 1983 (5) : 381.

20 | McGregor DB et al. - Optimisation of a metabolic activation system for use in the lymphome L 5178 _ tk+ tk– mutation system. *Environmental Mutagenesis.* 1985 (3), suppl. 3 : 70.

21 | Pereira MA et al. - Battery of short-term tests in laboratory animals to corroborate the detection of human population exposures to genotoxic chemicals. *Environmental Mutagenesis*. 1982 (4) : 317.

22 | Nelson BK et al. - Teratological assessment of méthanol and ethanol at high inhalation levels in rats. *Fundamental and Applied Toxicology.* 1985 (5) : 727-736.

23 | Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices, 5e éd. Cincinnati : ACGIH ; 1986 : 372.

24 | Lundberg P - Scientific basis for swedish occupational standards VI. Consensus report for méthanol. 1985 (32) : 115-727.

25 | Conso F, Mignee C - Monoalcools autres que l'alcool éthylique. Paris. *Encyclopédie médico-chirurgicale ; Intoxications.* 5-1984, 16047, A25 : 10 p.

26 | Bismuth C et al. - Toxicologie clinique, 4e éd. Paris : Flammarion Médecine-Sciences ; 1987 : 623-624.

27 | Méthanol. In : BIOTOX. Base de données Biotox. INRS MAJ 2017. Consultable sur le site (**www.inrs.fr**).

28 | Solvent mixtures. Method n°3. In : The MAK Collection for Occupational Health and Safety, published online : 26 feb 2015 (**http ://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600418.am0lmix003d0018/pdf**)

29 | Methyl alcohol. Method 091. In : Sampling and analytical methods. OSHA, 1991 (**www.osha.gov/dts/sltc/methods**).

30 | Forsberg K, Den Borre AV, Henry III N, Zeigler JP – Quick selection guide to chemical protective clothing. 6 th ed. Hoboken : John Wiley & Sons ; 260 p.

31 | Méthanol. In : DEMETER. Documents pour l'évaluation médicale des produits toxiques vis-à-vis de la reproduction. INRS, DEM 048, 2010 (**www.inrs.fr/Demeter** [1]).

32 | Cuves et réservoirs. Interventions à l'extérieur ou à l'intérieur des équipements fixes utilisés pour contenir ou véhiculer des produits gazeux, liquides ou solides. Recommandation CNAMTS R 435. Assurance Maladie, 2008 (**https://www.ameli.fr/entreprise/tableau_recommandations**).

[1] **http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/Base-Demeter.html**

Auteurs

.

Historique des révisions

1 re édition	1965
2 e édition	1982
3 e édition	1997
4 e édition (mise à jour partielle) ▪ Valeurs limites d'exposition professionnelle ▪ Méthodes de détection et de détermination dans l'air ▪ Réglementation ▪ Bibliographie	2003
5 e édition (mise à jour partielle) ▪ Utilisations ▪ Valeurs limites d'exposition professionnelle ▪ Méthodes de détection et de détermination dans l'air. ▪ Pathologie - Toxicologie ▫ Toxicocinétique-métabolisme (§ surveillance biologique de l'exposition) ▫ Toxicité expérimentale (Effets sur la reproduction) ▪ Réglementation ▪ Recommandations (Manipulation et Au point de vue médical) ▪ Bibliographie	Février 2018

FICHE DE DONNÉES DE SÉCURITÉ

conformément au Règlement (CE) No. 1907/2006

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de la version précédente: 2013-07-19 **Date de révision:** 2014-10-23 **Version** 6.04

Section 1 : IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE/DU MÉLANGE ET DE LA SOCIÉTÉ/L'ENTREPRISE

1.1. Identificateur de produit

Nom du produit **JET A-1**
Autres noms F35
Substance/mélange Mélange

1.2. Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées

Utilisations identifiées Carburant pour turbomachines d'aviation.

1.3. Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité

Fournisseur

TOTAL MARKETING SERVICES
24, cours Michelet.
92800 PUTEAUX.
FRANCE
Tel: +33 (0)1 41 35 40 00
Fax: +33 (0)1 41 35 82 88

Pour plus d'informations, veuillez prendre contact avec:

Point de contact HSE
Adresse e-mail rm.mkefr-fds@total.com

1.4. Numéro d'appel d'urgence

ORFILA (INRS) Tél : +33 (0)1 45 42 59 59
En France : - PARIS : Hôpital Fernand Widal 200, rue du Faubourg Saint-Denis 75475 Paris Cédex 10 , Tel : 01.40.05.48.48. - MARSEILLE : Hopital Salvator, 249 bd Ste Marguerite 13274 Marseille cedex 5, Tel : 04.91.75.25.25. - LYON : Hopital Edouard Herriot, 5 place d'Arsonval, 69437 Lyon cedex 3, Tel : 04.72.11.69.11. - NANCY : Hopital central, 29 Av du Mal De Lattre de Tassigny, 54000 Nancy, Tel : 03.83.32.36.36 ou le SAMU : Tel (15)

Section 2 : IDENTIFICATION DES DANGERS

2.1. Classification de la substance ou du mélange

RÈGLEMENT (CE) No 1272/2008
Pour le libellé complet des Phrases-H mentionnées dans cette section, voir section 2.2.

Classification
Liquides inflammables - Catégorie 3 - H226
Toxicité par aspiration - Catégorie 1 - H304
Corrosion/irritation cutanée - Catégorie 2 - H315

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Toxicité systémique spécifique pour certains organes cibles (exposition unique) - Catégorie 3 - H336
Toxicité chronique pour le milieu aquatique - Catégorie 2 - H411

DIRECTIVE 67/548/EEC ou 1999/45/EC
Pour le libellé complet des phrases-R mentionnées dans cette section, voir section 16

Classification
R10 - Xn;R65 - Xi;R38 - N;R51-53

2.2. Éléments d'étiquetage

Etiquetage selon RÈGLEMENT (CE) No 1272/2008



Mention d'avertissement
DANGER

Mentions de danger
H226 - Liquide et vapeurs inflammables
H304 - Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
H315 - Provoque une irritation cutanée
H336 - Peut provoquer somnolence ou vertiges
H411 - Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

Conseils de prudence
P210 - Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et de toute autre source d'inflammation. Ne pas fumer.
P261 - Éviter de respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols
P280 - Porter des gants de protection et un équipement de protection des yeux/du visage
P301 + P310 - EN CAS D'INGESTION: appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin
P331 - NE PAS faire vomir
P273 - Éviter le rejet dans l'environnement
P501 - Eliminer le contenu/ le conteneur dans une installation d'incinération agréée

contient Kérosène (pétrole), hydrodésulfuré, Kérosène (pétrole), Kérosène adouci (pétrole)

2.3. Autres dangers

Propriétés physico-chimiques Inflammable. Les frottements dus à l'écoulement du produit créent des charges d'électricité statique capables de générer des étincelles provoquant INFLAMMATION OU EXPLOSION.

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Propriétés ayant des effets pour la santé

Un contact prolongé ou répété peut provoquer des irritations cutanées.
Les vapeurs ou brouillards sont irritants pour les muqueuses notamment oculaires. Risque de dépression du système nerveux central avec nausées, maux de tête, vertiges, vomissements et perte de coordination.
En cas d'ingestion accidentelle, le produit peut être aspiré dans les poumons en raison de sa faible viscosité et provoquer des lésions pulmonaires graves dans les heures qui suivent (surveillance médicale indispensable pendant 48 h).

Propriétés environnementales

Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique. Ne pas rejeter dans l'environnement.

Section 3 : COMPOSITION/INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS

3.2. Mélange

Nature chimique

Combinaison complexe et variable d'hydrocarbures paraffiniques, cycliques et aromatiques dont le nombre de carbones se situe en majorité dans la gamme C9-C16 et dont le point d'ébullition est compris approximativement entre 130°C et 290°C.

Composants dangereux

Nom Chimique	No.-CE	Numéro d'Enregistrement REACH	No.-CAS	% en poids	Classification (Dir. 67/548)	Classification (Règ. 1272/2008)
Kérosène adouci (pétrole)	294-799-5	01-2119502385-46	91770-15-9	< 100	R10 Xn;R65 Xi;R38 N;R51/53	Flam. Liq. 3 (H226) Asp. Tox. 1 (H304) Skin Irrit. 2 (H315) STOT SE 3 (H336) Aquatic Chronic 2 (H411)
Kérosène (pétrole), hydrodésulfuré	265-184-9	01-2119462828-25	64742-81-0	< 100	R10 Xn;R65 Xi;R38 N;R51/53	Flam. Liq. 3 (H226) Asp. Tox. 1 (H304) Skin Irrit. 2 (H315) STOT SE 3 (H336) Aquatic Chronic 2 (H411)
Kérosène (pétrole)	232-366-4	01-2119485517-27	8008-20-6	< 100	R10 Xn;R65 Xi;R38 N;R51/53	Flam. Liq. 3 (H226) Asp. Tox. 1 (H304) Skin Irrit. 2 (H315) STOT SE 3 (H336) Aquatic Chronic 2 (H411)

Informations complémentaires

Contient des additifs
Suivant la raffinerie d'origine, le N° CAS de ce produit peut varier

Pour le libellé complet des phrases-R mentionnées dans cette section, voir section 16.
Pour le texte complet des Phrases-H mentionnées dans cette rubrique, voir rubrique 16

Section 4 : PREMIERS SECOURS

4.1. Description des premiers secours

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Conseils généraux	EN CAS DE TROUBLES GRAVES OU PERSISTANTS, APPELER UN MEDECIN OU DEMANDER UNE AIDE MEDICALE D'URGENCE. Avant de tenter de secourir des victimes, isoler la zone de toutes les sources potentielles d'inflammation, y compris en déconnectant l'alimentation électrique. Assurer une ventilation adéquate et vérifier que l'atmosphère est respirable et sans danger avant de pénétrer dans des espaces confinés.
Contact avec les yeux	Bien rincer avec beaucoup d'eau, y compris sous les paupières. Enlever les lentilles de contact, le cas échéant. Rincer les yeux. Si l'irritation oculaire persiste, consulter un médecin spécialiste.
Contact avec la peau	Enlever les vêtements et les chaussures contaminés. Laver la peau avec de l'eau et du savon. L'injection à haute pression de produit sous la peau peut avoir de très graves conséquences même sans symptôme ou blessure apparent. Dans ce cas, la victime doit être immédiatement transportée en milieu hospitalier. Pour les brûlures thermiques mineures, refroidir la brûlure. Maintenir la zone brûlée sous l'eau froide pendant au moins cinq minutes, ou jusqu'à ce que la douleur diminue. Laver avec de l'eau et du savon.
Inhalation	En cas d'exposition à des concentrations importantes de vapeurs, de fumées ou d'aérosols, transporter la personne à l'air, hors de la zone contaminée, la maintenir au chaud et au repos. Commencer immédiatement la respiration artificielle si la victime ne respire plus. Appeler immédiatement un médecin. S'il y a le moindre soupçon d'inhalation de H2S (sulfure d'hydrogène). Les secouristes doivent porter un appareil respiratoire, une ceinture et un harnais, et doivent suivre les procédures de sauvetage. En cas d'arrêt respiratoire, pratiquer la respiration artificielle. L'apport d'oxygène peut aider. Évacuer la victime à l'air frais aussi vite que possible. Consulter un médecin pour un traitement ultérieur.
Ingestion	Ne pas donner à boire. Ne PAS faire vomir. car il ya des risques important d'aspiration. Le fluide peut pénétrer dans les poumons et occasionner des lésions (pneumonie chimique, potentiellement mortelle). Transporter immédiatement la victime à l'hôpital. Ne pas attendre l'apparition de symptômes.
Protection pour les secouristes	ATTENTION Secouristes! - pensez à votre sécurité pendant le sauvetage!. Utiliser un équipement de protection individuelle. Voir section 8 pour plus de détails.

4.2. Principaux symptômes et effets, aigus et différés

Contact avec les yeux	Peut provoquer une irritation légère.
Contact avec la peau	Peut causer des irritations de la peau et/ou dermatites.
Inhalation	L'inhalation de vapeurs à haute concentration peut provoquer une irritation du système respiratoire. Risque de dépression du système nerveux central avec nausées, maux de tête, vertiges, vomissements et perte de coordination.

Ingestion	L'ingestion peut provoquer une irritation de l'appareil digestif, des nausées, des vomissements et des diarrhées. Risque de dépression du système nerveux central. Nocif : en cas d'ingestion accidentelle, le produit peut être aspiré dans les poumons en raison de sa faible viscosité et donner naissance à une pneumopathie d'inhalation se développant dans les heures qui suivent (surveillance médicale indispensable pendant 48 h).

4.3. Indication des éventuels soins médicaux immédiats et traitements particuliers nécessaires

Conseils aux médecins	Nocif : en cas d'ingestion accidentelle, le produit peut être aspiré dans les poumons en raison de sa faible viscosité et donner naissance à une pneumopathie d'inhalation se développant dans les heures qui suivent (surveillance médicale indispensable pendant 48 h). Traiter de façon symptomatique.

Section 5 : MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

5.1. Moyens d'extinction

Moyen d'extinction approprié	Moyen d'extinction - pour les petits feux: Dioxyde de carbone (CO_2). Poudre sèche. Sable ou terre. Moyen d'extinction - pour les grands feux: Mousse. Brouillard d'eau (personnel formé uniquement).
Moyens d'extinction inappropriés	Ne pas utiliser un jet d'eau bâton, qui pourrait répandre le feu. L'action simultanée de mousse et d'eau sur une même surface est à proscrire (l'eau détruit la mousse).

5.2. Dangers particuliers résultant de la substance ou du mélange

Risque particulier	La combustion incomplète et la thermolyse produisent des gaz plus ou moins toxiques tels que CO, CO2, hydrocarbures variés, aldéhydes et des suies. A forte concentration ou en atmosphère confinée, leur inhalation est très dangereuse. Les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air. Si des composés sulfurés sont présents en quantités non négligeables, les produits de combustion peuvent contenir du H2S et des SOx (oxydes de soufre) ou de l'acide sulfurique.

5.3. Conseils aux pompiers

Équipement de protection spécial pour le personnel préposé à la lutte contre le feu	En cas d' incendie de grande amplitude ou d'incendie dans des espaces confinés ou mal ventilés, porter une tenue ignifugée intégrale et un appareil respiratoire autonome isolant (ARI) avec un masque intégral.
Autres informations	Refroidir les réservoirs et les parties exposés au feu par arrosage avec beaucoup d'eau. Refroidir à l'eau les réservoirs et les parties exposées au flux thermique et non pris dans les flammes. Les résidus d'incendie et l'eau d'extinction contaminée doivent être éliminés conformément à la réglementation locale en vigueur. Refroidir les récipients/réservoirs par pulvérisation d'eau.

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Section 6 : MESURES À PRENDRE EN CAS DE DÉVERSEMENT ACCIDENTEL

6.1. Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence

Informations générales

Sauf en cas de déversements mineurs, La faisabilité de toute action doit toujours être évaluée et si possible soumise à l'avis d'une personne compétente et formée chargée de gérer les situations d'urgence.
Si nécessaire, informer les autorités compétentes conformément à la réglementation en vigueur.
Éviter tout contact direct avec le produit déversé. Eloigner le personnel non concerné.
Équipement de protection individuelle, voir section 8.
Assurer une ventilation adéquate, surtout dans les endroits clos.
Rester face au vent. En cas de déversements importants, alerter les habitants des zones sous le vent. Arrêter ou contenir la fuite à la source, si ceci ne présente pas de danger.
Eliminer toutes les sources d'ignition (ne pas fumer, torches, étincelles ou flammes à proximité immédiate). Recouvrir les déversements de mousse afin de réduire le risque d'ignition.

Conseils pour les non-secouristes

Ne pas toucher ni marcher sur le produit déversé. Assurer une ventilation adéquate.
Eliminer toutes les sources d'ignition (ne pas fumer, torches, étincelles ou flammes à proximité immédiate). Équipement de protection individuelle, voir section 8.

Conseils pour les secouristes

En cas de :
Petits déversements : des vêtements de travail antistatiques normaux sont généralement suffisants.
Déversements importants : une combinaison de protection complète, antistatique résistant aux produits chimiques. Gants de travail (de préférence à manchettes) assurant une résistance suffisante contre les produits chimiques. Remarques :. les gants en PVA ne sont pas imperméables à l'eau et ne conviennent pas pour une opération d'urgence. Casque de protection. Chaussures ou bottes de sécurité antidérapantes et antistatiques. Lunettes de sécurité et/ou visière si des projections ou un contact avec les yeux sont possibles ou prévisibles.
Protection respiratoire: Un demi-masque ou un masque respiratoire complet avec filtre(s) contre les vapeurs organiques (et le cas échéant pour le H2S). Il est possible d'utiliser un appareil respiratoire autonome isolant (ARI) en fonction de l'étendue du déversement et du niveau d'exposition prévisible.
Si la situation ne peut être parfaitement évaluée ou si un manque d'oxygène est possible, seul un appareil respiratoire autonome isolant (ARI) doit être utilisé.

6.2. Précautions pour la protection de l'environnement

Informations générales

Empêcher le produit de pénétrer dans les égouts, les cours d'eau ou le sol. Le produit ne doit pas contaminer les eaux souterraines.
En cas de déversement en rivière, suspendre l'utilisation de l'eau en aval du point de déversement. Si nécessaire, Consulter un expert. Prévenir les autorités locales si des fuites significatives ne peuvent pas être contenues.

6.3. Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage

Méthodes de confinement	Contenir et collecter le produit répandu à l'aide d'un matériau absorbant non combustible, (p.e. sable, terre, kieselgur, vermiculite) et le mettre dans un conteneur pour l'élimination conformément aux réglementations locales / nationales (voir section 13). Les déversements importants peuvent être soigneusement recouverts de mousse, le cas échéant, afin de limiter les risques d'incendie. En cas de déversement dans l'eau, contenir le produit avec des barrières flottantes ou d'autres dispositifs. L'utilisation de dispersants doit être soumis à l'avis d'un expert, et, si nécessaire, approuvée par les autorités locales.
Méthodes de nettoyage	Ne jamais utiliser d'agent dispersant. Ne pas appliquer de jets bâton directs. Ne pas déverser dans des eaux de surface ou dans les égouts. Transférer le produit récupéré et les autres matériaux dans des réservoirs ou conteneurs appropriés et stocker/éliminer conformément aux règlements applicables.

6.4. Référence à d'autres sections

Équipement de protection individuelle	Voir section 8 pour plus de détails.
Traitement des déchets	Voir section 13 pour plus de détails.
Autres informations	Les mesures recommandées reposent sur les scénarios de déversement les plus probables pour ce produit. Cependant, les conditions locales (vent, température de l'air, direction et vitesse de la vague/courant) peuvent avoir une influence importante dans le choix des actions appropriées. Pour cette raison, il convient de consulter des experts locaux si nécessaire. Les réglementations locales peuvent également prescrire ou limiter les mesures à prendre. La concentration de H2S dans l'espace libre des réservoirs peut atteindre des valeurs dangereuses, en particulier en cas de stockage prolongé. Cette situation est particulièrement pertinente dans le cas d'opérations impliquant une exposition directe aux vapeurs dans le réservoir. Le déversement de petites quantités de produit, en particulier à l'air libre où les vapeurs se dispersent en général rapidement, sont des situations dynamiques, ce qui n'entraîne sans doute pas d'exposition à des concentrations dangereuses. Étant donné que le H2S a une densité supérieure à l'air ambiant, une exception peut concerner la formation de concentrations dangereuses dans des endroits spécifques, tels que des tranchées, des dépressions ou des espaces confinés. Pour toutes ces circonstances, cependant, les actions appropriées doivent être évaluées au cas par cas.

Section 7 : MANIPULATION ET STOCKAGE

7.1. Précautions à prendre pour une manipulation sans danger

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Recommandations pour une manipulation sans danger	Veiller au respect de tous les règlements applicables en matière d'atmosphères explosives dans les installations de manutention et stockage de produits inflammables. Prendre des précautions contre l'électricité statique. Les opérations d'inspection, de nettoyage et de maintenance des réservoirs de stockage impliquent le respect de procédures strictes et ne doivent être confiées qu'à du personnel qualifié (interne ou externe). Assurer une ventilation adéquate. Les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air. Ne pas fumer. Eviter de respirer les vapeurs ou le brouillard. Éviter le contact avec la peau, les yeux et les vêtements. NE JAMAIS AMORCER AVEC LA BOUCHE LE SIPHONNAGE D'UN RESERVOIR. Eviter la formation de vapeurs, brouillards ou aérosols. Ne pas utiliser d'air comprimé pour des opérations de remplissage, déchargement ou de manutention. Ne jamais percer, piquer, meuler, tronçonner ou souder sur un conteneur vide. NE PAS UTILISER DE TELEPHONE PORTABLE LORS DE LA MANIPULATION. Équipement de protection individuelle, voir section 8.
Mesures d'ordre technique	Assurer une ventilation adéquate. LORS DES MOUVEMENTS DE PRODUITS :. Pour éviter l'ignition des vapeurs par la décharge d'électricité statique, toutes les parties en métal des équipements utilisés doivent être mises à la terre. Prendre toute disposition permettant d'éviter les entrées d'eau dans les bacs, citernes, lignes de flexibles...
Prévention des incendies et des explosions	Manipuler à l'abri de toutes sources potentielles d'inflammation (flamme nue, étincelles, arcs électriques...) et de chaleur (collecteurs ou parois chaudes). Éviter l'accumulation de charges électrostatiques. Mettre à la terre, établir une liaison équipotentiellle entre les conteneurs, les réservoirs ainsi que les équipements de transfert/réception. Les frottements dus à l'écoulement du produit créent des charges d'électricité statique capables de générer des étincelles provoquant INFLAMMATION OU EXPLOSION. Interdire le chargement en pluie et limiter la vitesse d'écoulement du produit, en particulier au début du chargement. Les emballages vides peuvent contenir des vapeurs inflammables ou explosives. Ne jamais souder sur une citerne ou des tuyauteries, vides non dégazées. N'INTERVENIR QUE SUR DES RESERVOIRS FROIDS, DEGAZES (RISQUE D'ATMOSPHERE EXPLOSIVE) ET AERES. Concevoir les installations pour éviter toute propagation de nappe enflammée (fosses, cuvettes de rétention, siphons dans les réseaux d'eau d'écoulement).
Mesures d'hygiène	Lors de l'utilisation, ne pas manger, boire ou fumer. Éviter le contact avec la peau, les yeux et les vêtements. Se laver les mains avant les pauses et immédiatement après manipulation du produit. EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU : Laver la peau avec de l'eau et du savon. Enlever les vêtements et les chaussures contaminés. Les gants doivent être inspectés périodiquement et remplacés en cas d'usure, de perforation ou de contamination. Nettoyer régulièrement l'équipement, les locaux et les vêtements de travail. Conserver à l'écart des aliments et boissons y compris ceux pour animaux. Faire adopter des règles d'hygiène strictes pour le personnel exposé au risque de contact avec le produit. Utiliser l'équipement de protection individuelle requis.

7.2. Conditions nécessaires pour assurer la sécurité du stockage, tenant compte d'éventuelles incompatibilités

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Mesures techniques/Conditions de stockage	La configuration des zones de stockage, la conception des réservoirs, les équipements et les procédures d'exploitation doivent être conformes à la législation européenne, nationale ou locale applicable. Avant de pénétrer dans des réservoirs de stockage et avant toute opération dans un espace confiné, contrôler la teneur en oxygène et l'inflammabilité de l'atmosphère. Si la présence de composés sulfurés est suspectée dans le produit, contrôler le teneur en H2S de l'atmosphère. Éviter l'accumulation de charges électrostatiques. Avant les opérations de transfert, contrôler que tout l'équipement est mis à la terre. Concevoir les installations pour éviter la pollution des eaux et du sol en cas de fuite ou d'écoulement. Ne pas retirer les étiquettes de danger des récipients (mêmes vides). Stocker les produits conditionnés (fûts, échantillons, bidons...) dans des locaux bien ventilés, à l'abri de l'humidité, de la chaleur et de toute source potentielle d'inflammation. Conserver de préférence dans l'emballage d'origine : dans le cas contraire, reporter, s'il y a lieu, toutes les indications de l'étiquette réglementaire sur le nouvel emballage. Conserver les récipients hermétiquement clos et correctement étiquetés. Stocker séparément des agents oxydants. Stocker en prenant en compte les particularités des législations nationales.
Matières à éviter	Oxydants forts. Acides forts. Bases fortes. (herbicides...). Halogènes.
Matériel d'emballage	N'utiliser que des récipients, joints, tuyauteries..., résistants aux hydrocarbures aromatiques. Les matériaux recommandés pour les conteneurs ou revêtements de conteneur : acier doux, acier inoxydable. Certaines matières synthétiques peuvent ne pas convenir pour les conteneurs ou leur revêtement selon les caractéristiques des matières en question et l'utilisation prévue. La compatibilité doit être vérifiée auprès du fabricant.

7.3. Utilisation(s) finale(s) particulière(s)

Utilisation(s) particulière(s) voir scénarios d'exposition.

Section 8 : CONTRÔLES DE L'EXPOSITION/PROTECTION INDIVIDUELLE

8.1. Paramètres de contrôle

Limites d'exposition Composants avec valeurs limites d'exposition professionnelle

Nom Chimique	Union Européenne	France
Kérosène adouci (pétrole) 91770-15-9		vapeurs dhydrocarbures C6-C12 : VLE = 1500 mg/m³ VME = 1000 mg/m³ Vapeurs d'hydrocarbures benzéniques en C9-C12 : VME 150 mg/m³
Kérosène (pétrole), hydrodésulfuré 64742-81-0		vapeurs dhydrocarbures C6-C12 : VLE = 1500 mg/m³ VME = 1000 mg/m³ Vapeurs d'hydrocarbures benzéniques en C9-C12 : VME 150 mg/m³
Kérosène (pétrole) 8008-20-6		vapeurs dhydrocarbures C6-C12 : VLE = 1500 mg/m³ VME = 1000 mg/m³ Vapeurs d'hydrocarbures benzéniques en C9-C12 : VME 150 mg/m³

Légende Voir section 16

DNEL Travailleur (industriel/professionnel)

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Nom Chimique	Effets systémiques à court terme	Effets locaux à court terme	Effets systémiques à long terme	Effets locaux à long terme
Kérosène adouci (pétrole) 91770-15-9			-	
Kérosène (pétrole), hydrodésulfuré 64742-81-0			-	
Kérosène (pétrole) 8008-20-6			-	

DNEL Population générale

Nom Chimique	Effets systémiques à court terme	Effets locaux à court terme	Effets systémiques à long terme	Effets locaux à long terme
Kérosène adouci (pétrole) 91770-15-9			19 mg/kg/24h (oral)	
Kérosène (pétrole), hydrodésulfuré 64742-81-0			19 mg/kg/24h (oral)	
Kérosène (pétrole) 8008-20-6			19 mg/kg/24h (oral)	

8.2. Contrôles de l'exposition

Contrôle de l'exposition professionnelle

Mesures d'ordre technique

Assurer une ventilation adéquate. Ne pas pénétrer dans les réservoirs de stockage vides, avant que ne soient réalisées les mesures d'oxygène disponible.
Dans le cas de travaux en enceinte confinée (cuves, réservoirs...), s'assurer d'une atmosphère respirable et porter les équipements recommandés.

Équipement de protection individuelle

Informations générales

Toutes les mesures de protection collective doivent être installées et mises en œuvre avant d'envisager de recourir aux équipements de protection individuelle.

Protection respiratoire

Pour pénétrer dans des citernes, cuves, réservoirs ayant une teneur insuffisante en oxygène, porter un appareil respiratoire isolant.
En cas d'urgence (exposition accidentelle) ou pour des travaux exceptionnels de courte durée dans des atmosphères polluées par le produit, il est nécessaire de porter un appareil de protection respiratoire. En cas d'utilisation de masque ou demi-masque :. Respirateur à masque facial équipé d'une cartouche ou d'une boîte filtrante contre les vapeurs organiques/gaz acides: Type A. L'usage d'appareils respiratoires doit se conformer strictement aux instructions du fabricant et aux réglementations qui régissent leurs choix et leurs utilisations.

Protection des yeux

S'il y a un risque d'éclaboussures, porter :. Lunettes de sécurité avec protections latérales. ou. Écran facial.

Protection de la peau et du corps

Porter les vêtements de protection appropriés: vêtements imperméables aux hydrocarbures. Chaussures ou bottes de sécurité.

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Protection des mains Gants résistants aux hydrocarbures aromatiques. Veuillez observer les instructions concernant la perméabilité et le temps de pénétration qui sont fournies par le fournisseur de gants. Prendre également en considération les conditions locales spécifiques dans lesquelles le produit est utilisé, telles que le risque de coupures, d'abrasion et le temps de contact.
Note: les gants en PVA ne sont pas imperméables à l'eau et ne conviennent pas pour une opération d'urgence.

Exposition répétée ou prolongée			
Matière des gants	Épaisseur du gant	Temps de pénétration	Remarques
PVA	(*)	> 480 min	EN 374 (*) toute épaisseur
Caoutchouc fluoré	(*)	> 480 min	EN 374 (*) toute épaisseur
Caoutchouc nitrile	> 0.45 mm	> 480 min	EN 374

En cas de contact par projection:			
Matière des gants	Épaisseur du gant	Temps de pénétration	Remarques
Néoprène	> 0.5 mm	> 60 min	EN 374
PVC	> 0.2 mm	> 60 mn	EN 374
Caoutchouc nitrile	> 0.3	> 60min	EN 374

Contrôles d'exposition liés à la protection de l'environnement

Informations générales Empêcher le produit de pénétrer dans les égouts, les cours d'eau ou le sol.

Section 9 : PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

9.1. Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles

Aspect	limpide
Couleur	incolore à jaune clair
État physique @20°C	Liquide
Odeur	caractéristique

Propriété	**Valeurs**	**Remarques**	**Méthode**
pH		Non applicable	
Point/intervalle d'ébullition	**130 - 300 °C**		ASTM D 86
	266 - 572 °F		ASTM D 86
Point d'éclair	**>= 38 °C**		IP 170
	>= 100 °F		IP 170
Taux d'évaporation		Non applicable	
Limites d'inflammabilité dans l'air			
supérieure	8.8 %		
inférieure	1.2 %		
Pression de vapeur	< 8 hPa	@ 20 °C	EN 13012-1 - ASTMD 5191
Pression de vapeur	< 36 hPa	@ 37.8 °C	EN 13012-1 - ASTMD 5191
Densité de vapeur	> 1		
Masse volumique	775 - 840 kg/m³	@ 15 °C	ASTMD 1298 / D 4052
Hydrosolubilité		Non applicable	
Solubilité dans d'autres solvants		Pas d'information disponible	
logPow		Non applicable	
Température d'autoignition	**> 230 °C**		IP170

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

	> 446 °F		IP170
Viscosité, cinématique	< 8 mm2/s	@ - 20 °C	ASTM D445
Propriétés explosives	Non considéré comme explosif sur la base de la teneur en oxygène et de la structure chimique		
Propriétés oxydantes	D'après la structure chimique des constituants, ce produit n'est pas considéré comme ayant des propriétés oxydantes		
Possibilité de réactions dangereuses	Donnée non disponible		

9.2. Autres informations

Pas d'information disponible

Section 10 : STABILITÉ ET RÉACTIVITÉ

10.1. Réactivité

Informations générales Pas d'information disponible.

10.2. Stabilité chimique

Stabilité Stable dans les conditions recommandées de manipulation et de stockage.

10.3. Possibilité de réactions dangereuses

Réactions dangereuses Aucune dans les conditions normales d'utilisation.

10.4. Conditions à éviter

Conditions à éviter La chaleur (températures supérieures au point d'éclair), les étincelles, les points d'ignition, les flammes, l'électricité statique.

10.5. Matières incompatibles

Matières à éviter Oxydants forts. Acides forts. Bases fortes. (herbicides...). Halogènes.

10.6. Produits de décomposition dangereux

Produits de décomposition dangereux Aucun dans les conditions normales d'utilisation.

Section 11 : INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

11.1. Informations sur les effets toxicologiques

Toxicité aiguë Effets locaux Informations sur le produit

Informations générales La toxicité aiguë a été correctement caractérisée dans un grand nombre de recherches réalisées conformément aux BPL suite à une exposition orale, cutanée ou par inhalation.

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Contact avec la peau
Des échantillons de la substance ont été testés dans des études d'irritation cutanée. Il n'y avait pas de signe de corrosion cutanée. Peut causer des irritations de la peau et/ou dermatites.

Contact avec les yeux
Ce produit ne répond pas aux critères de classification de l'UE. Une étude clé a indiqué que le produit n'est pas irritant pour les yeux.
Peut provoquer une irritation légère.

Inhalation
. L'inhalation de vapeurs à haute concentration peut provoquer une irritation du système respiratoire. Risque de dépression du système nerveux central avec nausées, maux de tête, vertiges, vomissements et perte de coordination.

Ingestion
. L'ingestion peut provoquer une irritation de l'appareil digestif, des nausées, des vomissements et des diarrhées. Risque de dépression du système nerveux central. Nocif : en cas d'ingestion accidentelle, le produit peut être aspiré dans les poumons en raison de sa faible viscosité et donner naissance à une pneumopathie d'inhalation se développant dans les heures qui suivent (surveillance médicale indispensable pendant 48 h).

Toxicité aiguë - Informations sur les composants

Nom Chimique	DL50 oral	DL50 dermal	CL50 par inhalation
Kérosène adouci (pétrole)	LD50 > 5000 mg/kg bw (rat - OECD TG 420)	LD50 > 2000 mg/kg bw (rabbit -OECD TG 402)	LC50 (4h) > 5.28 mg/l (vapour) (rat - OECD 403)
Kérosène (pétrole), hydrodésulfuré	LD50 > 5000 mg/kg bw (rat - OECD TG 420)	LD50 > 2000 mg/kg bw (rabbit -OECD TG 402)	LC50 (4h) > 5.28 mg/l (vapour) (rat - OECD 403)
Kérosène (pétrole)	LD50 > 5000 mg/kg bw (rat - OECD TG 420)	LD50 > 2000 mg/kg bw (rabbit -OECD TG 402)	LC50 (4h) > 5.28 mg/l (vapour) (rat - OECD 403)

Sensibilisation

Sensibilisation
Il n'existe aucune donnée indiquant que la substance présente un potentiel de sensibilisation respiratoire et cutanée.

Effets spécifiques

Cancérogénicité
Le produit n'est pas cancérogène lorsque les animaux sont exposés par voie respiratoire ou par voie orale. Cependant, un contact cutané prolongé peut induire la formation de tumeurs liée au mécanisme d'irritation sans que ce soit une propriété intrinsèque du produit. Cette substance ne répond pas aux critères de classification de l'UE.

Mutagénicité
.
Mutagénicité sur les cellules germinales
Le potentiel mutagène de la substance a été largement étudié dans une série d'études in-vivo et in-vitro. La majorité des études n'ont montré aucun signe d'activité mutagène. Les éléments de preuve issus d'études de mutagénicité réalisées in vivo et in vitro indiquent que cette substance ne répond pas aux critères de classification de l'UE.

Toxicité pour la reproduction
. Toutes les études animales montrent que cette substance n'a pas d'effet sur le développement et n'a pas d'effet négatif sur la reproduction. Ce produit ne répond pas aux critères de classification de l'UE.

Toxicité par administration répétée

Effets sur les organes-cibles (STOT)

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Toxicité systémique spécifique pour certains organes cibles (exposition unique)	Les études d'exposition aiguë ne montrent aucun signe de toxicité systémique, autre qu'une possibilité de provoquer une dépression du SNC et une narcose lors d'exposition à des concentrations plus élevées.
Toxicité systémique spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée)	La toxicité à doses répétées de la substance a été étudiée après une exposition orale, cutanée et par inhalation de différentes durées. Le seul effet observé était une irritation cutanée de modérée à sévère.
Toxicité par aspiration	Le fluide peut pénétrer dans les poumons et occasionner des lésions (pneumonie chimique, potentiellement mortelle).

Autres informations

Autres informations Non concerné.

Section 12 : INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

12.1. Toxicité

Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

Toxicité aiguë pour le milieu aquatique - Informations sur le produit

Toxicité aiguë pour le milieu aquatique - Informations sur les composants

Nom Chimique	Toxicité pour les algues	Toxicité pour la daphnie et les autres invertébrés aquatiques.	Toxicité pour le poisson	Toxicité pour les microorganismes
Kérosène adouci (pétrole) 91770-15-9	EL50 (72 h) 1-3 mg/l (Pseudokirchnerella subcapitata - OECD 201)	EL50 (48 h) 1.4 mg/l (Daphnia magna - OECD 202)	LL50 (96 h) 2-5 mg/l (Oncorhynchus mykiss - OECD 203)	
Kérosène (pétrole), hydrodésulfuré 64742-81-0	EL50 (72 h) 1-3 mg/l (Pseudokirchnerella subcapitata - OECD 201)	EL50 (48 h) 1.4 mg/l (Daphnia magna - OECD 202)	LL50 (96 h) 2-5 mg/l (Oncorhynchus mykiss - OECD 203)	
Kérosène (pétrole) 8008-20-6	EL50 (72 h) 1-3 mg/l (Pseudokirchnerella subcapitata - OECD 201)	EL50 (48 h) 1.4 mg/l (Daphnia magna - OECD 202)	LL50 (96 h) 2-5 mg/l (Oncorhynchus mykiss - OECD 203)	

Toxicité chronique pour le milieu aquatique - Informations sur le produit

.

Toxicité chronique pour le milieu aquatique - Informations sur les composants

.

Nom Chimique	Toxicité pour les algues	Toxicité pour la daphnie et les autres invertébrés aquatiques.	Toxicité pour le poisson	Toxicité pour les microorganismes
Kérosène adouci (pétrole) 91770-15-9		NOEL (21d) 0.89 mg/l (Daphnia magna - OECD 211)	NOEL (14/28d) 0.098 mg/l (Oncorhynchus mykiss - QSAR Petrotox)	
Kérosène (pétrole), hydrodésulfuré 64742-81-0		NOEL (21d) 0.89 mg/l (Daphnia magna - OECD 211)	NOEL (14/28d) 0.098 mg/l (Oncorhynchus mykiss - QSAR Petrotox)	

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Kérosène (pétrole) 8008-20-6		NOEL (21d) 0.89 mg/l (Daphnia magna - OECD 211)	NOEL (14/28d) 0.098 mg/l (Oncorhynchus mykiss - QSAR Petrotox)	

Effets sur les organismes terrestres

.

12.2. Persistance et dégradabilité

Informations générales
La substance est une UVCB. Les tests standard ne sont pas appropriés pour ce paramètre.

12.3. Potentiel de bioaccumulation

Informations sur le produit La substance est une UVCB. Les tests standard ne sont pas appropriés pour ce paramètre.

logPow Non applicable
Informations sur les composants .

12.4. Mobilité dans le sol

Mobilité				
Méthode	Compartiment	Résultat	(%)	Remarques
Répartition dans le milieu en pourcentage (calcul selon la méthode Mackay, niveau III)	Sol		0.34	
Répartition dans le milieu en pourcentage (calcul selon la méthode Mackay, niveau III)	Sédiment		0.81	
Répartition dans le milieu en pourcentage (calcul selon la méthode Mackay, niveau III)	Eau		5.83	
Répartition dans le milieu en pourcentage (calcul selon la méthode Mackay, niveau III)	Air		93.02	

Sol La substance est une UVCB. Les tests standard ne sont pas appropriés pour ce paramètre.

Air La volatilisation dépend de la constante de Henry, qui n'est pas applicable aux UVCB.

Eau Le produit s'étale à la surface de l'eau. Une faible fraction peut se solubiliser dans l'eau.

12.5. Résultats des évaluations PBT et VPVB

Évaluation PBT et vPvB Cette substance n'est pas considérée comme persistante, bioaccumalable ou toxique (PBT). La concentration d'anthracène dans cette substance n'excède pas 0,1 % (CONCAWE 2010). Aucune autre structure d'hydrocarbure représentatif ne répond aux critères PBT/vPvB.

12.6. Autres effets néfastes

Informations générales Pas d'information disponible.

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Section 13 : CONSIDERATIONS RELATIVES À L'ÉLIMINATION

13.1. Méthodes de traitement des déchets

Déchets de résidus / produits non utilisés	Éliminer conformément aux Directives Européennes sur les déchets et les déchets dangereux.
Emballages contaminés	Les emballages vides peuvent contenir des vapeurs inflammables ou explosives. Ne pas découper, souder, percer, bruler ou incinérer des conteneurs vides, sauf s'ils ont été correctement nettoyés et déclarés sans danger. Les conteneurs vides doivent être acheminés vers un site agréé pour le traitement des déchets à des fins de recyclage ou d'élimination.
No de déchet suivant le CED	Selon le code européen des déchets (CED) le code de déchet n'est pas relatif au produit lui-même mais à son application. Le code de déchet doit être attribué par l'utilisateur, selon l'application du produit.

Section 14 : INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

Note Cette matière dangereuse peut aussi être transportée sous le code ONU 1223

ADR/RID

UN/ID No	UN1863
Désignation officielle de transport	CARBUREACTEUR
Désignation officielle de transport	CARBUREACTEUR
Classe de danger	3
Groupe d'emballage	III
Étiquettes ADR/RID	3
Danger pour l'environnement.	oui
Code de classification	F1
Dispositions spéciales	363
Code de restriction en tunnels	(D/E)
Numéro d'identification du danger	30
Description	UN1863, CARBUREACTEUR, 3, III, (D/E)
Quantités exceptées	E1
Quantité limitée	5 L
Code Hazchem	3Y (for UK)

IMDG/IMO

UN/ID No	UN1863
Désignation officielle de transport	Fuel, aviation, turbine engine
Classe de danger	3
Groupe d'emballage	III
Polluant marin	P
No EMS	F-E, S-E
Description	UN1863, Fuel, aviation, turbine engine, 3, III, (38°C c.c.)
Dispositions spéciales	223, 363

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Quantités exceptées	E1
Quantité limitée	5 L

ICAO/IATA

UN/ID No	UN1863
Désignation officielle de transport	Fuel, aviation, turbine engine
Classe de danger	3
Groupe d'emballage	III
Code ERG	3L
Dispositions spéciales	A3
Description	UN1863, Fuel, aviation, turbine engine, 3, III
Quantités exceptées	E1
Quantité limitée	10 L

ADN

UN/ID No	UN1863
Désignation officielle de transport	CARBUREACTEUR
Désignation officielle de transport	CARBUREACTEUR
Classe de danger	3
Groupe d'emballage	III
Danger pour l'environnement.	oui
Code de classification	F1
Dispositions spéciales	363
Description	UN1863, CARBUREACTEUR, 3, III
Quantités exceptées	E1
Quantité limitée	5 L
Ventilation	VE01

Section 15 : INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

15.1. Réglementations/législation particulières à la substance ou au mélange en matière de sécurité, de santé et d'environnement

Union Européenne

REACH
Cette substance a été enregistrée conformément au Règlement (CE) No. 1907/2006 (REACH)

Information supplémentaire

15.2. Évaluation de la sécurité chimique

Évaluation de la sécurité chimique Une Évaluation de la Sécurité Chimique a été faite pour cette substance.

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

15.3. Information sur les législations nationales

France

• ICPE : rubrique 1430-1432 (liquide inflammable 1ère catégorie)
• Arrêté du 1er juillet 2004 fixant les règles techniques et de sécurité applicables au stockage de produits pétroliers dans les lieux non visés par la législation des installations classées ni la réglementation des établissements recevant du public.
• Décret n° 2003-1254 du 23 décembre 2003 relatif à la prévention du risque chimique (JORF du 02 mars 2004)
•

• Code du Travail
• Art R.4624-18 à R4624-19 du code du travail relatif à la surveillance médicale renforcée.
•

• Code de la Sécurité Sociale
• Art. L 461-6, Art. D.461-1, annexe A, n° 601 (Tableau des maladies professionnelles)

Nom Chimique	Maladies Professionnelles
Kérosène (pétrole), hydrodésulfuré 64742-81-0	RG 4bis

Section 16 : AUTRES INFORMATIONS

Texte intégral des phrases R mentionnées sous les Chapitres 2 et 3
R10 - Inflammable
R38 - Irritant pour la peau
R65 - Nocif: peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion
R51/53 - Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique

Texte complet des Phrases-H citées dans les sections 2 et 3
H226 - Liquide et vapeurs inflammables
H304 - Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
H315 - Provoque une irritation cutanée
H336 - Peut provoquer somnolence ou vertiges
H411 - Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

Abbreviations, acronymes
GLP = Good Laboratory Practice - BPL = Bonnes Pratiques de Laboratoire
bw = body weight = poids corporel
bw/day = body weight/day = poids corporel par jour

Légende Section 8
VME : Valeur limite Moyenne d'Exposition
VLCT : Valeur Limite Court Terme
TWA (Time Weight Average) : Valeur moyenne d'exposition
STEL (Short Term Exposure Limit) : Valeur limite d'exposition à court terme

+	Produit sensibilisant	*	Désignation de la peau
**	Désignation du Danger	C:	Cancérogène
M:	Mutagène	R:	Toxique pour la reproduction

FDS n° : 30141

JET A-1

Date de révision: 2014-10-23 **Version** 6.04

Date de révision:	2014-10-23
Révision	sections de la FDS mises-à-jour: 15.
Information supplémentaire	D'autres usages que ceux listés en section 1.2 peuvent avoir été prévus pour la/les substance(s) constituant le produit. Veuillez nous contacter si votre usage n'est pas inclus dans ceux figurant à la section 1.2

Cette fiche de données de sécurité est conforme aux exigences du Règlement (CE) No. 1907/2006

Cette fiche complète les notices techniques d'utilisation mais ne les remplace pas. Les renseignements qu'elle contient sont basés sur l'état de nos connaissances relatives au produit concerné, à la date indiquée. Ils sont donnés de bonne foi. L'attention des utilisateurs est en outre attirée sur les risques éventuellement encourus lorsqu'un produit est utilisé à d'autres usages que celui pour lequel il est conçu. Elle ne dispense en aucun cas l'utilisateur de connaître et d'appliquer l'ensemble des textes réglementant son activité. Il prendra sous sa seule responsabilité les précautions liées à l'utilisation qu'il fait du produit. L'ensemble des prescriptions réglementaires mentionnées a simplement pour but d'aider le destinataire à remplir les obligations qui lui incombent. Cette énumération ne peut pas être considérée comme exhaustive. Le destinataire doit s'assurer que d'autres obligations ne lui incombent pas en raison de textes autres que ceux cités.

Fin de la Fiche de Données de Sécurité

ES03001
Version 1.0
Nom commercial / désignation KEROSINE

1. Scénario d'exposition

Fabrication de substances, Au niveau industriel.

Descripteur des usages
Secteur d'utilisation
SU3 - Production Industrielle (Tout)
SU8 - Production de produits chimiques en gros, à grande échelle (y compris les produits pétroliers)
SU9 - Productions de spécialités chimiques

Catégorie de procédé
PROC1 - Utilisation en système fermé, aucune probabilité d'exposition
PROC2 - Utilisation selon un procédé en continu en milieu confiné avec des contrôles occasionnels de l'exposition
PROC3 - Utilisation selon un procédé en lots en milieu confiné (synthèse ou formulation)
PROC4 - Utilisation selon un procédé en lots et autres procédés (synthèse) avec lesquels il y a des occasions d'exposition
PROC8a - Transfert de substance ou mélange (chargement/déchargement) de/vers des cuves/des grands conteneurs dans les établissements non spécialisés
PROC8b - Transfert de substance ou de mélange (chargement/déchargement) de/dans des cuves/des grands conteneurs dans des établissements spécialisés
PROC15 - Utilisation comme réactif de laboratoire

Catégorie de rejet dans l'environnement
ERC1 - Fabrication de substances
ERC4 - Utilisation industrielle d'adjuvants de fabrication dans la production et dans des produits, qui ne sont pas intégrés aux articles
Catégorie spécifique de rejet dans l'environnement (SERC)
ESVOC SpERC 1.1.v1.

Processus, tâches et activités couverts
Fabrication ou utilisation de la substance comme réactif de procédé ou agent d'extraction. Cela comprend les opérations de recyclage/de valorisation, de transfert de matières, de stockage, d'échantillonnage, ainsi que les activités de laboratoire associées, et les opérations de maintenance ou de chargement (y compris dans les navires de mer/barges, wagons/camions, et conteneurs de vrac).

2. Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques

2.1. Maîtrise de l'exposition de l'environnement

Caractéristiques du Produit
La substance est une UVCB. Principalement hydrophobe.

Quantités utilisées
:
Fraction du tonnage européen utilisé dans la région : 0.1
Tonnage pour utilisation régionale (tonnes/an) : 5.4E+6
Fraction du tonnage régional utilisé localement : 0.11
Tonnage annuel du site (en tonnes/an) : 6.0E+5
Tonnage quotidien maximal du site (en kg/jour) : 2.0E+6

Fréquence et la durée d'utilisation Rejets continus.
Jours d'émission (jours/an) : 300

Facteurs environnementaux qui ne sont pas influencés par la gestion du risque -
Facteur de dilution locale dans l'eau douce : 10

Facteur de dilution locale dans l'eau de mer : 100

Autres conditions opérationnelles d'utilisation affectant l'exposition de l'environnement
-.
Fraction libérée dans l'air du procédé (rejet initial avant mesures de gestion des risques) : 1.0E-2
Fraction libérée dans les eaux usées du procédé (rejet initial avant mesures de gestion des risques) : 3.0E-4
Fraction libérée dans le sol du procédé (rejet initial avant mesure de gestion des risques) : 0.0001

Conditions techniques et mesures au niveau du procédé pour empêcher les émissions
Les pratiques courantes varient selon les sites, des estimations de rejets de process conservatrices sont donc utilisées.

Conditions techniques et mesures sur-site pour réduire ou limiter les écoulements, les émissions dans l'air et les rejets dans le sol
Le risque lié à une exposition environnementale est induit par le compartiment sédiments d'eau douce.
Éviter le déversement de substances non dissoutes dans les eaux usées du site ou les récupérer.
Traitement des eaux usées sur site requis.
Traiter les émissions atmosphériques pour assurer une efficacité d'épuration typique de (%) : 90
Traiter les eaux usées sur site (avant rejet dans la masse d'eau) pour assurer l'efficacité d'épuration requise de (%): >=97.7
En cas d'évacuation dans l'unité de traitement des eaux usées domestiques, assurer l'efficacité d'épuration requise des eaux usées sur site de (%) : >=56.1

Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les émissions à partir du site
Ne pas épandre de boues industrielles sur des sols naturels. Les boues doivent être incinérées, contenues ou récupérées.

Conditions et mesures relatives à la station d'épuration municipale :
Taux estimé de récupération de la substance dans les eaux usées par traitement des eaux usées domestiques (%) : 94.7
Efficacité totale de l'épuration des eaux usées après RMM sur site et hors site (unité de traitement des eaux domestiques) (%) : 97.7
Tonnage maximal admissible du site (Msafe) sur la base d'un rejet après récupération totale par traitement des eaux usées (kg/j): 2.0E+6
Débit de l'unité de traitement des eaux usées domestiques pris en charge (m3 / j): 10000
Conditions et mesures relatives au traitement externe des déchets pour élimination
Au cours de la fabrication, aucun déchet de la substance n'est produit.

Conditions et mesures relatives à la valorisation externe des déchets
Au cours de la fabrication, aucun déchet de la substance n'est produit.

Remarques
Les informations supplémentaires concernant le principe d'identification des conditions opératoires (OC) et des Mesures de Maîtrise du Risque (RMM) se trouvent dans le dossier Petrorisk

2.2. Maîtrise de l'exposition - Travailleurs ou Consommateurs

Caractéristiques du Produit
État physique
Liquide, pression de vapeur 0,5 - 10 kPa à température et pression normales
Concentration de la substance dans le produit
Couvre un pourcentage de la substance dans le produit inférieur ou égal à 100 % (sauf mention contraire).
Fréquence et la durée d'utilisation
Couvre les expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures (sauf mention contraire)
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition
Opération réalisée à température élevée (> 20°C supérieure à la température ambiante). Suppose qu'un bon niveau d'hygiène du travail est respecté.

2.2a. Maîtrise de l'exposition des travailleurs	
Scénarios participants	**Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques**
Mesures générales (agents irritants pour la peau)	Éviter tout contact direct du produit avec la peau. Identifier les zones de la peau susceptibles d'être en contact indirect avec le produit. Porter des gants (testés selon la norme EN374) si les mains sont susceptibles d'être en contact avec la substance. Nettoyer immédiatement toute contamination/tout déversement. Laver immédiatement toute contamination de la peau. Assurer une formation de base du personnel pour éviter/réduire les expositions et signaler tout problème de peau pouvant se développer par la suite.
Expositions générales (systèmes clos)	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Expositions générales (systèmes ouverts)	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Transferts de vrac	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Échantillonnage	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Activités de laboratoire	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Nettoyage et maintenance des équipements	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Stockage	Aucune autre mesure spécifique identifiée.

2.2b. Maîtrise de l'exposition des consommateurs	
Catégorie(s) de produit	**Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques**
Non applicable	

3. Evaluation de l'exposition et références

Santé
L'outil ECETOC d'évaluation des risques (TRA) a été utilisé afin d'évaluer le risque d'exposition sur le lieu de travail (sauf indication contraire)

Environnement
La méthode des blocs d'hydrocarbures a été utilisée pour calculer le taux d'exposition environnementale avec le modèle Petrorisk.

4. Guide de conformité au scenario d'exposition à l'intention des Utilisateurs en Aval (DU)

Santé
Les données disponibles relatives aux dangers ne permettent pas la dérivation d'un DNEL pour les risques d'irritation de la peau. Les Mesures de gestion des risques sont établies d'après une caractérisation qualitative des effets sur la santé. Les données disponibles relatives aux dangers ne nécessitent pas d'établir de DNEL pour d'autres risques pour la santé. Il est conseillé aux utilisateurs de prendre en compte les valeurs limites d'exposition professionnelle nationales ou autres valeurs équivalentes. Dans le cas où d'autres mesures de gestion des risques/conditions opérationnelles sont adoptées, les utilisateurs doivent s'assurer que les risques sont controlés à des niveaux au moins équivalents.

Environnement

Les conseils fournis sont basés sur des conditions d'exploitation supposées, pouvant ne pas s'appliquer à tous les sites : une mise à l'échelle peut donc s'avérer nécessaire afin de définir des mesures adaptées de gestion des risques propres au site. Pour obtenir l'efficacité nécessaire d'élimination des eaux usées, utiliser les technologies sur site/hors site, seules ou combinées. Pour obtenir l'efficacité nécessaire d'élimination de l'air, utiliser les technologies sur site, seules ou combinées. De plus amples détails sur les technologies de contrôle et de mise à l'échelle sont fournis dans la fiche de donnée SpERC (http://cefic.org/en/reach-for-industries-libraries.html). Les évaluations locales mises à l'échelle pour les raffineries de l'EU ont été réalisées à partir de données propres aux sites et sont incluses dans la feuille de travail "Production spécifique au site" du dossier PETRORISK.

ES03003
Version 1.0
Nom commercial / désignation KEROSINE

1. Scénario d'exposition

Au niveau industriel, Distribution de la substance.

Descripteur des usages
Secteur d'utilisation
SU3 - Production Industrielle (Tout)

Catégorie de procédé
PROC1 - Utilisation en système fermé, aucune probabilité d'exposition
PROC2 - Utilisation selon un procédé en continu en milieu confiné avec des contrôles occasionnels de l'exposition
PROC3 - Utilisation selon un procédé en lots en milieu confiné (synthèse ou formulation)
PROC4 - Utilisation selon un procédé en lots et autres procédés (synthèse) avec lesquels il y a des occasions d'exposition
PROC8a - Transfert de substance ou mélange (chargement/déchargement) de/vers des cuves/des grands conteneurs dans les établissements non spécialisés
PROC8b - Transfert de substance ou de mélange (chargement/déchargement) de/dans des cuves/des grands conteneurs dans des établissements spécialisés
PROC9 - Transfert d'une substance ou d'un mélange dans de petits conteneurs (ligne spécialisée dans le remplissage, y compris le pesage)
PROC15 - Utilisation comme réactif de laboratoire

Catégorie de rejet dans l'environnement
ERC1 - Fabrication de substances
ERC2 - Fabrication de mélanges
ERC3 - Formulation des matières
ERC4 - Utilisation industrielle d'adjuvants de fabrication dans la production et dans des produits, qui ne sont pas intégrés aux articles
ERC5 - Utilisation industrielle découlant de l'inclusion dans ou sur une matrice
ERC6a - Utilisation industrielle entraînant la production d'une autre substance (utilisation des produits intermédiaires)
ERC6b - Utilisation industrielle d'aides à la fabrication réactives
ERC6c - Usage industriel de monomères pour la fabrication de thermoplastiques
ERC6d - Usage industriel de régulateurs de process pour les procédés de polymérisation dans la production de résines, caoutchoucs, polymères
ERC7 - Utilisation industrielle de substances en systèmes fermés
Catégorie spécifique de rejet dans l'environnement (SERC)
ESVOC SpERC 1.1b. v1.

Processus, tâches et activités couverts
Chargement (y compris les navires /barges, wagons/camions et chargement de GRV) et reconditionnement (y compris dans des fûts et petits emballages) de la substance, y compris l'échantillonnage de cette dernière, son stockage, son déchargement, sa distribution, son entretien ainsi que les activités de laboratoire annexes.

2. Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques

2.1. Maîtrise de l'exposition de l'environnement

Caractéristiques du Produit
La substance est une UVCB. Principalement hydrophobe.

Quantités utilisées
:
Fraction du tonnage européen utilisé dans la région : 0.1
Tonnage pour utilisation régionale (tonnes/an) : 5.4E+6
Fraction du tonnage régional utilisé localement : 2.0E-3

Tonnage annuel du site (en tonnes/an) : 1.1E+4
Tonnage quotidien maximal du site (en kg/jour) : 3.6E+4

Fréquence et la durée d'utilisation Rejets continus.
Jours d'émission (jours/an) : 300

Facteurs environnementaux qui ne sont pas influencés par la gestion du risque -
Facteur de dilution locale dans l'eau douce : 10
Facteur de dilution locale dans l'eau de mer : 100

Fraction libérée dans l'air du procédé (rejet initial avant mesures de gestion des risques) : 1.0E-3
Fraction libérée dans les eaux usées du procédé (rejet initial avant mesures de gestion des risques) : 1.0E-5
Fraction libérée dans le sol du procédé (rejet initial avant mesure de gestion des risques) : 0.00001

Conditions techniques et mesures au niveau du procédé pour empêcher les émissions
Les pratiques courantes varient selon les sites, des estimations de rejets de process conservatrices sont donc utilisées.

Conditions techniques et mesures sur-site pour réduire ou limiter les écoulements, les émissions dans l'air et les rejets dans le sol
Le risque lié à une exposition environnementale est induit par le compartiment eau douce.
Aucun traitement des eaux usées requis
Traiter les émissions atmosphériques pour assurer une efficacité d'épuration typique de (%) : 90
Traiter les eaux usées sur site (avant rejet dans la masse d'eau) pour assurer l'efficacité d'épuration requise de (%): >=0
En cas d'évacuation dans l'unité de traitement des eaux usées domestiques, assurer l'efficacité d'épuration requise des eaux usées sur site de (%) : >=0

Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les émissions à partir du site
Ne pas épandre de boues industrielles sur des sols naturels. Les boues doivent être incinérées, contenues ou récupérées.

Conditions et mesures relatives à la station d'épuration municipale :
Taux estimé de récupération de la substance dans les eaux usées par traitement des eaux usées domestiques (%) : 94.7
Efficacité totale de l'épuration des eaux usées après RMM sur site et hors site (unité de traitement des eaux domestiques) (%) : 94.7
Tonnage maximal admissible du site (Msafe) sur la base d'un rejet après récupération totale par traitement des eaux usées (kg/j): 2.6E+6
Débit de l'unité de traitement des eaux usées domestiques pris en charge (m3 / j): 2000
Conditions et mesures relatives au traitement externe des déchets pour élimination
La traitement et l'élimination externes des déchets doivent être conformes aux réglementations locales et/ou nationales applicables.

Conditions et mesures relatives à la valorisation externe des déchets
La traitement et l'élimination externes des déchets doivent être conformes aux réglementations locales et/ou nationales applicables.

Remarques
Les informations supplémentaires concernant le principe d'identification des conditions opératoires (OC) et des Mesures de Maîtrise du Risque (RMM) se trouvent dans le dossier Petrorisk

2.2. Maîtrise de l'exposition - Travailleurs ou Consommateurs

Caractéristiques du Produit
État physique
Liquide, pression de vapeur 0,5 - 10 kPa à température et pression normales
Concentration de la substance dans le produit
Couvre un pourcentage de la substance dans le produit inférieur ou égal à 100 % (sauf mention contraire).
Quantités utilisées
Non applicable.
Fréquence et la durée d'utilisation
Couvre les expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures (sauf mention contraire)

Facteurs humains non influencés par la gestion des risques
non applicable
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition
Suppose une utilisation pas plus de 20°C au-dessus de la température ambiante, sauf mention contraire. Suppose qu'un bon niveau d'hygiène du travail est respecté.

2.2a. Maîtrise de l'exposition des travailleurs	
Scénarios participants	**Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques**
Mesures générales (agents irritants pour la peau)	Éviter tout contact direct du produit avec la peau. Identifier les zones de la peau susceptibles d'être en contact indirect avec le produit. Porter des gants (testés selon la norme EN374) si les mains sont susceptibles d'être en contact avec la substance. Nettoyer immédiatement toute contamination/tout déversement. Laver immédiatement toute contamination de la peau. Assurer une formation de base du personnel pour éviter/réduire les expositions et signaler tout problème de peau pouvant se développer par la suite.
Expositions générales (systèmes clos)	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Expositions générales (systèmes ouverts)	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Échantillonnage	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Activités de laboratoire	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Transferts de vrac	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Remplissage de fûts et de petits récipients	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Nettoyage et maintenance des équipements	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Stockage de produits en vrac	Aucune autre mesure spécifique identifiée.

2.2b. Maîtrise de l'exposition des consommateurs	
Catégorie(s) de produit	**Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques**
Non applicable	

3. Evaluation de l'exposition et références

Santé
L'outil ECETOC d'évaluation des risques (TRA) a été utilisé afin d'évaluer le risque d'exposition sur le lieu de travail (sauf indication contraire)

Environnement
La méthode des blocs d'hydrocarbures a été utilisée pour calculer le taux d'exposition environnementale avec le modèle Petrorisk.

4. Guide de conformité au scenario d'exposition à l'intention des Utilisateurs en Aval (DU)

Santé
Les données disponibles relatives aux dangers ne permettent pas la dérivation d'un DNEL pour les risques d'irritation de la peau. Les Mesures de gestion des risques sont établies d'après une caractérisation qualitative des effets sur la santé. Les données disponibles relatives aux dangers ne nécessitent pas d'établir de DNEL pour d'autres risques pour la santé. Il est conseillé aux utilisateurs de prendre en compte les valeurs limites d'exposition professionnelle nationales ou autres valeurs équivalentes. Dans le cas où d'autres mesures de gestion des risques/conditions opérationnelles sont adoptées, les utilisateurs doivent s'assurer que les risques sont controlés à des niveaux au moins équivalents.

Environnement
Les conseils fournis sont basés sur des conditions d'exploitation supposées, pouvant ne pas s'appliquer à tous les sites : une mise à l'échelle peut donc s'avérer nécessaire afin de définir des mesures adaptées de gestion des risques propres au site. Pour obtenir l'efficacité nécessaire d'élimination des eaux usées, utiliser les technologies sur site/hors site, seules ou combinées. Pour obtenir l'efficacité nécessaire d'élimination de l'air, utiliser les technologies sur site, seules ou combinées. De plus amples détails sur les technologies de contrôle et de mise à l'échelle sont fournis dans la fiche de donnée SpERC (http://cefic.org/en/reach-for-industries-libraries.html).

ES03004
Version 1.0
Nom commercial / désignation KEROSINE

1. Scénario d'exposition

Formulation et (re)conditionnement de substances et de mélanges, Au niveau industriel.

Descripteur des usages
Secteur d'utilisation
SU3 - Production Industrielle (Tout)
SU10 - Formulation [mélange] de préparations et/ou reconditionnement (à l'exclusion des alliages)

Catégorie de procédé
PROC1 - Utilisation en système fermé, aucune probabilité d'exposition
PROC2 - Utilisation selon un procédé en continu en milieu confiné avec des contrôles occasionnels de l'exposition
PROC3 - Utilisation selon un procédé en lots en milieu confiné (synthèse ou formulation)
PROC4 - Utilisation selon un procédé en lots et autres procédés (synthèse) avec lesquels il y a des occasions d'exposition
PROC5 - Mélange dans des processus par lots pour la formulation de préparations et d'articles (contacts multiples et/ou importants)
PROC8a - Transfert de substance ou mélange (chargement/déchargement) de/vers des cuves/des grands conteneurs dans les établissements non spécialisés
PROC8b - Transfert de substance ou de mélange (chargement/déchargement) de/dans des cuves/des grands conteneurs dans des établissements spécialisés
PROC9 - Transfert d'une substance ou d'un mélange dans de petits conteneurs (ligne spécialisée dans le remplissage, y compris le pesage)
PROC14 - Production de mélanges ou d'articles par pastillage, compression, extrusion, granulation
PROC15 - Utilisation comme réactif de laboratoire

Catégorie de rejet dans l'environnement
ERC2 - Fabrication de mélanges
Catégorie spécifique de rejet dans l'environnement (SERC)
ESVOC SpERC 2.2.v1.

Processus, tâches et activités couverts
Formulation, emballage et reconditionnement de la substance et de ses mélanges dans le cadre de processus continus ou par lots, y compris le stockage, les transferts de matières, le mélange, l'agglomération, la compression, le pastillage, l'extrusion, le conditionnement à petite et grande échelle, l'échantillonnage, l'entretien ainsi que les activités de laboratoire annexes.

2. Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques

2.1. Maîtrise de l'exposition de l'environnement

Caractéristiques du Produit
La substance est une UVCB. Principalement hydrophobe.

Quantités utilisées
:
Fraction du tonnage européen utilisé dans la région : 0.1
Tonnage pour utilisation régionale (tonnes/an) : 5.2E+6
Fraction du tonnage régional utilisé localement : 5.8E-3
Tonnage annuel du site (en tonnes/an) : 3.0E+4
Tonnage quotidien maximal du site (en kg/jour) : 1.0E+5

Fréquence et la durée d'utilisation Rejets continus.
Jours d'émission (jours/an) : 300

Facteurs environnementaux qui ne sont pas influencés par la gestion du risque -

Facteur de dilution locale dans l'eau douce : 10
Facteur de dilution locale dans l'eau de mer : 100

Fraction libérée dans l'air du procédé (rejet initial avant mesures de gestion des risques) : 1.0E-2
Fraction libérée dans les eaux usées du procédé (rejet initial avant mesures de gestion des risques) : 2.0E-4
Fraction libérée dans le sol du procédé (rejet initial avant mesure de gestion des risques) : 0.0001

Conditions techniques et mesures au niveau du procédé pour empêcher les émissions
Les pratiques courantes varient selon les sites, des estimations de rejets de process conservatrices sont donc utilisées.

Conditions techniques et mesures sur-site pour réduire ou limiter les écoulements, les émissions dans l'air et les rejets dans le sol
Le risque lié à une exposition environnementale est induit par le compartiment sédiments d'eau douce.
Éviter le déversement de substances non dissoutes dans les eaux usées du site ou les récupérer.
En cas d'évacuation vers l'unité de traitement des eaux usées domestiques, aucun traitement des eaux usées sur site n'est requis.
Traiter les émissions atmosphériques pour assurer une efficacité d'épuration typique de (%) : 0
Traiter les eaux usées sur site (avant rejet dans la masse d'eau) pour assurer l'efficacité d'épuration requise de (%): >=86
En cas d'évacuation dans l'unité de traitement des eaux usées domestiques, assurer l'efficacité d'épuration requise des eaux usées sur site de (%) : >= 0

Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les émissions à partir du site
Ne pas épandre de boues industrielles sur des sols naturels. Les boues doivent être incinérées, contenues ou récupérées.

Conditions et mesures relatives à la station d'épuration municipale :
Taux estimé de récupération de la substance dans les eaux usées par traitement des eaux usées domestiques (%) : 94.7
Efficacité totale de l'épuration des eaux usées après RMM sur site et hors site (unité de traitement des eaux domestiques) (%) : 94.7
Tonnage maximal admissible du site (Msafe) sur la base d'un rejet après récupération totale par traitement des eaux usées (kg/j): 2.6E+5
Débit de l'unité de traitement des eaux usées domestiques pris en charge (m3 / j): 2000
Conditions et mesures relatives au traitement externe des déchets pour élimination
La traitement et l'élimination externes des déchets doivent être conformes aux réglementations locales et/ou nationales applicables.

Conditions et mesures relatives à la valorisation externe des déchets
La traitement et l'élimination externes des déchets doivent être conformes aux réglementations locales et/ou nationales applicables.

Remarques
Les informations supplémentaires concernant le principe d'identification des conditions opératoires (OC) et des Mesures de Maîtrise du Risque (RMM) se trouvent dans le dossier Petrorisk

2.2. Maîtrise de l'exposition - Travailleurs ou Consommateurs

Caractéristiques du Produit
État physique
Liquide, pression de vapeur 0,5 - 10 kPa à température et pression normales
Concentration de la substance dans le produit
Couvre un pourcentage de la substance dans le produit inférieur ou égal à 100 % (sauf mention contraire).
Quantités utilisées
Non applicable.
Fréquence et la durée d'utilisation
Couvre les expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures (sauf mention contraire)
Facteurs humains non influencés par la gestion des risques
non applicable
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition
Suppose une utilisation pas plus de 20°C au-dessus de la température ambiante, sauf mention contraire. Suppose qu'un bon niveau d'hygiène du travail est respecté.

2.2a. Maîtrise de l'exposition des travailleurs	
Scénarios participants	**Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques**
Mesures générales (agents irritants pour la peau)	Éviter tout contact direct du produit avec la peau. Identifier les zones de la peau susceptibles d'être en contact indirect avec le produit. Porter des gants (testés selon la norme EN374) si les mains sont susceptibles d'être en contact avec la substance. Nettoyer immédiatement toute contamination/tout déversement. Laver immédiatement toute contamination de la peau. Assurer une formation de base du personnel pour éviter/réduire les expositions et signaler tout problème de peau pouvant se développer par la suite.
Expositions générales (systèmes clos)	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Expositions générales (systèmes ouverts)	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Échantillonnage du produit	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Activités de laboratoire	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Transferts de vrac	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Opérations de mélange (systèmes ouverts)	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Manuel: Transfert/déversement à partir des conteneurs	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Transferts en fûts/ par lots	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Agglomération, compression, extrusion ou pastillage	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Remplissage de fûts et de petits récipients	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Nettoyage et maintenance des équipements	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Stockage de produits en vrac	Aucune autre mesure spécifique identifiée.

2.2b. Maîtrise de l'exposition des consommateurs	
Catégorie(s) de produit	**Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques**
Non applicable	

3. Evaluation de l'exposition et références

Santé
L'outil ECETOC d'évaluation des risques (TRA) a été utilisé afin d'évaluer le risque d'exposition sur le lieu de travail (sauf indication contraire)

Environnement
La méthode des blocs d'hydrocarbures a été utilisée pour calculer le taux d'exposition environnementale avec le modèle Petrorisk.

4. Guide de conformité au scenario d'exposition à l'intention des Utilisateurs en Aval (DU)

Santé
Les données disponibles relatives aux dangers ne permettent pas la dérivation d'un DNEL pour les risques d'irritation de la peau. Les Mesures de gestion des risques sont établies d'après une caractérisation qualitative des effets sur la santé. Les données disponibles relatives aux dangers ne nécessitent pas d'établir de DNEL pour d'autres risques pour la santé. Il est conseillé aux utilisateurs de prendre en compte les valeurs limites d'exposition professionnelle nationales ou autres valeurs équivalentes. Dans le cas où d'autres mesures de gestion des risques/conditions opérationnelles sont adoptées, les utilisateurs doivent s'assurer que les risques sont controlés à des niveaux au moins équivalents.

Environnement
Les conseils fournis sont basés sur des conditions d'exploitation supposées, pouvant ne pas s'appliquer à tous les sites : une mise à l'échelle peut donc s'avérer nécessaire afin de définir des mesures adaptées de gestion des risques propres au site. Pour obtenir l'efficacité nécessaire d'élimination des eaux usées, utiliser les technologies sur site/hors site, seules ou combinées. Pour obtenir l'efficacité nécessaire d'élimination de l'air, utiliser les technologies sur site, seules ou combinées. De plus amples détails sur les technologies de contrôle et de mise à l'échelle sont fournis dans la fiche de donnée SpERC (http://cefic.org/en/reach-for-industries-libraries.html).

ES03022
Version 1.0

1. Scénario d'exposition

Utilisation comme carburant, Au niveau industriel.

Descripteur des usages
Secteur d'utilisation
SU3 - Production Industrielle (Tout)

Catégorie de procédé
PROC1 - Utilisation en système fermé, aucune probabilité d'exposition
PROC2 - Utilisation selon un procédé en continu en milieu confiné avec des contrôles occasionnels de l'exposition
PROC3 - Utilisation selon un procédé en lots en milieu confiné (synthèse ou formulation)
PROC8a - Transfert de substance ou mélange (chargement/déchargement) de/vers des cuves/des grands conteneurs dans les établissements non spécialisés
PROC8b - Transfert de substance ou de mélange (chargement/déchargement) de/dans des cuves/des grands conteneurs dans des établissements spécialisés
PROC16 - En utilisant la matière comme source de combustible, on peut s'attendre à une exposition limitée aux composés non brûlés

Catégorie de rejet dans l'environnement
ERC7 - Utilisation industrielle de substances en systèmes fermés
Catégorie spécifique de rejet dans l'environnement (SERC)
ESVOC SpERC 7.12a.v1.

Processus, tâches et activités couverts
Couvre l'utilisation comme combustible (ou comme additifs de carburant et composants d'additifs) et comprend les activités associées à son transfert, à son utilisation, à l'entretien du matériel, et au traitement des déchets.

2. Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques

2.1. Maîtrise de l'exposition de l'environnement

Caractéristiques du Produit
La substance est une UVCB. Principalement hydrophobe.

Quantités utilisées
:
Fraction du tonnage européen utilisé dans la région : 0.1
Tonnage pour utilisation régionale (tonnes/an) : 5.5E+5
Fraction du tonnage régional utilisé localement : 1
Tonnage annuel du site (en tonnes/an) : 5.5E+5
Tonnage quotidien maximal du site (en kg/jour) : 1.8E+6

Fréquence et la durée d'utilisation Rejets continus.
Jours d'émission (jours/an) : 300

Facteurs environnementaux qui ne sont pas influencés par la gestion du risque
Facteur de dilution locale dans l'eau douce : 10
Facteur de dilution locale dans l'eau de mer : 100

Autres conditions opérationnelles d'utilisation affectant l'exposition de l'environnement
.
Fraction libérée dans l'air du procédé (rejet initial avant mesures de gestion des risques) : 5.0E-3
Fraction libérée dans les eaux usées du procédé (rejet initial avant mesures de gestion des risques) : 0.00001
Fraction libérée dans le sol du procédé (rejet initial avant mesure de gestion des risques) : 0

Conditions techniques et mesures au niveau du procédé pour empêcher les émissions
Les pratiques courantes varient selon les sites, des estimations de rejets de process conservatrices sont donc utilisées.

Conditions techniques et mesures sur-site pour réduire ou limiter les écoulements, les émissions dans l'air et les rejets dans le sol
Le risque lié à une exposition environnementale est induit par le compartiment sédiments d'eau douce.
En cas d'évacuation vers l'unité de traitement des eaux usées domestiques, aucun traitement des eaux usées sur site n'est requis.
Traiter les émissions atmosphériques pour assurer une efficacité d'épuration typique de (%) : 95
Traiter les eaux usées sur site (avant rejet dans la masse d'eau) pour assurer l'efficacité d'épuration requise de (%): >=84.6
En cas d'évacuation dans l'unité de traitement des eaux usées domestiques, assurer l'efficacité d'épuration requise des eaux usées sur site de (%) : >=0

Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les émissions à partir du site
Ne pas épandre de boues industrielles sur des sols naturels. Les boues doivent être incinérées, contenues ou récupérées.

Conditions et mesures relatives à la station d'épuration municipale
Taux estimé de récupération de la substance dans les eaux usées par traitement des eaux usées domestiques (%) : 94.7
Efficacité totale de l'épuration des eaux usées après RMM sur site et hors site (unité de traitement des eaux domestiques) (%) : 94.7
Tonnage maximal admissible du site (Msafe) sur la base d'un rejet après récupération totale par traitement des eaux usées (kg/j): 5.3E+6
Débit de l'unité de traitement des eaux usées domestiques pris en charge (m3 / j): 2000
Conditions et mesures relatives au traitement externe des déchets pour élimination
Les émissions de combustion sont limitées par les moyens de maîtrise des émissions requis. Les émissions de combustion sont prises en compte dans l'évaluation de l'impact au niveau régional.

Conditions et mesures relatives à la valorisation externe des déchets
Cette substance est consommée pendant son utilisation et aucun déchet de la substance n'est produit.

Remarques
Les informations supplémentaires concernant le principe d'identification des conditions opératoires (OC) et des Mesures de Maîtrise du Risque (RMM) se trouvent dans le dossier Petrorisk

2.2. Maîtrise de l'exposition - Travailleurs ou Consommateurs

Caractéristiques du Produit
État physique
Liquide, pression de vapeur 0,5 - 10 kPa à température et pression normales
Concentration de la substance dans le produit
Couvre un pourcentage de la substance dans le produit inférieur ou égal à 100 % (sauf mention contraire).
Fréquence et la durée d'utilisation
Couvre les expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures (sauf mention contraire)
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition
Suppose une utilisation pas plus de 20°C au-dessus de la température ambiante, sauf mention contraire. Suppose qu'un bon niveau d'hygiène du travail est respecté.

2.2a. Maîtrise de l'exposition des travailleurs	
Scénarios participants	**Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques**
Expositions générales (systèmes clos)	Aucune mesure spécifique identifiée.
Mesures générales (agents irritants pour la peau)	Éviter tout contact direct du produit avec la peau. Identifier les zones de la peau susceptibles d'être en contact indirect avec le produit. Porter des gants (testés selon la norme EN374) si les mains sont susceptibles d'être en contact avec la substance. Nettoyer immédiatement toute contamination/tout déversement. Laver immédiatement toute contamination de la peau. Assurer une formation de base du personnel pour éviter/réduire les expositions et signaler tout problème de peau pouvant se développer par la suite.
Transferts de vrac	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Transferts en fûts/ par lots	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Utilisation comme carburant (systèmes clos)	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Nettoyage et maintenance des équipements	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Stockage de produits en vrac	Aucune autre mesure spécifique identifiée.

2.2b. Maîtrise de l'exposition des consommateurs	
Catégorie(s) de produit	**Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques**
Non applicable	

3. Evaluation de l'exposition et références

Santé
L'outil ECETOC d'évaluation des risques (TRA) a été utilisé afin d'évaluer le risque d'exposition sur le lieu de travail (sauf indication contraire)

Environnement
La méthode des blocs d'hydrocarbures a été utilisée pour calculer le taux d'exposition environnementale avec le modèle Petrorisk.

4. Guide de conformité au scenario d'exposition à l'intention des Utilisateurs en Aval (DU)

Santé
Les données disponibles relatives aux dangers ne permettent pas la dérivation d'un DNEL pour les risques d'irritation de la peau. Les Mesures de gestion des risques sont établies d'après une caractérisation qualitative des effets sur la santé. Les données disponibles relatives aux dangers ne nécessitent pas d'établir de DNEL pour d'autres risques pour la santé. Il est conseillé aux utilisateurs de prendre en compte les valeurs limites d'exposition professionnelle nationales ou autres valeurs équivalentes. Dans le cas où d'autres mesures de gestion des risques/conditions opérationnelles sont adoptées, les utilisateurs doivent s'assurer que les risques sont controlés à des niveaux au moins équivalents.

Environnement
Les conseils fournis sont basés sur des conditions d'exploitation supposées, pouvant ne pas s'appliquer à tous les sites : une mise à l'échelle peut donc s'avérer nécessaire afin de définir des mesures adaptées de gestion des risques propres au site. Pour obtenir l'efficacité nécessaire d'élimination des eaux usées, utiliser les technologies sur site/hors site, seules ou combinées. Pour obtenir l'efficacité nécessaire d'élimination de l'air, utiliser les technologies sur site, seules ou combinées. De plus amples détails sur les technologies de contrôle et de mise à l'échelle sont fournis dans la fiche de donnée SpERC (http://cefic.org/en/reach-for-industries-libraries.html).

ES03023
Version 1.0

1. Scénario d'exposition

Utilisation comme carburant, Au niveau professionnel.

Descripteur des usages
Secteur d'utilisation
SU22 - Usages professionnels: Domaine public (administration, éducation, loisirs, services, artisanat)

Catégorie de procédé
PROC1 - Utilisation en système fermé, aucune probabilité d'exposition
PROC2 - Utilisation selon un procédé en continu en milieu confiné avec des contrôles occasionnels de l'exposition
PROC3 - Utilisation selon un procédé en lots en milieu confiné (synthèse ou formulation)
PROC8a - Transfert de substance ou mélange (chargement/déchargement) de/vers des cuves/des grands conteneurs dans les établissements non spécialisés
PROC8b - Transfert de substance ou de mélange (chargement/déchargement) de/dans des cuves/des grands conteneurs dans des établissements spécialisés
PROC16 - En utilisant la matière comme source de combustible, on peut s'attendre à une exposition limitée aux composés non brûlés

Catégorie de rejet dans l'environnement
ERC9a - Utilisation en intérieur largement dispersive de substances en systèmes clos
ERC9b - Utilisation en extérieur largement dispersive de substances en systèmes clos
Catégorie spécifique de rejet dans l'environnement (SERC)
ESVOC SpERC 9.12b.v1.

Processus, tâches et activités couverts
Couvre l'utilisation comme combustible (ou comme additifs de carburant et composants d'additifs) et comprend les activités associées à son transfert, à son utilisation, à l'entretien du matériel, et au traitement des déchets.

2. Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques

2.1. Maîtrise de l'exposition de l'environnement

Caractéristiques du Produit
La substance est une UVCB. Principalement hydrophobe.

Quantités utilisées
:
Fraction du tonnage européen utilisé dans la région : 0.1
Tonnage pour utilisation régionale (tonnes/an) : 4.4E+6
Fraction du tonnage régional utilisé localement : 5.0E-4
Tonnage annuel du site (en tonnes/an) : 2.2E+3
Tonnage quotidien maximal du site (en kg/jour) : 6.1E+3

Fréquence et la durée d'utilisation Rejets continus.
Jours d'émission (jours/an) : 365

Facteurs environnementaux qui ne sont pas influencés par la gestion du risque
Facteur de dilution locale dans l'eau douce : 10
Facteur de dilution locale dans l'eau de mer : 100

Autres conditions opérationnelles d'utilisation affectant l'exposition de l'environnement
.
Fraction libérée dans l'air du procédé (rejet initial avant mesures de gestion des risques) : 1.0E-3
Fraction libérée dans les eaux usées du procédé (rejet initial avant mesures de gestion des risques) : 0.00001

Fraction libérée dans le sol du procédé (rejet initial avant mesure de gestion des risques) : 0.00001

Conditions techniques et mesures au niveau du procédé pour empêcher les émissions
Les pratiques courantes varient selon les sites, des estimations de rejets de process conservatrices sont donc utilisées.

Conditions techniques et mesures sur-site pour réduire ou limiter les écoulements, les émissions dans l'air et les rejets dans le sol
Le risque lié à une exposition environnementale est induit par le compartiment eau douce.
Aucun traitement des eaux usées requis
Traiter les émissions atmosphériques pour assurer une efficacité d'épuration typique de (%) : N/A
Traiter les eaux usées sur site (avant rejet dans la masse d'eau) pour assurer l'efficacité d'épuration requise de (%): >=0
En cas d'évacuation dans l'unité de traitement des eaux usées domestiques, assurer l'efficacité d'épuration requise des eaux usées sur site de (%) : >=0

Mesures organisationnelles pour prévenir/limiter les émissions à partir du site
Ne pas épandre de boues industrielles sur des sols naturels. Les boues doivent être incinérées, contenues ou récupérées.

Conditions et mesures relatives à la station d'épuration municipale :
Taux estimé de récupération de la substance dans les eaux usées par traitement des eaux usées domestiques (%) : 94.7
Efficacité totale de l'épuration des eaux usées après RMM sur site et hors site (unité de traitement des eaux domestiques) (%) : 94.7
Tonnage maximal admissible du site (Msafe) sur la base d'un rejet après récupération totale par traitement des eaux usées (kg/j): 6.9E+5
Débit de l'unité de traitement des eaux usées domestiques pris en charge (m3 / j): 2000
Conditions et mesures relatives au traitement externe des déchets pour élimination
Les émissions de combustion sont limitées par les moyens de maîtrise des émissions requis. Les émissions de combustion sont prises en compte dans l'évaluation de l'impact au niveau régional.

Conditions et mesures relatives à la valorisation externe des déchets
Cette substance est consommée pendant son utilisation et aucun déchet de la substance n'est produit.

Remarques
Les informations supplémentaires concernant le principe d'identification des conditions opératoires (OC) et des Mesures de Maîtrise du Risque (RMM) se trouvent dans le dossier Petrorisk

2.2. Maîtrise de l'exposition - Travailleurs ou Consommateurs

Caractéristiques du Produit
État physique
Liquide, pression de vapeur 0,5 - 10 kPa à température et pression normales
Concentration de la substance dans le produit
Couvre un pourcentage de la substance dans le produit inférieur ou égal à 100 % (sauf mention contraire).
Fréquence et la durée d'utilisation
Couvre les expositions quotidiennes allant jusqu'à 8 heures (sauf mention contraire)
Autres conditions opérationnelles affectant l'exposition
Suppose une utilisation pas plus de 20°C au-dessus de la température ambiante, sauf mention contraire. Suppose qu'un bon niveau d'hygiène du travail est respecté.

2.2a. Maîtrise de l'exposition des travailleurs	
Scénarios participants	**Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques**
Expositions générales (systèmes clos)	Aucune mesure spécifique identifiée.
Mesures générales (agents irritants pour la peau)	Éviter tout contact direct du produit avec la peau. Identifier les zones de la peau susceptibles d'être en contact indirect avec le produit. Porter des gants (testés selon la norme EN374) si les mains sont susceptibles d'être en contact avec la substance. Nettoyer immédiatement toute contamination/tout déversement. Laver immédiatement toute contamination de la peau. Assurer une formation de base du personnel pour éviter/réduire les expositions et signaler tout problème de peau pouvant se développer par la suite.
Transferts de vrac	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Utilisation comme carburant (systèmes clos)	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Nettoyage et maintenance des équipements	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Stockage de produits en vrac	Aucune autre mesure spécifique identifiée.
Transfert/déversement à partir des conteneurs	Aucune autre mesure spécifique identifiée.

2.2b. Maîtrise de l'exposition des consommateurs	
Catégorie(s) de produit	**Conditions opérationnelles et mesures de gestion des risques**
Non applicable	

3. Evaluation de l'exposition et références

Santé
L'outil ECETOC d'évaluation des risques (TRA) a été utilisé afin d'évaluer le risque d'exposition sur le lieu de travail (sauf indication contraire)

Environnement
La méthode des blocs d'hydrocarbures a été utilisée pour calculer le taux d'exposition environnementale avec le modèle Petrorisk.

4. Guide de conformité au scenario d'exposition à l'intention des Utilisateurs en Aval (DU)

Santé
Les données disponibles relatives aux dangers ne permettent pas la dérivation d'un DNEL pour les risques d'irritation de la peau. Les Mesures de gestion des risques sont établies d'après une caractérisation qualitative des effets sur la santé. Les données disponibles relatives aux dangers ne nécessitent pas d'établir de DNEL pour d'autres risques pour la santé. Il est conseillé aux utilisateurs de prendre en compte les valeurs limites d'exposition professionnelle nationales ou autres valeurs équivalentes. Dans le cas où d'autres mesures de gestion des risques/conditions opérationnelles sont adoptées, les utilisateurs doivent s'assurer que les risques sont controlés à des niveaux au moins équivalents.

Environnement
Les conseils fournis sont basés sur des conditions d'exploitation supposées, pouvant ne pas s'appliquer à tous les sites : une mise à l'échelle peut donc s'avérer nécessaire afin de définir des mesures adaptées de gestion des risques propres au site. Pour obtenir l'efficacité nécessaire d'élimination des eaux usées, utiliser les technologies sur site/hors site, seules ou combinées. Pour obtenir l'efficacité nécessaire d'élimination de l'air, utiliser les technologies sur site, seules ou combinées. De plus amples détails sur les technologies de contrôle et de mise à l'échelle sont fournis dans la fiche de donnée SpERC (http://cefic.org/en/reach-for-industries-libraries.html).

ANNEXE 15 : FEUILLES DE CALCULS DES EMISSIONS DIFFUSES EN COV DES BACS

Produit	e-méthanol	
Capacité du bac	5500	m3
Pv 20 °C	12,3	kPa
Masse molaire	32,04	g/mol
Nombre de rotation	10	
Technologie	Toit fixe + écran flottant	
Méthode	Annexe II AM 03/10/10. paragraphe 5	

Emissions totales = E =	émissions par respiration + E31 +	émissions générées par mouvements E32

E31 = K5 x ((S+P).D²+(F+A).D+B)	0,229834454	t/an
K5 = 1,8.10^-7 x Pv x Mmol	0,000709366	/
Pv	123	mbar à 20°C
Mmol	32,04	g/mol
D	20	m
F	1,5	PM/JS
S	0,12	Soudé sans poteau
P	0	Soudé sans poteau
A	1,3	Forfaitaire
B	220	Forfaitaire
E32=K6xQxM/D	0,03	t/an
K6	0,0075	
Q	53333,33333	m3
M	0,0015	car neuf
D	20	m
E =	0,259834454	t/an

Produit	e-méthanol	

Capacité du bac	5500	m3
Pv 20 °C	12,3	kPa
Masse molaire	32,04	g/mol
Nombre de rotation	10	/
Technologie	Toit fixe	
Méthode	Annexe II AM 03/10/10. paragraphe 3	

Emissions totales = E =	émissions par respiration + E11 +	émissions générées par mouvements E12

E11 = K1*D^1,73*H^0,51*C	2,264659165	t/an
K1=7.10^-7*Pv*Mmol	0,002758644	/
Pv	123	mbar
Mmol	32,04	g/mol
D	20	m
H	20	m
C	1	blanc mat
E12 =K2*Q	8,63849664	t/an
K2=4,11.10^-8*Pv*Mmol	0,000161972	/
Pv	123	mbar à 20°C
Mmol	32,04	g/mol
Q	53333,33333	m3
E =	10,9031558	t/an

%	t/an
100	10,9031558
2,383112367	0,259834454
97,61688763	% abattu

Produit	SAF	
Capacité du bac	3000	m3
Pv 20 °C	1,5	kPa (majorant)
Masse molaire	170,34	g/mol SAF considéré comme du dodécane
Nombre de rotation	4	
Technologie	Toit fixe + écran flottant	
Méthode	Annexe II AM 03/10/10. paragraphe 5	

Emissions totales = E =	émissions par respiration + E31 +	émissions générées par mouvements E32

E31 = K5 x ((S+P).D²+(F+A).	0,132916302	t/an
K5 = 1,8.10^-7 x Pv x Mmo	0,000459918	/
Pv	15	mbar à 20°C
Mmol	170,34	g/mol
D	15	m
F	1,5	PM/JS
S	0,12	Soudé sans poteau
P	0	Soudé sans poteau
A	1,3	Forfaitaire
B	220	Forfaitaire
E32=K6xQxM/D	0,0100	t/an
K6	0,0075	
Q	13333,33333	m3
M	0,0015	car neuf
D	15	m
E =	0,142916302	t/an

Produit	SAF	
Capacité du bac	3000	m3

Pv 20 °C	1,5	kPa
Masse molaire	170,34	g/mol
Nombre de rotation	4	/
Technologie	Toit fixe	
Méthode	Annexe II AM 03/10/10. paragraphe 3	

Emissions totales = E =	émissions par respiration + E11 +	émissions générées par mouvements E12

E11 = K1*D^1,73*H^0,51*	0,892625148	t/an
K1=7.10^-7*Pv*Mmol	0,00178857	/
Pv	15	mbar
Mmol	170,34	g/mol
D	15	m
H	20	m
C	1	blanc mat
E12 =K2*Q	1,4001948	t/an
K2=4,11.10^-8*Pv*Mmol	0,000105015	/
Pv	15	mbar
Mmol	170,34	g/mol
Q	13333,33333	m3
E =	2,292819948	t/an

%	t/an
100	2,292819948
6,233210861	0,142916302
93,76678914	% abattu

Produit	SAF considéré comme du dodécane	
Capacité du bac	3000	m3
Pv 20 °C	12	Pa
Masse molaire	170,34	g/mol
Nombre de rotation	4	s.o
Technologie	Toit fixe	
Méthode	Annexe III AM 03/10/10	

Emissions totales = Et	émissions par respiration + Er	émissions générées par mouvements Em

Er=365.Vv.Dv.Ke.Ks	20,99048379	kg/an
	0,020990484	t/an
Vv	1441,328348	m3
Dv	0,000838683	kg/m3
Ke	0,047691231	/
Ks	0,997539618	/
Vv = pi*Rc²*hv	1441,328348	m3
Rc	7,5	m
Hv=hc-hl+he	8,15625	m
Hc	20	m
Hl	12	m en moyenne (60% de la hauteur, hypothèse majorante)
He = 1/3*Rc*Pt0	0,15625	m (toit conique)
Rc	7,5	m
Pt0	0,0625	
Dv=(Mv*Pva)/(R*Tls)	0,000838683	kg/m3
Mv	0,17034	kg/mol
Pva	12	Pa à 20°C
R	8,314	J/mol.K
Tls	293,15	K
Ke=		

$K_E = \frac{\Delta T_V}{T_{LS}} + \frac{\Delta P_V - \Delta P_S}{P_A - P_{VA}}$	0,047691231	/
Tls	293,15	K
Pa	101325	Pa
Pva	12	Pa
DeltaTv=0,72DeltaTa+,0137α.I	14,5264	
DeltaTa	15	
α	0,17	Blanc
I	1600	J/cm2/jour
DeltaPv	11,4	Pa (Considéré pour dodécane entre 10 et 25 °C)
DeltaPs	200	Pa (forfaitaire)
Ks	0,997539618	/
Pva	0,012	kPa
hv	8,15625	m
Em = $E_M = \frac{M_v . P_{vA} . Q}{8,31 . T_A} . K_N . K_P$	11,187826	kg/an
	0,011187826	t/an
Mv	0,17034	kg/mol
Pva	12	Pa
Q	13333,33333	m3
Ta	293,15	K
Kn	1	Forfaitaire pour Tr < 36
Kp	1	Forfaitaire pour liquides inflammables
Et=	0,03217831	t/an

Produit	SAF considéré comme du dodécane	
Capacité du bac	3000	m3
Pv 20 °C	12	Pa
Masse molaire	170,34	g/mol
Nombre de rotation	4	/
Technologie	Toit flottant interne	
Méthode	Annexe III AM 03/10/10 + guide GESIP fiche 8 2011/01	

Emissions totales = Et	émissions par respiration + Ep	émissions générées par mouvements Em

Ep = (Fr+Ff+Fd)*P*Mv*Kc	0,744294964	kg/an
Fr= Kra*D car écran interne toit fixe	13,35	kg.mol/an
Kra	0,89	PM/JS
D	15	m
Ff=	134,22	kgmol/an

$F_F = [(N_{F1}.K_{F1}) + (N_{F2}.K_{F2}) +...+ (N_{Fn}.K_{Fn})]$	Sonde	Casse vide (avec joint)	Drain (écran soudé)	Event (avec joint)	Barre de guidage (puit de jauge avec joint)	Jambes ponton	Jambe centrale	Jambe écran flottant	Puits (avec joint)	Colonne de toit (sans joint)
Nfi	1	1	0	1	1	0	0	16	1	1
Kfi=Kfai car toit fixe	6,4	2,8	0	0,32	18,6	0	0	3,6	25,4	23,1
Nfi*Kfi	6,4	2,8	0	0,32	18,6	0	0	57,6	25,4	23,1

Selon GESIP fiche 8 2011/01

Fd=Kd*Ss*D²	0	E écran soudé ou collé
P $P^* = \frac{\left(P_{VA}/P_A\right)}{\left\{1+\left[1-\left(P_{VA}/P_A\right)\right]^{0,5}\right\}^2}$	2,96095E-05	/
Pa	101,325	kPa
Pva	0,012	kPa
(1-(Pva/Pa))^0,5 =	0,999940783	/
Kc	1	Liquides inflammables
Em= $E_M = \left[\frac{4QCD_L}{D}\right]\left[1+\frac{(N_C.F_C)}{D}\right]$	6,907672652	kg/an
Q	13333,33333	m3
C	0,00000257	neuf
D	15	m
Dl	746	kg/m3
Nc	1	Colonne de toit
Fc	0,2	m
Et=	0,007651968	t/an

GESIP fiche 8 2011/01

Tableau n°1 : coefficients K_{RA}, K_{RB} et exposants n pour les réservoirs à toit flottant

Accessoires	K_{RA} (kg-mole/m-an)	K_{RB} (kg-mole/(m/s)^n-m-an)	n
Patin mécanique primaire			
Sans joint secondaire (PM)	8,63	2,42	2,1
Avec écran ou patin secondaire (PM/PS)	2,38	1,62	1,6
Avec joint secondaire flexible (PM/JS)	0,89	1,33	1,0
Joint souple phase liquide			
Sans joint secondaire (JL)	2,38	1,49	1,5
Avec écran ou patin secondaire (JL/EP)	1,04	1,17	1,2
Avec joint secondaire flexible (JL/JS)	0,45	1,14	0,3
Joint souple phase gazeuse			
Sans joint secondaire (JG)	9,97	3,33	3,0
Avec écran ou patin secondaire (JG/EP)	4,91	1,67	3,0
Avec joint secondaire flexible (JG/JS)	3,27	0,14	4,3

t/an	%
0,03217831	100
0,007651968	23,77989294

% abattu	76,22010706

ANNEXE 16 : FEUILLES DE CALCULS DES EMISSIONS DIFFUSES EN COV DES OPERATIONS DE CHARGEMENT

Annexe I arrêté du 12/10/2011 avec URV

$$Ei = \frac{S.P_{vi}.M_i.V}{R.T}.\left(1-\frac{Eff}{100}\right)$$

Chargement de méthanol dans un wagon		
S	1	Majorant
Pvi	12300	Pa à 20°C
Mi	32,04	g/mol
V	80	m3
R	8,314	J/mol.K
T	293,15	K
Eff	95	95% d'abattement
Ei	646,7816523	g/chargement
Chargement de méthanol dans un camion		
S	1	Majorant
Pvi	12300	Pa à 20°C
Mi	32,04	g/mol
V	37,5	m3
R	8,314	J/mol.K
T	293,15	K
Eff	95	95% d'abattement
Ei	303,1788995	g/chargement
Chargement de SAF (assimilé à du dodécane) dans un wagon		
S	1	Majorant
Pvi	12	Pa à 20°C
Mi	170,34	g/mol
V	80	m3
R	8,314	J/mol.K
T	293,15	K
Eff	95	95% d'abattement
Ei	3,354733006	g / chargement
Chargement de SAF (assimilé à du dodécane) dans un camion		
S	1	Majorant
Pvi	12	Pa à 20°C
Mi	170,34	g/mol
V	37,5	m3
R	8,314	J/mol.K
T	293,15	K
Eff	95	95% d'abattement
Ei	1,572531097	g/chargement

Annexe I arrêté du 12/10/2011 sans URV

$$Ei = \frac{S.P_{vi}.M_i.V}{R.T}$$

Chargement de méthanol dans un wagon		
S	1	Majorant
Pvi	12300	Pa à 20°C
Mi	32,04	g/mol
V	80	m3
R	8,314	J/mol.K
T	293,15	K
Eff	/	Sans URV
Ei	12935,63305	g/chargement
Chargement de méthanol dans un camion		
S	1	Majorant
Pvi	12300	Pa à 20°C
Mi	32,04	g/mol
V	37,5	m3
R	8,314	J/mol.K
T	293,15	K
Eff	/	Sans URV
Ei	6063,57799	g/chargement
Chargement de SAF (assimilé à du dodécane) dans un wagon		
S	1	Majorant
Pvi	12	Pa à 20°C
Mi	170,34	g/mol
V	80	m3
R	8,314	J/mol.K
T	293,15	K
Eff	/	Sans URV
Ei	67,09466012	g / chargement
Chargement de SAF (assimilé à du dodécane) dans un camion		
S	1	Majorant
Pvi	12	Pa à 20°C
Mi	170,34	g/mol
V	37,5	m3
R	8,314	J/mol.K
T	293,15	K
Eff	/	Sans URV
Ei	31,45062193	g/chargement

ANNEXE 17 : ECO-MED 2026– DELIMITATION, CARACTERISATION DES FONCTIONS DES ZONES HUMIDES ET DIMENSIONNEMENT DE LACOMPENSATION RELATIFS AU PROJET NEOCARB – PHASES 1+2 – FOCUS PHASE1+OLD – ELYSE – FOS-SUR-MER (13) – 157 P.









Projet NEOCARB

Fos-sur-Mer (13)

Délimitation et caractérisation des zones humides
-
Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides

PHASES 1+2
FOCUS PHASE 1+OLD

Réalisé pour le compte de :

Elyse

Coordinateur Julien VIGLIONE
06 80 90 58 80
j.viglione@ecomed.fr

ECO-MED Ecologie & Médiation S.A.R.L. au capital de 150 000 euros
TVA intracommunautaire FR 94 450 328 315 | SIRET 450 328 315 000 38 | NAF 7112 B
Tour Méditerranée 13ème étage, 65 avenue Jules Cantini 13298 MARSEILLE Cedex 20
☎ +33 (0)4 91 80 14 64 🖷 +33 (0)4 91 80 17 67 contact@ecomed.fr ***www.ecomed.fr***

Référence bibliographique à utiliser

ECO-MED 2026– Délimitation, caractérisation des fonctions des zones humides et dimensionnement de la compensation relatifs au projet NEOCARB – phases 1+2 – focus phase1+OLD – ELYSE – Fos-sur-Mer (13) – 157 p.

Suivi de la version du document

Version	Date	Commentaire
1	01/08/2024	Création du document
20Fév26	20/02/2026	Complétude dossier – dépôt du 20/02/2026

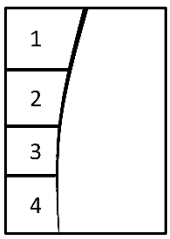
Porteur du projet

Nom de l'entreprise : ELYSE ENERGY
Adresse de l'entreprise : 48, quai du Lazaret, 13002 Marseille
Contact Projet : Maxime VIGOT
Coordonnées : mvigot@elyse.energy

Equipe technique ECO-MED

Livia VALLEJO – Cheffe de projet
Mathis BOUCAUD – Expert zones humides
Solène LODOVICHETTI - Expert zones humides
Lucie CHASTEL – Botaniste
Nicolas DENMAT – Géomaticien

Le présent rapport a été conçu par l'équipe ECO-MED sous la coordination de Julien VIGLIONE, gérant d'ECO-MED et directeur d'étude.



Illustrations page de garde :

1 – Prés salés et Tamaris, M. BOUCAUD, 30/04/2024, *in situ* (13)

2 – Prés salés et Tamaris, M. BOUCAUD, 30/04/2024, *in situ* (13)

3 – Pelouse et Tamaris, M. BOUCAUD, 30/04/2024, *in situ* (13)

4 – Prés salés et Tamaris, M. BOUCAUD, 30/04/2024, *in situ* (13)

Table des matières

Préambule 7

Partie 1 : Données et méthodes 75

1. Présentation du secteur d'étude 76
   1.1. Localisation et environnement naturel 76
   1.2. Description du projet 78
   1.3. Aires d'étude 83
2. Méthode d'inventaire et d'analyse 84
   2.1. Recueil préliminaire d'information 84
   2.2. Personnes en charge de la mission et calendrier des prospections 84
   2.3. Méthodologie employée pour la délimitation des zones humides 85
3. Cadre règlementaire 88
   3.1. Rubrique 3.3.1.0 du Code de l'Environnement 88
   3.2. SDAGE Rhône Méditerranée 2022-2027 88
   3.3. Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) 88
4. Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides 89
   4.1. Principe général et objectifs 89
   4.2. Données nécessaires à l'évaluation des fonctions 90
   4.3. Le diagnostic de contexte 91
   4.4. Dimensionnement de la mesure de compensation et ratio fonctionnel 91
   4.5. Le diagnostic fonctionnel 91

Partie 2 : Diagnostic des zones humides 95

1. Contexte environnemental 96
2. Description de la zone d'étude 103
3. Habitats naturels 106
4. Zones humides 112
   4.1. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation relatif aux habitats 112
   4.2. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation relatif aux espèces hygrophiles 114
   4.3. Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique 114
   4.4. Délimitation finale des zones humides 123

Partie 3 : Impacts du projet sur les zones humides - mesures d'évitement et de réduction 125

1. Impacts bruts sur les zones humides 126

2. Mesures d'atténuation 129
2.1. Approche méthodologique 129
2.2. Mesures d'évitement 129
2.3. Mesures de réduction 137
3. Impacts résiduels du projet sur les zones humides 147
Partie 4 : Mesures de compensation 148
1. Analyse fonctionnelle de la zone humide – site impacté 149
1.1. Description de la zone humide avant impact 149
1.2. Evaluation des fonctions sur la zone humide avant impact 149
1.3. Evaluation des fonctions sur la zone humide avec impact envisagé 153
2. Analyse fonctionnelle de la zone humide – Site de compensation 155
2.1. Localisation des zones de compensation 155
2.2. Importance des zones humides compensatoires à l'échelle départementale 158
2.3. Description des zones de compensation avant action écologique 160
2.4. Evaluation des fonctions de la zone humide de compensation avant action écologique 168
2.5. Niveau de dégradation de la zone humide compensatoire 171
2.6. Présentation des mesures compensatoires 176
3. Bilan fonctionnel du projet 193
3.1. Diagnostique de contexte 193
3.2. Simulation de l'action écologique sur le site de compensation 193
3.3. Ratio fonctionnel octroyé au projet 194
3.4. Evaluation des fonctions sur la zone humide compensatoire avec action écologique envisagée 195
3.5. Equivalence fonctionnelle 196
4. Vérification des principes de compensation 200
4.1. Bilan surfacique : Compatibilité avec le SDAGE 200
4.2. Principes évalués par la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides 209
4.3. Perspectives 210
5. Accompagnement, contrôles et évaluation des mesures 212
5.1. Encadrement écologique en phase travaux 212
5.1. Mesures d'accompagnement écologique 213
5.2. Contrôles et suivi de la mesure de compensation 221
Bibliographie sur les zones humides 223
Annexe 1 Illustration simplifiée des indicateurs dans le site et des fonctions associées 224
Annexe 2 Illustration simplifiée des indicateurs dans l'environnement du site et des fonctions associées 227

Annexe 3 Représentation graphique des indicateurs 229

Annexe 4 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED 232

Annexe 5 Etude EODD : Ascofields – Zone nord (provisoire) 236

Annexe 6 Etude hydraulique – HYDRATIS 2025 237

Annexe 7 Rapport Zones humides – Focus Phase 1 + OLD 303

Table des cartes

Carte 1 : Secteur d'étude 77

Carte 2 : Plan d'implantation du projet NEOCARB LOG en juillet 2025 – source Parlym-Elyse 2025 78

Carte 3 : Zone d'emprise finale du projet Neocarb gloBAl – source Eco-med-Parlym-Elyse 2025 80

Carte 4 : Evolution du site d'étude, entre 1950 et aujourd'hui (source : IGN) 97

Carte 5 : Topographie de la zone d'étude 99

Carte 6 : Inventaire zones humides autour de la zone d'étude 101

Carte 7 : Habitats naturels – Classification EUNIS 111

Carte 8 : Statut des habitats d'arrêté du 24 juin 2008 modifié 113

Carte 9 : Localisation des sondages en fonction des campagnes de terrain 115

Carte 10 : Résultats des sondages pédologiques 116

Carte 11 : Délimitation finale des zones humides 124

Carte 12 : Impacts bruts sur les zones humides 126

Carte 13 : Zonage des enjeux écologiques du Schéma Directeur du Patrimoine Naturel 130

Carte 14 : Zone d'emprise initiale (élaborée entre 2023 et mi-2024) 132

Carte 15 : Première évolution des emprises Neocarb par ELYSE suite au diagnostic pour ASCOFIELD (Marcegaglia) (sept 2024) 133

Carte 16 : Proposition de solutions d'évitements amont (septembre 2024) 134

Carte 17 : Proposition de réduction des impacts majeurs (début 2025) 135

Carte 18 : Nouvelle implantation avec recherche du moindre impact écologique, à l'issue de la séquence itérative de 2024 au premier trimestre2025. 136

Carte 19 : Emprises définitives au 01-07-2025 137

Carte 20 : Localisation de la mesure R8 138

Carte 21 : Localisation de la mesure R10 143

Carte 22 : Localisation des parcelles compensatoires par rapport à la zone du projet NEOCARB 156

Carte 23 : Carte d'additionnalité des mesures compensatoires, d'après le SDPN (source : modifiée d'après GPMM) 157

Carte 24 : Type SDAGE 03 – Marais et lagunes côtiers (source : Rapport d'expertise 2017-2018 - Inventaire des zones humides du département des Bouches du Rhône). Entourée de rouge, la localisation des parcelles compensatoires étudiées en 2024. 158

Carte 25 : Bilan - Objectifs d'intervention – entouré de noir, localisation des parcelles de compensation étudiées en 2024 159

Carte 26 : Habitats naturels – Classification EUNIS – Parcelle OUEST 163
Carte 27 : Habitats naturels – Classification EUNIS – Parcelle EST 167
Carte 28 : Etat de conservation de la zone compensatoire – Parcelle OUEST 172
Carte 29 : Etat de conservation de la zone compensatoire – Parcelle EST 173
Carte 30 : Zones directement restaurées pour la compensation zones humides – Parcelle OUEST 177
Carte 31 : Zones directement restaurées pour la compensation zones humides – Parcelle EST 178
Carte 32 : Localisation de la mesure C2 – Parcelle OUEST 182
Carte 33 : Localisation de la mesure C2 – Parcelle EST 183
Carte 34 : Localisation de la mesure C6 188
Carte 35 : Localisation de la mesure C12 191
Carte 36 : Le Delta du Rhône, limite du Parc naturel Régionale de Camargue et localisation du projet NeoCarb (modifié d'après Parc Naturel Régionale de Camargue). 203
Carte 37 : Plan de masse de la ZIP de Fos en 1966 (source internet : fos200ans.fr) 204

Table des tableaux

Tableau 1. Dates des prospections de la zone d'étude 84
Tableau 2. Informations à renseigner sur l'environnement du site 90
Tableau 3. Fonctions et sous-fonctions étudiées par la MNEFZH v2 92
Tableau 4. Présentation des habitats naturels 107
Tableau 5. Impacts bruts sur les zones humides 127
Tableau 6. Évaluation des impacts résiduels sur les zones humides 147
Tableau 7. Caractéristiques générales de la zone humide impactée 149
Tableau 8. Importance des sous-fonctions remplies par la zone humide impactée 153
Tableau 9. Sous-fonctions remplies par la zone humide compensatoire 171
Tableau 10. Bilan fonctionnel du projet 198
Tableau 11. Principes réglementaires issus du code de l'environnement 209
Tableau 12. Contrôle et suivi de la mesure de compensation – Estimation financière par année de suivi 221
Tableau 13. Contrôle et suivi de la mesure de compensation – Estimation financière sur la durée du suivi 222

Préambule

Conformément au Code de l'Environnement et à la politique du bassin Rhône Méditerranée en faveur des zones humides, les services de l'État s'assurent que les projets soumis à autorisation ou à déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-6 du Code de l'environnement sont compatibles avec l'objectif de préservation des zones humides.

La conduite de la séquence ERC doit s'appuyer sur une délimitation précise de la zone humide impactée, par le porteur de projet, et sur une caractérisation de la zone humide qui inclut une analyse de son rôle et intérêt patrimonial par rapport à la biodiversité, des fonctions qu'elle assure et des services rendus en termes de préservation de la ressource en eau et de gestion des risques d'inondation (soutien des débits d'étiage, contribution au maintien et l'amélioration de la qualité de l'eau, diminution de l'intensité des crues), ainsi que des autres bénéfices socio-économiques.

Dans le cadre d'un projet d'aménagement d'une plateforme industrialo-portuaire de production intégrée de e-carburants pour le transport maritime et aérien à partir d'hydrogène bas-carbone (NEOCARB) sur la commune de Fos-sur-Mer dans le département des Bouches-du-Rhône (13), ELYSE ENERGY a missionné le bureau d'études en environnement naturel ECO-MED (Ecologues et Médiateurs) afin de réaliser **une expertise sur la délimitation des zones humides** au sein de la zone de projet. Afin de caractériser les zones humides, **une analyse des fonctionnalités selon la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides** a également été réalisée.

Dans le cadre de la demande des services instructeurs (janvier 2026) concernant l'évaluation des impacts et de la démarche compensatoire des zones humides sur la phase 1 du projet NeoCarb, le présent rapport contient en **Annexe 67 Etude hydraulique – HYDRATIS 2025**

Rapport V1 n° 643 – HY – 25

03 septembre 2025

ETUDE HYDRAULIQUE

RAPPORT

Etang de l'Oiseau

Port-Saint-Louis-du-Rhône (13230)



Adressé à :

GMPP

13230 FOS

ELYSE ENERGY

91 rue de la part-Dieu

69003 LYON

Agence – Technopole du Petit Arbois – Avenue Louis Philibert, 13 100 Aix-en-Provence
Tél : +33 (0)6 79 46 89 91 – Mail : contact@hydratis.com
SIRET - S.A.S.U. au capital de 30000 €

Table des matières

Introduction 5
1. Contexte et objectifs de l'étude 6
1.1. Contexte général et problématique de l'étude 6
1.2. Contexte géographique 7
1.3. Définition du terme « zone humide » 8
1.4. Objectifs spécifiques de l'étude hydraulique 8
2. Historique du lieu 9
2.1. Contexte historique 9
2.1.1. Évolution paysagère et aménagements 9
2.1.2. Analyse visuelle et reconstitution historique 10
2.2. Origines de la salinité 10
2.3. Occupations des sols/usage historique 12
3. Contexte géologique et topographique 13
3.1. Limites topographiques 13
3.2. Contexte géologique et géomorphologique 16
3.3. Risques naturels 18
4. Climat et météo local 18
4.1. Caractéristiques générales 19
4.2. Saisonnalité et implications locales 20
4.3. Le vent et le rôle du mistral 20
5. Hydraulique et hydrologie de la zone 21
5.1. Apports et pertes hydriques 21
5.2. Contraste entre eau douce et saumâtre 26
5.3. Complexité du réseau et rôle des ouvrages 27
5.4. Observations terrain 28
5.5. Alternance inondation/sécheresse 28
5.6. Gestion anthropique 28
5.7. Synthèse hydraulique 36
6. Modélisation hydraulique de l'étang de l'Oiseau 36
6.1. Présentation du logiciel et objectifs de la modélisation 36
6.2. Outils et données utilisées 37
6.3. Phase de tests et paramétrage 37
6.4. Résultats principaux du modèle 37

6.5. Cartes 42
6.5.1. Zone projetées 42
7. Pertes d'eau verticales 49
7.1. Evaporation 49
7.2. Perméabilité des sols. 51
8. Conclusion 52
Glossaire 53
Annexes 55
Bibliographie 65

Table des Figures

Figure 1 : Localisation des parcelles compensatoires en blanc 6
Figure 2 : Carte de situation 7
Figure 3 : Extrait de la carte des sols (source : geoportail.gouv.fr) 11
Figure 4 : Carte d'occupation des sols (source : sit.pnrsud.fr) 13
Figure 5 : profil altimétrique N-S 14
Figure 6 : profil altimétrique Nord 15
Figure 7 : profil altimétrique Sud 16
Figure 8 : Extrait de la carte géologique (source : Infoterre) 18
Figure 9 : Graphique des températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000) 20
Figure 10 : Comparaison des sondes et des précipitations 22
Figure 11 : Hauteurs d'eau issues du Marégraphe de Marseille pour le mois de Mars 22
Figure 12 : localisation du piézomètre 23
Figure 13 : Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Mars) 23
Figure 14 : Comparaison des sondes et des précipitations 24
Figure 15 : Image radar de cumul de pluie (source : meteociel) 24
Figure 16 : Hauteurs d'eau issues du Marégraphe de Marseille pour le mois de Mai 25
Figure 17 : Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Mai) 25
Figure 18 : Carte des surfaces hydrographiques 26
Figure 19 : Carte de conductivité en ms/cm² et d'ouvrages hydrauliques 27
Figure 20 : Photos de la sonde Nord (dates : 14/03/25 – 26/05/25) 28
Figure 21 : Plaque de la pompe 29
Figure 22 : Ouvrage de traversée de la voie ferrée 29
Figure 23 : Tracé des eaux pompées 30
Figure 24 : Photos du canal Ouest-Est au merlon aménagé 31
Figure 25 : Photos 1958 et report des surfaces concernées 32
Figure 26 : Refoulement des sols et eaux de mer 33
Figure 27 : Dragueuses le 6 juin 1981 et vue actuelle 34
Figure 28 : Sel rejeté, sondes et zones projetées 35
Figure 29 : Suivi comparé des deux sondes et de la pluviométrie – Données enregistrées sur la période d'étude 38
Figure 30 : Comparaison des hauteurs d'eau simulées et observées de la sonde Nord 39
Figure 31 : Comparaison des hauteurs d'eau simulées et observées de la sonde Sud 40
Figure 32 : Modélisation des hauteurs d'eau avec HEC-RAS 41
Figure 33 : Modélisation des vitesses d'eau avec Hec-Ras 41
Figure 34 : Vanne et canal 43
Figure 35 : Canal nouvellement créé 43
Figure 36 : Hauteur et Vitesses – Nord de la zone Ouest 44
Figure 37 : Hauteur et Vitesses – Centre de la zone Ouest 44
Figure 38 : Hauteur et Vitesses – Sud de la zone Ouest 45
Figure 39 : Vitesses sur zones projetées 46
Figure 40 : Vitesses en période pluvieuse 47
Figure 41 : Hauteurs en période pluvieuse 48
Figure 42 : Caractéristiques du calcul ETP 50
Figure 43 : Courbes ETP 51

Tableaux

Tableau 1 : Températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000) 19
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des runs effectué et des valeurs des indicateurs 39

Introduction

Dans le cadre du projet NéoCarb, porté par la société Elyse Energy, une étude de faisabilité a été engagée afin d'évaluer la possibilité de réaménager deux parcelles situées à proximité de l'étang de l'Oiseau en zones humides à vocation compensatoire. Ces aménagements ont pour objectif de compenser la destruction de milieux naturels humides liée à l'implantation d'un projet industriel de plus grande ampleur.

Le présent rapport constitue la première étape de cette démarche. Il s'agit d'un diagnostic hydraulique, fondé sur :

- des observations de terrain,
- des données topographiques, climatiques et géologiques disponibles,
- une revue bibliographique.

À ce stade, les espèces ciblées par les futures mesures compensatoires ainsi que les modalités de gestion hydrologique (remise en eau temporaire, restauration partielle ou totale de l'étang, etc.) ne sont pas encore définies. De ce fait, aucune hypothèse d'aménagement n'est modélisée dans ce document.

L'objectif de ce diagnostic est donc de :

- caractériser le fonctionnement hydraulique actuel des parcelles et de leur environnement immédiat (étang de l'Oiseau, canaux, nappe phréatique, etc.) ;
- analyser les dynamiques d'écoulement (stagnation, infiltration, concentration) ;
- identifier les contraintes physiques et anthropiques susceptibles d'influencer de futurs aménagements (relief, infrastructures, ouvrages hydrauliques, etc.) ;
- évaluer les interactions possibles avec les milieux en aval, notamment vis-à-vis de la gestion des eaux et du risque de submersion ;
- proposer des premières pistes d'interprétation et de questionnement en vue d'une phase ultérieure d'étude intégrant les volets écologiques et réglementaires.

Ce travail s'inscrit dans une démarche interdisciplinaire et multi-échelle, en articulation avec d'autres études du projet menées par des partenaires spécialisés en écologie et en planification territoriale. Il constitue une étape préalable indispensable pour documenter l'état initial hydraulique du secteur et éclairer toute décision d'aménagement futur.

1. Contexte et objectifs de l'étude

1.1. Contexte général et problématique de l'étude

La mise en œuvre d'aménagements compensatoires en zones humides s'inscrit dans un cadre réglementaire strict visant à préserver la biodiversité et les fonctions écologiques des milieux naturels. Dans le cas présent, le projet NéoCarb de la société Elyse Energy nécessite la création de zones humides de substitution afin de compenser la destruction d'habitats liés à l'implantation industrielle envisagée.

L'enjeu principal est de déterminer si les deux parcelles situées à proximité de l'étang de l'Oiseau présentent un potentiel hydraulique suffisant pour être aménagées en zones humides fonctionnelles. Cette question est d'autant plus importante que le secteur est marqué par :

- une forte anthropisation (remblaiements, digues, ouvrages hydrauliques),
- une salinité résiduelle élevée,
- des dynamiques hydrologiques complexes influencées par la proximité de la mer, du Rhône et des canaux.



Figure 1 : Localisation des parcelles compensatoires en blanc

1.2. Contexte géographique

La zone d'étude se situe sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (13230), en basse Camargue, au sein d'anciens marécages littoraux. Elle est délimitée par :

- au Nord : le canal du Rhône à Fos,
- au Sud : la route N268 et la zone industrialo-portuaire,
- à l'Ouest : la voie ferrée,
- à l'Est : les salins du Caban.

Ce secteur se caractérise par une topographie basse et compartimentée, avec des zones remblayées et des dépressions qui accentuent la sensibilité aux variations hydrauliques et aux intrusions salines.

Concernant l'hydrogéologie, la plaine voisine de la Crau est alimentée par une nappe phréatique dont certains exutoires sont connus dans les marais et plans d'eau situés plus au nord (Landre, Tremblants, Grand Clos). En revanche, aucune donnée disponible ne permet d'établir de lien direct entre la nappe de la Crau et l'étang de l'Oiseau.

Le site est placé sous la juridiction du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) et intégré dans une Zone de Protection Spéciale (ZPS) au titre de Natura 2000 (« Rapport_n°2 RP52902 », s. d.).

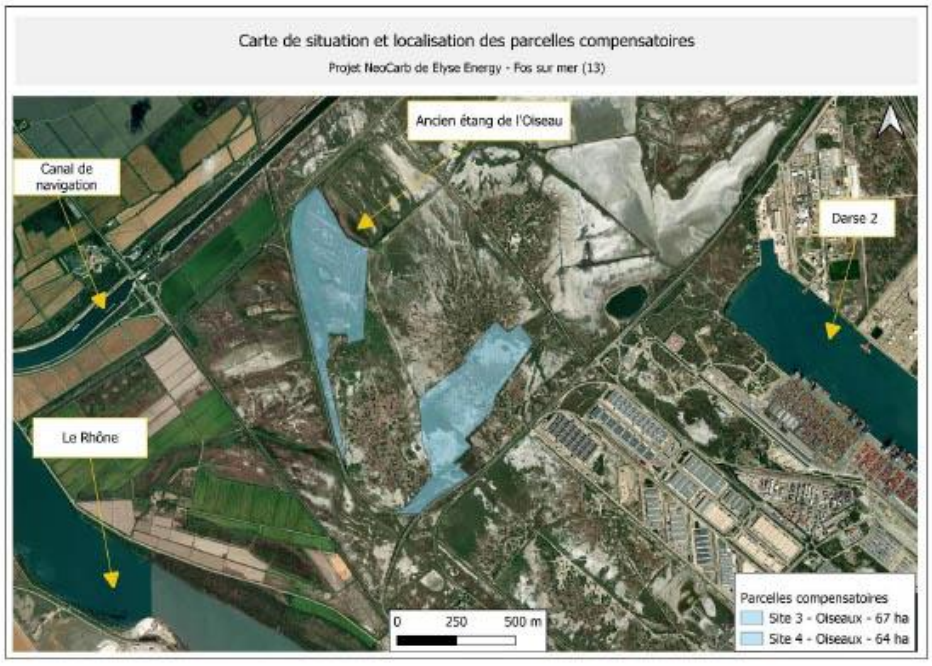


Figure 2 : Carte de situation

1.3. Définition du terme « zone humide »

Selon l'article L211-1 du Code de l'environnement, les zones humides sont définies comme :

« Des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » (« Article L211-1 - Code de l'environnement - Légifrance », s. d.)

Dans le secteur de Port-Saint-Louis-du-Rhône, et plus particulièrement autour de l'ancien étang de l'Oiseau, cette définition s'applique à des zones humides littorales saumâtres. Leur fonctionnement hydraulique résulte de plusieurs facteurs :

- la proximité immédiate du Rhône et de la mer, qui conditionne l'équilibre entre apports en eau douce et intrusions salines ;
- la topographie très basse et compartimentée, qui favorise des alternances entre inondations temporaires et phases de sécheresse ;
- la présence d'ouvrages anthropiques (digues, remblais, canaux, pompes) qui modifient les flux hydriques naturels.

Ces zones présentent un caractère lagunaire et saumâtre : l'alternance eau douce / eau salée y engendre des sols souvent salés (présence d'efflorescences de sel observées en surface) et une végétation adaptée, composée d'espèces halophiles et hygrophiles.

Enfin, au-delà de leur valeur écologique, ces milieux jouent un rôle hydraulique local non négligeable : stockage temporaire des eaux pluviales, ralentissement des écoulements et maintien d'habitats de transition dans un contexte fortement anthropisé par les activités portuaires et industrielles.

1.4. Objectifs spécifiques de l'étude hydraulique

Les objectifs poursuivis par cette étude hydraulique sont de :

- établir une **cartographie fonctionnelle** des entrées et sorties d'eau (précipitations, roubines, pompages, évaporation, infiltration) ;
- analyser le **fonctionnement hydrologique des parcelles** dans leur contexte élargi (étang de l'Oiseau, Rhône, mer Méditerranée, canaux et digues) ;
- évaluer l'**influence des contraintes climatiques** locales (saisonnalité méditerranéenne, mistral, sécheresse estivale) sur la dynamique hydraulique ;
- identifier les **principaux facteurs de gestion anthropique** (ouvrages hydrauliques existants, pompes, barrages, digues) ;
- Créer un **modèle hydraulique** visant à simuler le fonctionnement de l'état initial.

2. Historique du lieu

2.1. Contexte historique

La recherche documentaire et les informations contenues dans (« PGEN_2012-2018_A.pdf », s. d.) ont permis de comprendre l'évolution paysagère du secteur. Ces sources permettent de retracer les grands changements ayant façonné la zone d'étude autour de l'étang de l'Oiseau, tout en identifiant les éléments particulièrement pertinents pour l'analyse hydraulique.

2.1.1. Évolution paysagère et aménagements

Aménagements routiers et hydrauliques (1968-1974) :

- L'ancienne route de Port-Saint-Louis, qui traversait la zone des darses, est remplacée par un tracé plus au nord, ralentissant l'écoulement des eaux du Vigueirat et du Colmatage.
- Cette modification entraîne une augmentation générale du niveau d'eau des marais de Crau et un changement de végétation : les pelouses à Molinie régressent au profit des marais à marisques.
- Les coussouls et forêts de chêne vert sont fragmentés par l'expansion du réseau routier, tandis que les surfaces salinières et agricoles au nord et à l'ouest restent globalement stables.

Création de la Zone Industrielle et Portuaire (1974-1998) :

- Développement progressif des implantations industrielles à Fos, avec l'inauguration de l'usine ICI en 1969, du terminal méthanier Gaz de France en 1972, du complexe sidérurgique Solmer en 1973 et de l'unité Ugine Kuhlman en 1978.
- Remblaiement massif des marais et étangs du Malebarge et de l'Oiseau ainsi que de la bordure sud de Gloria. Ces zones resteront essentiellement inexploitées jusqu'au milieu des années 1990, avant l'aménagement de la zone de Distriport.
- Construction du canal du Rhône à Fos en 1983, qui coupe l'espace salinier et marque l'arrêt de l'exploitation des salins.
- Transformation des anciens étangs en baisses saumâtres ou en steppes à saladelles, tandis que certains relais sont convertis en marais pâturés ou remblayés.
- Disparition progressive de la riziculture et passage à des cultures sèches, jachères et pelouses pâturées.

Ces transformations montrent l'importance de la **gestion anthropique et des infrastructures hydrauliques** dans la structuration du paysage actuel et dans le contrôle des flux d'eau et de salinité dans le secteur.

2.1.2. Analyse visuelle et reconstitution historique

Pour compléter cette approche documentaire, une **reconstitution historique du paysage** a été réalisée à partir d'images satellites disponibles via **Géoportail – Remonter le temps** (1934 à aujourd'hui). Cette analyse visuelle permet de :

- visualiser les modifications de l'organisation du territoire et du réseau hydrographique ;
- identifier les zones remblayées et les secteurs encore humides autour de l'étang de l'Oiseau ;
- mieux comprendre la présence actuelle de sels en surface et les dynamiques hydrologiques associées.

La **présentation PowerPoint complète**, réalisée à partir de ces images satellites, illustre de manière synthétique les étapes majeures ayant façonné le paysage et les caractéristiques actuelles du site. Cette frise est disponible et téléchargeable via le lien suivant :

https://docs.google.com/presentation/d/1AE1-p8DjdIX2xDL_HvTwwByh_74TGvNg/edit?usp=sharing&ouid=106910142526703511008&rtpof=true&sd=true

2.2. Origines de la salinité

Les observations réalisées sur le terrain dans la zone de l'ancien étang de l'Oiseau confirment la forte empreinte saline qui caractérise cet espace littoral. La flore en place, dominée par des communautés halophiles telles que les sansouires, les prés salés, les steppes à saladelles, ainsi que les jonchaies et roselières, traduit des teneurs en sels importantes dans le sol. Lorsqu'ils sont asséchés, plusieurs secteurs présentent des horizons blanchâtres et fissurés, phénomène typique des milieux soumis à une évaporation intense et à une remontée capillaire des sels. Les données cartographiques de Géoportail classent la zone dans les sodidalisols (cf figure 3), une catégorie pédologique qui désigne des sols riches en sodium, souvent issus de dépôts fins deltaïques. Ces caractéristiques sont cohérentes avec un héritage d'anciens milieux lagunaires et marins, dont les sédiments conservent une signature saline durable (*Gis Sol » Carte Des Sols Sur Le Géoportail*, s. d.). La présence, lors du retrait des sondes, de taches noires accompagnées d'odeurs soufrées pourrait d'ailleurs suggérer la présence d'horizons réducteurs riches en sulfures (comme la pyrite), un marqueur fréquent de dépôts lagunaires salés, même si cette hypothèse nécessiterait d'être confirmée par des analyses.

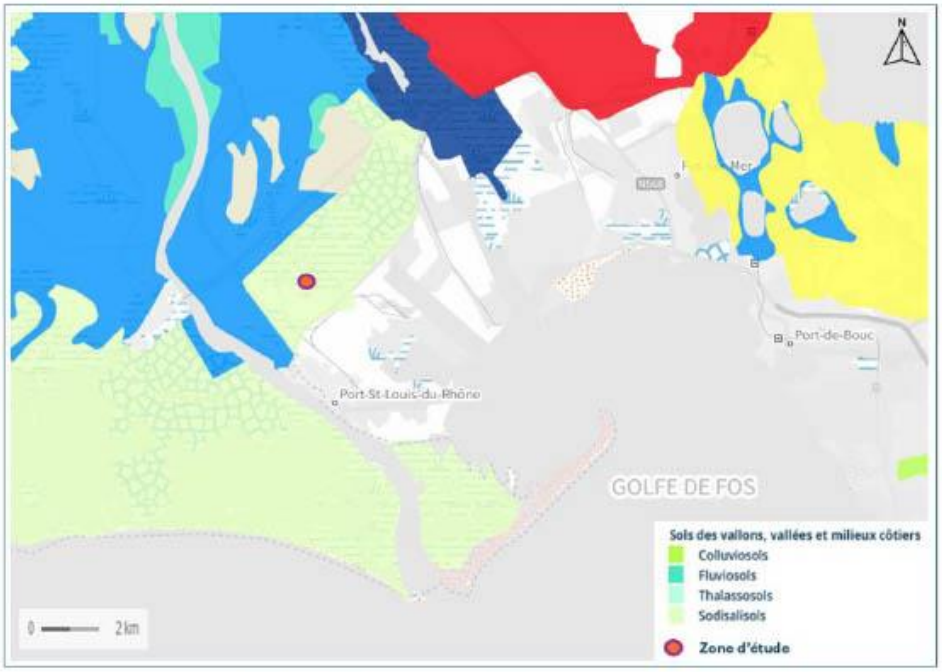


Figure 3 : Extrait de la carte des sols (source : geoportail.gouv.fr)

Sur le plan hydrogéologique, la vulnérabilité du site à la salinité s'explique par plusieurs processus. D'abord, la topographie extrêmement basse et la proximité immédiate de la mer favorisent la remontée saline et la concentration de sels dans le sol par évaporation. De nombreuses études conduites en Camargue ((de MONTETY, s. d.)) ont montré l'existence d'un biseau salé en profondeur et d'un aquifère captif dont la salinité est proche de celle de la Méditerranée. Ce système est hérité en grande partie des intrusions marines anciennes, notamment lors de la transgression holocène, mais il reste actif : les transferts de pression entre mer, Rhône et réseaux hydrauliques sont rapides dans ce delta, tandis que le transport des sels dans les sédiments demeure lent, ce qui explique la persistance de la salinité dans le temps. Par ailleurs, les intrusions peuvent se produire aussi bien par la nappe que par les réseaux de canaux et de roubines connectés à la mer, en l'absence de dispositifs anti-retour. La présence de clapets anti-sel/trappes dans certaines roubines, ainsi qu'au niveau du petit Rhône au nord-est du site, témoigne de la nécessité de contrôler ces échanges pour limiter les intrusions salines actuelles.

L'origine de la salinité dans le secteur de l'Oiseau résulte donc d'une combinaison de facteurs naturels et anthropiques. L'héritage d'anciens milieux lagunaires, la très faible altitude, les intrusions anciennes et actuelles, ainsi que le climat méditerranéen évaporant favorisent l'expression de la salinité en surface. Les aménagements hydrauliques (darses, canaux, remblais) et certaines pratiques de gestion des eaux ont pu amplifier localement ces phénomènes. L'ensemble de ces éléments explique la végétation halophile observée et doit être intégré dans toute réflexion future sur la gestion hydraulique et écologique de la zone.

2.3. Occupations des sols/usage historique

L'occupation des sols dans le secteur de l'ancien étang de l'Oiseau résulte d'une superposition d'usages traditionnels et contemporains, façonnés par le contexte hydrosalin propre au delta du Rhône. Selon le Plan de Gestion des Étangs et Marais du Narbonnais (PGEN 2012-2018) et les documents du comité de gestion 2018, cette zone relève du domaine foncier du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), mais elle conserve une forte dimension écologique, paysagère et cynégétique.

Historiquement, le site a servi de support aux activités de chasse, d'élevage extensif et à des aménagements hydrauliques liés aux étangs et roubines. Ces usages se poursuivent aujourd'hui, comme en témoignent les observations de terrain : présence de chevaux lors des dernières campagnes, réseau dense de barrières, grillages, portillons et panneaux de chasse. Ces éléments traduisent une gestion multifonctionnelle qui combine les intérêts cynégétiques, pastoraux et de conservation.

Les cartes d'occupation des sols du Parc naturel régional de Camargue (PNRC) confirment la diversité des habitats humides présents : la parcelle nord-ouest accueille principalement des jonchaies, roselières, sansouires et marais ouverts, tandis que la parcelle sud présente une mosaïque dominée par la sansouire, les prairies naturelles et des zones marécageuses ouvertes (cf figure 4). Cette différenciation s'explique en partie par les contrastes topographiques entre les compartiments nord et sud, mais aussi par les pratiques de gestion foncière et hydraulique.

Enfin, d'après (« CR2 Comité gestion 2018 », s. d.), la zone est placée sous la responsabilité de plusieurs acteurs : le GPMM pour la vocation industrielle et foncière, et notamment M. Colombet pour l'exploitation pastorale (élevage extensif). Ces usages interagissent avec la dynamique hydrosaline : le pâturage et la chasse, en maintenant des paysages ouverts et en limitant l'embroussaillement, contribuent indirectement à la persistance d'une végétation halophile et d'habitats adaptés aux sols salés.

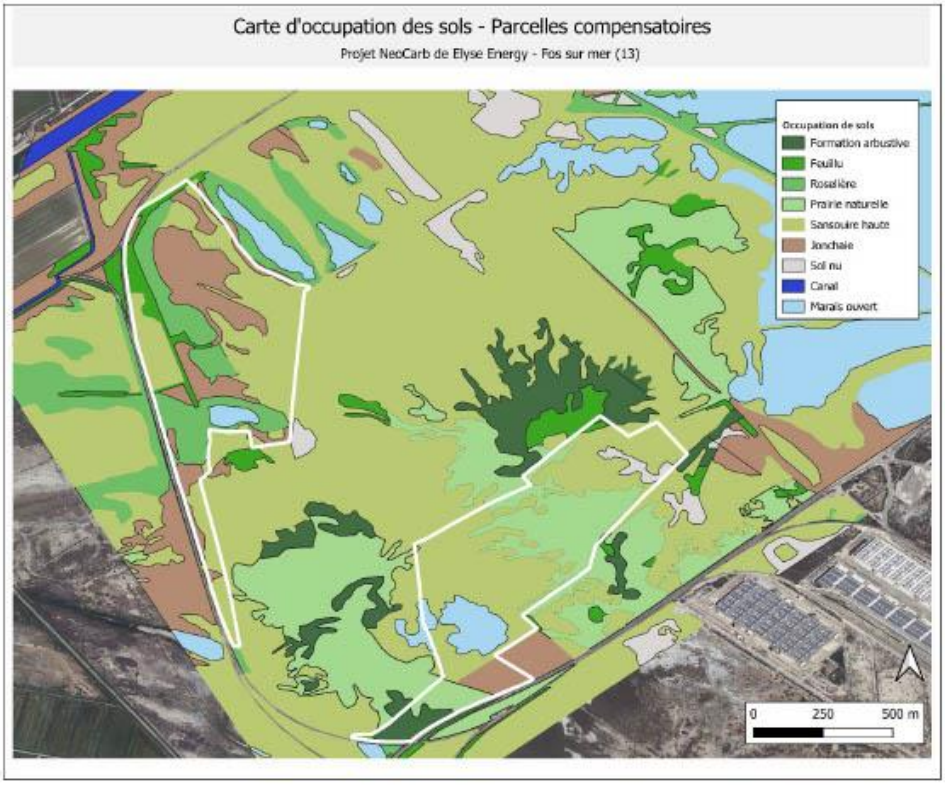


Figure 4 : Carte d'occupation des sols (source : sit.pnrsud.fr)

Cette articulation entre usages et conditions naturelles prépare ainsi la transition avec l'analyse géologique et topographique qui suit, essentielle pour comprendre les contraintes et potentialités de gestion de ce territoire.

3. Contexte géologique et topographique

3.1. Limites topographiques

Le secteur de l'ancien étang de l'Oiseau présente une topographie contrastée, marquée par une compartimentation nette entre la zone nord-ouest et la partie sud (cf figure 5). L'analyse du MNT et des profils altimétriques issus de HEC-RAS montre que la parcelle nord-ouest, non remblayée, se situe en moyenne environ 1,50 m plus bas que la parcelle sud. Elle comprend plusieurs dépressions fermées, aux allures de petits plans d'eau temporaires, dont certaines atteignent des altitudes inférieures au niveau de la mer, jusqu'à –0,40 m NGF (cf figure 6). L'altitude générale de ce compartiment tourne autour de 0,40 m NGF.

La zone sud, en revanche, a fait l'objet d'aménagements et de remblais qui l'ont surélevée : son altitude générale avoisine 1,80 m NGF selon le modèle altimétrique (cf figure 7). Cette topographie basse et globalement plane est caractéristique des secteurs deltaïques littoraux ; elle conditionne fortement la dynamique hydraulique et la vulnérabilité du site aux remontées de nappe et intrusions salines.

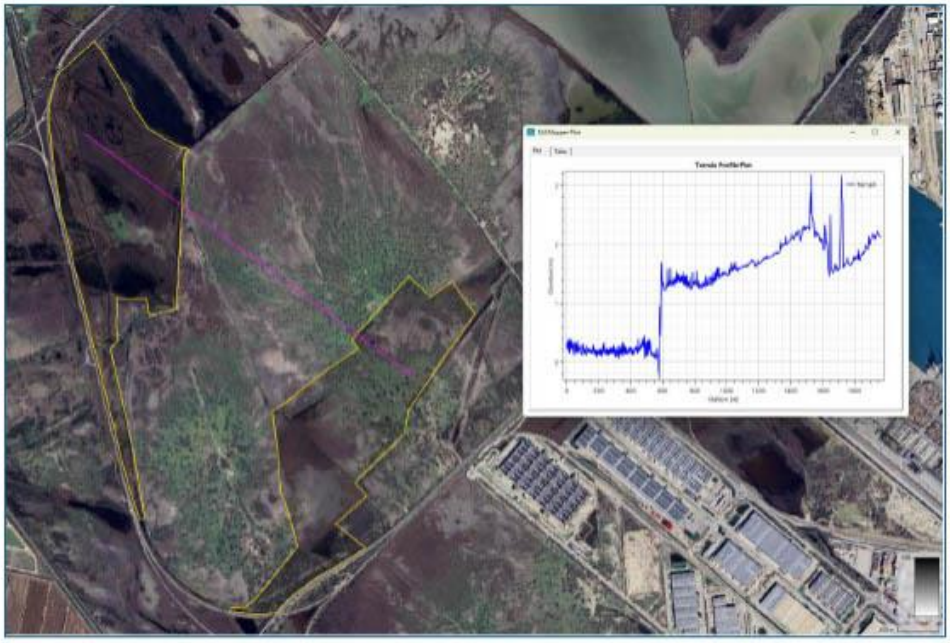


Figure 5 : profil altimétrique N-S

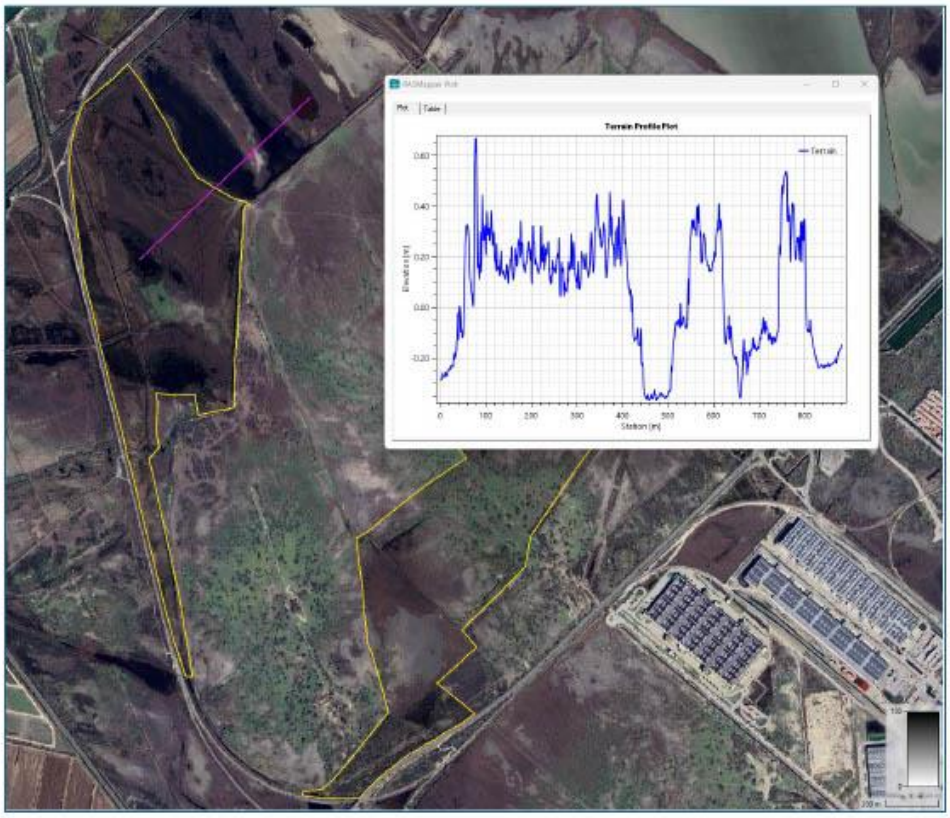


Figure 6 : profil altimétrique Nord

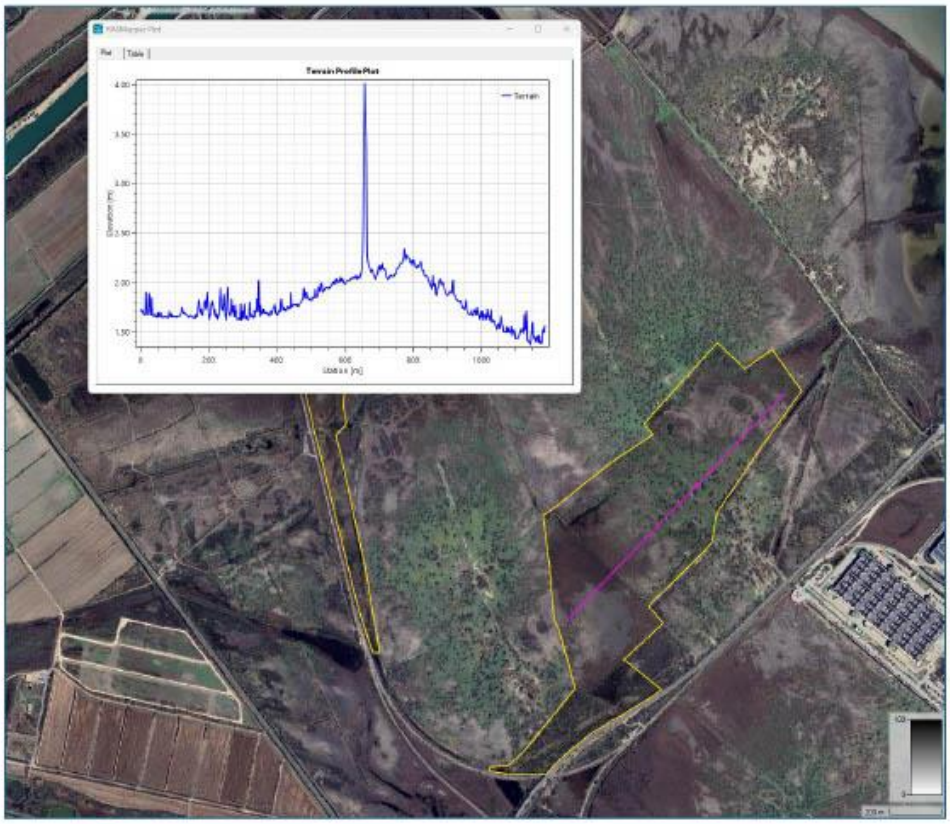


Figure 7 : profil altimétrique Sud

3.2. Contexte géologique et géomorphologique

Le site de l'Oiseau s'inscrit dans la plaine deltaïque du Rhône, formée au cours du Quaternaire par l'alternance de phases de progradation du delta, de dérive littorale et de comblement lagunaire. Les dépôts sont constitués de sédiments fins à moyens déposés dans des environnements fluvio-lagunaires. La très faible pente et la proximité marine expliquent la présence d'anciens milieux lagunaires et de zones humides fossiles, facteurs qui jouent un rôle dans la salinité actuelle des sols.

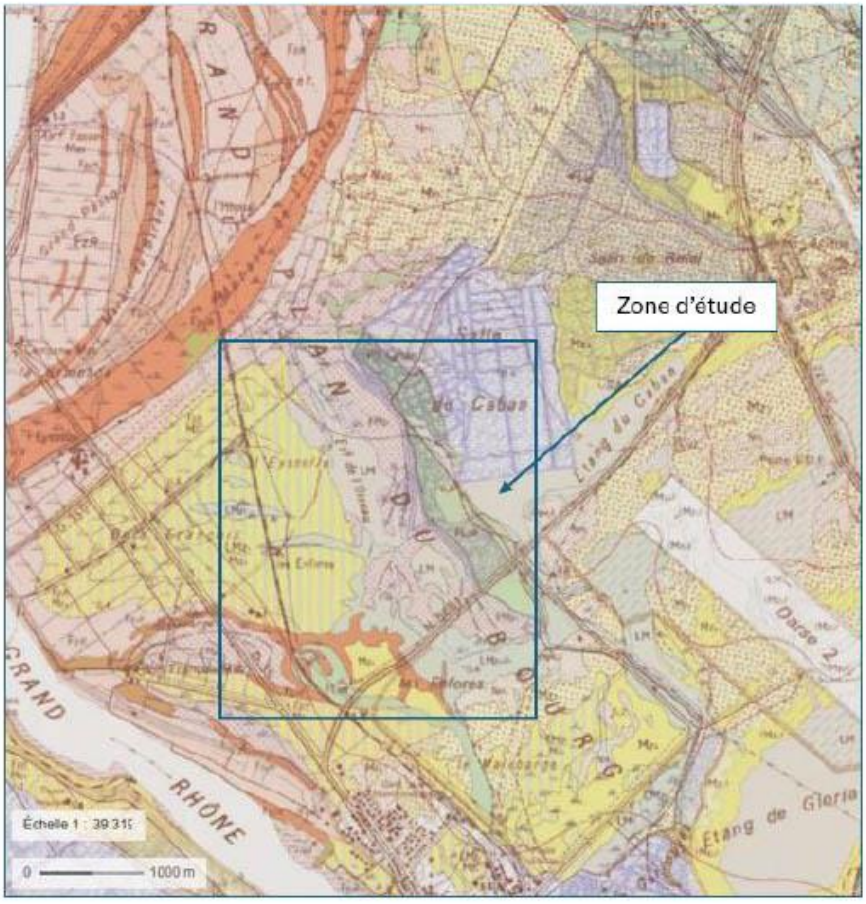
Selon la carte géologique (InfoTerre) et les données du sondage BSS002JGBY, la stratigraphie locale se compose de dépôts alluviaux du Würm :

- 0 à 1,2 m : limons gris clair, d'origine alluviale récente.
- 1,2 à 5,15 m : sables gris foncé à granulométrie moyenne.
- 5,15 à 11,85 m : sables fins limoneux gris foncé.
- 11,85 à 22,4 m : limons gris foncé sableux.

- 22,4 à 23,95 m : cailloutis gris.
- 23,95 à 27,4 m : alternances de cailloutis, sable et argile jaunâtre indurée.

Cette alternance de limons, sables et niveaux graveleux est typique des dépôts deltaïques et lagunaires hérités des variations du niveau marin et des divagations anciennes du Rhône. Elle explique la variabilité latérale des faciès rencontrés et conditionne les circulations d'eau souterraine. La présence de faciès riches en matière organique ou en sulfures (comme les pyrites, supposées lors de nos observations de terrain) est fréquente dans les anciens milieux lagunaires ; leur oxydation peut générer des colorations noires et des odeurs soufrées, et contribue localement à la salinité et à l'acidité des sols.

Ainsi, la combinaison d'une topographie basse, d'un contexte deltaïque et de dépôts fins à moyens peu perméables explique la forte sensibilité du secteur aux intrusions salines et à la stagnation des eaux de surface.



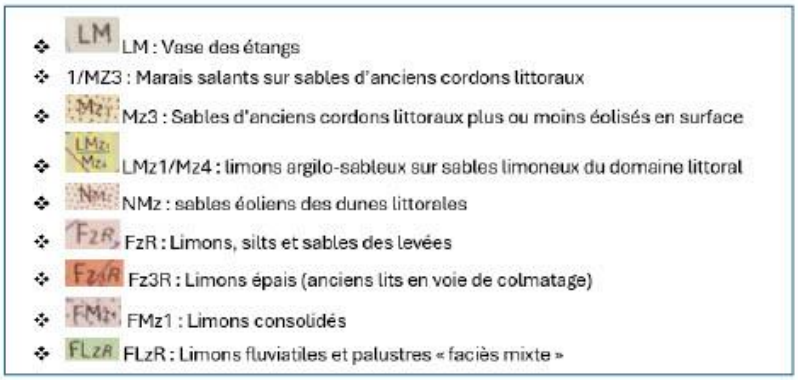


Figure 8 : Extrait de la carte géologique (source : Infoterre)

3.3. Risques naturels

La topographie très basse du secteur et la nature des dépôts deltaïques conditionnent directement sa vulnérabilité aux aléas hydriques. D'après le portail officiel Géorisques (rapport complet et cartes en annexe), le site de l'ancien étang de l'Oiseau est exposé à plusieurs risques :

- Remontée de nappe et inondation lente : la zone est classée en *zone potentiellement sujette aux débordements de nappe*, avec un niveau de fiabilité *moyen*. Le Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) approuvé le 21/06/2016 couvre l'aléa d'inondation par crue lente de cours d'eau, lié à la proximité du Rhône et au réseau de roubines/canaux. La commune fait partie du Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI FRD_TRI_DELTA) avec une intensité d'aléa qualifiée de *forte probabilité*.
- Submersion marine : le PPRN intègre également le risque de submersion marine, du fait de la proximité immédiate de la mer et de la très faible altitude de certains compartiments (altitudes négatives relevées en plusieurs points). Ce risque s'exprime surtout lors des tempêtes et surcotes marines.
- Risque géotechnique : selon Géorisques, le site présente un niveau 2/3 de *retrait-gonflement des argiles*. Ce phénomène, lié aux variations de teneur en eau des sols argileux, peut engendrer des mouvements différentiels et affecter la stabilité des constructions et des ouvrages enterrés. Des obligations constructives spécifiques s'appliquent dans ce cadre.

La combinaison de ces facteurs (topographie basse, dépôts deltaïques fins et environnement littoral) explique la sensibilité du secteur à ces aléas. Ces informations sont détaillées et cartographiées dans le rapport Géorisques joint en annexe, qui permet de justifier et illustrer ces données.

4. Climat et météo local

Le secteur de Port-Saint-Louis-du-Rhône est soumis à un climat méditerranéen typique, classé Csa selon la classification de Köppen-Geiger. Ce régime climatique se caractérise par des étés chauds et secs, des hivers doux et relativement humides, et une forte variabilité interannuelle et saisonnière des

précipitations. Ces contrastes conditionnent directement la dynamique hydrologique locale, les usages agricoles et la gestion des zones humides.

4.1. Caractéristiques générales

La température moyenne annuelle se situe autour de **14,7 °C**, avec des amplitudes marquées entre l'hiver et l'été (près de 17 °C d'écart entre le mois le plus froid et le plus chaud). Les précipitations annuelles moyennes atteignent environ **606 mm**, mais leur répartition est très irrégulière : une grande partie de ces pluies se concentre en automne et au début de l'hiver, souvent sous forme d'épisodes orageux intenses. À l'inverse, la période estivale connaît une sécheresse quasi systématique, ce qui accroît les besoins en irrigation pour le maintien de l'humidité dans les zones naturelles et agricoles.

Le tableau ci-dessous synthétise les données climatiques moyennes mensuelles (période de référence 1971-2000, station Météo-France d'Istres, représentative du secteur) :

Mois	Température moyenne (°C)	Précipitations moyennes (mm)
Janvier	6,8	62
Février	7,9	48
Mars	10,3	47
Avril	12,6	56
Mai	16,7	40
Juin	20,6	37
Juillet	23,9	15
Août	23,7	31
Septembre	20,1	64
Octobre	15,5	99
Novembre	10,3	54
Décembre	7,8	56
Année	**14,7**	**606**

Tableau 1 : Températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000)

Cette répartition illustre clairement la **double saisonnalité méditerranéenne** : un maximum pluviométrique automnal (octobre est le mois le plus arrosé, près de 100 mm), un minimum estival très marqué (juillet < 20 mm), et des températures estivales atteignant en moyenne 24 °C.

4.2. Saisonnalité et implications locales

L'analyse du régime climatique montre qu'en **automne et au début de l'hiver**, les précipitations cumulées peuvent représenter près de 40 % du total annuel. Ces épisodes pluvieux sont souvent intenses et brefs, ce qui favorise le ruissellement et limite l'infiltration, avec un impact direct sur le risque d'inondation et de submersion dans les zones basses.

En **été**, la sécheresse est accentuée par les fortes températures et l'ensoleillement important, ce qui accroît l'évapotranspiration. Sans apport artificiel en eau (irrigation, gestion hydraulique des marais et salins), de nombreuses zones humides s'assèchent, augmentant la salinité et modifiant les habitats naturels. Cette variabilité impose donc une gestion hydrologique fine pour maintenir les équilibres écologiques locaux.

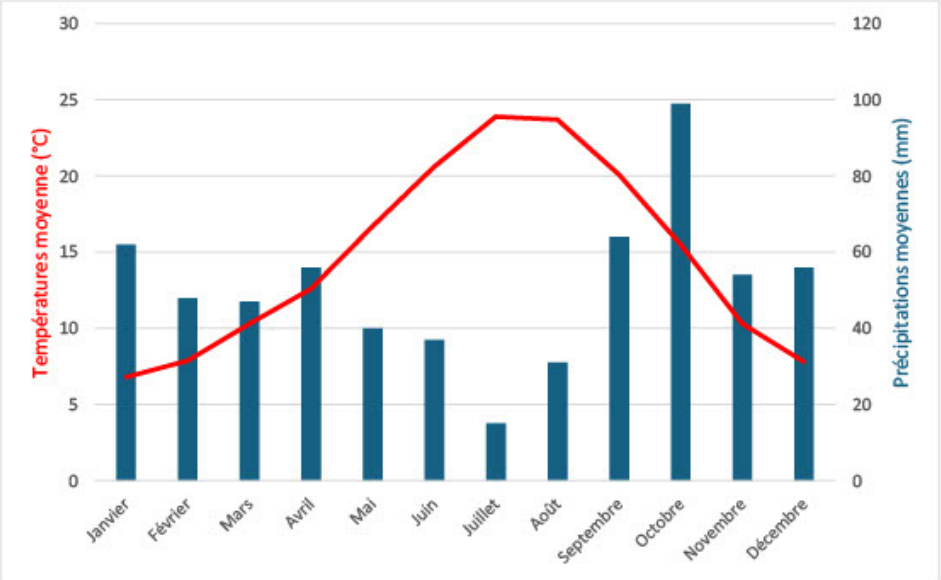


Figure 9 : Graphique des températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000)

4.3. Le vent et le rôle du mistral

Outre la température et les précipitations, **le vent est un facteur climatique majeur dans le delta du Rhône**. Le secteur connaît une fréquence importante de jours ventés (plus de 150 jours par an tous vents confondus), dominés par le **mistral**, vent de secteur nord à nord-ouest. Le mistral est un vent froid et sec, canalisé dans la vallée du Rhône et accéléré sous forme de « vent de couloir ». Il souffle régulièrement en

rafales à plus de 50 km/h, principalement en hiver et au début du printemps. Selon les critères retenus, le mistral souffle environ **80 jours par an** dans la région.

Ce régime venteux a plusieurs implications :

- **Évaporation accrue** : le vent, combiné à l'ensoleillement et à la chaleur, favorise le dessèchement estival des sols et des milieux aquatiques.
- **Modélisation paysagère** : le mistral façonne la végétation (arbres penchés, haies brise-vent) et participe à la dispersion des poussières et des embruns salés.
- **Effets hydrologiques et marins** : le vent peut contribuer au refroidissement des eaux de surface et provoquer des phénomènes d'upwelling, qui influencent la salinité et la productivité des lagunes et salins.

À côté du mistral, des vents de mer (secteur E–SE) apportent ponctuellement humidité et douceur, notamment en été grâce à la brise marine qui peut modérer les effets du vent sec de terre.

5. Hydraulique et hydrologie de la zone

Le secteur de l'ancien étang de l'Oiseau présente un système hydraulique complexe, caractérisé par un équilibre fragile entre apports et pertes d'eau, influencé à la fois par les caractéristiques naturelles (topographie, type de sol, remontées de nappe) et les aménagements anthropiques. La faible pente générale et la compartimentation des parcelles accentuent cette complexité.

5.1. Apports et pertes hydriques

Les principaux apports d'eau dans la zone proviennent de plusieurs sources. Les précipitations constituent l'apport de base, particulièrement important en période humide. Les observations de terrain et les mesures de conductivité suggèrent également des apports ponctuels depuis le réseau de canaux et de roubines, et éventuellement par remontée de nappe ou par influence du biseau salé proche de la mer. La présence d'un canal où l'eau est pompée, avec une conductivité de 7,94 µS/cm, pourrait correspondre à un canal d'irrigation ou d'assainissement alimentant la parcelle nord-ouest, en lien avec des activités agricoles (rizières, anciennes activités salicoles au Caban) et des aménagements hydrauliques.

Les pertes sont principalement liées à l'évapotranspiration, très influencée par la végétation clairsemée et basse, et à l'exfiltration éventuelle.

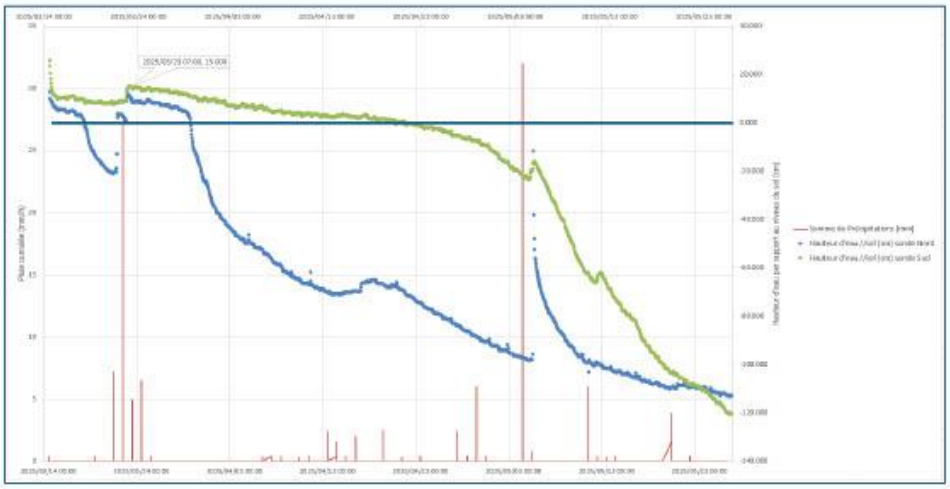


Figure 10 : Comparaison des sondes et des précipitations

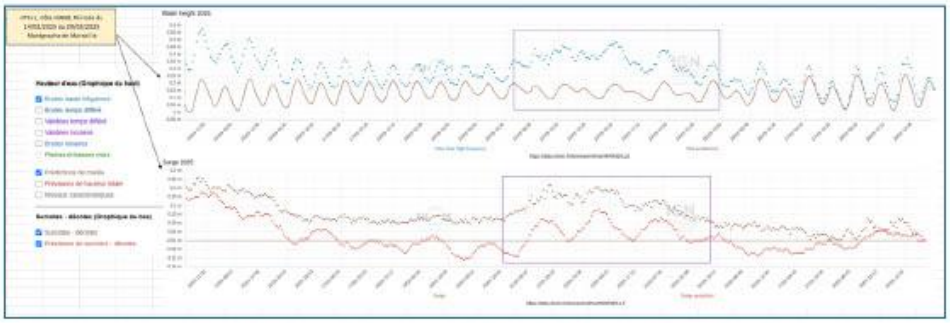


Figure 11 : Hauteurs d'eau issues du Marégraphe de Marseille pour le mois de Mars

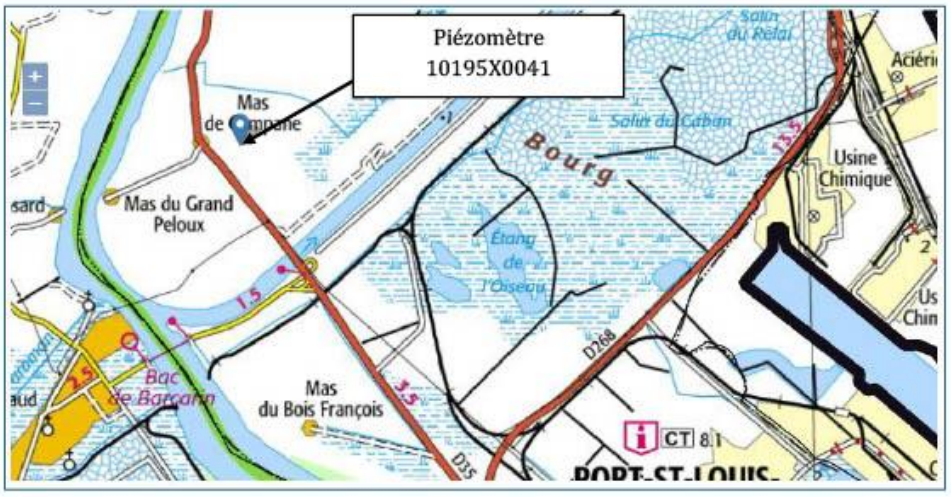


Figure 12 : localisation du piézomètre

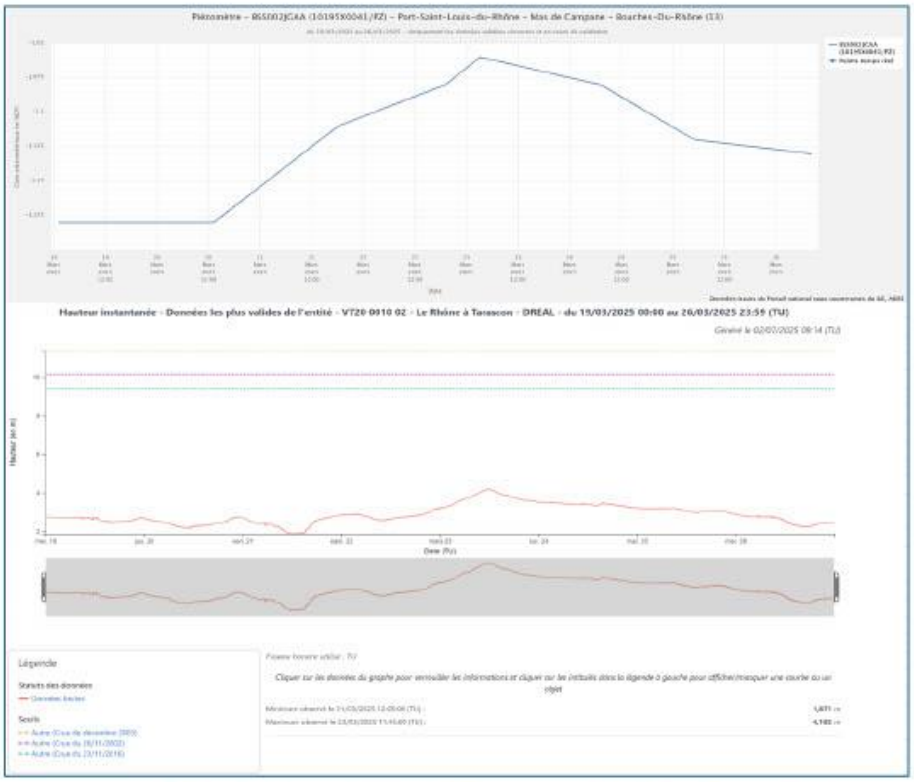


Figure 13 : Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Mars)

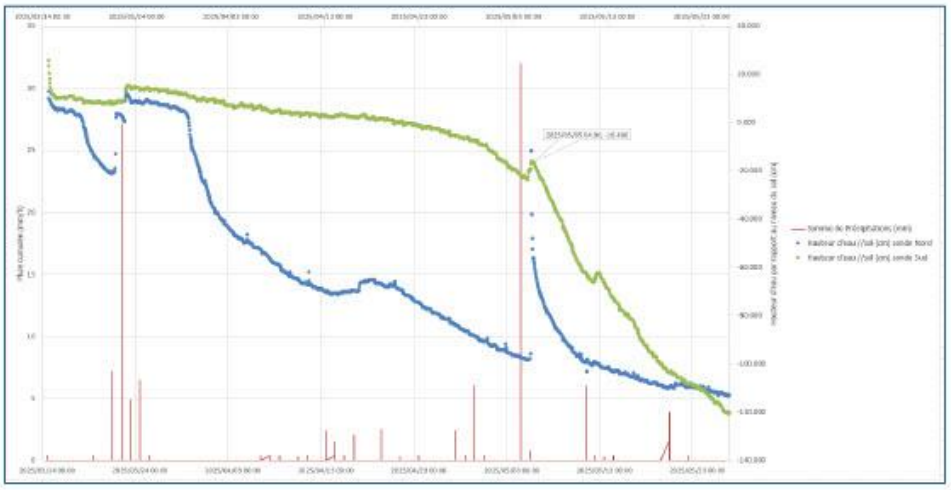


Figure 14 : Comparaison des sondes et des précipitations

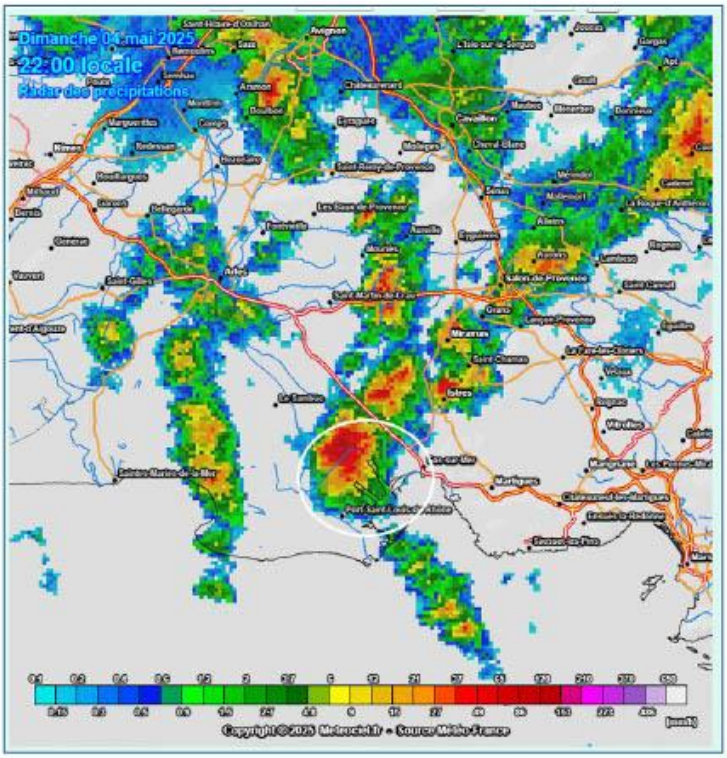


Figure 15 : Image radar de cumul de pluie (source : meteociel)

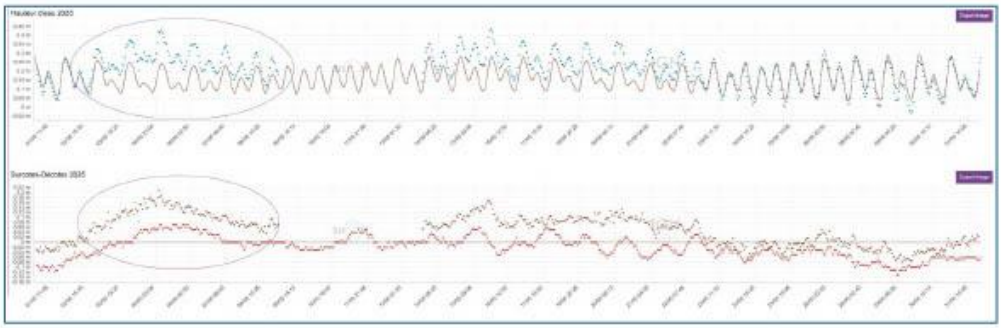




Figure 17 : Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Mai)

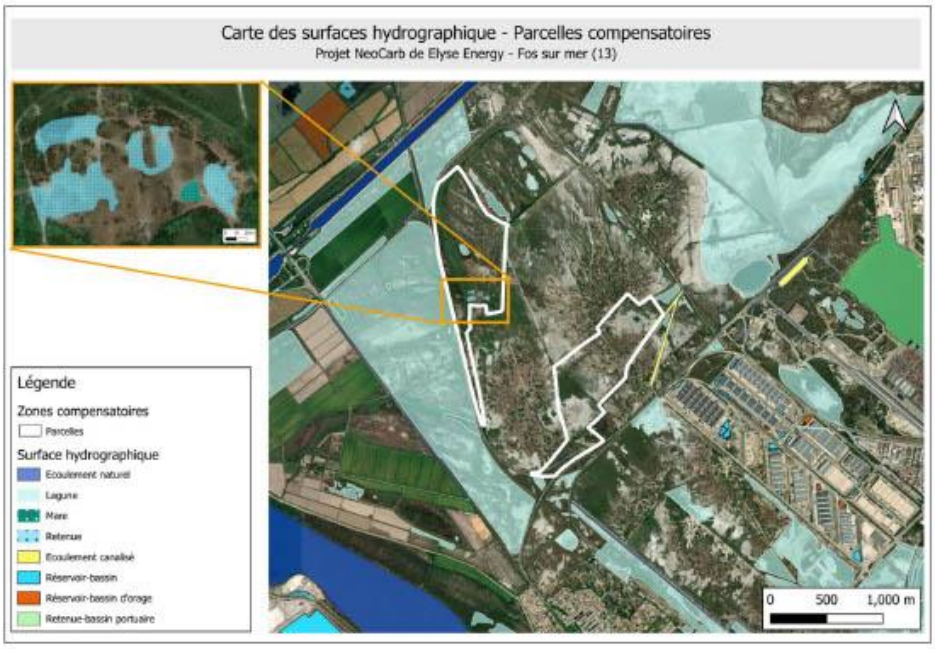


Figure 18 : Carte des surfaces hydrographiques

5.2. Contraste entre eau douce et saumâtre

Les mesures de conductivité réalisées le 31 juillet permettent de caractériser la nature de l'eau dans différents points du réseau : le canal au nord présentait 21,7 µS/cm, le Rhône 4,42 µS/cm, le réseau de roubine variait entre 6,6 et 9 µS/cm, le canal barré 14,65 µS/cm, l'ancien étang de l'Oiseau 5,7 µS/cm et la retenue au sud-est sur le secteur du Caban 99,8 µS/cm. Ces valeurs indiquent que la majorité du réseau se situe dans une gamme **eau douce à légèrement saumâtre**, tandis que certaines retenues ponctuelles, notamment au sud-est, présentent des valeurs nettement plus élevées, témoignant d'une accumulation de sels ou d'apports anciens d'eau saumâtre.



Figure 19 : Carte de conductivité en ms/cm² et d'ouvrages hydrauliques

5.3. Complexité du réseau et rôle des ouvrages

Le réseau de surface de l'ancien étang est partiellement connu et comprend canaux, roubines et ouvrages hydrauliques variés (barrages anti-sel, buses, trappes). La prospection terrain a révélé que certains canaux ne sont pas continus et que la mise en eau varie selon la période de l'année et les usages. Cette complexité pourrait résulter de plusieurs facteurs hypothétiques :

- **Endiguement et fermeture du secteur**, protégeant des activités passées comme la saliculture au Caban dans les années 1970 ;
- **Réseau de roubines** servant à l'irrigation ou à l'assainissement, selon les zones et la saison ;
- **Ouvrages créés pour l'élevage extensif ou la chasse**, permettant de maintenir des mares temporaires ou zones de pâturage ;
- **Restaurations d'anciennes zones humides naturelles**, influençant les niveaux d'eau locaux.

Ces hypothèses permettent d'expliquer la variabilité observée des niveaux d'eau et de la salinité sur le site, et soulignent l'importance de considérer la gestion anthropique dans toute modélisation hydraulique.

5.4. Observations terrain

Les observations réalisées montrent des contrastes importants selon la localisation et la période : le sol est parfois complètement inondé (mars), et à d'autres moments sec et blanc (mai), témoignant de l'influence de la saisonnalité sur la disponibilité de l'eau. La végétation, notamment les jonchaies, roselières et sansouires, confirme la présence de zones périodiquement inondées et la persistance de conditions salines dans certains secteurs.

5.5. Alternance inondation/sécheresse

La topographie faible et plane, combinée au climat méditerranéen, entraîne des variations importantes du niveau d'eau selon les saisons et l'exposition au vent. Les secteurs non irrigués artificiellement alternent entre périodes humides et épisodes de sécheresse estivale, ce qui favorise l'accumulation de sel dans les sols et la végétation halophile. L'évapotranspiration intense, notamment sous l'effet du mistral, accentue ce phénomène et influence la durée d'inondation des zones basses.



Figure 20 : Photos de la sonde Nord (dates : 14/03/25 – 26/05/25)

5.6. Gestion anthropique

La présence d'ouvrages de pompage, de barrages et de digues montre clairement une gestion hydraulique anthropique, dont l'étendue exacte reste partiellement inconnue. Les aménagements sont particulièrement visibles au nord, où un canal pourrait récupérer l'eau du Rhône ou d'un réseau de

drainage, acheminée ensuite vers la parcelle ouest via un barrage anti-sel. Cette gestion permettrait d'irriguer de manière potentiellement permanente certains vestiges de l'ancien étang. Même lorsque les pompes ne sont pas actives, l'eau subsiste au niveau de la voie ferrée, suggérant l'existence d'autres canaux non identifiés.

Il existe une station de pompage à la position de la projection Lambert 93 X=843897 Y=6260594.2.

Cette pompe a une plaque partiellement lisible.



Figure 21 : Plaque de la pompe

Il s'agit du modèle Cabezal S30, d'un débit théorique de 52.8 l/min, plus proche des 47.5 l/min si l'on intègre les pertes de charge.

Elle alimente un canal récent, puis l'eau passe sous la voie ferrée vers la zone Nord-Ouest des « oreilles ».

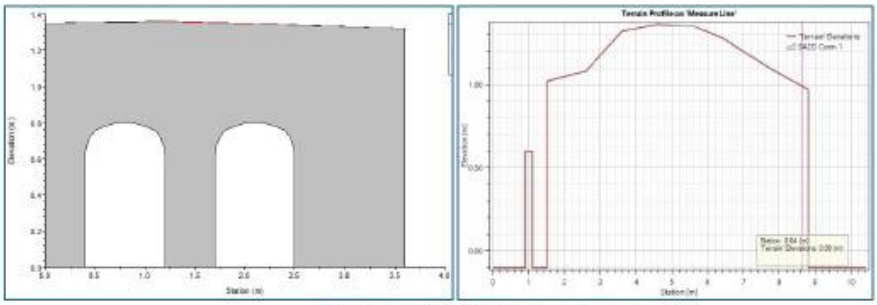


Figure 22 : Ouvrage de traversée de la voie ferrée

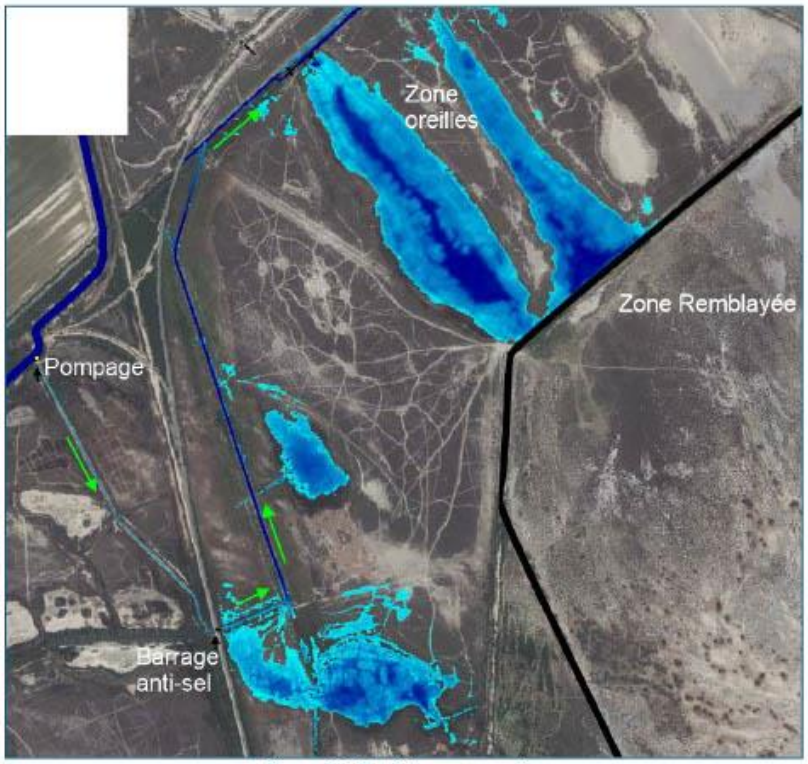


Figure 23 : Tracé des eaux pompées

A partir de là, un aménagement sous forme d'un merlon, datant d'une année à peine, coupe le fossé historique. Du côté Ouest, la conductivité est 5,57 ms/cm (2,8 g/l) et en partie Est de 14,64 ms/cm, c'est-à-dire 7,5 g/l.

Nous sommes donc sur un aménagement qui cherche visiblement à porter des eaux du Rhône à la place d'une eau saumâtre dont le canal fini par s'assécher en 2 mois. Cette eau du Rhône est ensuite envoyée dans les deux « oreilles », dépressions restantes de ce qui reste de l'étang de l'oiseau.



Figure 24 : Photos du canal Ouest-Est au merlon aménagé

Sur la partie Est, il est la question de l'alimentation du canal à l'eau saumâtre au nord des Oreilles. Le jeu de canaux mène à l'étang du Caban, au salin du Caban, car historiquement la grande quantité de salins présents est claire. Sur l'image suivante, les « oreilles sont reconnaissables. A l'époque, le canal de Fos n'existe pas et les casiers sont très proches. Il est donc normal de voir, qu'au cours des écoulements existants, le sel soit bien présent au sol.

Enfin au minimum en 1958, l'alimentation de l'étang de l'oiseau était clairement reliée au canal destiné à apporter le sel aux salins.



Il existait en 1958 une zone de salins située exactement entre les deux surfaces de compensation

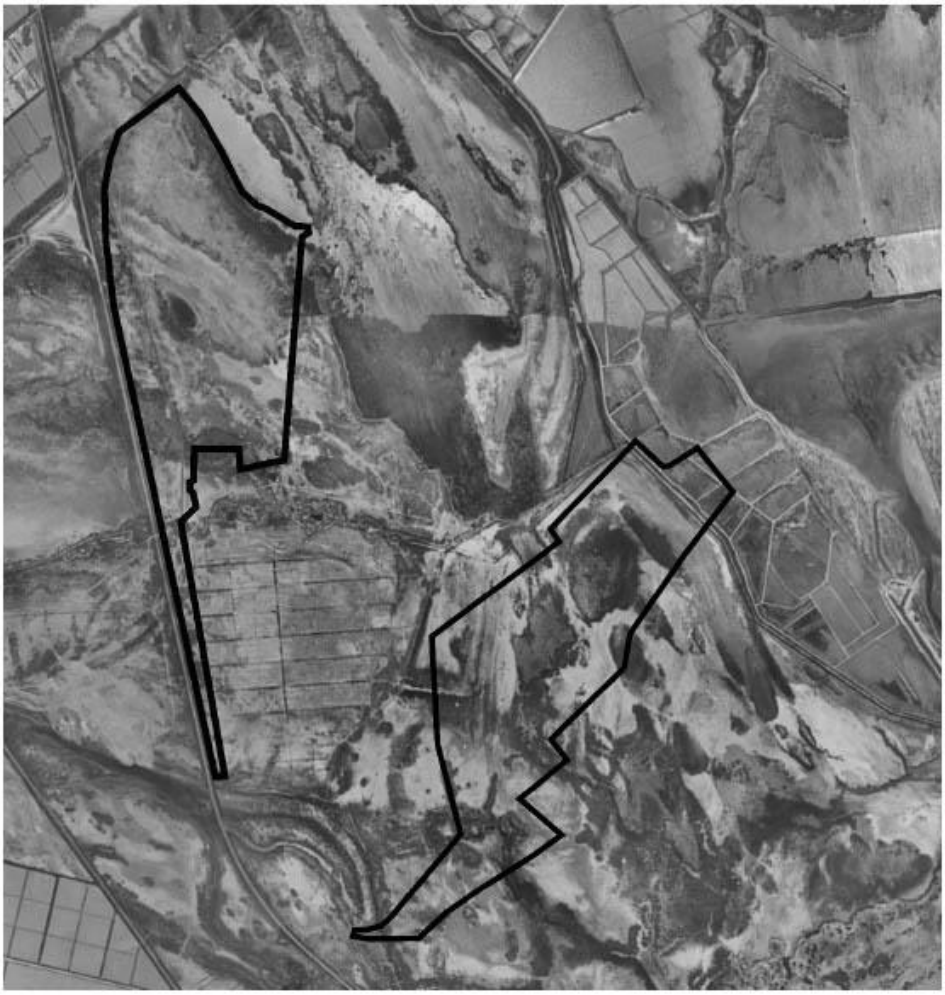


Figure 25 : Photos 1958 et report des surfaces concernées

Au-delà des photos et de l'historique, il est toujours intéressant de découvrir des secteurs d'activité aujourd'hui recouverts par des remblais. Cela explique pourquoi le sel est omniprésent sur ce secteur.

Dans la chronologie, il arrive au début des années 1980 le creusement du canal du Rhône à Fos.

Dans les archives photographiques, le 15 septembre 1979 le remblai et le canal n'existent pas, le 6 juin 1981 la plateforme qui comble une grande partie de l'étang de l'oiseau est réalisée, le canal est en cours de creusement. Ce que l'on a donc en termes de sol au niveau des parcelles comblées sont les éléments excavés du canal. Il s'agit d'un mélange de sables et de vase. Cette consistance est effectivement retrouvée lors de la pose des capteurs. La parcelle sud dans le projet et constituée de ce sol sur un minimum d'un mètre d'épaisseur.

Mais hydrauliquement, il y a quelques photos qui interrogent et mériterait que le sujet soit mis au jour. Le 6 juin 1981, une photo montre un passage d'une canalisation au-dessus de la route départementale. En suivant les traces et les photos voisines, on s'aperçoit qu'il s'agit d'une conduite ramifiée destinée à la répartition d'eaux salées en direction du remblai tout entier. Les traces caractéristiques d'écoulement répartis le montre clairement.



Figure 26 : Refoulement des sols et eaux de mer

Le principe fut le suivant :

En 1980, une drague suceuse à désagrégateur (CSD) fut chargée de découper le fond, pomper et envoyer vers les casiers de remblais de l'étang de l'Oiseau.

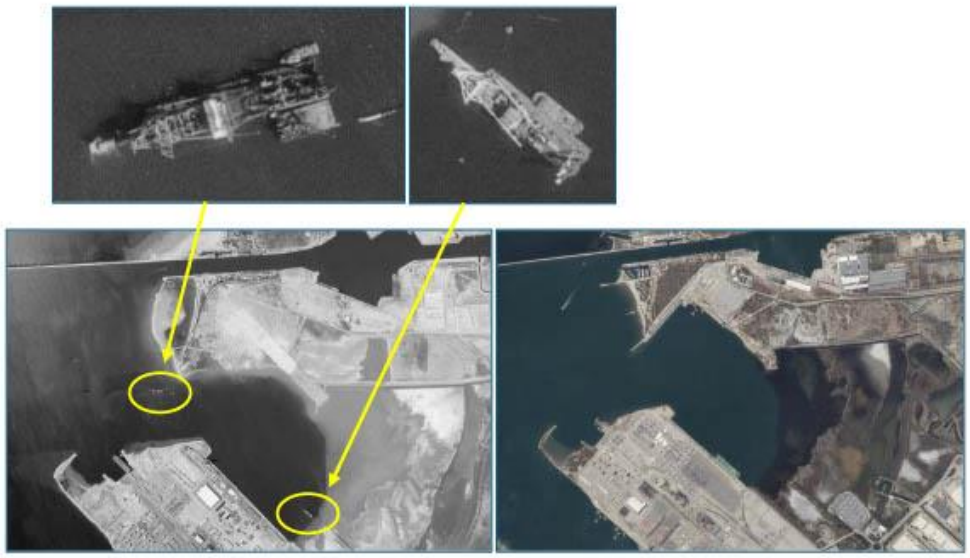


Figure 27 : Dragueuses le 6 juin 1981 et vue actuelle

Le sol de la parcelle au projet la plus au sud est donc constituée d'un sol déposé naturellement, puis lors du percement du canal du Rhône à Fos, un casier de 3.5 km² a été créé avec des apports importants d'au moins une drageuse suceuse à désagrégateur (CSD). Cet apport en sédiments a provoqué un apport très important de sel sur la partie sud du casier. C'est pourquoi aujourd'hui, lorsque l'on est sur la partie sud, le sel est clairement visible alors qu'il ne l'est pas au nord. Tout le secteur entre le sud de l'étang de l'Oiseau a été modifié par ces rejets de sédiments retirés devant le quai Gloria et l'eau de mer.

Le report des sondes, des limites de zones projetées et de l'image la plus parlante du rejet de sel depuis la drageuse en 1980 montre bien toute la problématique salée sur le terrain sud.

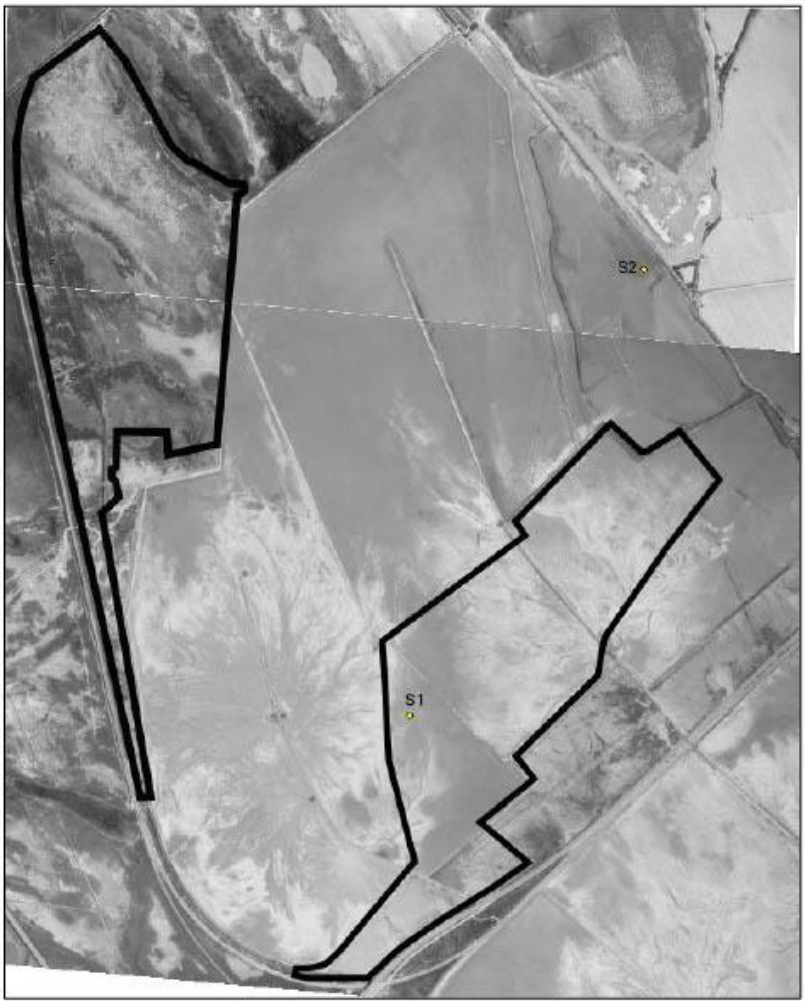


Figure 28 : Sel rejeté, sondes et zones projetées

Pour conclure sur ce chapitre, il est clair que la problématique du sel sera bien différente entre les deux zones de compensation projetée et moins complexe à gérer dans la zone hors remblais.

5.7. Synthèse hydraulique

L'analyse combinée des apports, pertes, conductivités et observations terrain suggère que le secteur fonctionne comme un **système hydraulique semi-clos**, dont l'équilibre est fortement modulé par :

- la topographie basse et compartimentée,
- les connexions avec le réseau de surface et la mer,
- la nature des sols et leur perméabilité,
- les apports climatiques (pluie, événements ponctuels),
- et la gestion anthropique (pompes, ouvrages, endiguements).

Cette hétérogénéité devra être intégrée dans toute modélisation future et dans l'évaluation des risques liés à la salinisation, à l'eutrophisation ou à la stagnation d'eau.

	Structures	
	K max. (cm/s)	K min. (cm/s)
Sables	$8 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$
Sables limoneux	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Limons sableux	$4 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$
Limons	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$
Limons argileux	$2 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-5}$
Argiles limoneuses	$9 \cdot 10^{-4}$	0
Argiles limoneuses à argile	$1 \cdot 10^{-4}$	0

Figure : Estimation des perméabilités des sédiments quaternaires modernes (Griolet, 1976).

6. Modélisation hydraulique de l'étang de l'Oiseau

6.1. Présentation du logiciel et objectifs de la modélisation

Le logiciel HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System), développé par l'US Army Corps of Engineers, constitue un outil de référence pour la modélisation des écoulements en rivière et sur les zones inondables. Il permet notamment de simuler des écoulements bidimensionnels (2D) sur des maillages issus de Modèles Numériques de Terrain (MNT), ce qui le rend adapté pour analyser des sites complexes combinant zones humides, canaux et ouvrages anthropiques.

Dans le cadre de notre étude, HEC-RAS a été utilisé pour reproduire l'état hydraulique initial de l'étang de l'Oiseau et tester la réponse de la zone à différents épisodes pluvieux. L'objectif était de caractériser les écoulements internes, localiser les exutoires naturels et artificiels, identifier les zones de stagnation et de faible renouvellement, et comprendre les interactions entre la topographie, le réseau hydraulique et les apports climatiques. Ces simulations fournissent également un cadre pour tester des hypothèses sur la circulation de l'eau dans le site et sur la vulnérabilité de certaines parcelles.

6.2. Outils et données utilisées

Le modèle s'appuie sur un MNT haute résolution issue du LIDAR HD de l'IGN, préparé pour être compatible avec HEC-RAS. La zone étudiée inclut les anciennes parcelles de l'étang, le réseau de roubines et le Rhône, maillé à 15 m pour garantir un compromis entre précision et temps de calcul.

Le réseau d'ouvrages hydrauliques (fossés, digues, vannes, pompe) a été intégré et géoréférencé, et des points de suivi ont été positionnés aux emplacements des sondes pour extraire directement les séries temporelles simulées et les comparer aux observations de terrain. Les données météorologiques utilisées proviennent des stations Météo-France d'Istres (précipitations au pas de temps de 3 minutes) et de Marseille (vent horaire).

L'occupation du sol a été utilisée pour attribuer les coefficients de rugosité de Manning et les paramètres d'infiltration. Pour certaines simulations, la méthode du Curve Number (CN) a été appliquée afin de relier l'occupation et la nature du sol au potentiel d'infiltration avec la méthode du SCS, ce qui permet de mieux représenter les vitesses d'écoulement et la capacité d'infiltration de chaque parcelle.

6.3. Phase de tests et paramétrage

Avant d'introduire les conditions réelles, une série de simulations préliminaires a été effectuée avec une pluie théorique de 1 mm sur quelques heures. Cette étape avait pour objectif de vérifier la stabilité numérique du modèle, d'identifier les premiers exutoires et de tester le comportement hydraulique global.

La simulation suivante a utilisé une chronique pluvieuse réelle de trois jours, extraite de la station d'Istres, comprenant deux épisodes successifs. Cette configuration permet à la fois d'évaluer la phase transitoire d'initialisation et de tester un comportement hydraulique plus représentatif des conditions stabilisées. Les flux intermittents provenant du Rhône via les roubines et la pompe ont été intégrés comme hypothèses d'apports temporaires, tandis que la mer et la nappe lenticulaire n'ont pas été considérées comme entrées certaines.

Le paramétrage du modèle a été affiné au fil des simulations : taille des mailles dans les zones sensibles, intervalle de temps de calcul, conditions initiales sèches ou humides, coefficients hydrauliques et occupation du sol. Chaque simulation a été évaluée quantitativement grâce aux indicateurs classiques : BIAS (erreur moyenne), RMSE (Root Mean Square Error) et NSE (Nash-Sutcliffe Efficiency). Ces indicateurs permettent d'analyser l'adéquation entre les données simulées et les observations de terrain.

Au fur et à mesure, le modèle a été enrichi par l'ajout des ouvrages identifiés sur le terrain et des ajustements des paramètres hydrologiques pour mieux reproduire les écoulements observés. L'intégration des conditions d'occupation du sol et de l'infiltration a permis de simuler plus fidèlement le comportement hydraulique des différentes surfaces (zones inondables, sols nus, canaux, vestiges de l'étang). Les séries temporelles simulées ont été comparées aux relevés de sondes afin de minimiser les écarts et ajuster les paramètres de rugosité et les niveaux d'eau initiaux.

Cette approche a également permis de tester l'effet de différents niveaux d'eau initiaux et d'inclure l'influence du vent sur le comportement des surfaces inondées, bien que ces effets restent simplifiés dans le modèle actuel.

6.4. Résultats principaux du modèle

Les chroniques issues des sondes Nord et Sud mettent en évidence des comportements hydrologiques contrastés. Dès le début de la période d'observation, une différence initiale de l'ordre de dix centimètres

apparaît entre les deux capteurs. Cette divergence peut s'expliquer par des conditions locales particulières. La sonde Sud a été installée dans une zone plus végétalisée, avec un recouvrement herbacé typique des sansouires, ce qui favorise la structuration du sol par les racines et la bioturbation. La sonde Nord, en revanche, se situe dans une zone non végétalisée, au milieu des sansouires, et le tube de mesures est plus petit que le trou, formant un espace de surveillance du niveau de l'eau. Ces différences d'implantation semblent avoir amplifié les contrastes de réponse : la sonde Nord réagit de manière plus vive aux précipitations, avec des hausses rapides et des décrues accentuées, alors que la sonde Sud enregistre des variations plus amorties et une décrue particulièrement rapide dans les premiers centimètres de sol, ce qui suggère un horizon superficiel perméable reposant sur des couches plus fines. Le graphique de corrélation des données des sondes et de la pluie est représenté dans la figure 4.

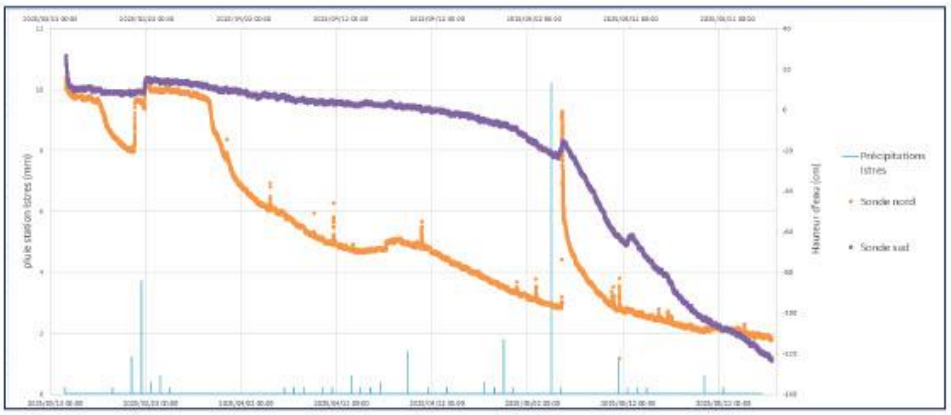


Figure 29 : Suivi comparé des deux sondes et de la pluviométrie – Données enregistrées sur la période d'étude

Les perméabilités estimées à partir des données confirment cette hétérogénéité. Autour de la sonde Nord, la valeur calculée est de $K = 4{,}65 \times 10^{-5} m/s$ alors que la sonde Sud présente une perméabilité plus faible, de l'ordre de $K = 6{,}96 \times 10^{-6} m/s$ Ces résultats s'accordent avec les descriptions de la Banque du Sous-Sol (BSS), qui indiquent une alternance de sables et de limons : selon les sondages, on observe tantôt une fine couche de limon intercalée entre deux niveaux sableux, tantôt un recouvrement limoneux plus épais et irrégulier. La réponse plus rapide de la sonde Nord semble cohérente avec une dominance sableuse, tandis que l'amortissement observé au Sud pourrait refléter une plus grande proportion de limons.

La modélisation réalisée avec HEC-RAS 2D permet de mieux comprendre ces dynamiques. Différents jeux de paramètres ont été testés afin d'évaluer leur influence sur la restitution des hauteurs d'eau observées. Lorsque le modèle est initialisé sans condition préalable, la première réaction est atténuée et sous-estimée, tandis que l'introduction d'un état de sol humide en début de simulation (hotstart) améliore nettement le calage des premiers événements. De même, la représentation géométrique a montré son importance : l'introduction d'un raffinement autour des merlons et des roubines permet une meilleure redistribution de l'eau en surface, là où une grille homogène tend à lisser les micro-reliefs. Enfin, l'activation du forçage par le vent s'est révélée déterminante : sans ce paramètre, le modèle sous-estime

les hauteurs d'eau, tandis qu'avec le vent les valeurs simulées peuvent être localement surestimées, ce qui traduit bien le rôle mécanique du vent dans l'accumulation et le déplacement des masses d'eau en surface.

L'ensemble de ces essais a permis de comparer les runs (simulations) selon plusieurs critères de performance (BIAS, RMSE, NSE) (cf figure 5). Si chacun présente ses limites, le Run 5 apparaît comme le meilleur compromis, en restituant plus fidèlement la dynamique des deux sondes. Il constitue à ce stade la simulation la plus satisfaisante, même si elle demeure le résultat d'un ajustement progressif des paramètres, et donc d'un forçage du modèle.

Sonde	Run	Bias (m)	RMSE (m)	NSE	Paramètres	Pluie	CLC	Vent	Humidité	Option 2D	Géométrie
Nord	Run1	0.195	0.195	-0.354		oui	oui	non	non	non	non
Nord	Run2	0.196	0.196	-0.609		oui	non	oui	non	non	non
Nord	Run3	0.195	0.195	-0.928		oui	non	non	non	non	non
Nord	Run4	0.201	0.201	-0.356		oui	oui	non	non	oui	oui
Nord	Run5	0.192	0.192	0.259		oui	oui	oui	oui	oui	oui
Sud	Run1	-0.079	0.079	-18.313		oui	oui	non	non	non	non
Sud	Run2	-0.074	0.074	-1.191		oui	non	oui	non	non	non
Sud	Run3	-0.083	0.083	-14.113		oui	non	non	non	non	oui
Sud	Run4	-0.080	0.080	-2.703		oui	oui	non	non	oui	oui
Sud	Run5	-0.050	0.050	0.018		oui	oui	oui	oui	oui	oui

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des runs effectué et des valeurs des indicateurs

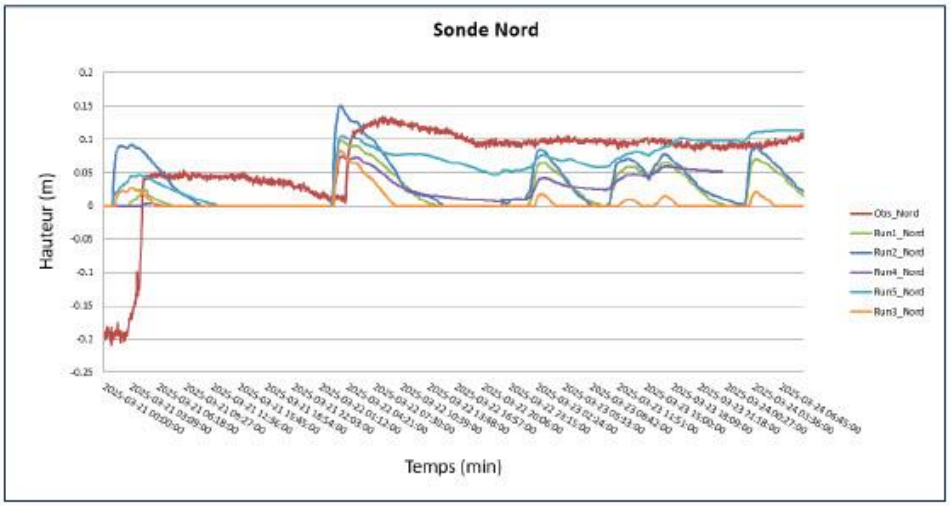


Figure 30 : Comparaison des hauteurs d'eau simulées et observées de la sonde Nord

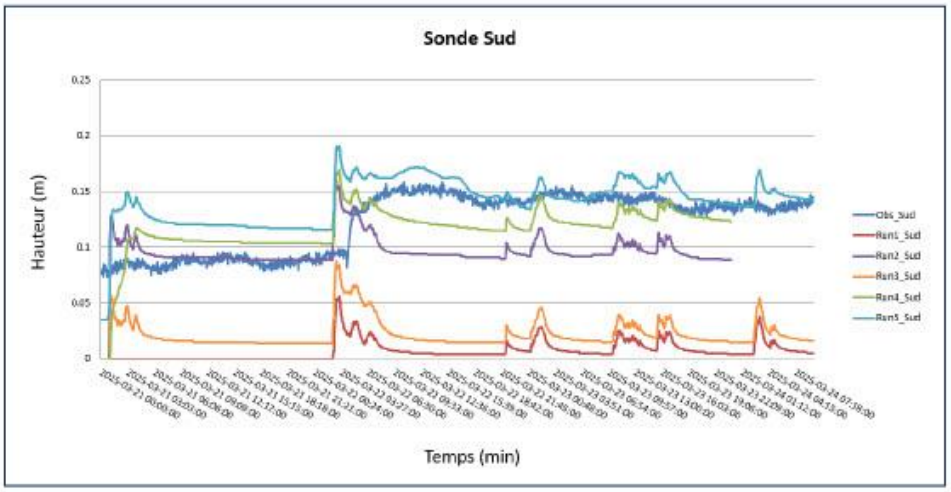


Figure 31 : Comparaison des hauteurs d'eau simulées et observées de la sonde Sud

Ces résultats invitent toutefois à la prudence. Le modèle HEC-RAS reste avant tout un outil de modélisation hydraulique de surface, qui ne prend pas directement en compte l'évapotranspiration, les échanges souterrains, ni la complexité des horizons pédologiques. La résolution spatiale choisie, bien qu'opérationnelle, simplifie les microtopographies pourtant essentielles dans ce type de milieu. De plus, les observations elles-mêmes ne reposent que sur deux sondes, dont les conditions d'installation et d'environnement sont très variées, ce qui limite leur représentativité à l'échelle du site et la spatialisation à l'échelle du site. L'interprétation doit donc rester relative : si le modèle permet de reproduire les grandes tendances, il ne saurait refléter avec exactitude la dynamique hydrique réelle du sol.

Le modèle offre également une représentation visuelle et dynamique des écoulements. La figure 8 illustre la répartition spatiale des hauteurs d'eau simulées lors des épisodes pluvieux, ce qui permet de localiser les zones d'accumulation et de stagnation. De son côté, la figure 9 présente les vitesses d'écoulement, mettant en évidence les axes préférentiels de circulation de l'eau en surface et l'influence des micro-reliefs et des ouvrages hydrauliques. Ces cartes constituent un support précieux pour interpréter les résultats, puisqu'elles traduisent en images les dynamiques discutées à partir des séries temporelles

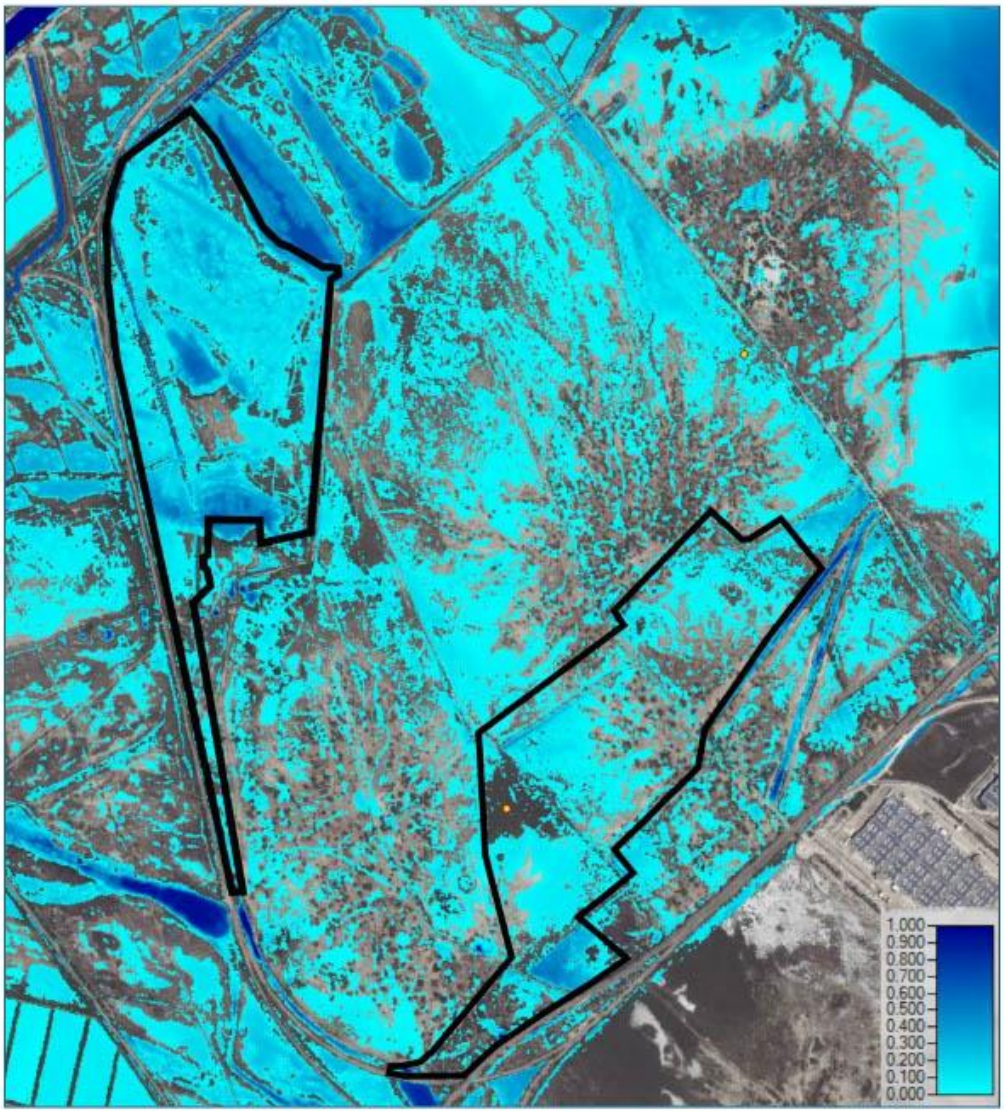


Figure 32 : Modélisation des hauteurs d'eau avec HEC-RAS

Figure 33 : Modélisation des vitesses d'eau avec Hec-Ras

En définitive, cette première approche fournit une base de travail solide. Elle montre que l'intégration de paramètres comme le vent, l'humidité initiale ou le raffinement géométrique permet de mieux représenter les réponses locales observées. Toutefois, l'usage de ce type de modélisation doit rester critique : d'une part parce que le calage repose sur une succession d'ajustements, d'autre part parce que la complexité du milieu (variabilité pédologique, végétation, micro-reliefs, processus de surface et

souterrains entremêlés) dépasse le cadre strict d'un modèle hydraulique. Les simulations produites constituent donc un support d'exploration, utile pour tester des hypothèses et comparer des scénarios, mais qui devra être complété par des investigations supplémentaires, notamment sur les bilans d'infiltration, de stockage et de ruissellement.

6.5. Cartes

6.5.1. Zone projetées

Sur les 2 zones à projet, il est à comprendre les directions des eaux à différents niveaux. Il y a 3 paramètres qui influent sur la direction des eaux. Le premier est la présence de canaux, portant directement et de façon concentré une masse d'eau vers une zone donnée. Puis, il est la pente du terrain et enfin le vent.

Deux autres directions sont également à prendre en compte, la direction du sous-sol par infiltration et la direction verticale par l'évaporation. Ces directions peuvent paraître surprenantes au premier abord mais il faut bien prendre conscience que chaque direction participe au cycle de l'eau.

Vouloir détailler les deux zones projetées sans prendre en compte le fonctionnement périphérique mènerait à des erreurs grossières. L'étendue du secteur modélisé intègre de potentielles montée des eaux du Rhône et de la mer de part des évènements ponctuels, d'origine météorologiques.

Il est un autre questionnement, celui de la montée du niveau marin provoqué par le réchauffement climatique. Sur ce dernier point, l'évolution du niveau moyen de la mer par son augmentation est acquise et étayée dans des hypothèses d'échéances dans les rapports successifs du GIEC. Cependant, ce sont des extrapolations avec une augmentation de l'incertitude au fur et à mesure de l'éloignement des dates.

Ainsi, nous sommes plutôt partis sur le fait que personne ne sait quels seront les niveaux marins, comme par exemple à 2050, 2010. Dans cette incertitude, il est plus judicieux à notre sens d'évaluer, non pas les niveaux extrapolés dans les échéances, mais plutôt directement de futurs niveaux supérieurs dont au final personne ne sait lorsque qu'ils seront atteints. Tout le monde sait que l'augmentation du niveau de la mer va impacter la quantité de sel dans le Rhône dans un premier temps durant les phases estivales, puis à échéance indéterminée le reste de l'année. Mais ce scénario est un état projeté et ici nous sommes dans l'étude de l'état initial uniquement.

Le Rhône alimente un canal parallèle au canal de navigation du Rhône à Fos. Il est large d'environ 10 m et de 2 mètres de profondeur via une vanne dont son état est très dégradé pour ne pas dire non fonctionnelle. Un appareil de mesure du niveau VEGA est pourtant récent.



Figure 34 : Vanne et canal

Mais ce canal historique a été coupé par la voie ferrée, d'où l'idée pour permettre de d'alimenter au-delà de cette voie ferrée, d'utiliser le seul passage sous la voie en créant un fossé en direction du canal sur lequel est installé la pompe.

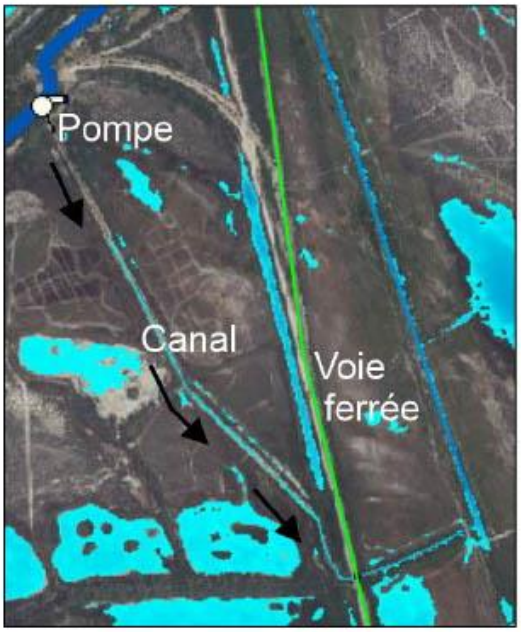


Figure 35 : Canal nouvellement créé

L'eau en surface est portée par ces apports concentrés de canaux. Elle remplit les dépressions historiques.

Les images suivantes reprennent les limites des zones projetées avec une marge de manière à bien intégrer la périphérie.

Les secteurs en eau des chemins sont liés aux déplacements d'animaux pédestres.

Les profondeurs d'eau sont au maximum de 40 cm. Sans le vent, les vitesses de déplacement sont extrêmement faibles de l'ordre de 0,5 mm/s.

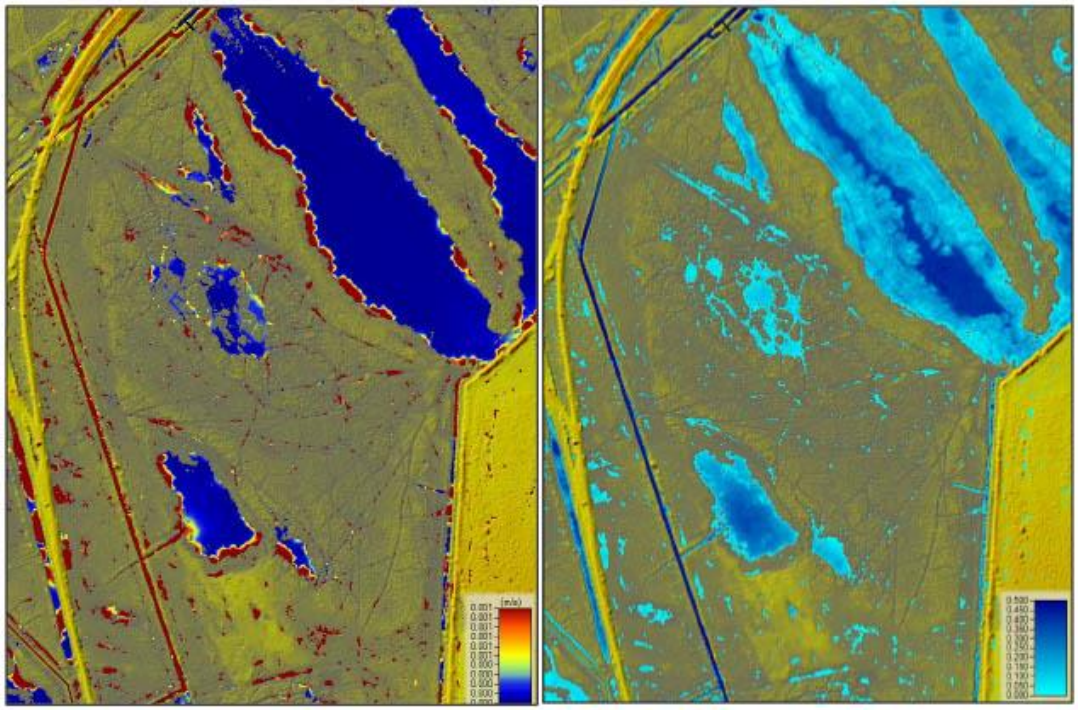


Figure 36 : Hauteur et Vitesses – Nord de la zone Ouest

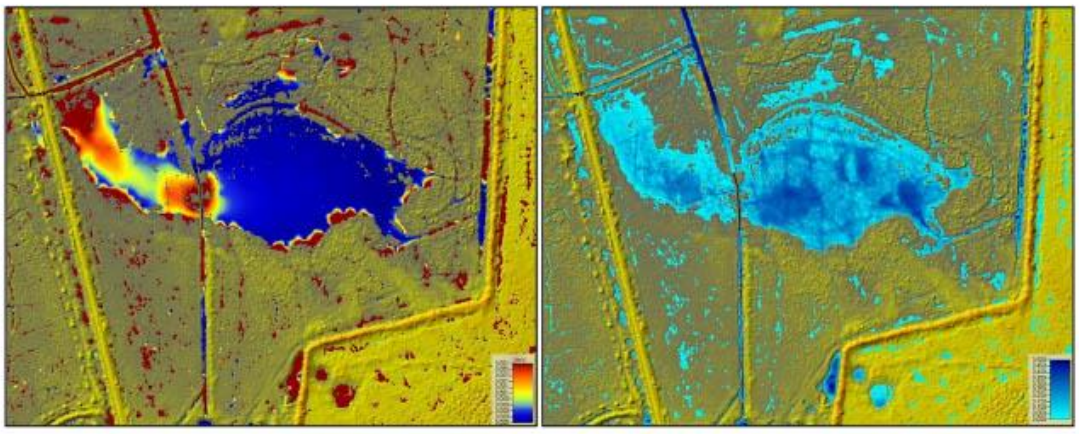


Figure 37 : Hauteur et Vitesses – Centre de la zone Ouest

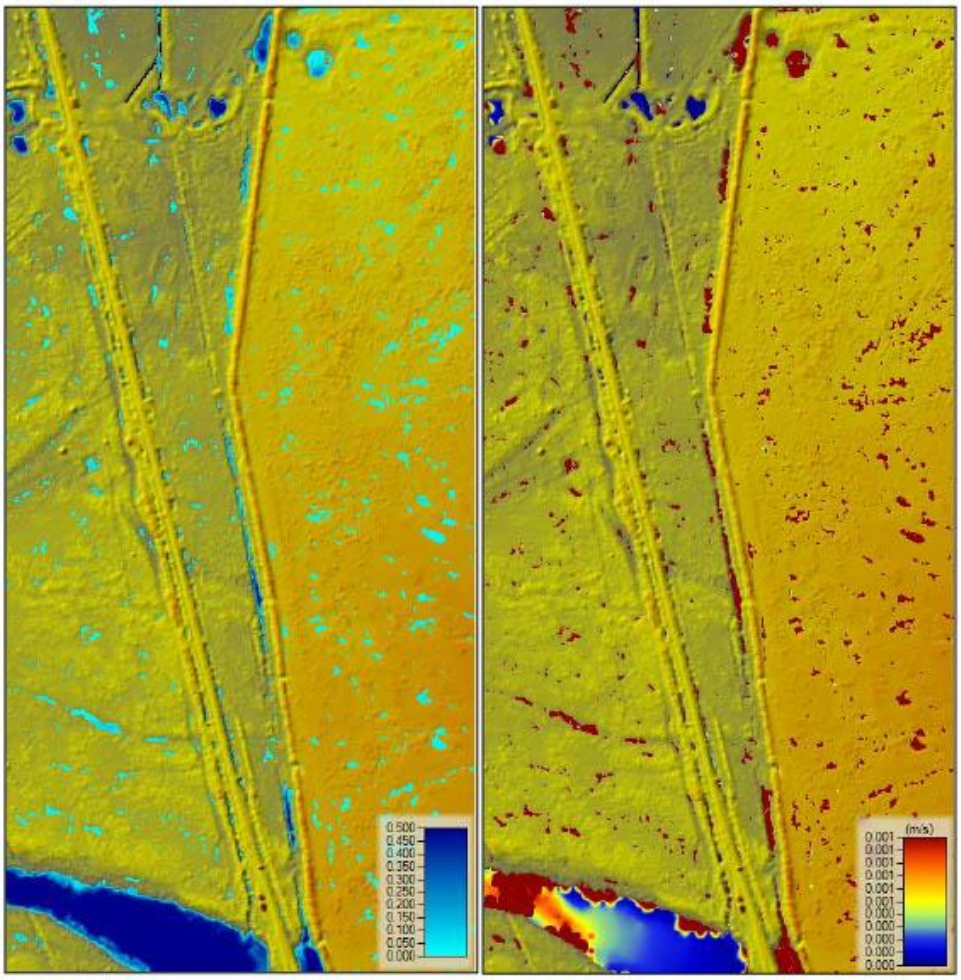


Figure 38 : Hauteur et Vitesses – Sud de la zone Ouest

D'un point de vue global et en reportant les zones modélisées sur une seule cartographie, il est clair que dans une saison sèche les zones qui ont encore de l'eau sont celle située à l'ouest du remblai.

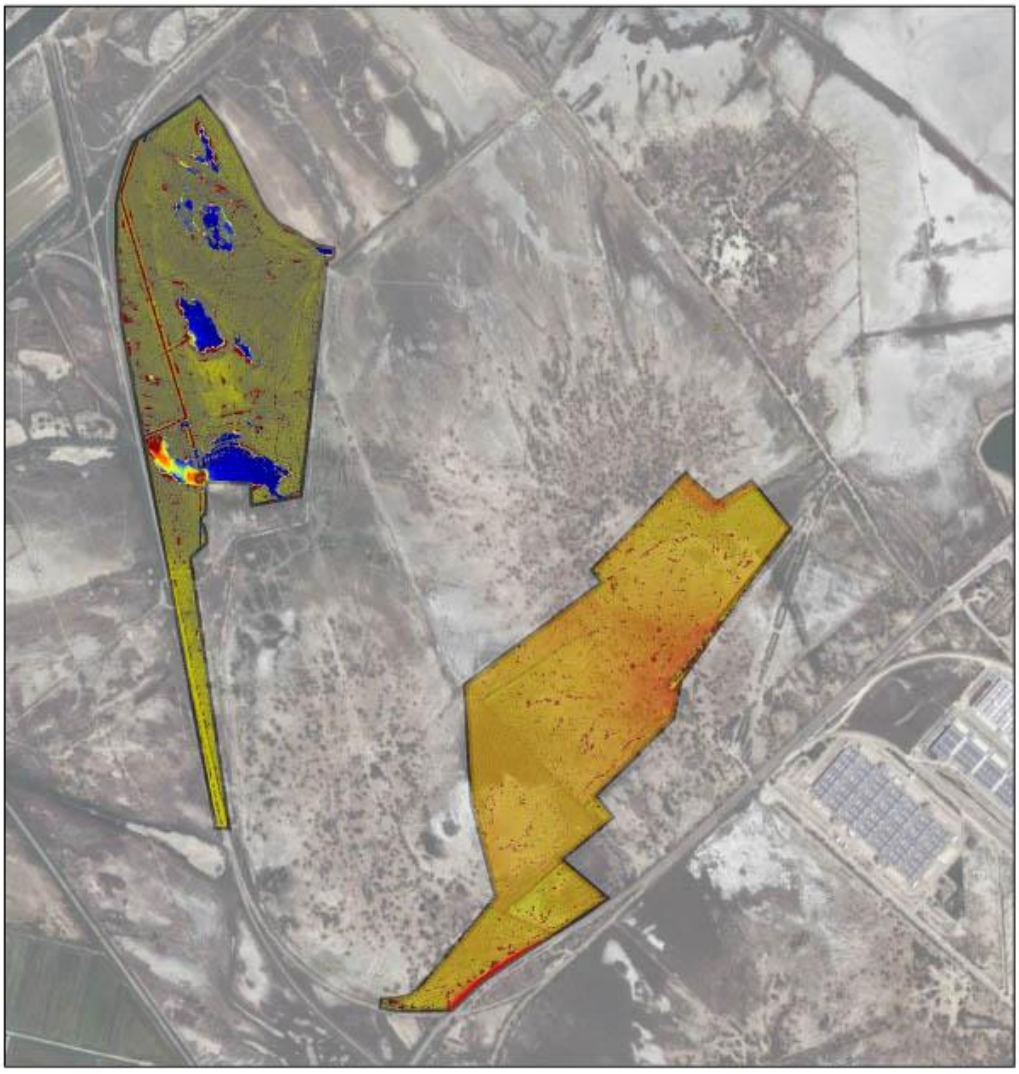


Figure 39 : Vitesses sur zones projetées

D'un point de vue global, on constate que sur des périodes plutôt sèches, les étendues d'eau sont du côté Ouest. De part la configuration et surtout la mise en place du remblai en 1980-81 les canaux et zones humides qui existaient ont été comblées.

Sur les périodes humides, une part des surfaces se retrouve inondée de façon très importante et pour une durée d'environ 2 à 3 mois.

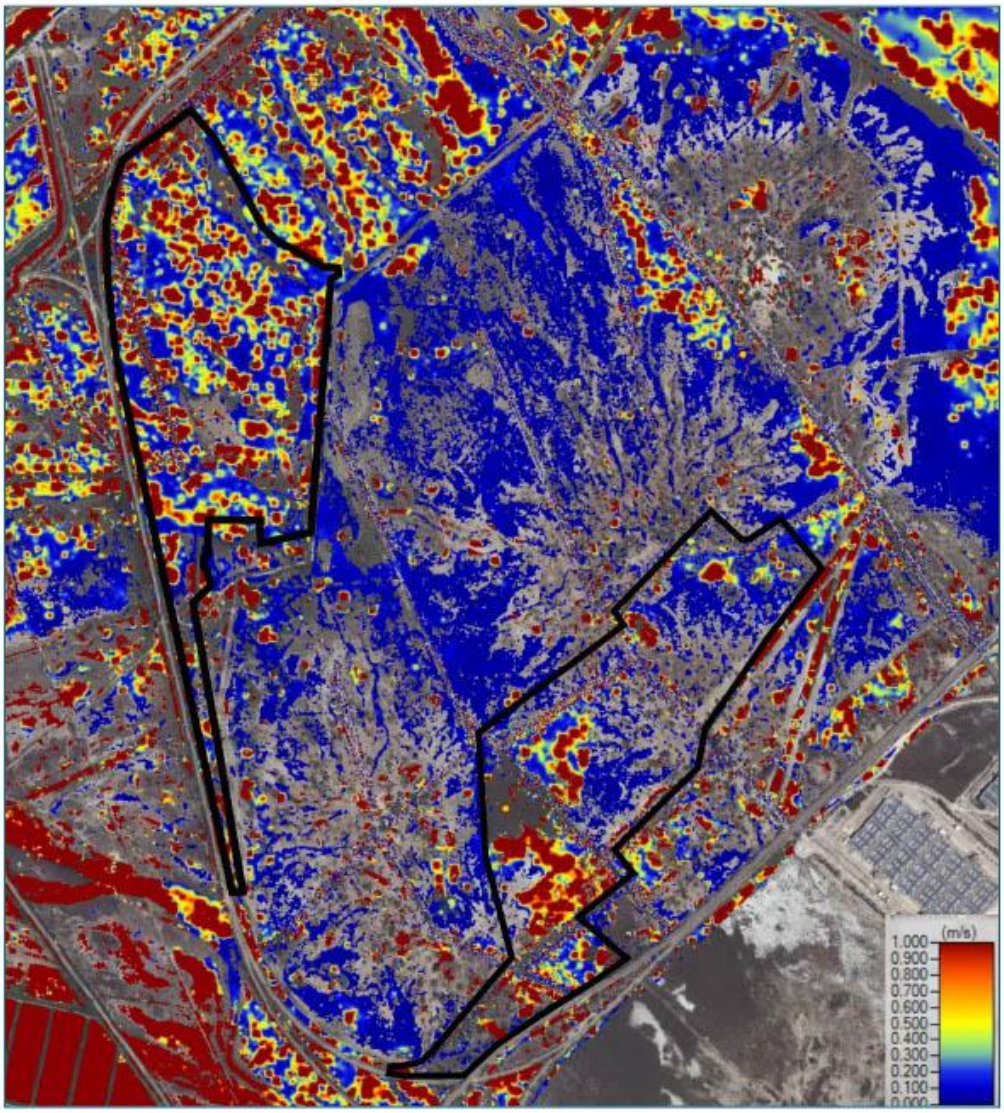


Figure 40 : Vitesses en période pluvieuse

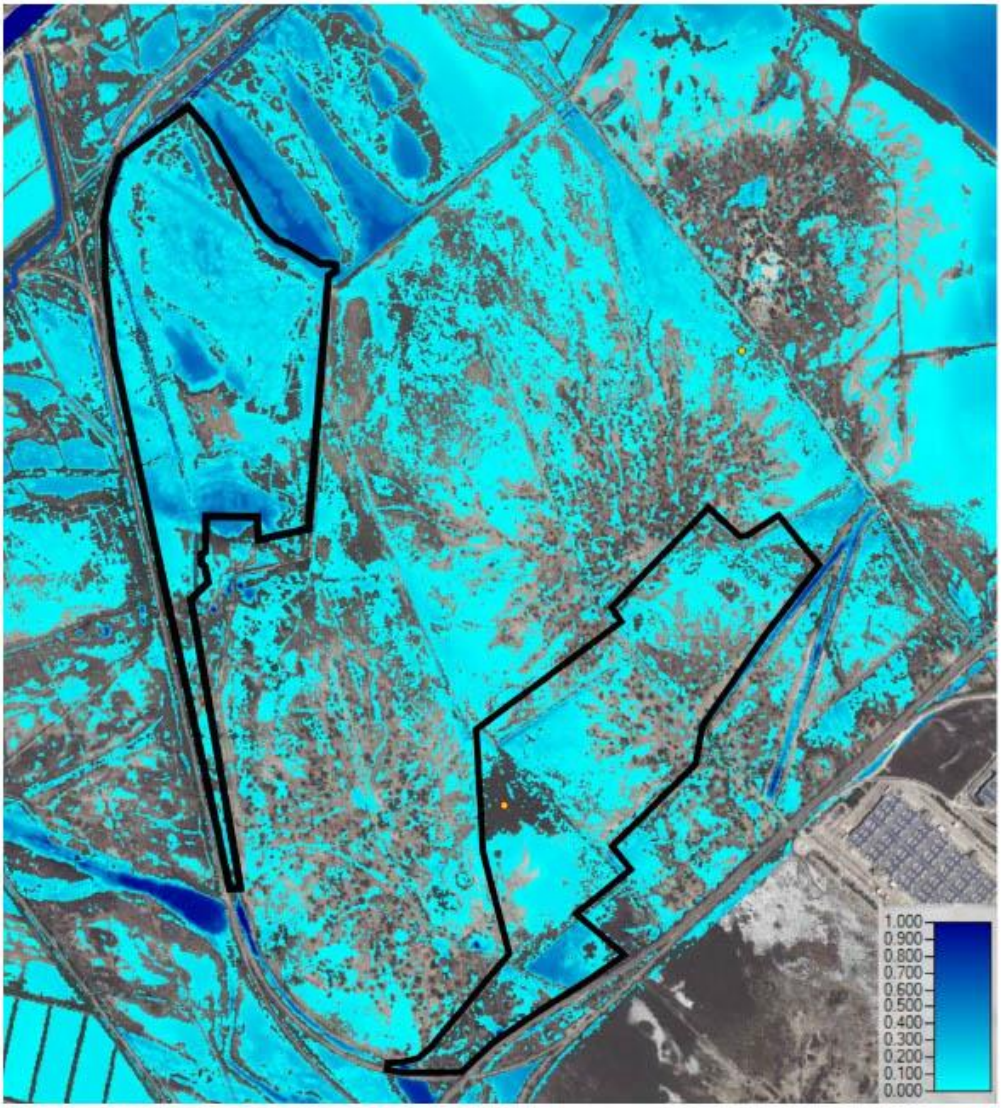


Figure 41 : Hauteurs en période pluvieuse

C'est à ce moment-là, que la zone remblayée de la zone Est est uniquement en eau. Il est à compter en moyenne1 cm d'eau infiltrée et évaporée en 3 jours.

Si aujourd'hui la pluviométrie qui est donc une eau douce recouvre les espaces de sédiments salés, il est à constater que 45 ans après le dépôt de ces sédiments, le sol est toujours blanc de sel. Ce dernier restera en place malgré toute l'eau douce que l'on pourrait y apporter par exemple avec des canaux.

7. Pertes d'eau verticales

7.1. Evaporation

Lorsque le niveau des eaux accumulées pendant la pluie finit par se réduire c'est à cause de l'infiltration et de l'évaporation. Cette évaporation est accentuée par le vent.

Le calcul de répartition entre l'infiltration et l'évaporation est basé sur une période d'absence de pluie et d'observation de la réduction du niveau de l'eau jusqu'à la base du sol.

Cette période se situe entre le 25 mars à 3h00 jusqu'au 6 avril 3h également, c'est-à-dire 12 jours, soit 1036800 secondes. Le niveau zéro du niveau de l'eau est atteint le 20 avril pour la sonde sud. Ce qui veut dire que la période considérée est intégrable pour la sonde sud.

Mais les deux sondes vont relever deux réactions bien différentes. La sonde nord enregistre le niveau zéro le 29 mars à 3h, soit un temps de 4 jours ou 345600 secondes.

La configuration d'évaporation étant globalement localement, l'écart est à mettre au compte de la perméabilité du sol.

A partir de là, la descente du niveau (sur chacune des deux sondes) est impactée par l'évaporation qui est définie dans le calcul suivant :

es(T)	1.073	
ETP : évapotranspiration potentielle calculée (mm/j)	1.136	
Δ : pente de la courbe de pression de vapeur à la température moyenne de l'air (kPa.K-1)	0.07	
Rn : rayonnement net (W.m-2)	2.95E+02	
	α : albedo de surface	0.2
	ε : émissivité/absorptivité de la surface dans l'infrarouge	0.95
	σ : constante de Stefan (W.m-2.K-4)	5.67E-08
	RG : rayonnement solaire incident (W.m-2)	600
	RA : rayonnement infrarouge descendant (W.m-2)	400
	TS : température de surface (K)	320
ρ : masse volumique de l'air à pression constante (kg.m-3)	1.2	
Cp : capacité thermique de l'air humide à pression constante (J.kg-1.K-1)	1013	
δe : différence entre la pression de vapeur saturante es et la pression de vapeur effective ea (kPa)	0.57	
	es(TA) (kPa)	1.15
	ea (kPa)	0.57
	TA : température de surface (K)	282.15
	hA : humidité relative de l'air (-)	50.00%
ra : résistance aérodynamique (s.m-1)	26.747	
	zm : hauteur de mesure de la vitesse du vent (m)	10
	z0m : longueur de rugosité influençant le transfert de quantité de mouvement (m)	0.1
	zh : hauteur de mesure de l'humidité de l'air (m)	10
	z0h : longueur de rugosité influençant le transfert de chaleur (m)	0.01
	d : hauteur de déplacement (m)	0.5
	k : constante de Von Karman (-)	0.41
	V : vitesse du vent à l'altitude zm (m.s-1)	6.9
	V : vitesse du vent à l'altitude zm (km/h)	25
LE : flux de chaleur latente de vaporisation de l'eau (J.kg-1)	3.25E+01	
λ : chaleur latente de vaporisation de l'eau (J.kg-1)	2.47E+06	
γ : constante psychométrique (kPa.K-1)	0.067381125	
QA : humidité spécifique de l'air (kg.kg-1)	0.00353184	
P : Pression atmosphériques (kPa)	101.325	
rs : résistance opposée par les stomates au passage du flux de vapeur, sur l'ensemble de la surface foliaire (s.m-1)	500	
G : flux de chaleur dans le sol (W.m-2)	30	
T : température (°C)	8	
CORREC	1	

Figure 42 : Caractéristiques du calcul ETP

La température extérieure a été mesurée entre 8 et 18 degrés et le vent entre 20 et 25 km/h sur la période du 25 au 29 mars 2025.

Selon les données estimées pour parvenir à la valeur de l'ETP de Monteith (la plus adaptée dans ce cas) et les températures du moment la valeur de l'ETP est entre 1.13 et 2.15 mm/j.

Température degré C	EPT Turc (mm/j)	ETP Monteith (mm/j)	ETP Météo France (mm/j)	Moyenne
1	0.5	0.5	5.1	2.1
5	2.1	0.7	6.0	2.9
10	3.4	1.0	7.0	3.8
15	4.2	1.3	7.9	4.5
20	4.8	1.8	8.8	5.1
25	5.3	2.3	9.6	5.8
30	5.6	3.1	10.4	6.4
35	5.9	4.0	11.0	7.0
40	6.1	5.2	11.5	7.6
45	6.3	6.5	12.0	8.3
50	6.5	8.2	12.4	9.0
55	6.6	10.2	12.8	9.9
60	6.8	12.4	13.2	10.8

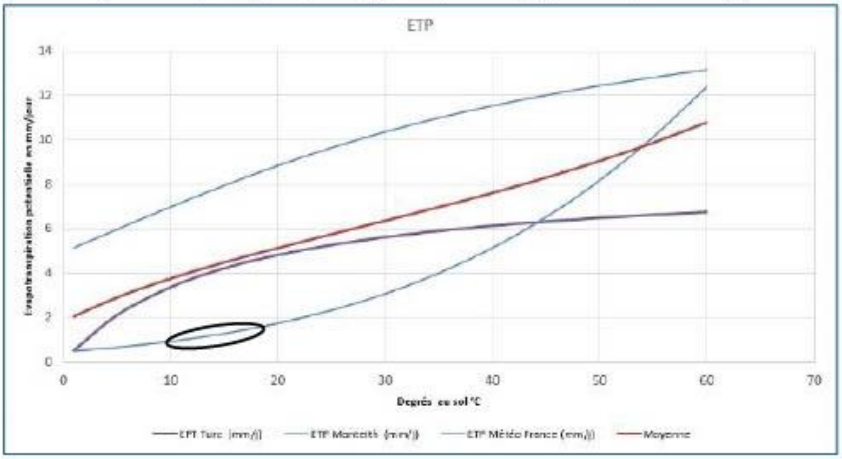


Figure 43 : Courbes ETP

7.2. Perméabilité des sols.

Le calcul indique donc une évaporation de 0.656 cm pour ces 4 jours. Le niveau est descendu en totalité de 4,765 cm. L'évaporation représente donc 13,8%. Ce qui permet de connaître la valeur de perméabilité par m^2. Elle est de **1.19^{E}10-7 m/s** sur ce secteur Nord.

Sur le secteur de la sonde sud le principe est le même avec cette fois 8.4 cm d'eau sur une période de 12 jours d'infiltration avant d'atteindre le niveau Zéro au sol. La perméabilité est de **8.1^{E}-08 m/s.**

8. Conclusion

Ce rapport défini l'état initial du secteur de l'étang de l'oiseau et plus spécifiquement pour deux zones projetées.

Les activités de salins et les aménagements passés dans les années 80 ont un impact sur les circulations hydrauliques. L'écologie du site a été impacté clairement par des apports de sel très importants.

Les circulations hydrauliques ont été modifiées et continuent de l'être par les acteurs locaux comme le manadier et les chasseurs. Il est une impression de mouvement perpétuel dont le but est inconnu.

Ces circulations par canaux sont à l'Ouest et au nord de l'étang de l'Oiseau.

Le potentiel hydraulique est plus important sur la zone projetée Ouest.

Malgré tout sur la zone projetée Est, seule la pluie vient agrémenter les sols. Les valeurs de perméabilité faibles provoquent, sur la base de la durée des tests réalisés, un sol en surface inondé durant une bonne partie de la saison hydrologique allant suivant les secteurs de quelques jours à plus de 50 jours.

Dans le sous-sol proche, l'eau reste quelques semaines.

Dans cet environnement où le sel a été apporté par l'Homme ces cent dernières années, il y aura à termes des remontées salines de plus en plus proches de la surface.

Il sera donc à construire le projet sur ces deux zones en intégrant ces différences hydrauliques et de consistance du sol de part les aménagements des années 80 et ce sel omniprésent.

Glossaire

Biais (Bias) : Indicateur statistique mesurant la tendance d'un modèle à surestimer ou sous-estimer les observations.

CN (Curve Number) : Méthode développée par le SCS (Soil Conservation Service) permettant d'estimer le ruissellement en fonction des caractéristiques du sol, de l'occupation du sol et de l'humidité initiale.

ERC (Éviter – Réduire – Compenser) : Principe de la réglementation environnementale visant à hiérarchiser les mesures à prendre lorsqu'un projet impacte l'environnement.

G2 / G5 : Phases d'étude géotechnique définies par la norme NF P 94-500. La G2 correspond aux études de conception et dimensionnement des fondations, la G5 aux études de diagnostic et aux solutions de réparation ou de confortement.

GEO5 : Logiciel de calcul géotechnique utilisé pour dimensionner les fondations, vérifier la stabilité des sols et analyser les descentes de charges.

Georadar (GPR, Ground Penetrating Radar) : Méthode géophysique utilisant des ondes électromagnétiques pour détecter des structures ou hétérogénéités dans le sol.

Radargramme : Image produite par un géoradar, représentant la réflexion des ondes dans le sous-sol et permettant d'interpréter la présence de couches, cavités ou fondations.

HEC-RAS : Logiciel de modélisation hydraulique développé par l'US Army Corps of Engineers, permettant de simuler les écoulements en 1D et 2D.

Hotstart : Option de HEC-RAS permettant de définir un état initial humide ou sec avant de lancer une simulation.

LIDAR HD : Technologie de télédétection par laser permettant d'obtenir un modèle numérique de terrain (MNT) haute résolution.

MNT (Modèle Numérique de Terrain) : Représentation tridimensionnelle de la topographie du sol issue de mesures altimétriques.

NSE (Nash–Sutcliffe Efficiency) : Coefficient statistique évaluant la performance d'un modèle par rapport aux observations (1 = parfait, 0 = équivalent à la moyenne des observations, <0 = mauvais).

Perméabilité (K) : Capacité d'un sol à laisser circuler l'eau dans ses pores, exprimée en m/s.

PNR : Parc naturel régional

RMSE (Root Mean Square Error) : Indicateur statistique exprimant l'écart-type moyen entre valeurs simulées et observées.

Sansouires : Formation végétale typique de Camargue, composée de sols salés colonisés par des halophytes (plantes adaptées au sel).

SIG (Système d'Information Géographique) : Ensemble d'outils permettant de collecter, gérer et analyser des données spatialisées.

Sondeuse thermique : Appareil permettant d'échantillonner le sol par battage ou rotation, parfois instrumenté pour mesurer la température ou la conductivité thermique des sols.

Sondes piézométriques (Driver) : Appareils mesurant la pression de l'eau dans un forage, convertie en hauteur d'eau par rapport au sol.

Stage Hydrograph / Flow Hydrograph : Options de forçage dans HEC-RAS permettant de définir des conditions limites d'entrée ou de sortie du modèle par des chroniques de débit ou de niveau d'eau.

Annexes

Annexes 1 : Rapport de risques (source : geoservices)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉORISQUES

Rapport de risques

Adresse recherchée :

Port-Saint-Louis-du-Rhône
- point de longitude
4.7872 et latitude 43.4258
(parcelle : 000-0B-0107)



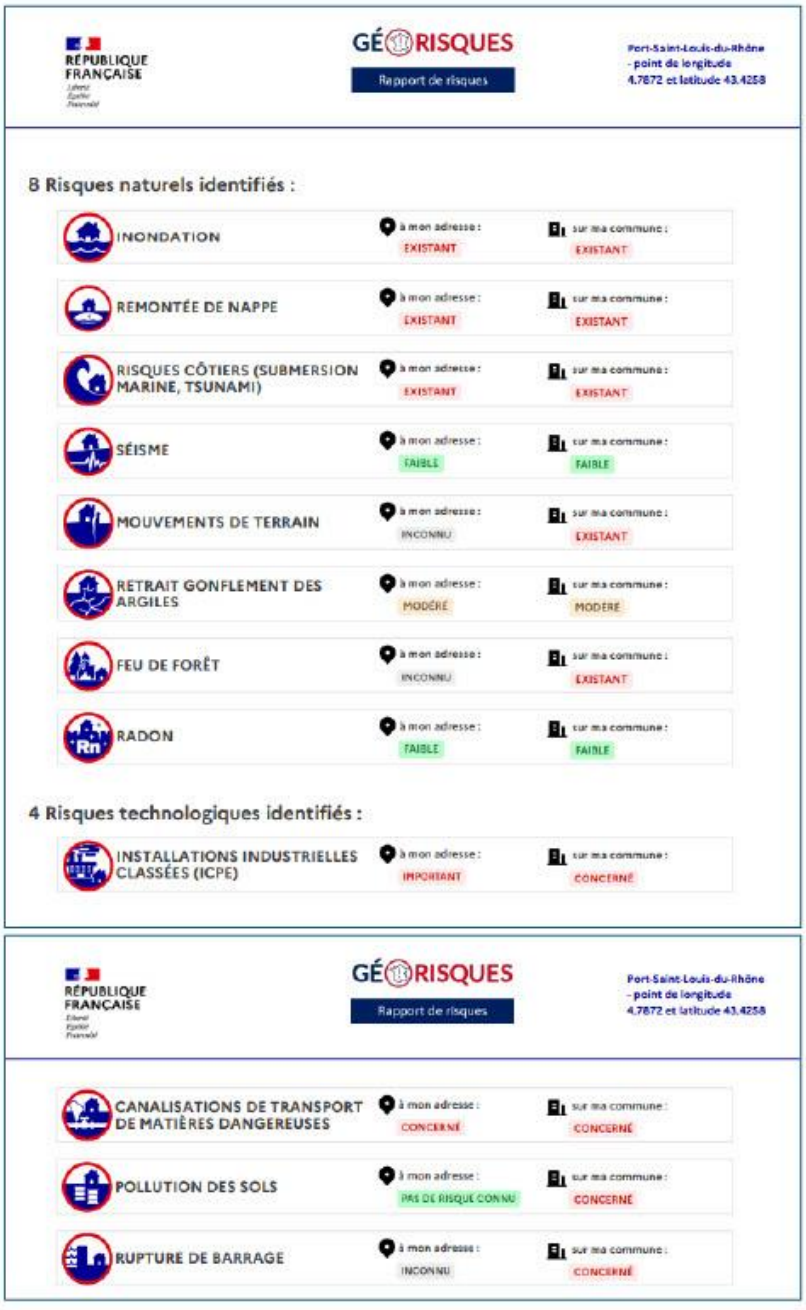
Ce rapport de risques est délivré à titre informatif.
Il a pour but de vous montrer une vision simplifiée des risques naturels et technologiques situés près de chez vous.

Vous pouvez consulter nos conditions d'utilisation sur :
georisques.gouv.fr/cgu

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Géorisques est réalisé en partenariat entre le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et le BRGM.

brgm



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône - point de longitude 4.7672 et latitude 43.4258

8 Risques naturels identifiés :

	à mon adresse :	sur ma commune :
INONDATION	EXISTANT	EXISTANT
REMONTÉE DE NAPPE	EXISTANT	EXISTANT
RISQUES CÔTIERS (SUBMERSION MARINE, TSUNAMI)	EXISTANT	EXISTANT
SÉISME	FAIBLE	FAIBLE
MOUVEMENTS DE TERRAIN	INCONNU	EXISTANT
RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES	MODÉRÉ	MODÉRÉ
FEU DE FORÊT	INCONNU	EXISTANT
RADON	FAIBLE	FAIBLE

4 Risques technologiques identifiés :

	à mon adresse :	sur ma commune :
INSTALLATIONS INDUSTRIELLES CLASSÉES (ICPE)	IMPORTANT	CONCERNÉ

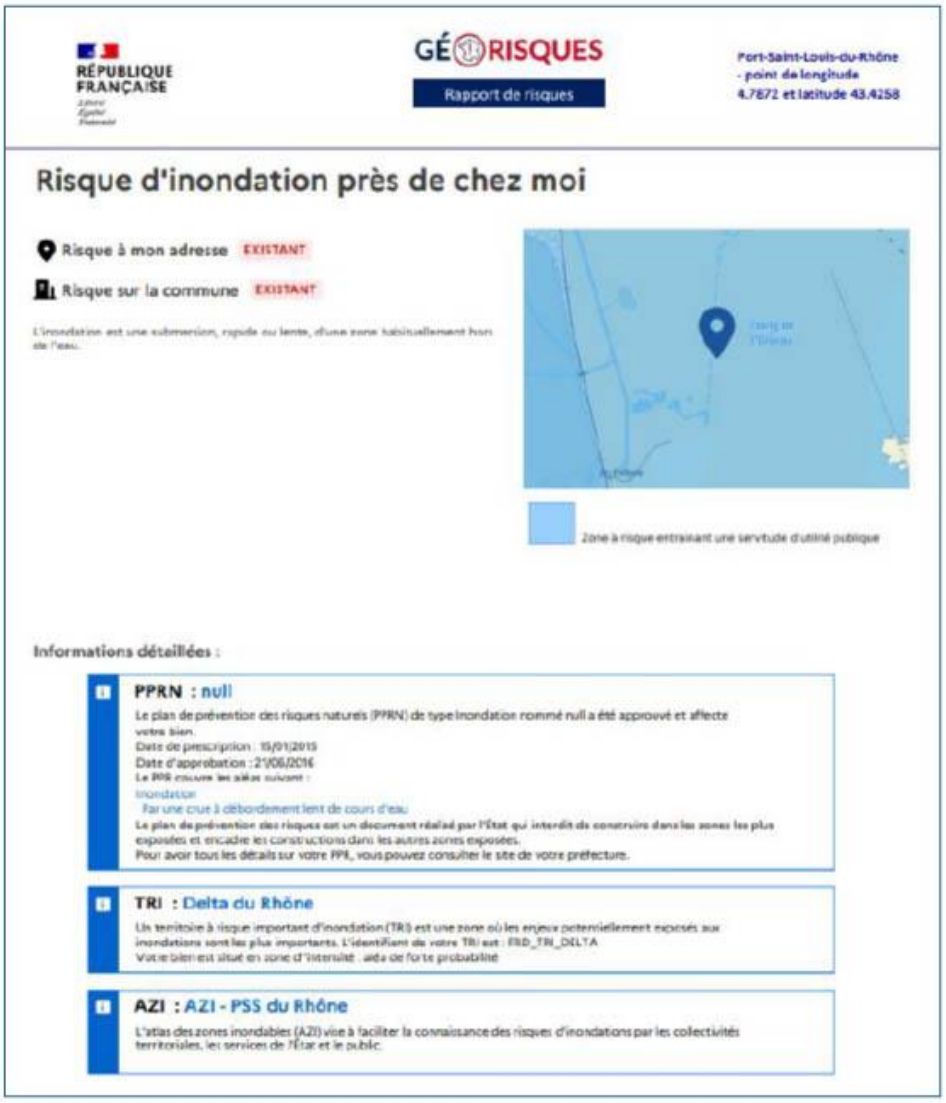
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône - point de longitude 4.7672 et latitude 43.4258

	à mon adresse :	sur ma commune :
CANALISATIONS DE TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES	CONCERNÉ	CONCERNÉ
POLLUTION DES SOLS	PAS DE RISQUE CONNU	CONCERNÉ
RUPTURE DE BARRAGE	INCONNU	CONCERNÉ



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône - point de longitude 4.7872 et latitude 43.4258

Risque d'inondation près de chez moi

Risque à mon adresse EXISTANT

Risque sur la commune EXISTANT

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau.

Zone à risque entrainant une servitude d'utilité publique

Informations détaillées :

PPRN : null

Le plan de prévention des risques naturels (PPRN) de type Inondation nommé null a été approuvé et affecte votre bien.
Date de prescription : 15/01/2015
Date d'approbation : 21/06/2016
Le PPR couvre les aléas suivant :
Inondation
Par une crue à débordement lent de cours d'eau
Le plan de prévention des risques est un document réalisé par l'État qui interdit de construire dans les zones les plus exposées et encadre les constructions dans les autres zones exposées.
Pour avoir tous les détails sur votre PPR, vous pouvez consulter le site de votre préfecture.

TRI : Delta du Rhône

Un territoire à risque important d'inondation (TRI) est une zone où les enjeux potentiellement exposés aux inondations sont les plus importants. L'identifiant de votre TRI est : FRD_TRI_DELTA
Votre bien est situé en zone d'intensité : aléa de forte probabilité

AZI : AZI - PSS du Rhône

L'atlas des zones inondables (AZI) vise à faciliter la connaissance des risques d'inondations par les collectivités territoriales, les services de l'État et le public.



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône - point de longitude 4.7872 et latitude 43.4258

Risque de remontées de nappe près de chez moi

Risque à mon adresse EXISTANT

Risque sur la commune EXISTANT

Une inondation par remontée de nappe se produit lorsque la nappe phréatique (le réservoir d'eau souterrain) sature le sol et remonte à la surface, souvent après des pluies prolongées ou des crues.
Les remontées de nappes peuvent provoquer l'inondation de caves et engendrer l'endommagement du bâti, notamment du fait d'infiltrations dans les murs. A long terme, des infiltrations dans les murs peuvent désagréger les mortiers. Il faut être très prudent lors des opérations de pompage lorsque des caves ont été inondées afin de ne pas fragiliser les murs à cause d'une différence de pression exercée par l'eau.

Informations détaillées :

REMONTÉE DE NAPPES :

- Votre niveau d'exposition aux remontées de nappes est : Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe.
- L'indication de fiabilité associé à votre zone est : MOYENNE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône
- point de longitude
4.7872 et latitude 43.4258

Risques côtiers près de chez moi

Risque à mon adresse EXISTANT

Risque sur la commune EXISTANT

Les risques littoraux sont causés par plusieurs types de phénomènes.

- La submersion marine : c'est une inondation temporaire des zones côtières par la mer dans des conditions météorologiques et de marée défavorables (augmentation du niveau moyen de la mer pendant une dépression,déferlement de fortes vagues).
- Les tsunamis : ce sont des vagues de grande hauteur, provoquées par des séismes ou des séismes sous-marins. Les vagues peuvent atteindre plusieurs mètres de hauteur sur certains territoires d'outre-mer.
- Le changement climatique a pour conséquence une augmentation du niveau moyen de la mer, ce qui aggrave aussi les risques littoraux.



Zone à risque entrainant une servitude d'utilité publique

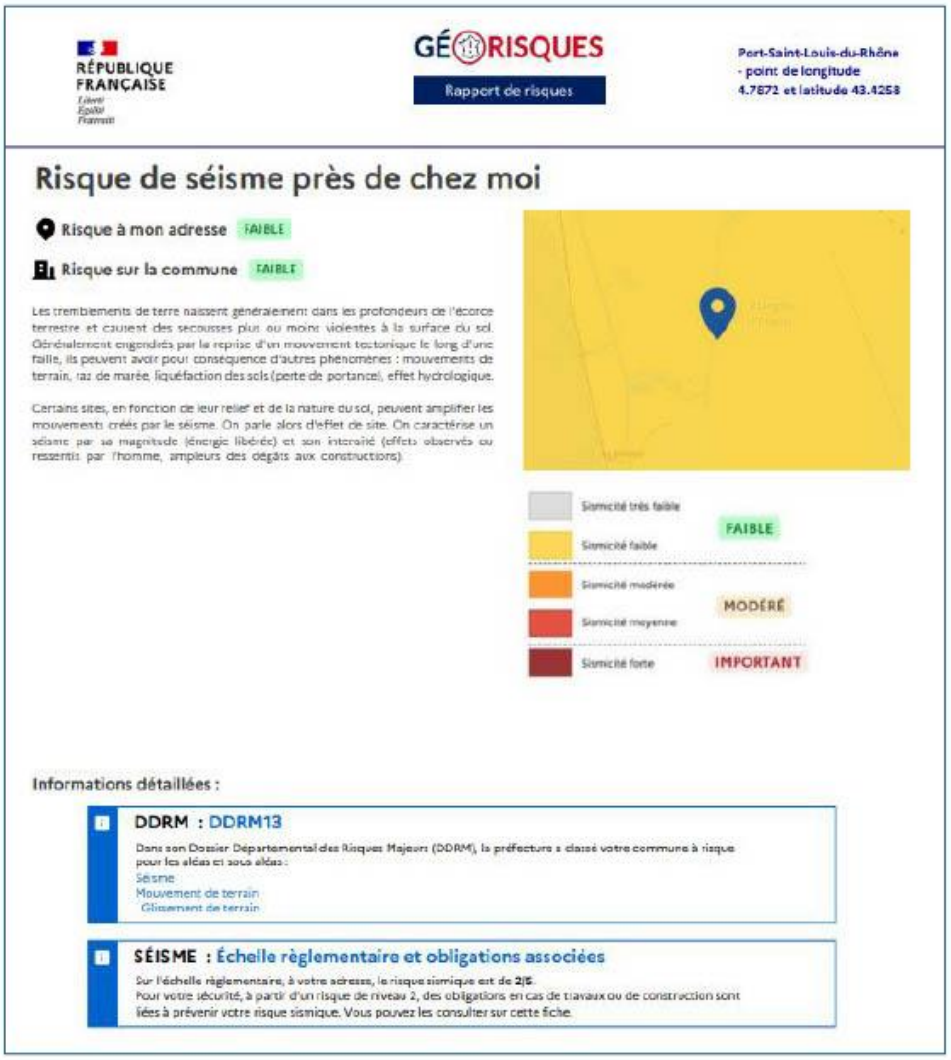
Informations détaillées :

PPRN : null

Le plan de prévention des risques naturels (PPRN) de type Risques côtiers (submersion marine, tsunami) nommé null a été approuvé et affecte votre bien.
Date de prescription : 15/01/2015
Date d'approbation : 21/06/2016
Le PPR couvre les aléas suivant :
Inondation
Par submersion marine
Le plan de prévention des risques est un document réalisé par l'État qui interdit de construire dans les zones les plus exposées et encadre les constructions dans les autres zones exposées.
Pour avoir tous les détails sur votre PPR, vous pouvez consulter le site de votre préfecture.

DDRM : DDRM13

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :
Inondation
Par submersion marine



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

GÉORISQUES
Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône
- point de longitude
4.7672 et latitude 43.4258

Risque de séisme près de chez moi

Risque à mon adresse FAIBLE

Risque sur la commune FAIBLE

Les tremblements de terre naissent généralement dans les profondeurs de l'écorce terrestre et causent des secousses plus ou moins violentes à la surface du sol. Généralement engendrés par la reprise d'un mouvement tectonique le long d'une faille, ils peuvent avoir pour conséquence d'autres phénomènes : mouvements de terrain, raz de marée, liquéfaction des sols (perte de portance), effet hydrologique.

Certains sites, en fonction de leur relief et de la nature du sol, peuvent amplifier les mouvements créés par le séisme. On parle alors d'effet de site. On caractérise un séisme par sa magnitude (énergie libérée) et son intensité (effets observés ou ressentis par l'homme, ampleurs des dégâts aux constructions).

Informations détaillées :

DDRM : DDRM13

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :
Séisme
Mouvement de terrain
Glissement de terrain

SÉISME : Échelle règlementaire et obligations associées

Sur l'échelle règlementaire, à votre adresse, le risque sismique est de 2/5.
Pour votre sécurité, à partir d'un risque de niveau 2, des obligations en cas de travaux ou de construction sont liées à prévenir votre risque sismique. Vous pouvez les consulter sur cette fiche.



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône - point de longitude 4.7872 et latitude 43.4258

Risque de retrait gonflement des argiles près de chez moi

Risque à mon adresse MODÉRÉ

Risque sur la commune MODÉRÉ

Les sols qui contiennent de l'argile gonflent en présence d'eau (saison des pluies) et se tassent en saison sèche. Ces mouvements de gonflement et de rétractation du sol peuvent endommager les bâtiments (fissuration). Les maisons individuelles qui n'ont pas été conçues pour résister aux mouvements des sols argileux peuvent être significativement endommagées. C'est pourquoi le phénomène de retrait et de gonflement des argiles est considéré comme un risque naturel. Le changement climatique, avec l'aggravation des périodes de sécheresse, augmente ce risque.

Informations détaillées :

RGA : Échelle règlementaire et obligations associées

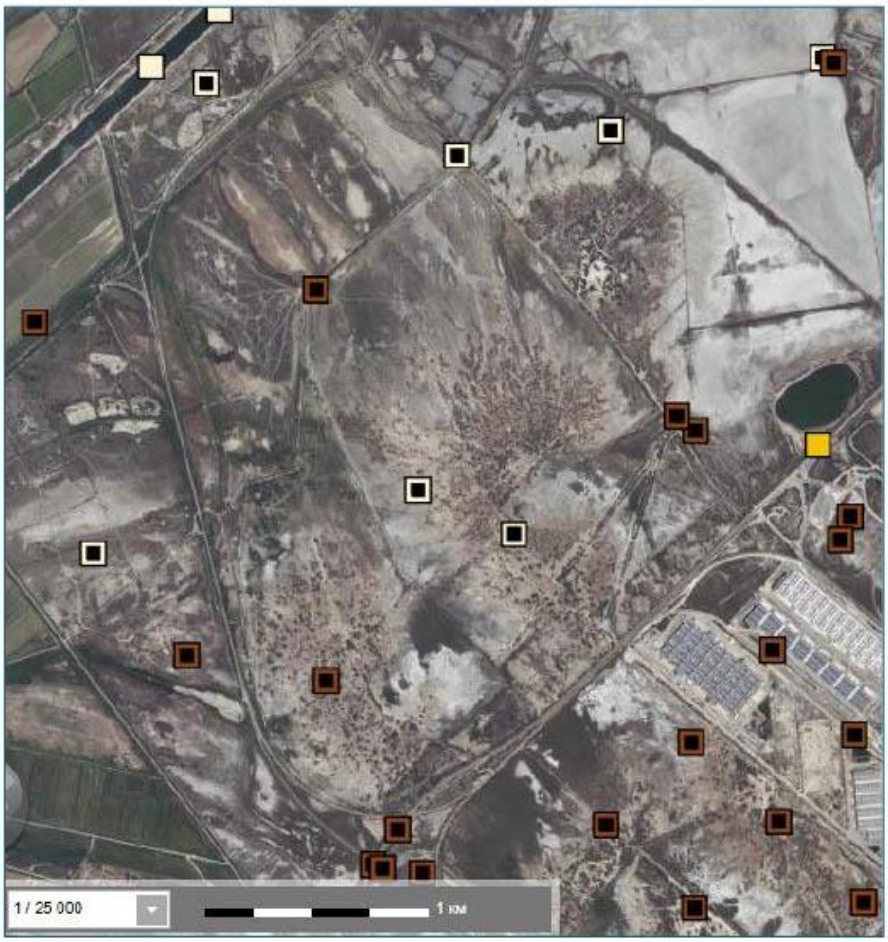
Sur l'échelle réglementaire, à votre adresse, le risque de gonflement des argiles est de 2/3.
Pour votre sécurité, des obligations en cas de travaux ou de construction sont liées à prévenir le risque.

2 sécheresses classées en catastrophe naturelle dans ma commune :

Une CATNAT est une Catastrophe Naturelle, liée à un phénomène ou conjonction de phénomènes dont les effets sont particulièrement dommageables. Lorsqu'une catastrophe naturelle frappe un territoire, on dit que "le territoire est en état de catastrophe naturelle".

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE2430295A	Sécheresse	30/09/2023	02/12/2024
INTE2430295A	Sécheresse	31/03/2023	02/12/2024

Annexe 2 : Données de la BSS



BSS002JGHB

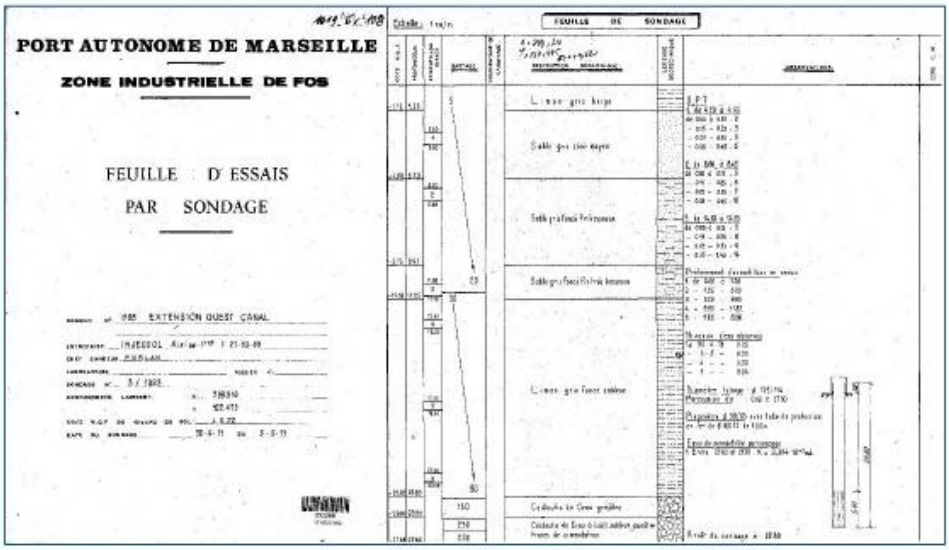
10196X0170/S1824

Log validé

Profondeur

De 0.0 à 27.4 m Rafraîchir

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
1.20	Formations littorales récentes		Limon gris clair	Holocène	-1.02
			Sable gris foncé, moyen		
5.15					-4.97
			Sable gris foncé, fin, limoneux		
11.85					-11.67
			Limon gris foncé sableux		
22.40			Cailloutis gris (cailloutis de Crau)		-22.22
23.95	Alluvions würmiennes Fy +5 - 10 (+3-4;412) (+1 - 3; 476)		Cailloutis sable jaune induré, argile jaune (cailloutis de Crau)	Würm	-23.77


PORT AUTONOME DE MARSEILLE

ZONE INDUSTRIELLE DE FOS

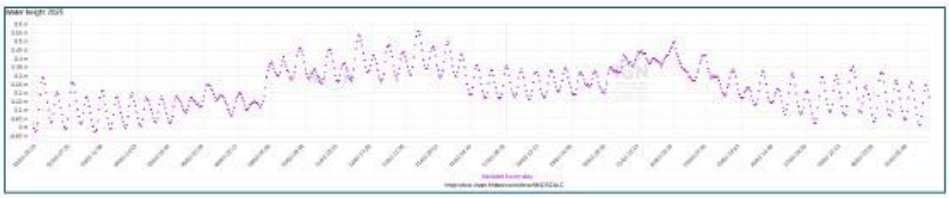
FEUILLE D' ESSAIS

PAR SONDAGE

FEUILLE DE SONDAGE

BSS002JGEM





Bibliographie

Aguesse, P., et F. Marazanof. 1965. « Les Modifications Des Milieux Aquatiques de Camargue Au Cours Des 30 Dernières Années ». *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 1 (2): 163-90. https://doi.org/10.1051/limn/1965001.

archiveenligne. 2024. « Les cartes de Cassini et la généalogie ». *Archiveenligne.fr*, août 27. https://www.archiveenligne.fr/2024/08/27/les-cartes-de-cassini-et-la-genealogie/.

« Article L211-1 - Code de l'environnement - Légifrance ». s. d. Consulté le 19 août 2025. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000041599138.

« Climat, météo par mois, température moyenne pour Port-Saint-Louis-du-Rhône (France) - Weather Spark ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://fr.weatherspark.com/y/50185/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Port-Saint-Louis-du-Rh%C3%B4ne-France-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e.

« DATA.SHOM.FR - Marégraphe - MARSEILLE ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://data.shom.fr/donnees/refmar/524#001=eyJjIjpbNTk1OTc3LjYxNDM5MDQxNDgsNTM1NDUwNi45MzAzNTA0ODFdLCJ6Ijo2LCJyIjowLCJsIjpbeyJ0eXBlIjoiSU5URVJOQUxfTEFZRVIiLCJpZGVudGlmaWVyIjoiRkRDX0dFQkNPX1BZUi1QTkdfMzg1N19XTVRTIiwib3BhY2l0eSI6MSwidmlzaWJpbGl0eSI6dHJ1ZX1dfQ==.

« Ensoleillement et climat sur Port-Saint-Louis-du-Rhône - Mairie de Port-Saint-Louis-du-Rhône et sa ville ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://www.annuaire-mairie.fr/ensoleillement-port-saint-louis-du-rhone.html.

Gis Sol » Carte Des Sols Sur Le Géoportail. s. d. Consulté le 27 août 2025. https://www.gissol.fr/donnees/carte-sur-le-geoportail-4789.

GREC-SUD. s. d. *Connaître Le Climat Méditérranéen et Les Enjeux Du Changement Climatique – GREC-SUD*. Consulté le 18 août 2025. https://www.grec-sud.fr/article-cahier/articles-du-cahier-climat/connaitre-le-climat-mediterraneen-et-les-enjeux-du-changement-climatique/.

« Le climat en France métropolitaine | Météo-France ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://meteofrance.com/comprendre-climat/france/le-climat-en-france-metropolitaine.

« Le site Trois marais | Basse vallée du Rhône Camargue ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://pnr-camargue.n2000.fr/les-sites-du-parc/le-site-trois-marais.

« Les vents régionaux | Météo-France ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://meteofrance.com/comprendre-la-meteo/le-vent/les-vents-regionaux.

« Les zones humides ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://www.ofb.gouv.fr/les-zones-humides.

« Limons et alluvions quaternaires du Bas Rhône et de la Camargue | L'eau dans le bassin Rhône-Méditerranée ». s. d. Consulté le 19 août 2025. https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/masse-eau-souterraine-frdg504.

« L'occupation du sol en Camargue ». s. d. Consulté le 27 août 2025. https://sit.pnrsud.fr/adws/app/744fd53e-d2c1-11e8-a413-375ca2dfa7ad/index.html.

meteoblue. s. d. « Simulation de données climatiques et météorologiques historiques pour Port-Saint-Louis-du-Rhône ». Consulté le 18 août 2025. https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/port-saint-louis-du-rh%c3%b4ne_france_2985934.

MONTETY, Véronique de. s. d. *SALINISATION D'UN AQUIFERE CAPTIF CÔTIER EN CONTEXTE DELTAÏQUE - CAS DE LA CAMARGUE (DELTA DU RHÔNE, FRANCE)*.

notre-environnement. 2025. « Variabilité de la température et de la salinité dans les eaux métropolitaines ». notre-environnement, août 18. https://www.notre-environnement.gouv.fr/.

« OAZIP 2040 ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://www.marseille-port.fr/oazip-2040.

« Point d'eau 10195X0041/PZ - Site public - ADES ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://ades.eaufrance.fr/Fiche/PtEau?Code=10195X0041/PZ#mesures_graphiques.

Thibault, Marc. s. d. *Notice de gestion*.

Yohia, Christophe. 2016. « Genèse du mistral par interaction barocline et advection du tourbillon potentiel - « Vers une nouvelle approche dynamique pour une meilleure définition du maître des vents » ». *Climatologie* 13: 24-37. https://doi.org/10.4267/climatologie.1182.

Rapport Zones humides – Focus Phase 1 + OLD, la totalité de l'étude « Zones humides » pour la phase 1 assortie des OLD de 100 mètres autour de la parcelle projet conformément à la demande de la DREAL PACA.

PARTIE 1 : DONNEES ET METHODES

1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

1.1. Localisation et environnement naturel

Contexte administratif		
Région de Provence-Alpes-Côte d'Azur	Département des Bouches-du-Rhône	Commune de Fos-sur-Mer
Métropole d'Aix-Marseille Provence		
Contexte environnemental		
Topographie : Plaine littorale	Altitude moyenne : 2 mètres	
Hydrographie : Rhône à 5 km	Bassin versant : mer Méditerranée (situation littorale)	
Contexte géologique : Sables d'anciens cordons littoraux, sables limoneux, vases des étangs		
Étage altitudinal : Mésoméditerranéen		
Petite région naturelle : Golfe de Fos		
Aménagements urbains à proximité		
Aménagements :	Entre les Darses n°1 et n°2 du Grand Port Maritime de Marseille Usines à proximité immédiate Route D268 – attenante au linéaire d'étude	
Zones urbaines les plus proches :	Zone industrialo-portuaire de Fos - Inclus Centre urbain de Fos-sur-Mer - 6 km à l'est	



Carte 1 : Secteur d'étude

1.2. Description du projet

La présente description se base sur les éléments fournis par le porteur de projet.

A ce stade du développement du projet, **seuls les emprises et détails du plan de masse de la phase 1 (NEOCARB LOG) sont connus**, soit environ **9 ha** sur les 51,9 ha de maîtrise foncière. Toutefois, le projet à terme tel qu'il est conçu initialement mènera à l'aménagement de la totalité de la zone d'étude. **Les impacts sont donc évalués sur l'ensemble des 51,9 ha.** Ainsi, les impacts calculés pour les phases suivantes sont estimés par défaut comme une destruction totale de l'espace qui sera aménagé ultérieurement.

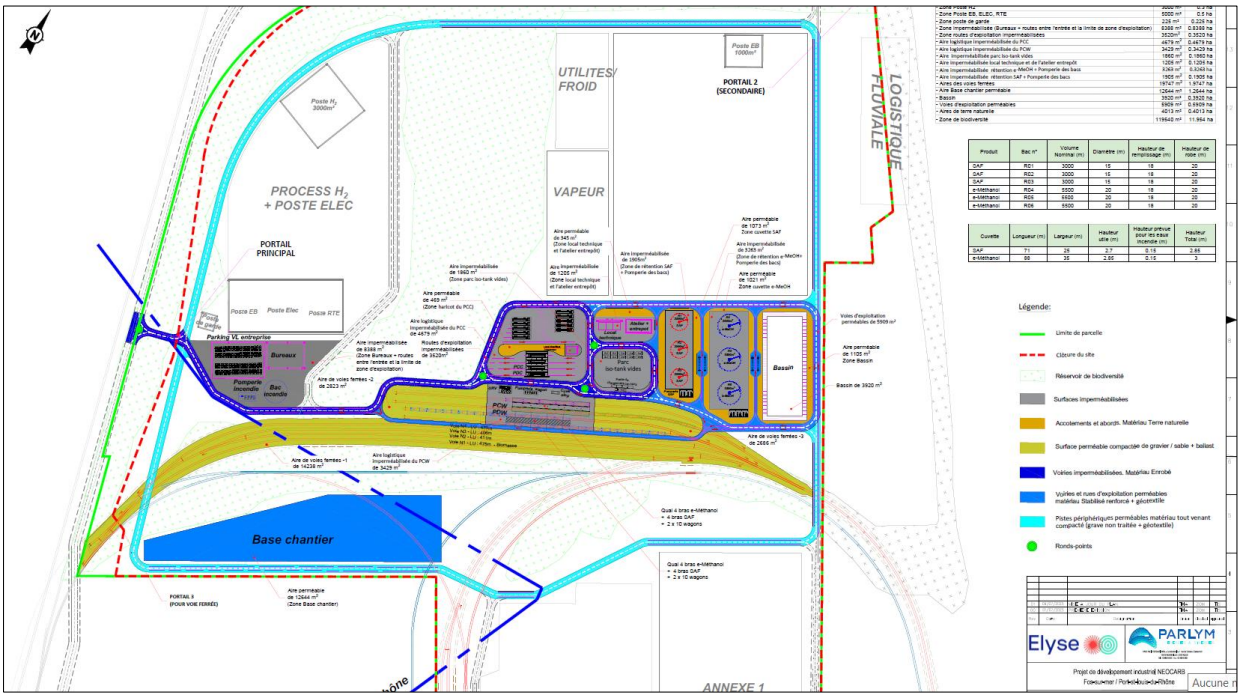
Cette feuille de route méthodologique a été partagée et validée par les administrations en charge du suivi du dossier, lors des différents COPIL, dont le dernier a eu lieu le 25 septembre 2025.

L'étude d'impacts environnementale s'inscrit par conséquent dans la globalité du projet NEOCARB (environ 52 ha) et tient compte des impacts totaux, qui, par défaut, ont été <u>évalués au maximum des destructions envisageables</u>, faute de plan de masse pour les phases 2&3 au dépôt du dossier.

Présentation du Projet NEOCARB

- 1ère phase : NEOCARB LOG

La phase travaux de cette 1ère phase du projet NEOCARB est prévue à compter de 2028. La surface totale de travaux est de 9 ha. L'évaluation les impacts a été réalisée sur la base du plan d'implantation arrêté à juillet 2025.



Carte 2 : Plan d'implantation du projet NEOCARB LOG en juillet 2025 – source Parlym-Elyse 2025

- Des phases supplémentaires seront réalisées ultérieurement pour construire l'ensemble du projet NEOCARB.

Ces phases n'ont à ce jour aucun plan d'implantation définitif. La superficie retenue des phases suivantes est de 33,3 ha et sont considérées par ECO-MED comme de la destruction complète, pour les besoins des évaluations des impacts bruts.

Obligations Légales de Débroussaillement (OLD)

Les obligations légales de débroussaillement, selon l'Arrêté Préfectoral de 2014, sont de 50m autour des bâtiments et sont de 10m de part et d'autre des voies de circulation. Cela concerne une surface d'environ 3 ha dans la partie nord du site et au-delà de la limite de maîtrise foncière dans la moitié sud englobant des zones anthropisées goudronnées, des pistes industrielles, des voies ferrées, des bâtiments industriels ainsi que des habitats naturels : bosquets à Tamaris, pelouses psammophiles.

Des échanges entre ECO-MED et le pétitionnaire ont amené à considérer dès à présent l'emplacement des futurs bâtiments des phases suivantes. Il a été entériné de les reculer de 25 m des limites parcellaires, permettant ainsi de **réduire fortement les impacts dus à l'ouverture des OLD au sein des zones de biodiversité préservées** en les cantonnant à une zone située entre 20 et 50m des bâtiments. Au-delà de 20m, les OLD peuvent être conçues au cas par cas, en **évitant un maximum d'impacts en raisonnant par îlots** notamment.

Par ailleurs, à la suite des phases de travaux successifs, les secteurs arborés et arbustifs seront parcellaires et discontinus autour du projet NEOCARB, rendant la propriété peu sensible à l'aléa « feu ».

A l'issue d'une réunion d'échanges avec le SDIS13 le 15/09/2025, il est ressorti qu'un abattage raisonné des arbres était possible autour des bâtiments et dans le secteur préservé. Il en a découlé **la carte de principe** ci-dessous **de localisation du périmètre OLD au sein de la parcelle NEOCARB** ainsi que les secteurs d'élimination de Tamaris permettant de créer des noyaux d'arbres/arbustes éloignés les unes des autres de 3 mètres au-delà des 25m autour des bâtiments.

Nous présentons ici la carte de l'implantation finale du projet (3 phases) intégrant notamment la phase itérative de réduction des impacts (évitement de conception) présentée en Partie 4 - Mesures d'évitement.



Carte 3 : Zone d'emprise finale du projet Neocarb gloBAl – source Eco-med-Parlym-Elyse 2025

Raccordement au réseau RTE de NEOCARB

Une étude d'impacts sera réalisée sur ce projet de raccordement afin de mesurer les éventuelles incidences complémentaires liées au projet NEOCARB. Toutefois, à ce jour, cette étude n'est qu'en phase préliminaire et ne donnera ses résultats qu'en 2026.

La phase NEOCARB LOG ne faisant pas l'objet du raccordement**, les résultats de l'étude d'impacts du raccordement RTE seront intégrés en complément du dépôt de dossier des phases ultérieures de NEOCARB**.

Par ailleurs, le raccordement RTE est prévu comme souterrain, sous la future desserte du môle central, ses impacts sont dès à présent considérés comme faibles, sous réserve des conclusions qui seront apportées à l'étude appropriée, courant 2026.



Carte de l'aire d'étude élargie relative à l'étude d'impacts du raccordement au réseau RTE (SOUS RESERVE D'ACCORD DE RTE POUR LA DIFFUSION DU SUPPORT)

1.3. Aires d'étude

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

- **Zone d'emprise du projet** : la zone d'emprise du projet se définit par rapport aux limites strictes du projet (limites physiques d'emprise projetées incluant la phase de chantier et les accès). A ce stade du dossier, les zones d'emprises sont fixées. Elles pourraient être en partie modifiées à moyen terme en fonction de l'évolution des processus industriels des phases suivantes ;
- **Zone d'étude** : correspond à la zone minimale prospectée par les experts. Il y a ainsi autant de zones d'étude que de groupes biologiques étudiés. En effet, chaque zone d'étude est définie au regard des fonctionnalités écologiques du groupe biologique étudié ;
- **Zone d'étude élargie** : correspond à la zone d'étude agrandie pour certains compartiments biologiques à large rayon de déplacement (chiroptères, oiseaux)

Attention : Par souci de lisibilité, une seule zone d'étude est présentée sur nos cartes, elle correspond à la **zone prospectée minimale commune à tous les groupes biologiques étudiés**. Chaque groupe biologique a été étudié, *a minima*, sur l'ensemble de cette zone cartographiée. Ainsi, des espèces observées hors de cette zone prospectée minimale peuvent être représentées, correspondant aux observations effectuées par les experts lors de leurs prospections.

2. METHODE D'INVENTAIRE ET D'ANALYSE

2.1. Recueil préliminaire d'information

L'analyse du contexte environnemental nécessite une recherche bibliographique auprès des sources de données de l'Etat ou autres institutions spécialisées. Le tableau ci-dessous récapitule les principales sources consultées :

Tableau 1 : Sources de données consultées

Structures		Objet de la consultation	Résultats de la demande
ECO-MED		Base de données interne	Données à proximité de la zone d'étude
InfoTerre		Base de données en ligne http://infoterre.brgm.fr	Carte géologique
			Dossiers du sous-sol BSS
			Données Eaux – Masses d'eau souterraine
			Site et sols (potentiellement) pollués
Géoportail		Base de données en ligne https://www.geoportail.gouv.fr/carte	Carte des sols
Géorisques		Base de données en ligne https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/	Inondations par remontée de nappes
BD Topage		Base de données téléchargeable https://geo.data.gouv.fr/	Réseaux hydrographiques
Réseau Partenarial des Données sur les Zones Humides		Base de données en ligne http://sig.reseau-zones-humides.org/	Prélocalisation des zones humides (2023)

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

La qualification et les compétences des écologues d'ECO-MED étant intervenus lors de cette mission d'inventaires complémentaires sont présentées en **Annexe 4.**

Tableau 1. Dates des prospections de la zone d'étude

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Nombre de passages	Durée des passages	Terrain	Rédaction
Flore/ Habitats naturels	Thomas CROZE Olivier JONQUET Romain BARTHELD Adrien ROLLAND (NATURALIA)	28/03/2018	15 passages	-	X	-
		12/04/2018				
		13/04/2018				
		18/05/2018				
		13/09/2018				
		22/02/2019				
		09/04/2019				
		10/04/2019				

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Nombre de passages	Durée des passages	Terrain	Rédaction
		05/03/2020				
		09/03/2020				
		05/03/2021				
		13/04/2021				
		09/06/2021				
		02/07/2021				
		09/09/2021				
	Lucie CHASTEL	25 mars 2024 (D)	8 passages diurnes	J	X	X
		28 mars 2024 (D)		J		
		29 avril 2024 (D)		J		
		30 avril 2024 (D)		J		
		17 mai 2024 (D)		J		
		17 juin 2024 (D)		J		
		18 juin 2024 (D)		J		
		19 juin 2024 (D)		J		
	Sébastien FLEURY	28 mars 2024 (D)	1 passage diurne	J	X	X
Zones humides	Thibault VEYRET Cécile SERBOURCE Héloïse CELERIER (NATURALIA)	17/04/2019	5 passages diurnes	-	X	-
		29/04/2019				
		30/04/2019				
		7 et 8 avril 2021				
	Solène LODOVICHETTI	30 avril 2024 (D)	1 passage diurne	J	X	-
	Mathis BOUCAUD	30 avril 2024 (D)	1 passage diurne	J	X	X

2.3. Méthodologie employée pour la délimitation des zones humides

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

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

2.3.1. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation relatif aux habitats

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

- Si l'habitat est coté « H. », alors la surface occupée par cet habitat est considérée comme caractéristique des zones humides.

- Si l'habitat est coté « p. » ou ne figure pas dans la liste (« - »), alors il n'est pas possible de conclure sur la nature humide de l'habitat, une expertise des sols ou des espèces végétales conformément aux modalités énoncées à l'annexe 2.1 de l'arrêté est nécessaire pour statuer sur le caractère humide.

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

L'étude des espèces végétales a été réalisée selon la méthodologie décrite en annexe 2.1 de l'arrêté du 24 juin 2008, à une période propice à l'identification d'un maximum d'espèces végétales.

Les relevés ont été effectués sur des placettes positionnées de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide. Pour chaque placette, une liste des espèces dominantes est dressée selon le protocole suivant :

- Identification des strates de végétation présentes : Arborée (A), arbustive (a), herbacée (h) ;
- Choix du rayon de la placette :

Strates de végétation présentes	Rayon de la placette
A + a + h	12 pas
A + a	12 pas
A + h	12 pas
a + h	6 pas
A	12 pas
a	6 pas
h	3 pas

- Pour chaque strate :
    - Noter le pourcentage de recouvrement des espèces et les classer par ordre décroissant ;
    - Sélectionner les espèces pour lesquelles le pourcentage de recouvrement cumulé permet d'atteindre 50% du recouvrement total de la strate ;
    - Ajouter les espèces ayant un taux de recouvrement supérieur à 20% ;
- Regrouper les listes obtenues pour chaque strate et examiner leur caractère hygrophile à l'aide de la liste des espèces indicatrices de zones humides mentionnée à l'annexe 2.1.2 de l'arrêté.

Pour chaque placette étudiée, le site est qualifié de zone humide au sens de la réglementation si au moins 50% des espèces de la liste des espèces dominantes sont caractéristiques de zones humides.

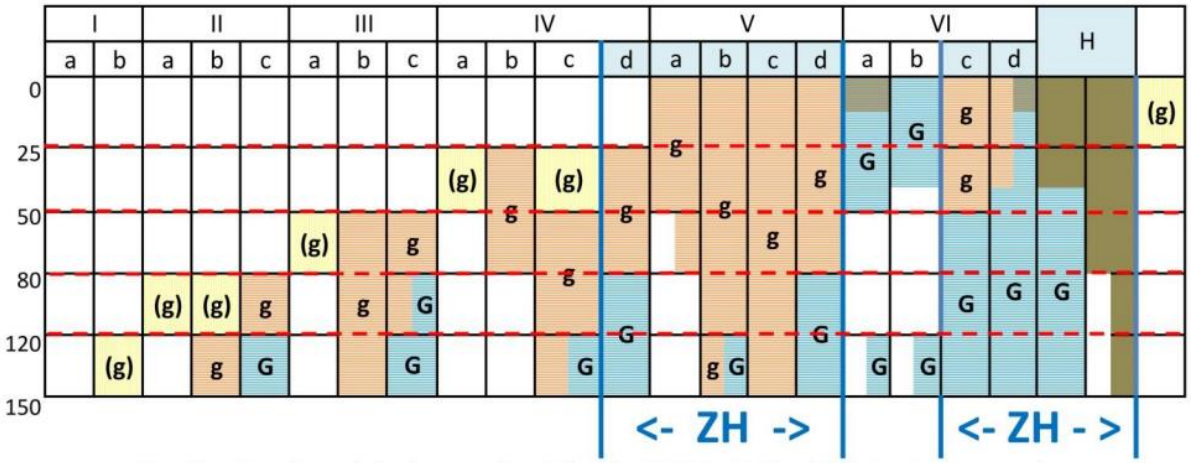
2.3.3. Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique

Les sondages pédologiques ont été réalisés avec une tarière à main de 7 cm de diamètre et jusqu'à une profondeur de 1,20 mètre si cela était possible. A chaque sondage pédologique est attribuée une classe d'hydromorphie d'après les classes définies par le groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée (GEPPA, 1981 ; modifié). Un sol est considéré comme caractéristique de zone humide s'il présente :

- un horizon histique (ou tourbeux) débutant à moins de 50 cm de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 cm : classes « H » du GEPPA ;
- des traits réductiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol : classes VI c et d du GEPPA ;
- des traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur : classes V a, b, c et d du GEPPA ;
- des traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et des traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 cm de profondeur : classe IVd du GEPPA ;

Les sondages ont été réalisés dans un premier temps, dans les zones basses, à faible pente et à proximité des secteurs en eau, davantage favorables aux traits d'hydromorphie que les autres zones. L'examen du sol a été

effectué ensuite, si nécessaire, à l'aide de sondages positionnés de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide ou de la partie de la zone humide concernée par le projet en suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. La répartition, la localisation précise ainsi que le nombre de sondages ont été définis en fonction de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec *a minima* un sondage par secteur homogène du point de vue des conditions du milieu naturel (conditions mésologiques).



Classification des sols hydromorphes (d'après GEPPA, 1981 - ALFA Environnement)

2.3.4. Délimitation finale des zones humides

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

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

In fine, cette expertise permet de réaliser une cartographie des zones humides avérées pour ensuite caractériser finement les impacts du projet sur ces milieux.

L'analyse suivante s'appuie en partie sur l'étude d'Ascofield menée par Naturalia Environnement en 2022. Les informations concernant le contexte environnemental, les habitats naturels et semi-naturels et les résultats des délimitations zones humides, basées sur le critère de la végétation **sont directement extraits ou s'appuient de ce rapport.**

3. CADRE REGLEMENTAIRE

3.1. Rubrique 3.3.1.0 du Code de l'Environnement

Dans le cas d'un impact direct ou indirect sur les zones humides, le porteur de projet doit soumettre celui-ci à l'application de la Loi sur l'eau au regard de la rubrique 3.3.1.0. : Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais (article R. 214-1 du code de l'environnement), à savoir :

- Dossier de déclaration : Si la surface impactée des zones humides par le projet est supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha.
- Dossier d'Autorisation Environnementale : Si la surface impactée des zones humides par le projet est supérieure à 1 ha.

Un assèchement, une mise en eau, une imperméabilisation ou un remblai de zones humides **de moins de 0,1 ha n'est pas soumis à la réglementation, sauf si le cumul avec des opérations antérieures réalisées par le même demandeur, dans le même bassin versant, dépasse ce seuil.**

3.2. SDAGE Rhône Méditerranée 2022-2027

Conformément au Code de l'environnement et à la politique du bassin en faveur des zones humides, les services de l'État s'assurent que les projets soumis à autorisation ou à déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-6 du Code de l'environnement et les projets d'installations classées pour la protection de l'environnement soumis à autorisation au titre de l'article L. 511-1 du même code sont compatibles avec l'objectif de préservation des zones humides.

La conduite de la séquence ERC doit s'appuyer sur une délimitation précise de la zone humide impactée, par le porteur de projet, et sur une caractérisation de la zone humide qui inclut une analyse de son rôle et intérêt patrimonial par rapport à la biodiversité, des fonctions qu'elle assure et des services rendus en termes de préservation de la ressource en eau et de gestion des risques d'inondation (soutien des débits d'étiage, contribution au maintien et l'amélioration de la qualité de l'eau, diminution de l'intensité des crues), ainsi que des autres bénéfices socioéconomiques.

Les éventuelles mesures compensatoires peuvent viser la restauration de fonctions hydrologiques, biogéochimiques ou biologiques altérées, la réhabilitation de fonctions disparues, voire la création d'habitats humides lorsque les conditions physiques et biologiques naturelles du site d'implantation s'y prêtent. Ces mesures doivent être compatibles avec les mesures de gestion déjà définies et mises en œuvre pour préserver l'espace de bon fonctionnement et les fonctions des zones humides concernées.

Dans ce cadre, lorsque la réalisation d'un projet conduit à la disparition d'une surface de zones humides ou à l'altération de leurs fonctions, les mesures compensatoires prévoient la restauration de zones humides existantes dégradées voire fortement dégradées. **Cette compensation doit viser une valeur guide de 200% au titre de la disposition 6B-03 du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée (2022-2027)** avec (1) une compensation minimale à hauteur de 100% de la surface détruite, par la restauration de zone humide fortement dégradée, en visant des fonctions équivalentes à celles impactées par le projet, et en cohérence avec l'exigence réglementaire d'équivalence écologique et (2) une compensation complémentaire par l'amélioration des fonctions de zones humides partiellement dégradées.

3.3. Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE)

Le projet n'est soumis à aucun Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).

4. METHODE NATIONALE D'EVALUATION DES FONCTIONS DES ZONES HUMIDES

4.1. Principe général et objectifs

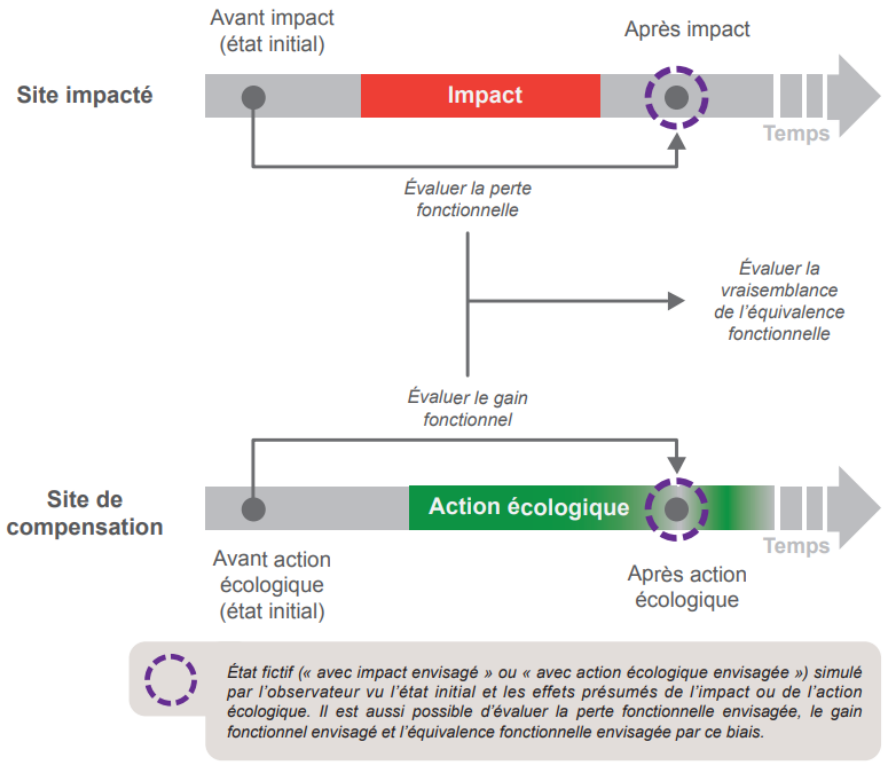
Les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et biologiques des zones humides sont souvent mises en avant dans les politiques publiques de préservation des milieux naturels. Face à ce constat, les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) 2016-2021 puis 2022-2027 prescrivent désormais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

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

Cette méthode, intégrant les informations relevées durant l'évaluation sur le site impacté et le site de compensation d'un projet d'aménagement, se structure en trois étapes :

- Le diagnostic de contexte permet de vérifier que les conditions sont bien réunies pour que l'équivalence fonctionnelle puisse être évaluée avec cette méthode et ainsi orienter le choix d'un site de compensation ;
- L'interface de dimensionnement permet d'attribuer un ratio fonctionnel au projet d'aménagement tenant compte de la faisabilité technique de la mesure de compensation et du délai pour obtenir son résultat ;
- Le diagnostic fonctionnel permet d'apprécier l'intensité probable de chaque fonction par l'intermédiaire d'une batterie d'indicateurs.

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



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

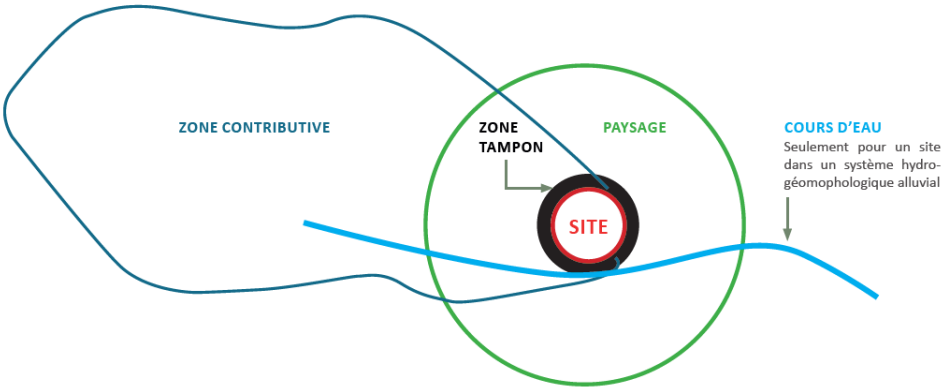
4.2. Données nécessaires à l'évaluation des fonctions

L'évaluation d'une zone humide est réalisée en tenant compte des propriétés intrinsèques du site (en zone humide) et également de son environnement (aussi appelé « périmètre élargi » par TRUCHON *et al*., 2020). En effet, la nature et l'intensité des fonctions résultent des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de la zone humide, de sa position au sein du bassin versant, du paysage environnant, de son système hydrogéomorphologique et de leurs interactions.

4.2.1. Informations collectées sur l'environnement du site impacté et du site de compensation

Quatre zones sont distinguées pour évaluer l'environnement de la zone humide :

- La zone contributive : espace collectant l'ensemble des écoulements et donc l'ensemble des flux hydro-sédimentaires, de nutriments, de polluants et biologiques.
- La zone tampon : espace immédiat (50 mètres autour de la zone humide) « filtrant » les flux hydro-sédimentaires et biogéochimiques en provenance de la zone contributive.
- Le paysage : périmètre de 1km autour de la zone humide
- Et aussi éventuellement le cours d'eau associé.



Zones prises en compte pour évaluer les fonctions des zones humides

Tableau 2. Informations à renseigner sur l'environnement du site

Zone concernée	Informations à renseigner dans l'évaluation
Zone contributive	Superficie, périmètre, occupation du sol
Zone tampon	Espèces végétales invasives, présence de sources, fossés, drains souterrains
Paysage	Superficie, proportion en habitats EUNIS niveau 1, corridors boisés, aquatiques et infrastructures (transports, lignes HT, parcs éoliens, puits de captage)
Cours d'eau associé	Sinuosité, distance au lit mineur, incision du lit mineur

4.2.2. Informations collectées au sein du site impacté et du site de compensation

Les paramètres mesurés au sein des sites impactés et de compensation sont nombreux et ne seront pas détaillés ici. Ils permettent d'alimenter une série d'indicateurs que l'on peut classer en 5 catégories ou « indicateurs génériques » : le couvert végétal, les systèmes de drainage, l'érosion, le sol et les habitats.

L'ensemble de ces informations sont nécessaires afin d'élaborer le diagnostic de contexte, le diagnostic fonctionnel et la mesure de compensation.

4.3. Le diagnostic de contexte

Il consiste à vérifier que le site impacté « avant impact » et le site de compensation « après action écologique » présentent un contexte similaire en amont de l'évaluation de leurs fonctions. Les cinq conditions à respecter comportent à la fois des éléments relatifs à l'environnement des sites et des caractéristiques intrinsèques :

- Appartenance à la même masse d'eau de surface
- Même système hydrogéomorphologique
- Habitats naturels similaires entre le site impacté « avant impact » et le site de compensation « après action écologique »
- Pressions anthropiques similaires dans la zone contributive
- Paysage similaire

Ces conditions constituent un guide pour le choix d'un potentiel site de compensation. Si elles ne sont pas remplies, alors le projet d'aménagement s'écarte des principes édictés par le code de l'environnement.

4.4. Dimensionnement de la mesure de compensation et ratio fonctionnel

La méthode inclue une interface de dimensionnement permettant de définir le ratio fonctionnel du projet d'aménagement. **Le ratio fonctionnel** correspond à un facteur d'ajustement du dimensionnement selon la faisabilité technique de la mesure de compensation, le délai pour obtenir son résultat et selon son environnement. Le ratio fonctionnel diffère du ratio surfacique préconisé par un SDAGE. En pratique, concernant le ratio fonctionnel il s'agit de vérifier que le dimensionnement de la compensation est satisfaisant au regard des caractéristiques de l'action écologique prévue.

L'utilisation de l'interface de dimensionnement de la mesure de compensation inclut 3 étapes :

- Définition d'un intervalle de variation du ratio fonctionnel par les parties prenantes :
- Qualification de la mesure de compensation à l'aide des critères du site de compensation « avant action écologique et « après action écologique envisagée », en intégrant les problématiques liées au délai d'obtention des résultats et de faisabilités techniques des mesures ;
- Choix du ratio fonctionnel après requalification éventuelle.

Le ratio fonctionnel octroyé au projet est une donnée nécessaire à l'étape finale du diagnostic fonctionnel : l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle entre les pertes sur le site impacté et les gains sur le site de compensation.

Le ratio fonctionnel et le ratio surfacique préconisé par les SDAGE ne se substituent pas l'un à l'autre, ils sont des VALEURS GUIDES pour l'obtention de compensations qualitatives et optimisées.

4.5. Le diagnostic fonctionnel

Il consiste à quantifier et à qualifier les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques rendues par les zones humides, au regard des éléments mesurés dans le site et son environnement.

Le diagnostic fonctionnel sur le site impacté permet d'une part d'identifier les fonctions dites « prioritaires », c'est-à-dire les fonctions associées à de forts enjeux territoriaux.

Puis, en simulant les impacts du projet sur le site impacté et les effets des actions écologiques sur le site de compensation, il est possible de qualifier et quantifier les pertes fonctionnelles sur le site impacté et les gains fonctionnels envisagés sur le site de compensation.

Enfin, l'équivalence fonctionnelle entre les pertes sur le site impacté et les gains sur le site de compensation pourra être évaluée, en intégrant le ratio fonctionnel octroyé au projet obtenu dans l'interface de dimensionnement. L'équivalence fonctionnelle devra être obtenue pour un nombre suffisant d'indicateurs associés aux fonctions prioritaires.

4.5.1. Nature des fonctions et sous-fonctions étudiées

Les fonctions et sous-fonctions étudiées, adaptées aux particularités locales des zones humides étudiées, sont les suivantes :

Tableau 3. Fonctions et sous-fonctions étudiées par la MNEFZH v2

Fonctions	Sous-fonctions	Indicateurs génériques
Hydrologique	Atténuation du débit de crue*	Couvert végétal, Système de drainage, érosion, sol et habitats
	Ralentissement des ruissellements	
	Recharge des nappes	
	Rétention des sédiments	
	Soutien au débit d'étiage**	
Biogéochimique	Dénitrification	Couvert végétal, Système de drainage, érosion, sol et habitats
	Assimilation végétale de l'azote	
	Adsorption et précipitation du phosphore	
	Assimilation végétale des orthophosphates	
	Séquestration du carbone	
Ecologique	Support des habitats	Habitats
	Connexion des habitats	

* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier,
** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression

La méthode utilise une série d'indicateurs pour évaluer les différentes fonctions et sous-fonctions des zones humides. Ces indicateurs, dont le nombre varie selon la configuration des zones humides, sont alimentés à partir d'éléments mesurables de l'environnement. L'intensité d'une sous-fonction est évaluée en analysant l'ensemble des indicateurs qui lui sont associés :

- Pour les fonctions hydrologique et biogéochimique, les indicateurs peuvent inclure le couvert végétal, la présence de drains et la qualité du sol.
- Pour la fonction écologique, les indicateurs peuvent inclure la diversité des espèces et l'état de conservation des habitats.

Une valeur d'un indicateur élevée signifie généralement que la fonction évaluée par cet indicateur est performante ou bien maintenue.

La valeur des indicateurs **évalués dans le site** renseigne sur la **capacité fonctionnelle du site**, c'est-à-dire sa capacité à réaliser les fonctions associées. **Ce sont ces indicateurs évalués dans le site qui interviennent dans l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle.**

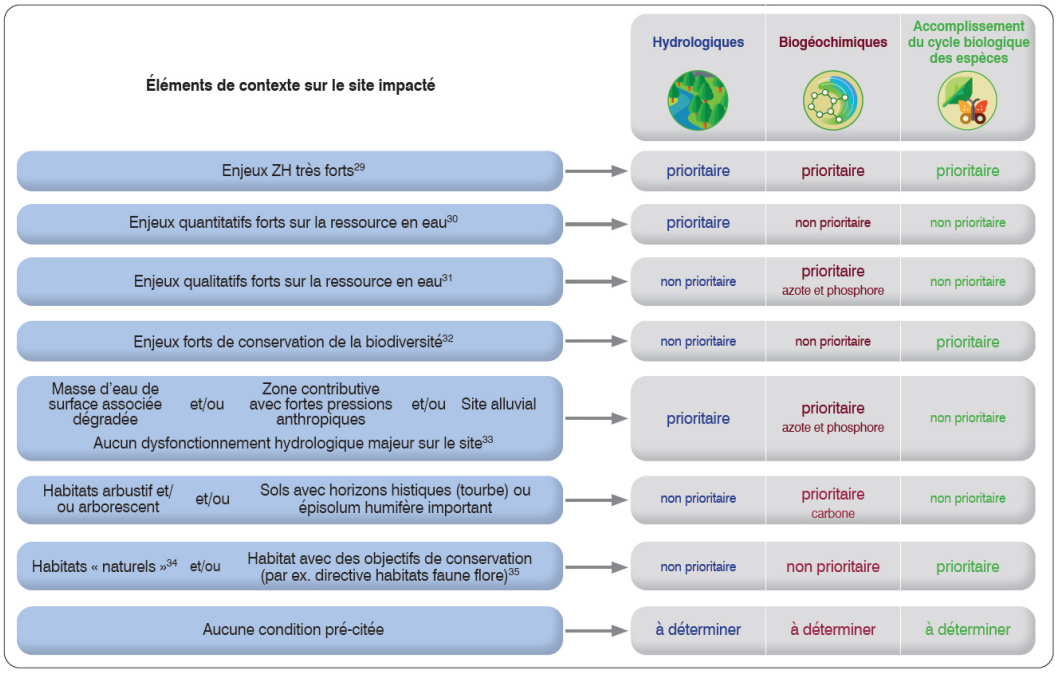
En revanche, les indicateurs relevés **dans l'environnement du site** renseignent sur l'opportunité pour un site d'accomplir ses fonctions : **c'est l'opportunité fonctionnelle**. Ces indicateurs évalués dans l'environnement du site n'interviennent pas dans l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle. En revanche, ils orientent **le choix les fonctions à prioriser.**

L'ensemble des indicateurs et les fonctionnalités auxquelles ils se rapportent sont présentés **en annexe 1 Illustration simplifiée des indicateurs dans le site et des fonctions associées** (indicateurs mesurés dans le site) et en **Annexe 2** (indicateurs mesurés dans l'environnement du site).

4.5.2. Identification des fonctions prioritaires

Dans le cadre d'une mesure de compensation des zones humides, observer une équivalence fonctionnelle sur tous les indicateurs est improbable à la vue de leur nombre et de la complexité des interactions indicateurs-fonctions. En effet, un indicateur présentant une valeur élevée peut être favorable à la réalisation d'une sous-fonction mais défavorable à une autre.

Il est donc nécessaire d'identifier les fonctions prioritaires, associées à de forts enjeux territoriaux. Les éléments à prendre en compte pour identifier ces fonctions figurent sur le schéma ci-dessous.



29 : *ZHIEP, ZSGE, ZH d'intérêt majeur, Ramsar, ZH remarquables SDAGE, ZH prioritaires SAGE…*

30 : *Inondations sur tête de BV, vallée alluviale, urbaine ou péri-urbaine, zones de répartition des eaux (article R211-71 du CE), BV avec sécheresse, AEP (captages)…*

31 : *Pollution diffuse (secteur dégradé nitrate et/ou PPP), AEP (captages), BV avec forte érosion des sols, pollutions ICPE, urbaine, STEP…, qualité d'eau en tête de bassin versant…*

32 : *Trame verte et bleue, espaces naturels protégés ou gérés (Natura 2000, RN, APPB, propriétés du conserv. du litt, PN,…), espèces protégées (L. 411-1 du CE, …).*

33 *: Voir par ex. les indicateurs sur les systèmes de drainage, l'érosion.*

34 *: Voir par ex. les indicateurs sur la rareté de l'artificialisation des habitats, la rareté des invasions biologiques végétales.*

35 *: Voir Guide EUNIS pour vérifier des objectifs de conservation (Gayet* et al., *2018b).*

Eléments de contexte non exhaustif sur le site impacté pour identifier les fonctions prioritaires
Source : Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, V2

L'évaluation de l'opportunité fonctionnelle pour le site de réaliser ses fonctions vis-à-vis des caractéristiques de son environnement et de la capacité du site à effectivement réaliser ses fonctions permet d'identifier les fonctions prioritaires sur lesquelles portera l'analyse de l'équivalence fonctionnelle.

Le choix des fonctions à prioriser intègre également des données de contexte qui ne rentrent pas dans le calcul des indicateurs et des sous-fonctions (zones humides d'intérêt majeur, la position de la zone humide dans le bassin versant et les pollutions diffuses, les trames vertes et bleues, les espèces protégées, les espaces naturels à statuts etc…).

4.5.3. L'équivalence fonctionnelle

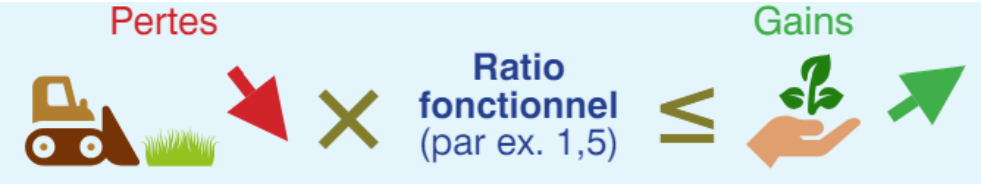
A l'issue de l'analyse, la méthode permet de quantifier les pertes fonctionnelles sur une zone humide impactée et les gains fonctionnels envisagés (avec ou sans équivalence fonctionnelle) sur un site de compensation.

Une **perte fonctionnelle** est une situation où l'on observe, sur le site impacté, une diminution de la valeur d'un indicateur entre les états « avant impact » et « avec impact envisagé » (ou « après impact »). Cela indique la régression de l'intensité des sous-fonctions associées.

Un **gain fonctionnel** est une situation où l'on observe, sur le site de compensation, une hausse de la valeur d'un indicateur entre les états « avant action écologique » et « avec action écologique envisagée » (ou « après action écologique »). Cela indique la progression de l'intensité des sous-fonctions associées.

L'équivalence fonctionnelle se définit par la situation où le gain fonctionnel sur le site de compensation est supérieur ou égal au ratio fonctionnel multiplié par la perte fonctionnelle attendue sur le site impacté.

L'équivalence fonctionnelle est évaluée en comparant uniquement les indicateurs évalués dans le site, les indicateurs dans l'environnement du site apportent seulement des éléments de contexte qui orientent sur le choix des fonctions prioritaires.



Intervention du ratio fonctionnel pour évaluer l'équivalence fonctionnelle
Source : Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, V2

La mesure de compensation associée au projet d'aménagement sera jugée satisfaisante si l'équivalence fonctionnelle est obtenue sur suffisamment d'indicateurs associés aux fonctions prioritaires identifiées.

NB : Le guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides – version 2 ne précise pas le nombre d'indicateurs pour lesquelles l'obtention de l'équivalence fonctionnelle est attendue. Les retours d'expérience par suite de l'utilisation de cette méthode suggèrent de fixer comme objectifs l'obtention de l'équivalence fonctionnelle pour **2 à 3 indicateurs associés aux sous-fonctions prioritaires et pour au moins un indicateur par sous-fonction secondaire.**

PARTIE 2 : DIAGNOSTIC DES ZONES HUMIDES

1. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

- **Analyse diachronique**

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

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

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

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

Dans les années 70, la darse contre laquelle s'appuie l'actuelle aciérie voit le jour. Dès cette période, le golfe connaît une restructuration industrielle. La darse et les plateformes associées ont lourdement affecté le paysage sur l'aire d'étude. Les horizons de sol y ont été complètement déstructurés (mélangeant sables, limons, poudingue et calcaires) et des apports importants de terres extérieures ont remblayé massivement le paysage naturel. Des grandes surfaces d'habitats ont donc disparus en quelques décennies et l'écocomplexe local en a donc été fortement affecté. Actuellement, les pollutions (matérielles, chimiques, biologiques, sonore, visuelles, olfactives, etc.), le renforcement du tissu industriel et tous les effets induits continuent encore d'accabler la biodiversité du le secteur et de l'aire d'étude. On aperçoit malgré tout une résilience vers des habitats très secondaires permettant de soutenir une partie de la biodiversité ayant réussi à se maintenir.



Carte 4 : Evolution du site d'étude, entre 1950 et aujourd'hui (source : IGN)

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

- **Contexte géologique**

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

Comme expliqué précédemment, le sol de la zone d'étude correspond à des remblais de sédiments (sables) dragués lors du creusement des bassins à l'intérieur du port de Fos-sur-Mer (darse 1) dans les années 1970 puis le canal de navigation terminé début des années 1980. Ces sables ont été déposés sur des milieux naturels composés essentiellement de prés salés, sansouïres et de plans d'eau. **Avant les aménagements anthropiques, le secteur était composé, à l'image de la Camargue, de zones humides.**

- **Contexte hydrologique et hydrogéologique**

La zone d'étude est située le long de la Darse 1 et du canal de navigation de Fos au Rhône. Des roubines circulent également sur le site en étant connectées à la darse ou longeant l'ouest de la zone d'étude. Ces milieux peuvent aussi bien alimenter la zone humide lors des périodes de hautes eaux que jouer un rôle de drains pendant les périodes sèches, l'eau s'évacuant de la zone humide aux zones basses.

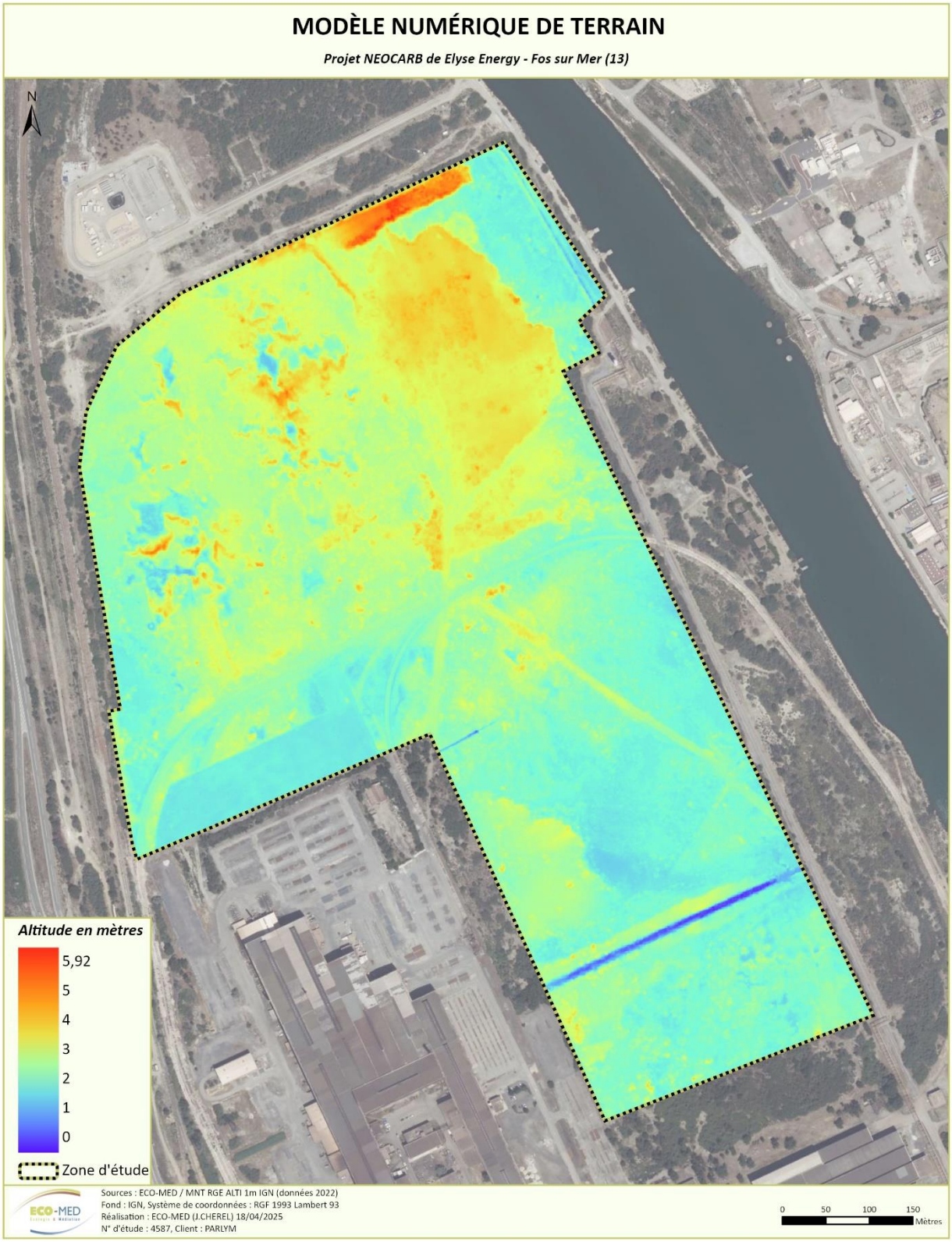
D'après la carte des risques de remontée de nappes (https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/), la majorité de la zone d'étude est potentiellement sujette aux inondations de cave. Ce phénomène, provoqué par des évènements pluvieux intenses, entraîne une remontée de la nappe entre 0 et 5 mètres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

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

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

- **Contexte topographique**

La zone d'étude est caractérisée par un relief hétérogène globalement moins élevée au sud avec des valeurs comprises entre 1m50 et 2m. Le secteur nord oscille entre 2m50 et plus de 5m. Ce relief contrasté témoigne des modifications anthropiques qu'a connu la zone d'étude.



Carte 5 : Topographie de la zone d'étude

- **Prélocalisation des zones humides**

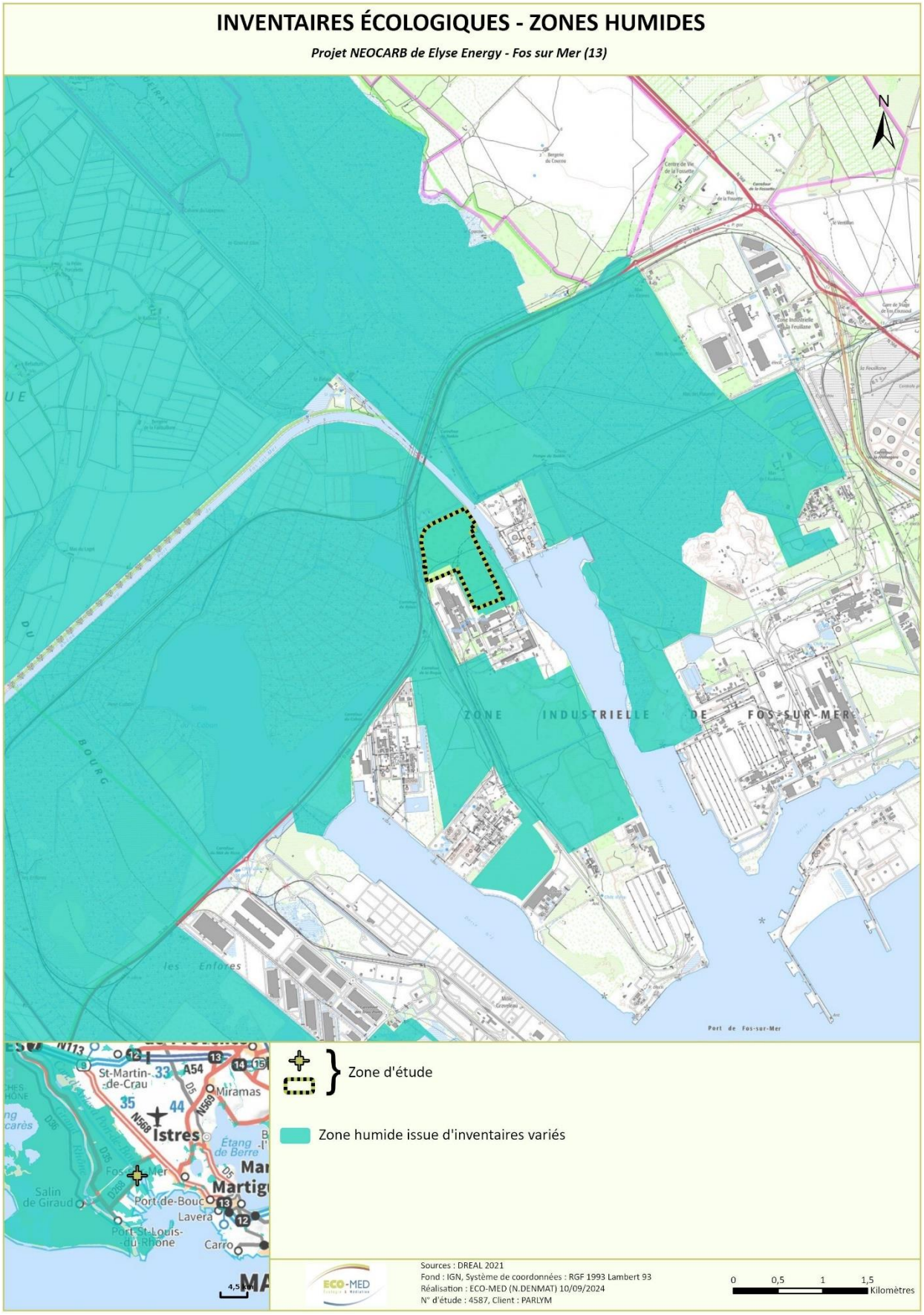
La carte de probabilité de présence seuillée des zones humides est un projet réalisé en partenariat entre PatriNat (OFB-MHNH-CNRS-IRD), l'Université de Rennes 2, l'Institut Agro Rennes Angers, l'INRAE et la Tour du Valat en 2023. Cette cartographie nationale consiste à pré-localiser les zones et les milieux humides sur le territoire métropolitain. La carte de probabilité de présence seuillée permet de connaître la probabilité de présence des zones humides, seulement là où elle est significative et de distinguer les surfaces en eau et urbanisées. Ce jeu de données n'a pas de poids règlementaire mais permet d'orienter les prospections *in situ* et peut aider dans l'examen du sol.

Ces données suggèrent que la quasi-totalité de la zone d'étude correspond à une zone humide artificialisée.

- **Inventaire du Réseau partenariale des données sur les zones humides (RPDZH)**

Le Réseau partenarial des données sur les zones humides (base nationale de données sur les milieux humides) a mis à jour sa base de données « inventaires zones humides effectives » en 2023, grâce aux structures locales en charge de la réalisation des inventaires. Cette base de données ne constitue pas un inventaire exhaustif, mais permet de localiser des zones humides préalablement délimitées et ainsi d'orienter les prospections de terrain.

Le site d'étude est entièrement considéré comme une zone humide par le RPDZH. Cependant, cette donnée ne peut se substituer à une analyse sur critère végétation et pédologique comme indiqué dans l'arrêté du 28 juin 2009 modifié.



Carte 6 : Inventaire zones humides autour de la zone d'étude

- **Synthèse**

Les zones d'étude correspondent à un milieu remanié et anthropisé qui a vraisemblablement été aménagé sur d'anciennes zones humides.

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

Cependant, les remaniements des remblais sableux entraînent des modifications dans la topographie des zones d'étude, ce qui peut avoir des répercussions sur le fonctionnement hydrologique, biogéochimique et écologique des zones humides présentes.

2. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude localisée sur la commune de Fos-sur-Mer (13), se situe au nord du site industriel de Marcegaglia (ex-Ascomeetal) entre les darses 1 et 2. La création des darses et des zones d'activités a entrainé d'importants changements dans le fonctionnement écologique de la zone d'étude et dans les paysages. Les systèmes dunaires et lagunaires sont aujourd'hui résiduels mais une faune et une flore diversifiées et à enjeu patrimonial réussissent à s'y développer.



Orthophotographies anciennes (1950-1965)



Orthophotographies récentes (2020)

Photos : analyse diachronique de la zone d'étude – source GEOPORTAIL

Sur la zone d'étude, les habitats majoritaires sont des formations rudérales et pionnières qui résultent de l'ensemble des remaniements et des remblais. Plusieurs pelouses sont occupées par le Piptathère faux-millet (*Oloptum miliaceum*) ou l'Inule visqueuse (*Dittrichia viscosa*) tandis que les zones boisées sont dominées par le Peuplier blanc (*Populus alba*) et le Tamaris (*Tamarix gallica*). Toutes ces espèces ont une amplitude écologique importante et sont dites pionnières car elles font partie des premières à se réinstaller. D'autres espèces pionnières et plastiques mais exogènes ont également profité de l'espace créé lors des remaniements. Ainsi, on retrouve plusieurs de ces espèces tel que l'Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia*) et l'Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*). Ces Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE) entrent en concurrence avec les espèces indigènes et tendent à homogénéiser les milieux ce qui peut entrainer une perte de la richesse spécifique du site.



Bosquet à Peuplier blanc



Bosquet à Tamaris



Bosquet d'Olivier de Bohème



Bosquet d'herbe de la Pampa

Photos : Aperçu des milieux rudéralisés de la zone d'étude

L.CHASTEL, 17/05/2024, Fos-sur-Mer (13)

Hormis sur la zone de scories au sud-ouest, des habitats plus préservés s'imbriquent dans les zones rudéralisées. On retrouve des habitats issus d'anciennes dunes comme les pelouses sableuses. Lorsqu'elles sont occupées par des espèces annuelles, elles sont l'habitat privilégié d'une espèce singulière et fortement patrimoniale, le Myosotis nain (*Myosotis pusilla)* mais elles constituent également le substrat privilégié pour plusieurs habitats emblématiques comme les prairies à Scirpe (*Scirpoides holoschoenus*), à Jonc piquant (*Juncus acutus*) ou encore à Armoise champêtre (*Artemisia campestris*). Plusieurs espèces patrimoniales y sont présentes comme la Canne de Ravenne (*Saccharrum ravennae)* ou le Rostraire du littoral (*Rostraria pubescens*). Des zones de dépression ou plus proches du littoral sont occupées par des prés-salés et des zones résiduelles de steppes à Saladelle (*Limonium sp*).



Pré-salé à Scirpe



Pré-salé à Jonc piquant



Pelouse psammophile



Pelouse psammophile à annuelle



Pelouse à Impérate cylindrique



Prairie psammophile

Photos : Aperçu des habitats naturels de la zone d'étude

L.CHASTEL, 17/06/2024, Fos-sur-Mer (13)

3. HABITATS NATURELS

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

Les habitats naturels décrits ci-dessous sont classés en fonction de leur représentation relative dans la zone d'étude et par enjeu ; le premier habitat caractérisé est celui qui a le recouvrement le plus important, le dernier ayant la superficie la plus restreinte. Leur localisation est précisée sur la carte ci-après.

Les habitats présentés ci-dessous prennent leurs sources dans le travail réalisé entre 2019 et 2021 par Naturalia, avec toutes les adaptations et actualisations requises, faisant suite aux passages de 2024.

Tableau 4. Présentation des habitats naturels

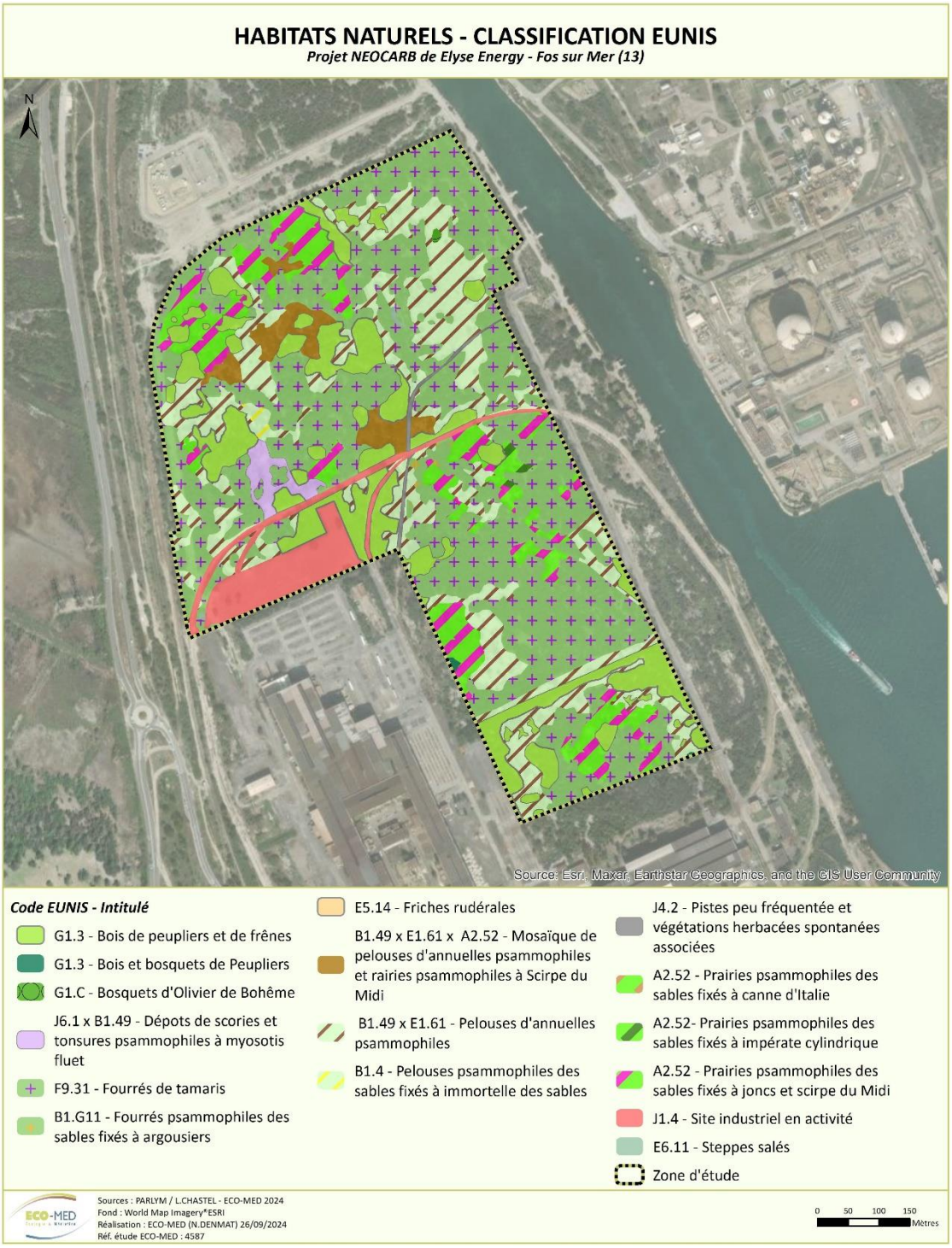
Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Pelouses d'annuelles psammophiles	*Myosotis pusilla, Filago pygmaea, Lotus hirsutus, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Juncus maritimus, Lysmachia arvensis, etc*	10,28	16.229 x 34.81	B1.49 x E1.61	-	-	Favorable	Modéré
	Prairies psammophiles des sables fixés à Joncs et Scirpe du Midi	*Scirpoides holoschoenus, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*	5,37	15.6	A2.52	1410	ZH « H »	Favorable	Modéré
	Mosaïque de pelouses d'annuelles psammophiles et prairies psammophiles à Scirpe du Midi	*Scirpoides holoschoenus, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*	1,38	16.229 x 34.81 x 15.6	B1.49 x E1.61 x A2.52	-x-x1410	ZH « H »	Favorable	Modéré
	Dépôts de scories et tonsures psammophiles à Myosotis nain	*Myosotis pusilla,Juncus maritimus, Urtica dioica, Veronica arvensis, Cerastium glomeratum, Arenaria serpyllifolia, etc*	0,58	- x 16.229	J6.1 x B1.49	-	-	Défavorable inadéquate	Modéré

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Fourrés psammophiles des sables fixés à Argousiers	*Hippophae rhamnoides, Filago pygmaea, Lotus hirsutus, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Juncus maritimus, Lysmachia arvensis, etc*	0,32	16.251	B1.611	-	-	Favorable	Modéré
	Prairies psammophiles des sables fixés à Impérate cylindrique	*Imperata cylindrica, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*	0,20	15.6	A2.52	1410	ZH « H »	Favorable	Modéré
Non illustré	Pelouses psammophiles des sables fixés à Immortelle des sables	*Helichrysum stoechas, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*	0,16	16.22	B1.4	-	-	Favorable	Modéré
	Steppes salées	*Limonium cuspidatum, Cerastium glomeratum, Lysmachia arvensis, Salicornia fruticose, etc*	0,04	34.51	E6.11	1510*	ZH « H »	Favorable	Modéré
	Prairies psammophiles des sables fixés à Canne d'Italie	*Saccharum ravennae, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*	0,01	15.6	A2.52	1410	ZH « H »	Favorable	Modéré

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Fourrés à Tamaris	*Tamaris gallica*	22,80	44.81	F9.31	-	ZH « H »	Favorable	Faible
	Bois de Peupliers et de Frênes	*Populus alba, Fraxinus excelior, Urtica urens, Juncus maritimus, Scirpoides holoschoenus, Phragmites australis, etc*	7,65	44.6	G1.3	92A0	ZH « H »	Favorable	Faible
	Végétations rudérales	*Dittrichia viscosa, Oloptum miliaceum,Anisantha sterilis, Bituminaria bituminosa, Crepis sancta, Erodium ciconium, etc*	<0,01	87.2	E5.14	-	ZH « p »	Défavorable inadéquate	Faible
	Bois et bosquets de Peupliers	*Populus alba, Urtica urens, Juncus maritimus, Scirpoides holoschoenus, Phragmites australis, etc*	0,04	44.6	G1.3	92A0	ZH « H »	Favorable	Faible
	Pistes peu fréquentées et végétations herbacées spontanées associées	*Dittrichia viscosa, Ajuga iva, Calendula arvensis, Erodium cicutarium, Latuca serriola, etc*	0,21	-	J4.2	-	-	Défavorable inadéquate	Très faible

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Bosquets d'Olivier de Bohème	*Elaeagnus angustifolia*	0,03	83.32	G1.C	-	ZH « p »	Défavorable mauvais	Très faible
	Sites industriels en activité	-	2,71	86.3	J1.4	-	-	-	Nul

** Habitat d'intérêt communautaire « prioritaire »*



Carte 7 : Habitats naturels – Classification EUNIS

4. ZONES HUMIDES

4.1. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation relatif aux habitats

Les prospections réalisées dans la zone d'étude ont permis la caractérisation et la délimitation des zones humides éventuelles au regard du critère de la végétation, comme le stipule l'arrêté du 24 juin 2008 et du 1er octobre 2009. Parmi les habitats naturels identifiés au sein de la zone d'étude, huit habitats ou mosaïques d'habitats sont classés « H » en raison de la présence d'une végétation caractéristique des zones humides :

- Fourrés de Tamaris (EUNIS : F9.31, surface : 22,80 ha)
- Bois de Peupliers et de Frênes (EUNIS : G1.3, surface : 7,65 ha)
- Prairies psammophiles des sables fixés à Joncs et Scirpe du Midi (EUNIS : A2.52, surface : 5,37 ha)
- Mosaïque de pelouses d'annuelles psammophiles et prairies psammophiles à Scirpe du Midi (EUNIS : B4.49-E1.61 x A2.52, surface : 1,38 ha)
- Steppes salés (EUNIS : E6.11, surface : 0,04 ha)
- Prairies psammophiles des sables fixés à Impératif cylindrique (EUNIS : A2.52, surface : 0,2 ha)
- Bois et bosquets de Peupliers (EUNIS : G1.3, surface : 0,04 ha)
- Prairies psammophiles des sables fixés à canne d'Italie (EUNIS : A2.52, surface : 0,01 ha)

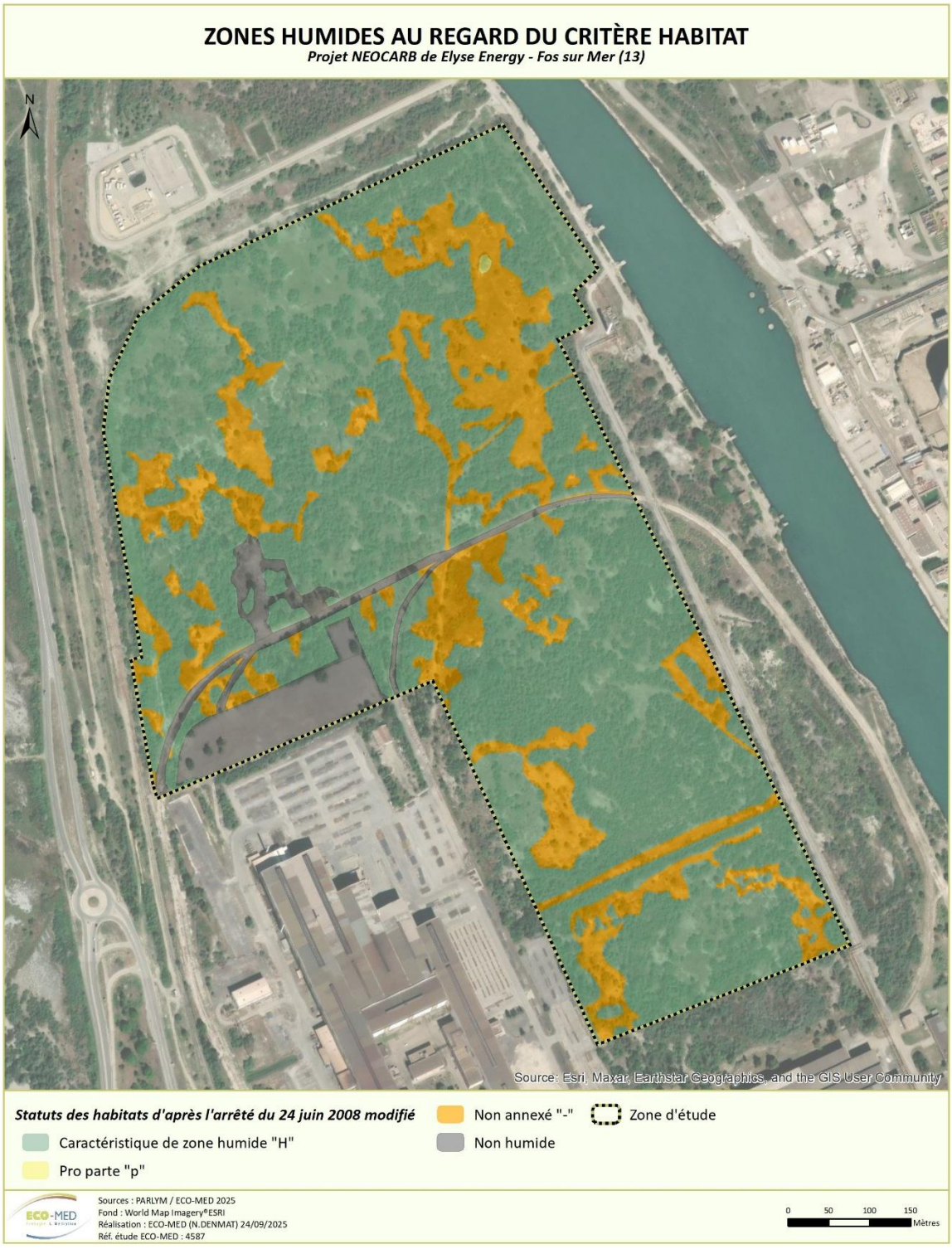


Photos : Prairies psammophiles à Scirpe du Midi et fourrés de tamaris

M. BOUCAUD, 30/06/2024, Fos-sur-Mer (13)

Pour les habitats classés *pro parte* (« p ») ou non annexés (« - »), la végétation ne permet pas de confirmer leur caractère humide. L'utilisation du critère végétation relatif aux espèces hygrophiles ou une expertise pédologique est donc nécessaire pour déterminer si ces habitats sont humides ou non, conformément à la législation.

Au regard du critère de végétation relatif aux habitats humides, les zones humides délimitées selon les arrêtés du 24 juin 2008 et du 1er octobre 2009 présentent une superficie totale de 37,49 ha.



Carte 8 : Statut des habitats d'arrêté du 24 juin 2008 modifié

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

La délimitation des zones humides selon le critère de végétation basé sur le recouvrement des espèces hygrophiles (protocole flore) n'a pas été appliquée lors des prospections menées en 2023-2024, en raison des difficultés inhérentes à son application dans le contexte spécifique du site.

En effet, les habitats concernés (habitats *pro parte* ou non annexés) se composent majoritairement de pelouses sableuses (pelouses psammophiles) où la végétation est particulièrement lacunaire, rendant le protocole difficilement applicable. Par conséquent, le critère fondé sur les habitats humides a été privilégié. La carte des habitats naturels et semi-naturels, d'une grande précision, révèle une forte hétérogénéité du milieu avec une multitude de micro-habitats pro parte ou non annexés, complexifiant davantage la mise en œuvre du protocole flore. Cette configuration particulière a rendu son application techniquement délicate dans les conditions actuelles.

Toutefois, il convient de préciser que le critère fondé sur les espèces hygrophiles a été pris en compte de manière implicite pour les habitats en mosaïque de milieux humides et non humides, notamment pour les pelouses psammophiles annuelles et les prairies psammophiles, qui ont été intégrées au périmètre des zones humides. Ainsi, les habitats *pro parte* ou non annexés restants correspondent véritablement à des secteurs où la végétation hygrophile est absente ou très peu représentée.

4.3. Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique

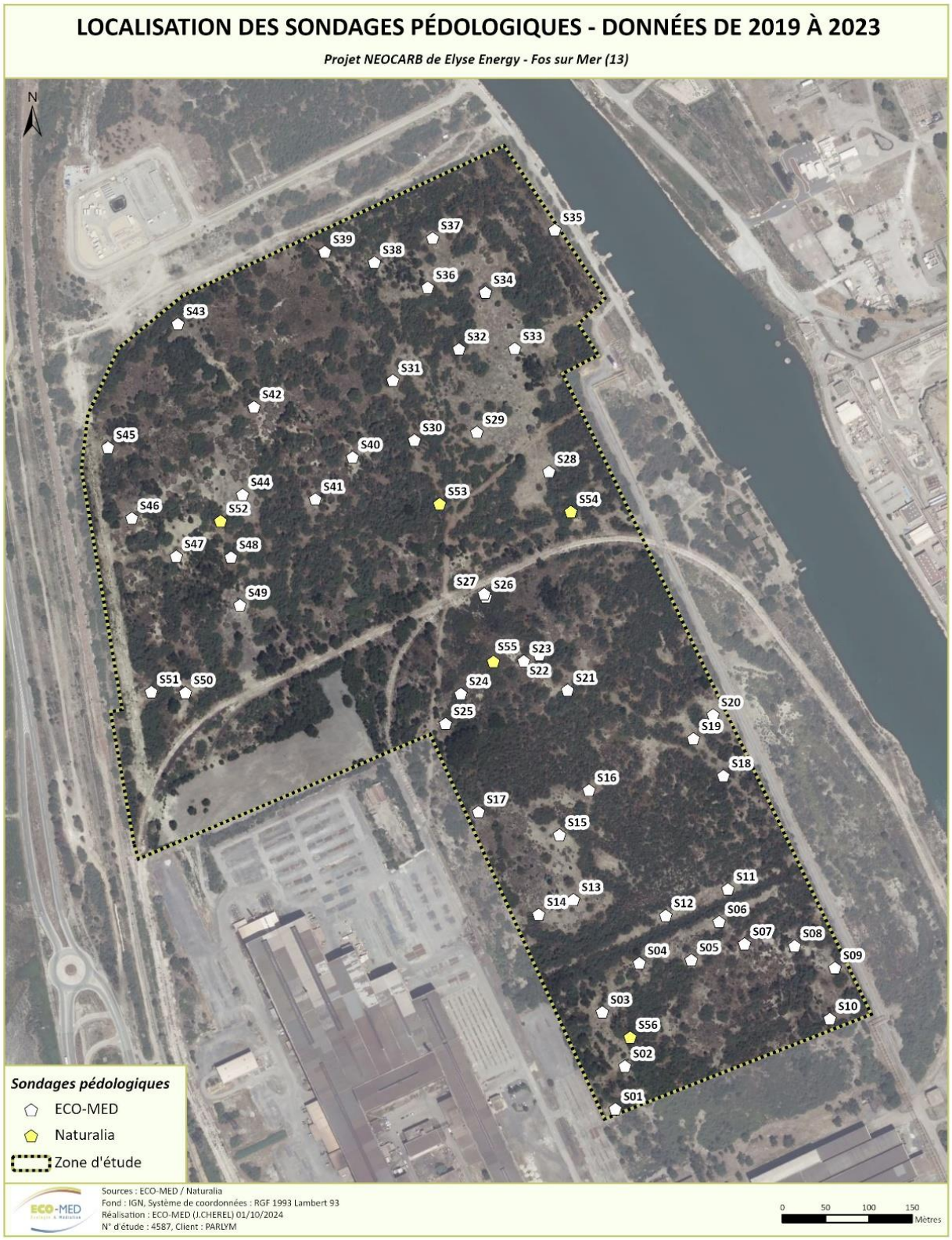
4.3.1. Localisation et résultats des sondages

L'expertise pédologique sur la zone d'étude a consisté en la réalisation de 3 campagnes de terrain réalisées en 2019 et 2021 par Naturalia Environnement et en 2023 par ECO-MED. Au total, 56 sondages pédologiques ont été réalisés.

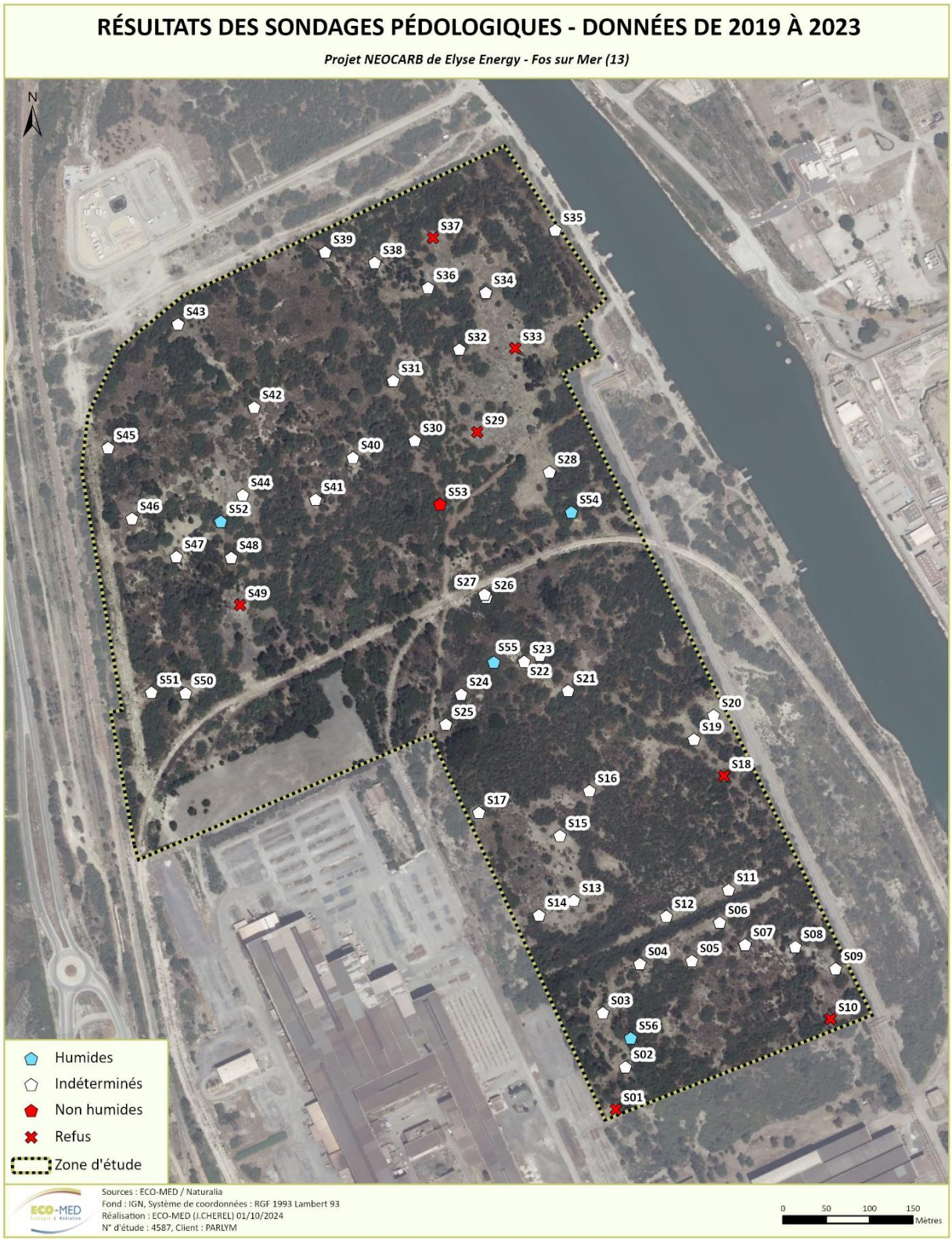
Tableau 2 : Date et nombre de sondages réalisés

Bureau d'étude	Date	Nombre de sondages au sein de la zone d'étude
Naturalia Environnement	17, 29 et 30 avril 2019	5
	7 et 8 avril 2021	
ECO-MED	30 avril 2023	51

Ces sondages, d'une profondeur maximum de 1,20m/TN, ont été menés **sur les habitats « pro parte » ou non annexés à l'arrêté en prenant en compte les habitats humides,** la carte de probabilité de présence seuillée des zones humides, la microtopographie (bas de pente, dépressions…) et la présence de signes d'engorgement en eau (végétation, eau stagnante, etc.).



Carte 9 : Localisation des sondages en fonction des campagnes de terrain



Carte 10 : Résultats des sondages pédologiques

4.3.2. Interprétation des sondages

Tableau 3 : Récapitulatif des sondages réalisés

Bureau d'étude	Sondage	Profondeur (cm/TN)	Texture	Hydromorphie			Présence de la nape (cm/TN)	Classe GEPPA	Résultat
				Horizon rédoxique (cm/TN)	Horizon réductiques (cm/TN)	Horizon histique (cm/TN)			
ECO-MED	S01	Refus en surface	Remblais caillouteux compact	-	-	-	-		Refus
	S02	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S03	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S04	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S05	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S06	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S07	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S08	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S09	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S10	Refus en surface	Remblais caillouteux compact	-	-	-	-		Refus
	S11	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S12	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S13	30	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S14	40	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S15	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé

Bureau d'étude	Sondage	Profondeur (cm/TN)	Texture	Hydromorphie			Présence de la nape (cm/TN)	Classe GEPPA	Résultat
				Horizon rédoxique (cm/TN)	Horizon réductiques (cm/TN)	Horizon histique (cm/TN)			
	S16	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S17	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S18	25	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Refus
	S19	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S20	100	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S21	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S22	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S23	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S24	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S25	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S26	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S27	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S28	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S29	25	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Refus
	S30	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S31	30	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S32	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S33	25	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Refus

Bureau d'étude	Sondage	Profondeur (cm/TN)	Texture	Hydromorphie			Présence de la nape (cm/TN)	Classe GEPPA	Résultat
				Horizon rédoxique (cm/TN)	Horizon réductiques (cm/TN)	Horizon histique (cm/TN)			
	S34	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S35	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S36	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S37	25	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Refus
	S38	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S39	30	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S40	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S41	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S42	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S43	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S44	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S45	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S46	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S47	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S48	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S49	Refus en surface	Refus sur scories	-	-	-	-		Refus
	S50	90	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé

Bureau d'étude	Sondage	Profondeur (cm/TN)	Texture	Hydromorphie			Présence de la nape (cm/TN)	Classe GEPPA	Résultat
				Horizon rédoxique (cm/TN)	Horizon réductiques (cm/TN)	Horizon histique (cm/TN)			
	S51	100	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
Naturalia Environnement	S52	70	Sable	50 -> 70	-	-	-		Humide sous critère hydrogéomorphologique
	S53								Non humide
	S54	70	Sable	25 -> 70	-	-	-		Humide
	S55	70	Sable	25 -> 70	-	-	-		Humide
	S56	70	Sable	25 -> 70	-	-	-		Humide

Le sol de la zone d'étude est constitué d'un remblai sableux issu du creusement des darses lors de l'aménagement portuaire de Fos-sur-Mer dans les années 1970. Sur ces sols, très pauvres en fer, l'excès d'eau prolongé ne produit pas les signes habituels d'hydromorphie facilement reconnaissables. Cette situation relève d'un cas particulier décrit dans **le paragraphe 1.1.2 de l'arrêté du 24 juin 2008**, qui précise les critères de définition et de délimitation des zones humides conformément aux articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement. L'expertise pédologique ne peut donc pas conclure sur l'absence ou la présence de zone humide sur de tels sols ce qui explique le statut « indéterminé » des sondages pédologiques.

Dans ce contexte, la réglementation prescrit de réaliser une évaluation des conditions hydrogéomorphologiques (notamment la profondeur maximale du toit de la nappe et la durée d'engorgement en eau) afin de vérifier la saturation prolongée en eau dans les cinquante premiers centimètres de sol pour statuer sur le caractère humide de ce sol.

Une analyse du contexte hydrogéomorphologique a été réalisée et repose sur des sources bibliographiques telles que la géologie, l'hydrogéologie et la topographie, plutôt que sur des données quantitatives récentes (voir partie 2.1 : Contexte environnemental). Il ressort de cette analyse que les conditions hydrogéomorphologiques de la zone semblent globalement favorables à la présence et à l'alimentation en eau des zones humides. Cependant, les nombreuses modifications topographiques, en particulier l'ajout de remblais sableux liés aux aménagements anthropiques, pourraient entraver les remontées de la nappe phréatique jusqu'aux sols de surface. En l'absence de données récentes et disponibles sur les niveaux de la nappe, il reste difficile de confirmer que la nappe phréatique s'approche annuellement à moins de 50 cm de profondeur.

Dans le cadre d'une autre étude à Fos-sur-Mer, située en partie dans la zone d'étude, des relevés de hauteur de nappe par installation de piézomètres ont été réalisés par EODD dans le cadre de l'étude « Foncier ASCOFIELDS, Fos-sur-Mer (13). Zone Nord : Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) - Mission A110, DIAG, PG et EQRS selon la norme NF X31-620 ». La campagne de relevés piézométriques s'est déroulée du 29/02 au 20/03/2024. Ces investigations confirment la présence d'une nappe phréatique, mais à des profondeurs trop importantes pour que les sols puissent être classés comme humides selon les critères réglementaires. Les résultats de cette étude figurent dans **l'annexe 5 Etude EODD : Ascofields – Zone nord (provisoire)** de la présente étude zones humides (pages 62 à 70 de l'annexe).

Par ailleurs, Naturalia Environnement classe ses sondages S52, S54, S55 et S56 comme humides. Pour ces sondages, il est jugé que :

- Les conditions environnementales (alimentation en eau, géologie, topographie…) sont suffisantes pour classer le sol comme humide ;
- Ou que les traces d'hydromorphie sont présentes avant 25cm/TN et s'intensifient avec la profondeur.

Ces sondages sont toutefois réalisés au sein d'habitats humides au niveau du critère habitat et ne délimitent donc pas de zone humide supplémentaire.

Ainsi, l'expertise pédologique ne permet pas de délimiter de zone humide supplémentaire.





Sondage type S02 : sondages sableux atteignant la profondeur de 120cm/TN





Sondage type S06 : sondages inférieurs à 120cm/TN en raison de la présence de cailloux pluricentimétriques





Refus sur sol remblais caillouteux

M. BOUCAUD, 30/06/2024, Fos-sur-Mer (13)

4.4. Délimitation finale des zones humides

La configuration des zones d'étude résulte d'aménagements anthropiques lors du creusement des darses. Les dépôts ont été vraisemblablement disposés sur des zones humides en contexte laguno-marin proches de celles que l'on peut aujourd'hui trouver en Camargue. La présence d'habitats classés comme humides d'après l'arrêté du 24 juin 2008 modifié tend à montrer que le secteur dispose toujours des conditions nécessaires pour que des zones humides puissent se développer.

Les inventaires selon le critère végétation relatif aux habitats ont permis de délimiter 37,49 ha des zones humides sur la zone d'étude. Les habitats classés comme humide d'après l'arrêté du 24 juin 2008 correspondent principalement à des fourrés de Tamaris, des bois de peupliers et de frênes et des prairies psammophiles des sables fixés à joncs et scirpe du Midi.

En ce qui concerne le critère pédologique, les zones d'étude sont majoritairement caractérisées par un sol sableux où l'excès d'eau prolongée ne se traduit pas par les traits d'hydromorphie habituels. L'expertise pédologique ne peut donc pas conclure sur l'absence de zone humide.

D'après la réglementation en vigueur au titre du code de l'environnement, il est recensé au sein du site d'étude 37,49 ha de zones humides, délimitées selon le critère de végétation relatif aux habitats.



Carte 11 : Délimitation finale des zones humides

PARTIE 3 : IMPACTS DU PROJET SUR LES ZONES HUMIDES - MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

1. IMPACTS BRUTS SUR LES ZONES HUMIDES



Carte 12 : Impacts bruts sur les zones humides

Selon les arrêtés du 24 juin 2008 et du 1er octobre 2009, **37,49 ha de zones humides** ont été avérés au sein de la zone d'étude, exclusivement à partir du critère végétation relatif aux habitats.

Dans le cadre de ce projet, un travail important a été réalisé entre Elyse énergies et ECO-MED, ayant abouti à la définition des emprises finales. Il s'agit d'une **mesure d'évitement amont : E0**. L'évaluation des impacts bruts a été réalisée à partir de ces emprises finales.

Au total, les zones humides subiront un impact brut estimé à **31,41 ha** lors des travaux d'aménagements, soit environ 84 % de la zone humide présente au sein de la zone d'étude.

Cette surface comprend :

- Les impacts directs correspondant aux habitats humides situés à l'intérieur des emprises. Ces zones seront directement affectées par des opérations de coupe d'arbres, de terrassement et d'imperméabilisation des sols (30,15 ha) ;
- Les impacts indirects, concernant les zones humides relictuelles situées aux marges intérieures des emprises. Ces habitats seront déconnectés du réseau de zones humides et ne constitueront plus que des fragments dispersés de très faible superficie. Leur fonctionnalités hydrologiques, biogéochimiques et écologiques seront fortement altérées, raison pour laquelle elles sont considérées comme impactées. La surface concernée est estimée à environ 1 ha. Cette surface comprend également la surface d'habitats de fourrés à Tamaris qui sera impactée lors de la mise en place de la bande des OLD. Pour la mise en place des OLD, la stratégie actuellement envisagée est de former des bosquets en enlevant quelques individus de tamaris avec parcimonie.

En raison des surfaces impactées et du type d'incidences, les impacts du projet sur les zones humides peuvent varier de **faibles** à **forts,** selon nature des habitats concernés**.** Les impacts du projet sur les **Fourrés à Tamaris** et sur les **Bois de Peupliers et de Frênes** sont jugés **forts** en raison de la grande surface définitivement détruite. A noter que Les niveaux d'impacts évalués sont différents de ceux figurant dans la partie dédiée à l'évaluation des impacts bruts sur les habitats naturels. Les habitats boisés et arbustifs étant plus favorables à la réalisation des fonctions remplies par la zone humide que les milieux ouverts d'après la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides, le niveau d'impact estimé est donc supérieur pour un habitat boisé ou arbustif que pour un milieu ouvert, à surface impactée équivalente.

Tableau 5. Impacts bruts sur les zones humides

Zone humide concernée	Surface dans la zone d'étude (ha)	Incidences brutes 1 : Destruction 2 : Altération				Evaluation globale des impacts bruts en phase chantier	Evaluation globale des impacts bruts en phase fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
Fourrés de Tamaris	22,80	1 - Imperméabilisation de zones humides 18,27 ha	Direct	Permanent	Locale	Forts	Nuls
		2 - Altération par fragmentation 0,66 ha	Indirect	Permanent	Locale		
Bois de Peupliers et de Frênes	7,65	1 - Imperméabilisation de zones humides 6,61 ha	Direct	Permanent	Locale	Forts	Nuls

Zone humide concernée	Surface dans la zone d'étude (ha)	Incidences brutes 1 : Destruction 2 : Altération				Evaluation globale des impacts bruts en phase chantier	Evaluation globale des impacts bruts en phase fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		2 - Altération par fragmentation 0,34 ha	Indirect	Permanent	Locale		
Prairies psammophiles des sables fixés à Joncs et Scirpe du Midi	5,37	1 - Imperméabilisation de zones humides 4,21 ha	Direct	Permanent	Locale	Modérés	Nuls
		2 - Altération par fragmentation 0,24 ha	Indirect	Permanent	Locale		
Mosaïque de pelouses d'annuelles psammophiles et prairies psammophiles à Scirpe du Midi	1,38	1 - Imperméabilisation de zones humides 0,78 ha	Direct	Permanent	Locale	Faibles	Nuls
		2 - Altération par fragmentation <0,01 ha	Indirect	Permanent	Locale		
Prairies psammophiles des sables fixés à Impérate cylindrique	0,20	1 - Imperméabilisation de zones humides 0,20 ha	Direct	Permanent	Locale	Faibles	Nuls
Steppes salées	0,04	1 - Imperméabilisation de zones humides 0,04 ha	Direct	Permanent	Locale	Faibles	Nuls
Bois et bosquets de Peupliers	0,04	1 - Imperméabilisation de zones humides 0,04 ha	Direct	Permanent	Locale	Faibles	Nuls
Prairies psammophiles des sables fixés à Canne d'Italie	0,01	1 - Imperméabilisation de zones humides < 0,01 ha	Direct	Permanent	Locale	Faibles	Nuls

2. MESURES D'ATTENUATION

2.1. Approche méthodologique

L'article L.122-3 du Code de l'Environnement prévoit plusieurs types de mesures qui doivent être précisées dans l'étude d'impact «*…les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les incidences négatives notables sur l'environnement…*».

Les **mesures d'atténuation** qui visent à limiter les impacts négatifs d'un projet comprennent les mesures d'évitement et les mesures de réduction.

La mise en place des **mesures d'évitement** correspond à l'alternative au projet de moindre impact. En d'autres termes, elles impliquent une révision du projet initial notamment en reconsidérant les zones d'aménagement et d'exploitation. Ces mesures permettront d'éviter les impacts négatifs sur le milieu naturel et/ou les espèces exposés. Elles sont à privilégier.

Les **mesures de réduction** interviennent lorsque les mesures d'évitement ne sont pas envisageables. Elles permettent de limiter les impacts pressentis relatifs au projet.

Les mesures d'atténuation consistent essentiellement à modifier certains aspects du projet afin de supprimer ou de réduire ses effets négatifs sur l'environnement. Les modifications peuvent porter sur trois aspects du projet :

sa conception ;

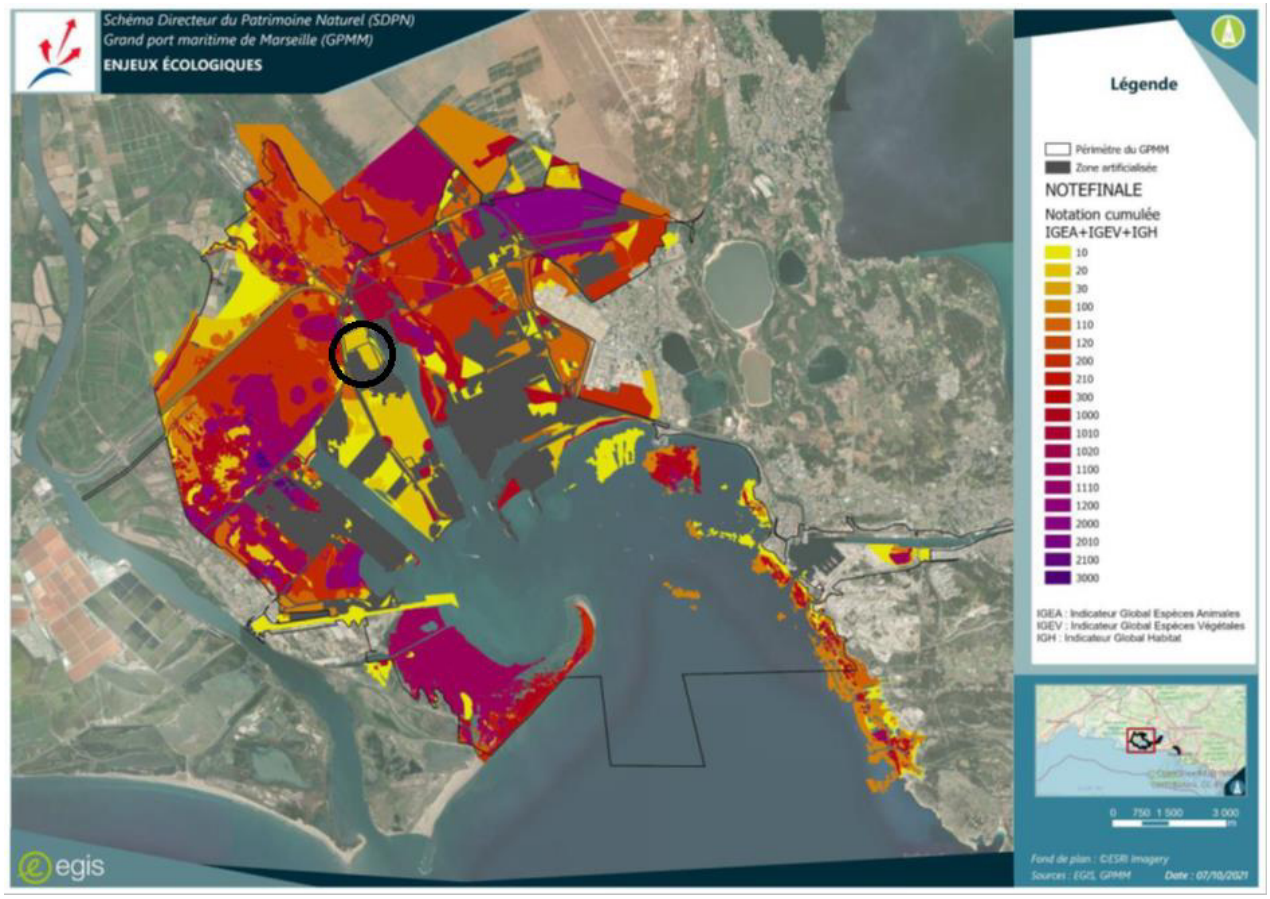
son calendrier de mise en œuvre et de déroulement ;

son lieu d'implantation.

2.2. Mesures d'évitement

■ **Mesure E0 : Evitement amont/Evitement de conception**

La 1ère phase de l'évitement de conception se situe au moment du choix du site d'implantation. En effet, le site retenu au nord du môle central a été recommandé par le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) grâce à son outil d'aide à la décision, le Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN) défini comme un « *document de planification stratégique visant à définir les objectifs et les principes de gestion du patrimoine naturel au sein de la ZIP, afin de concilier le développement économique du port avec la préservation et la valorisation de son environnement naturel.* » (Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel de la région PACA, AVIS n°2024-2). Le site a donc été choisi comme étant de moindre impact au regard des enjeux naturels selon le SDPN.



Carte 13 : Zonage des enjeux écologiques du Schéma Directeur du Patrimoine Naturel

(Source : modifié d'après GPMM)

Dans le cadre de ce projet, différents échanges (séquence itérative) préalables à la définition des emprises retenues ont eu lieu entre Elyse énergies et ECO-MED. Il s'agit d'un évitement amont, menant à la zone d'emprise initiale ;

Cette médiation en amont est donc ici considérée comme la principale mesure d'évitement du présent projet.

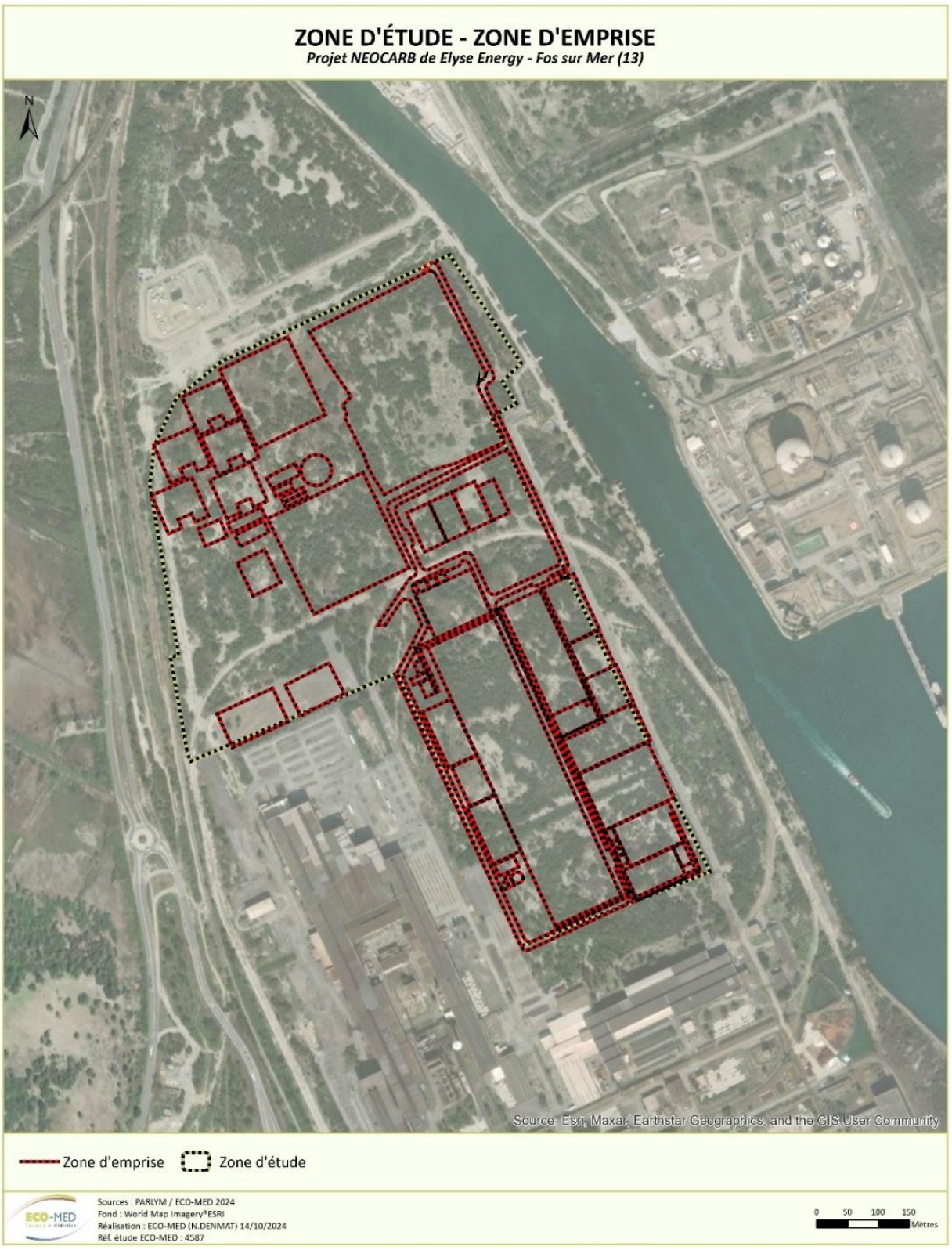
Aucune mesure d'évitement proprement dite ne sera proposée par la suite. Toutefois, si aucune mesure n'est à afficher, un travail important a été réalisé en amont de la définition des emprises finales sur lesquelles a porté l'évaluation des impacts bruts. En effet, plusieurs éléments ont été pris en compte, à la fois en amont du projet, mais également au fil de l'eau, lors de la découverte des enjeux du site. Ainsi, les principaux éléments qui sont pris en compte dans la démarche ERC et concernant tout spécifiquement les mesures d'évitement ont déjà été présentées dans la comparaison des variantes, sont les suivants :

- Site choisi initialement en dehors de tout zonage réglementaire ;
- Site proposé par le GPMM en tant que site de faible intérêt écologique d'après le Schéma Directeur du Patrimoine Naturel, SDPN, mis en place par le GPMM ;
- Site choisi pour la présence d'infrastructures de transport (route, fer, mer) afin d'éviter au maximum la création de nouvelles infrastructures.

Ce travail est donc à considérer comme la principale mesure d'évitement amont, et ne sera pas affichée dans le tableau d'évaluation des impacts bruts et résiduels, l'analyse des impacts ayant été effectuée sur la base de la variante finale retenue, intégrant donc déjà cet évitement amont.

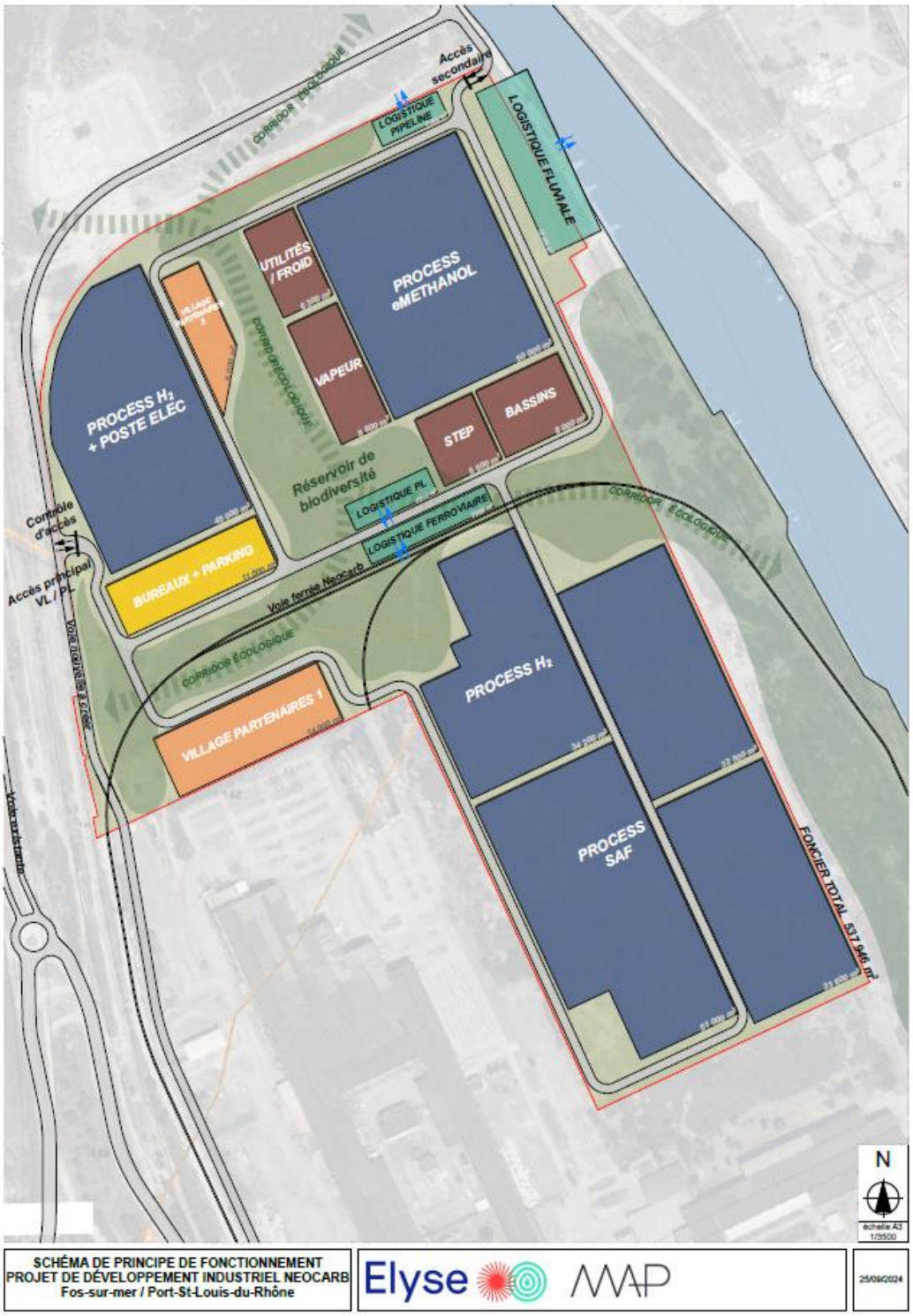
Historique de la séquence itérative d'évitement amont

Le projet d'implantation initial de l'ensemble du projet NEOCARB prévoyait un aménagement sur la quasi-totalité de la zone de 52 ha (cf carte ci-dessous : zone d'emprise initiale).



Carte 14 : Zone d'emprise initiale (élaborée entre 2023 et mi-2024)

En 2022, un premier diagnostic écologique d'Ascofield (Marcegaglia) réalisé par Naturalia révèle déjà une biodiversité à préserver. Les emprises sont modifiées une 1ère fois (cf carte ci-dessous « Schéma de principe de fonctionnement Neocarb »), en conservant des secteurs naturels contigus.



Carte 15 : Première évolution des emprises Neocarb par ELYSE suite au diagnostic pour ASCOFIELD (Marcegaglia) (sept 2024)

Suite à l'état initial mis à jour en 2024 sur un cycle annuel complet par une dizaine d'experts faune et flore d'ECO-MED, les cartes de synthèse de la flore et de la faune à enjeu font apparaitre une zone d'étude riche écologiquement.

La démarche itérative d'évitement et de réduction se poursuit à la suite de cette mise à jour de l'état initial. En superposant les emprises et les secteurs patrimoniaux, un processus de concertation Elyse-ECO-MED se poursuit afin de chercher de nouvelles solution d'évitement/réduction des emprises et de la fonctionnalité des futures exploitations et VRD, dans le but d'éviter des impacts ou de les maîtriser au maximum, dès la phase de chantier.



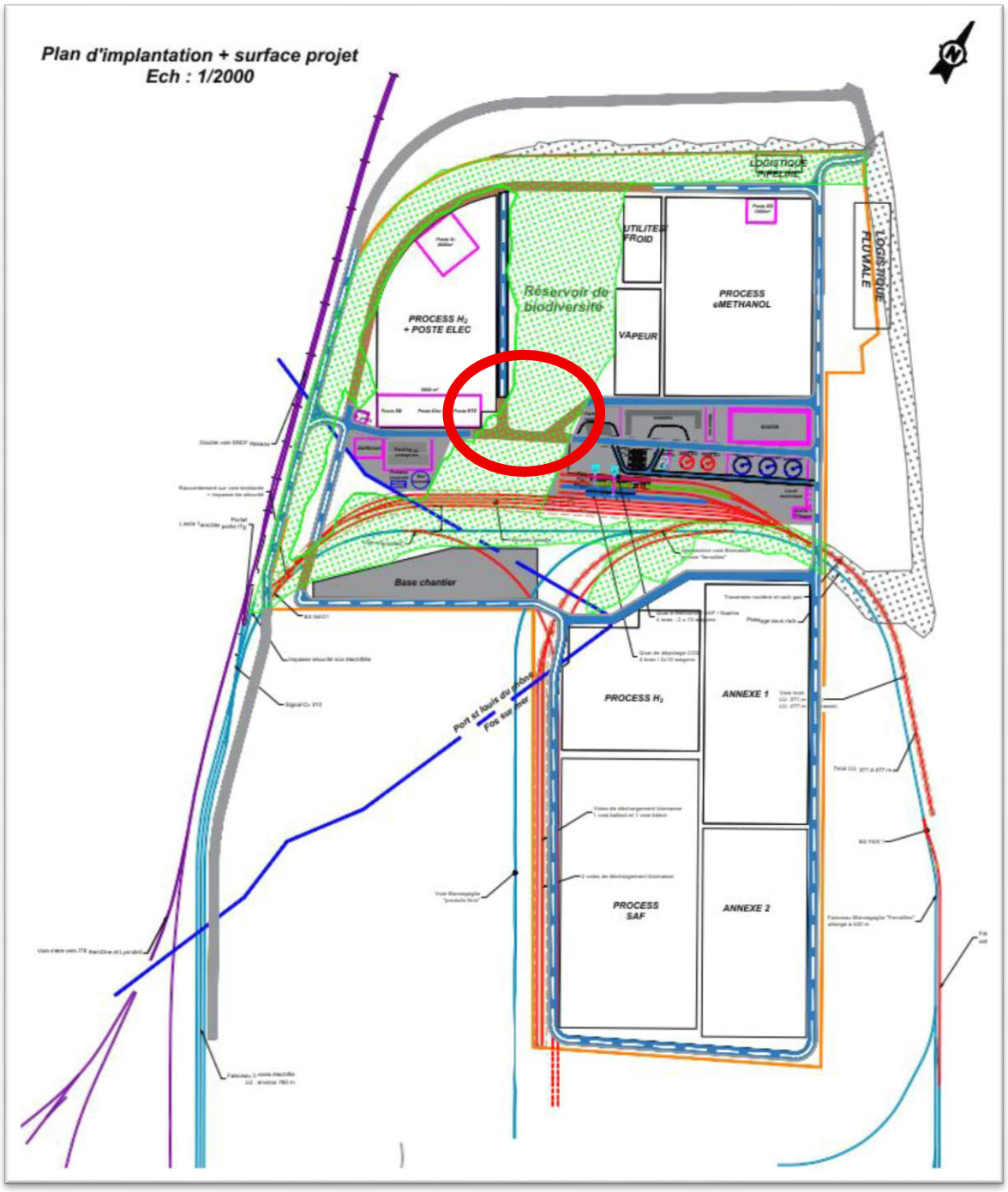
Carte 16 : Proposition de solutions d'évitements amont (septembre 2024)

Toutefois, les surfaces considérées pour cette phase d'évitement n'étant pas en adéquation avec le projet NEOBCARB et son organisation spatiale, en raison d'un besoin surfacique incompatible avec l'ensemble de la proposition d'évitement, une deuxième proposition a été formulée (cf carte ci-dessous « Réduction d'impact-emprise »). Il s'agissait de créer une cohérence dans les continuités écologiques devant être conservées en priorité et incluant la majorité des secteurs patrimoniaux recensés précédemment. Cette nouvelle proposition intégrait également la possibilité de conservation de plusieurs continuités écologiques avec le territoire environnant (crapaud-duc sous voirie, continuité arborée le long du canal).



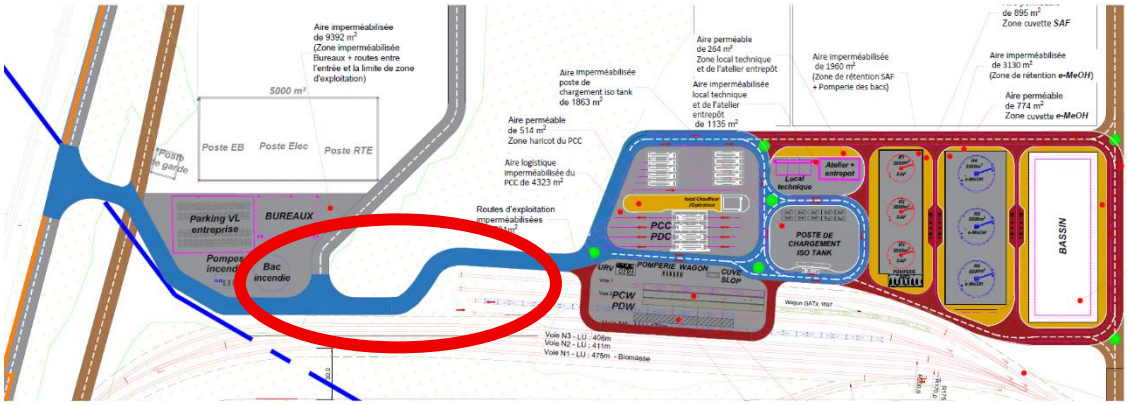
Carte 17 : Proposition de réduction des impacts majeurs (début 2025)

Suite à la proposition de réduction d'impacts, **la quasi-totalité des secteurs à conserver en priorité ont été pris en compte dans leur nouvelle implantation** portée par PARLYM et intégrés dans le plan de masse du projet, permettant de conserver la presque totalité des stations du Sphinx de l'Argousier et de la Diane notamment.



Carte 18 : Nouvelle implantation avec recherche du moindre impact écologique, à l'issue de la séquence itérative de 2024 au premier trimestre2025.

À la suite de nombreux échanges entre 2024 et 2025 intégrant à la fois les éléments techniques, sécurité, DFCI et biodiversité, les emprises ont été définitivement fixées à la fin du premier semestre 2025. Elles intègrent une dernière modification liée à la biodiversité. Il s'agit d'une voirie, qui se situait en travers du réservoir de biodiversité central. Cette voirie a été déplacée afin de permettre à ce réservoir de biodiversité de conserver la plus grande surface d'un seul tenant de continuum écologique (cf carte ci-dessous « emprises au 01-07-2025 »).



Carte 19 : Emprises définitives au 01-07-2025

C'est sur la base de la version fixée au 01.07.2025 du plan masse de NEOCARB LOG que le travail d'évaluation des impacts bruts et résiduels du projet sur les zones humides a pu démarrer.

2.3. Mesures de réduction

Les mesures de réduction figurant au Volet Naturel d'Etude d'Impact ayant un effet sur les zones humides sont présentées ici.

■ **Mesure R8 : Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes**

Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)				**Code de la mesure : R8** **Lien avec autres mesures : -**		
E	**R**	**C**	**A**	C2.1b - Enlèvement / traitement d'espèces exotiques envahissantes (EEE)		
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

La prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes est de nature à réduire l'attractivité de la mosaïque d'habitats et représente une réelle menace pour les espèces patrimoniales au niveau local, et plus généralement à une échelle très élargie. Cette mesure vise à éradiquer un maximum des EVEE et de lutter contre leur dissémination au niveau des interfaces du chantier.

L'objectif de la mesure est ainsi de contrôler, lors de la phase travaux, le risque de dissémination de l'Herbe de la pampa et de l'Olivier de Bohème ainsi que l'installation de nouvelles espèces envahissantes lors du remaniement des sols.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Favorable aux milieux naturels et espèces associées

Lutte contre *: Herbe de la pampa, Olivier de Bohème*

Calendrier de la mesure :

Avant le démarrage des travaux/au début des travaux

Méthode :

Les individus d'Herbe de la pampa (*Cortaderia selloana)*et d'Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia*) devront être extraits selon la méthode suivante :

- ✓ Arrachage mécanique du plan à l'aide d'une pelle/mini-pelle
- ✓ L'intégralité des végétaux, feuilles, racines et pieds devront être soigneusement retirés et disposés dans des bâches afin d'être évacués vers un centre de traitements des déchets ou enterré sous les emprises de nouveaux bâtiments (stockage étanche nécessaire en attente de l'enfouissement).
- ✓ Gestion des rémanents : cette espèce peut réapparaitre même après l'arrachage en raison de la présence de graines ou d'autre d'élément. Les jeunes pieds peuvent être arrachés manuellement et pourront donc faire l'objet d'un

arrachage à l'aide d'outils et de gants. Ici aussi, il faudra veiller à retirer un maximum de chaque individu, racines comprises et à évacuer correctement les végétaux vers un centre de traitement des déchets.

- ✓ Tous le engins et outils utilisés devront arriver propres sur site et être nettoyés à chaque changement d'affectation, y compris intra-site. Ce traitement est nécessaire afin de ne pas favoriser l'expansion des foyers, et s'avère indispensable dans le cas d'espèces sur lesquelles reposent des enjeux majeurs.

Matériel nécessaire :

- ✓ Matériel de bûcheronnage manuel et mécanique
- ✓ Bâches
- ✓ Camion benne
- ✓ Désinfectant

Localisation de la mesure :



Carte 20 : Localisation de la mesure R8

Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)	Code de la mesure : R8
	Lien avec autres mesures : -

Points de vigilance

Un nettoyage systématique des outils et des engins avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.

A l'issue des travaux, l'efficacité de la mesure sera largement favorisée par une opération de réensemencement des zones terrassées à l'aide d'un mélange grainier adapté. Une attention particulière sera portée sur la sélection d'un mélange et une sélection d'arbustes et d'arbres de préférence locaux et non envahissant. La liste des espèces envahissantes est disponible à https://invmed.fr

Modalités de suivi :

- Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un écologue

Estimation financière

Compétences écologues*		
Encadrement avant travaux d'éradication (balisage des foyers d'EVEE)	2 jours AMO (intégré à la mesure encadrement AMO 2) + 2 jours botaniste (800€/j)	1 600 € H.T
Encadrement pendant travaux d'éradication (initiation, suivi et réception)	Intégré à la mesure d'encadrement AMO2	/
Mini-pelle et débroussailleuse thermique avec chauffeur	Intégré au défrichement	/
Export des déchets végétaux en site spécialisé	Env. 150€/m3 (estimation d'environ 200 m3)	30 000 € H.T.
Stockage puis enfouissement sous emprises projets	Env. 100€/m3 (estimation d'environ 200 m3)	20 000 € H.T.
Comptes-rendus transmis au service instructeur	2 jours (800€/jour)	1600 € H.T.
TOTAL		**Env. 33 000 € H.T.**

■ Mesure R9 : Prévention des risques de pollution accidentelle

Prévention des risques de pollution accidentelle				Code de la mesure : R7		
				Liens avec les autres mesures : /		
E	R	C	A	R2.1d : Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier		
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Limitation de l'impact de pollutions accidentelles.

Prévention des risques de pollution accidentelle	Code de la mesure : R7
	Liens avec les autres mesures : /

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :
Habitats naturels, faune et flore

Calendrier de la mesure :
En tout temps lors des opérations de d'aménagement et d'exploitation de la zone.

Méthode :

Du fait des travaux, des risques de pollutions diverses (notamment les écoulements accidentels de substances polluantes comme les hydrocarbures, les déchets solides, etc.) sont à prévenir. Voici ci-après les recommandations à prendre en considération :

Huiles, graisses et hydrocarbures :

- les véhicules et engins de chantier devront justifier d'un contrôle technique récent et être bien entretenus (étanchéité des réservoirs et circuits de carburants, lubrifiants et fluides hydrauliques),
- les bases-vie du chantier seront installées à l'intérieur de la clôture, dans les zones qui seront aménagées, au niveau des secteurs les plus surélevés par rapport au reste de la zone afin de limiter le risque d'inondation.
- les engins de chantier stationneront loin des zones écologiquement sensibles, au niveau de zones les moins facilement inondables. Les vidanges, nettoyages, entretiens et ravitaillements des engins seront réalisés sur des emplacements spécialement aménagés à cet effet et imperméabilisés, à l'écart de la zone de travaux. Les produits de vidanges seront recueillis/évacués en fûts fermés vers des décharges agréées,
- interdiction de tout entretien ou réparation mécanique en dehors des aires spécifiquement dédiées,
- les substances non naturelles ne seront pas rejetées dans le milieu naturel et seront retraitées par des filières appropriées. Les terres souillées seront aussi évacuées/retraitées.

Des produits absorbants devront être disponibles sur le chantier afin de pouvoir intervenir immédiatement en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures ou d'huiles de moteur dans les cours d'eau.

Eaux sanitaires :

Si les aires de chantier ne sont pas reliées au réseau de collecte des eaux usées, elles devront être équipées de sanitaires (douches, WC) autonomes munies de cuves de stockage des effluents. Ces cuves seront régulièrement vidangées par une société gestionnaire.

Déchets de chantier :

Les déchets de chantier doivent être gérés et traités par les entreprises attributaires des travaux dans le respect de la réglementation en vigueur à savoir :

- Loi n°75-633 du 15 juillet 1975 modifiée relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux ;
- Loi n°92-646 du 13 juillet 1992 modifiée, complétant et modifiant la précédente ;
- Arrêté du 18 février 1994 modifiant celui du 18 décembre 1992 et fixant les seuils d'admission des déchets spéciaux en Centre d'Enfouissement Technique (CET) de classe 1 ainsi que ceux à partir desquels ces déchets doivent être stabilisés ;

Les entreprises devront ainsi s'engager à :

- organiser la collecte et le tri des déchets et emballages, en fonction de leur nature et de leur toxicité ;
- conditionner hermétiquement ces déchets ;
- définir une aire provisoire de stockage quotidien des déchets générés par le chantier en vue de faciliter leur enlèvement ultérieur selon les filières appropriées ;
- prendre les dispositions nécessaires contre l'envol des déchets et emballages.

Matériel nécessaire : Kit anti-pollution, etc.

Localisation de la mesure

Tout le site

Points de vigilance

- Information et sensibilisation des opérateurs.

- Cette mesure de réduction permettra de limiter le risque de destruction d'individus et leur perturbation mais ne pourra pas l'exclure totalement.

Modalités de suivi

Prévention des risques de pollution accidentelle	Code de la mesure : R7
	Liens avec les autres mesures : /
Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur : **Accompagnement par un coordinateur de chantier pendant toute la phase d'exploitation**	
Estimation financière	
Coût technique	Dispositif préventif de lutte contre une pollution des sols : Kit anti-pollution 500 € HT / engin
Accompagnement écologique pendant travaux	Compris dans l'audit écologique de suivi des mesures mise en œuvre (Mesure AMO2)

■ Mesure R10 : Strict respect des emprises projets et préservations des zones de biodiversité

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité				Code de la mesure : R10		
				Lien avec autres mesures : R0		
E	**R**	**C**	**A**	E1.1c : Redéfinition des caractéristiques du projet		
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Limiter les impacts sur la faune et la flore à enjeu ainsi que sur les fonctionnalités écologiques.

Une partie des enjeux floristiques se situe dans des secteurs qui n'ont pas vocation à être aménagés. Il s'agit des secteurs considérés comme zones d'évitement, ainsi que les zones en périphérie des emprises.

Bien que non aménagés, ces secteurs pourraient être mobilisés à des fins d'entreposage des matériaux, pour l'établissement d'une base vie, l'entretien et la circulation de véhicules, etc. Dans l'optique de limitation des impacts au strict nécessaire vis-à-vis du projet, seules les emprises doivent être utilisées par le personnel du chantier afin de préserver les milieux environnant, désignés par le porteur du projet comme espaces verts.

La mesure consistera à identifier sur site les secteurs qui doivent être évités et de s'assurer, le temps des travaux, que la mesure est bien appliquée.

Compte tenu de la taille des surfaces à protéger et du temps des travaux, la méthode consister à la mise en place de signalisation sur les 2 500 m.l avec la présence de panneaux de signalisation dans les secteurs évités. Cela permettra notamment d'éviter des stations d'espèces protégées notamment :

- Environ 500 individus de Myosotis nain,
- Environ 100 individus de Canne de Ravenne

Cette mise en défens permet également d'éviter une vingtaine d'individus d'Avellinie fausse fétuque et quelques individus de Rostraire du littoral et de Céraiste de Sicile.

Il est également prévu une formation rapide sur les enjeux et mesures environnementales vis-à-vis de ce projet auprès des équipes de chantier ainsi qu'un suivi de ce balisage le temps des travaux par un écologue.

Après travaux ou à la fin des travaux, un balisage plus léger mais perne devra être mis en place autour du secteur concerné par la réduction amont (R0) ainsi que dans les différents délaissés (R0). Ce balisage pourra être constitué de de piquets en bois et de corde accompagnés de panneaux de signalisation par exemple.

Les zones évitées et conservées en faveur de la biodiversité devront également faire l'objet d'une gestion adaptée en phase de fonctionnement, et notamment un suivi pour s'assurer du maintien des milieux ouverts ainsi que du Myosotis nain. Des mesures correctives tel qu'un débroussaillage devront être programmé selon l'évolution des milieux.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :	**Calendrier de la mesure :** **En amont du chantier**

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité	Code de la mesure : R10 Lien avec autres mesures : R0
Flore : Myosotis nain, Canne de Ravenne, Avellinie fausse fétuque, Rostraire du littoral, Céraiste de Sicile **Autres espèces également bénéficiaires de cette mesure :** **Invertébrés :** Sphinx de l'Argousier, Diane **Amphibiens :** toutes espèces **Reptiles :** Toutes espèces **Oiseaux :** Toutes espèces **Chiroptères :** Toutes espèces	

Méthode :

- Mis en défens et balisages des stations et secteurs à éviter par un écologue professionnel mandaté.
- Balisage avec couleurs vives et assez solide pour supporter les phénomènes météorologiques
- Pancarte visible « Attention, zone écologique à préserver, défense de déposer tout matériau »
- En fin de chantier, baliser avec des matériaux non polluant et durable (bois, corde, métal)



Exemple de mise en défens et d'un panneau informatif

Matériel nécessaire :

- Chaînette plastique ou filet orange
- Piquet de balisage
- Peinture de marquage
- Panneaux de signalisation

Localisation de la mesure

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité	Code de la mesure : R10
	Lien avec autres mesures : R0



Carte 21 : Localisation de la mesure R10

Points de vigilance

En cas de non-respect de prise en compte des contraintes écologiques, une note technique sera rédigée, faisant le constat du défaut de conformité et la proposition de mesures correctives (lorsque cela sera possible). Cette note technique sera transmise au pétitionnaire. A la fin de chaque audit écologique, un compte-rendu final sera rédigé faisant le bilan des audits réalisés durant toute la phase des travaux. Ce compte-rendu devra être transmis par le pétitionnaire aux services instructeurs.

Modalités de suivi

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité	Code de la mesure : R10
	Lien avec autres mesures : R0
Des audits réguliers devront être prévus, en plus de ceux envisagés pour la mise en place de mesures spécifiques, afin de veiller à la conformité des mesures ERCAS ici proposées. En phase de fonctionnement, le maintien d'un balisage léger et durable pourra être vérifier conjointement aux suivis réalisés pour la faune et la flore.	

Estimation financière		
Balisage des zones à préserver avant les travaux	Environ 2 500 m de chaînette / filet + piquet bois	Environ 600 € H.T.
Accompagnement avant et pendant travaux	Intégré à la mesure AMO2	/
Audit chantier	Cf audit globaux	/
Suivi des espèces protégées dans l'emprise et à ses abords	Cf suivis spécifiques	/

■ Mesure R21 : Gestion écologique des OLD et des secteurs adjacents

Gestion écologique des OLD				Code de la mesure : R21	
				Lien avec autres mesures : R17	
E	R	C	A	Réduction technique en phase fonctionnement	
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit	

Objectif de la mesure :

Gestion écologique des habitats situés dans les emprises de l'OLD.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Cette mesure est générale pour l'ensemble des compartiments biologiques et concerne l'entretien courant des OLD.

Période favorable :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Méthode :

➢ **Entretien des zones débroussaillées (OLD) en accord avec les enjeux écologiques**

Cette mesure permettra de réduire les impacts du débroussaillement sur les habitats naturels, la faune et la flore des milieux ouverts principalement.

Sur les zones à débroussailler et jouant un rôle de « coupe-feu » pour protéger les installations, une limitation des perturbations du projet doit être mise en place pour préserver les espèces à enjeux localisées au sein de ces futures zones débroussaillées ou qui seront amenées dans le temps à les exploiter.

En règle générale, cet entretien régulier (souvent annuel) n'est pas orienté vers la conservation d'enjeux écologiques, et peut induire un impact direct sur certains habitats et espèces. Ainsi, une mesure spécifique peut être apportée afin d'en réduire significativement l'impact.

La mise en place et l'entretien de ces bandes OLD devront être réalisés en accord avec les sensibilités écologiques des espèces recensées/potentielles :

- Une réflexion sur le maintien de certains arbustes voire arbres (arbres-gîtes potentiels par exemple) devra être engagée en amont de l'ouverture des OLD. En effet, la préservation de certains bosquets plus ou moins isolés n'est pas rédhibitoire avec la mise en place des OLD. Il s'agira d'effectuer un débroussaillement sélectif et alvéolaire, dans la bande des 20 à 50m. En effet, dans la bande des 0 à 20m, il est impossible de mettre en place de l'alvéolaire ;

- L'entretien régulier des OLD devra, quant à lui, être réalisé soit manuellement, soit à l'aide de moyens légers d'intervention au plus tôt dans la saison hivernale, en évitant la période printanière et estivale, de façon à ne pas détruire les espèces présentes dans les zones ouvertes.

<u>Débroussaillement de type alvéolaire et sélectif (à appliquer sur la bande des 20-50m des OLD en fonction des recommandations du SDIS)</u>

Ce type de débroussaillement permet de conserver à l'intérieur des OLD des îlots de végétation (pelouses, garrigue basse, arbustes, arbres) qui constitueront autant de refuges pour la flore et la faune, grâce notamment à la multiplication des effets de lisière. Les alvéoles seront bien entendu en grande partie calquées sur les stations à enjeu de conservation. Elles devront donc être définies en présence de l'expert écologue et faire l'objet d'un marquage.

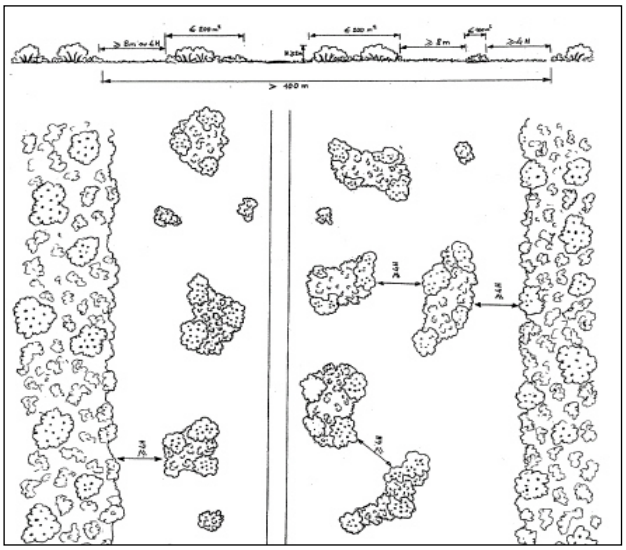
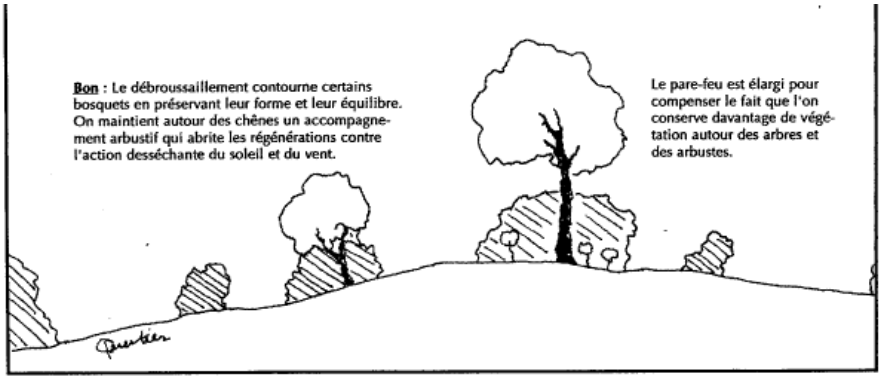


Illustration du traitement de la strate arbustive par le débroussaillement alvéolaire

JL. GUITON & L. KMIEC - ONF, 2000



Gestion écologique des OLD	Code de la mesure : R21
	Lien avec autres mesures : R17

Illustration de la préservation de bosquets d'arbres et d'arbustes lors d'opérations de débroussaillement
P. QUERTIER - ONF, 2000





Exemples de débroussaillement / gyrobroyage de type alvéolaire
J. VOLANT, 10/05/2017, Le Castellet (13)

Les abords de l'emprise du projet doivent faire l'objet d'un entretien réglementaire, dans le cadre des OLD. Or, la « bande à entretenir » autour du parc photovoltaïque pourrait intercepter en particulier des stations d'espèces de la faune protégée. Afin d'éviter toute destruction d'individus, **le débroussaillement devra impérativement être réalisé en hiver.**

Dans ces conditions, ces OLD bien conduites pourraient favoriser la dynamique des végétaux liés aux milieux ouverts et le maintien ou la recolonisation par les insectes et autre petite faune qui y sont associés.

Localisation de la mesure

Dans l'ensemble du périmètre des OLD.

Points de vigilance

- Eviter la fauche ou le débroussaillage durant le printemps et l'été pour ne pas impacter la flore ainsi que les insectes, ressource alimentaire de nombreuses espèces,
- Eviter toute utilisation d'engins mécaniques lourds pour le débroussaillage ou la fauche (risque de tassement ou de remaniement du sol). Privilégier une débroussailleuse à fil ou à disque voire même une motofaucheuse à barre de coupe,
- En cas de fauche ou de débroussaillage, éviter une gestion trop rase des strates herbacée et arbustive (milieux ouverts trop ras défavorables pour le Psammodrome d'Edwards et le Seps strié),
- Proscrire tout usage de produits phytocides,

Modalités de suivi

Seul un suivi écologique de la bonne réalisation de la première année d'entretien annuel est préconisé ici

Estimation fiancière

Encadrement écologique des premières opérations d'entretien de l'OLD (N+1)	2 jours de terrain/ + rédaction	2 500€ HT

3. IMPACTS RESIDUELS DU PROJET SUR LES ZONES HUMIDES

Tableau 6. Évaluation des impacts résiduels sur les zones humides

Zones humides	Surface dans la zone d'emprise avant mesures	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Surface résiduelle	Impacts résiduels
Fourrés de tamaris	18,93	Forts	E0, R8, R9, R10 et R21	18,93	Forts
Bois de peupliers et de frênes	6,95	Forts	E0, R8, R9, R10 et R21	6,95	Forts
Prairies psammophiles des sables fixés à joncs et Scirpe du Midi	4,46	Modérés	E0, R8, R9, R10 et R21	4,46	Modérés
Mosaïque de pelouses d'annuelles psammophiles et prairies psammophiles à Scirpe du Midi	0,78	Faibles	E0, R8, R9, R10 et R21	0,78	Faibles
Prairies psammophiles des sables fixés à Impérate cylindrique	0,20	Faibles	E0, R8, R9, R10 et R21	0,20	Faibles
Steppes salés	0,04	Faibles	E0, R8, R9, R10 et R21	0,04	Faibles
Bois et bosquets de Peupliers	0,04	Faibles	E0, R8, R9, R10 et R21	0,04	Faibles
Prairies psammophiles des sables fixés à Canne d'Italie	0,01	Faibles	E0, R8, R9, R10 et R21	0,01	Faibles

Comme évoqué précédemment, un travail important a été réalisé entre Elyse énergies et ECO-MED, ayant abouti à la définition des emprises finales dans le cadre de la mesure d'évitement amont E0. **L'évaluation des impacts bruts a été réalisée à partir de ces emprises finales.**

Concernant les zones humides, **les mesures de réduction proposées ne permettent pas de diminuer de manière significative le niveau d'impact du projet sur les zones humides.**

Ainsi, le projet conduit à la disparition d'une surface de 31,41 ha de zones humides ou à l'altération de leurs fonctions.

Au regard de la rubrique 3.3.1.0 concernant l'assèchement, la mise en eau, l'imperméabilisation ou le remblai de zones humides, **le projet est donc soumis à autorisation.**

En application des recommandations du **SDAGE Rhône Méditerranée (2022-2027),** une démarche compensatoire doit être mise en place, prévoyant la restauration de zones humides existantes dégradées. Cette compensation doit viser **une valeur guide de 200% de la surface impactée, soit 63 ha.**

Une démarche compensatoire a été initiée pour ce projet, grâce à l'application de la **Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides**. Elle permet une évaluation rapide des fonctions des zones humides continentales (au sens de l'Art. L.211-1 du Code de l'environnement) en France métropolitaine et de vérifier qu'un certain nombre de principes de la compensation sont bien respectés.

PARTIE 4 : MESURES DE COMPENSATION

1. ANALYSE FONCTIONNELLE DE LA ZONE HUMIDE – SITE IMPACTE

1.1. Description de la zone humide avant impact

La zone humide impactée, localisée sur la commune de Fos-sur-Mer (13) au niveau du môle central, correspond à un système hydrogéomorphologique côtier. Délimités au regard du critère de végétation, les habitats naturels présents correspondent principalement à des fourrés de Tamaris et des formations à Peupliers et Frênes en mosaïque avec des milieux plus ouverts, majoritairement des pelouses sableuses et des espèces végétales exotiques envahissantes.

Tableau 7. Caractéristiques générales de la zone humide impactée

Localisation	Fos-sur-Mer (13)
Superficie	37,49 ha
Système hydrogéomorphologique du site	Côtier
Appartenance à une masse d'eau de surface	FRDC04 – Golfe de Fos
Type d'habitats dans le site	- Fourrés de Tamaris (EUNIS : F9.31, surface : 22,80 ha) - Bois de Peupliers et de Frênes (EUNIS : G1.3, surface : 7,65 ha) - Prairies psammophiles des sables fixés à Joncs et Scirpe du Midi (EUNIS : A2.52, surface : 5,37 ha) - Mosaïque de pelouses d'annuelles psammophiles et prairies psammophiles à Scirpe du Midi (EUNIS : B4.49-E1.61 x A2.52, surface : 1,38 ha) - Steppes salées (EUNIS : E6.11, surface : 0,04 ha) - Prairies psammophiles des sables fixés à Impérate cylindrique (EUNIS : A2.52, surface : 0,2 ha) - Bois et bosquets de Peupliers (EUNIS : G1.3, surface : 0,04 ha) - Prairies psammophiles des sables fixés à canne d'Italie (EUNIS : A2.52, surface : 0,01 ha)

1.2. Evaluation des fonctions sur la zone humide avant impact

Pour rappel, 3 grands types de fonctions sont évaluées : hydrologique, biogéochimique et d'accomplissement du cycle biologique des espèces, appelé « écologique » dans le tableau, pour plus de simplicité. La méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides évalue 12 sous-fonctions pour lesquelles les zones humides ont souvent un rôle prépondérant par rapport aux autres écosystèmes. Pour cette étude, l'évaluation se fait au travers de 33 indicateurs mesurés dans le site et 8 dans l'environnement du site.

1.2.1. Opportunité fonctionnelle – les enjeux sur le territoire où est insérée la zone humide (zone contributive, zone tampon et paysage)

Les indicateurs relevés dans l'environnement du site renseignent sur l'opportunité pour un site d'accomplir ses fonctions (= opportunité fonctionnelle). Les indicateurs relevés dans **la zone contributive** du site renvoient à l'opportunité fonctionnelle vis-à-vis des sous-fonctions **hydrologiques** et **biogéochimiques** tandis que les indicateurs relevés dans **le paysage** renseignent l'opportunité fonctionnelle vis-à-vis des sous-fonctions **d'accomplissement du cycle biologique des espèces**.

Les enjeux sont discutés principalement d'après 4 classes identifiés d'après une analyse empirique par l'observateur du résultat des tableaux de bord obtenus avec la méthode mobilisée : très fort, assez fort, assez faible, très faible.

■ **La zone contributive**

La zone humide correspond à un système hydrogéomorphologique côtier. La méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides V2 ne calcule pas de zone contributive pour les systèmes hydrogéomorphologiques côtiers car ces systèmes sont dominés par des processus marins et côtiers spécifiques, rendant inappropriée ou non pertinente l'application d'une évaluation basée sur une zone contributive (bassin versant) terrestre classique.

Il convient toutefois de préciser qu'il est important de prendre en compte les différentes fonctions intrinsèques de la zone humide et pas seulement sur la base de l'opportunité fonctionnelle. L'identification des fonctions à prioriser se basera donc essentiellement sur la capacité fonctionnelle du site. **Les fonctions hydrologiques et biogéochimiques pourront donc être des fonctions jugées comme prioritaires.**

■ **Le paysage**

Pour rappel, le paysage fait référence à l'ensemble des éléments naturels et anthropiques situés dans un rayon de 1000 mètres autour de la zone humide concernée. Il occupe une superficie d'environ 686 ha. Le tableau ci-dessous présente ainsi la proportion des différents milieux EUNIS niveau 1 au sein du paysage de la zone humide.

Tableau 4 : Caractéristiques du paysage de la zone humide impactée

Le paysage	Proportion (%)
A – Habitats marins	30
B – Habitats côtiers	5
C – Eaux de surfaces continentales	2
D – Tourbières hautes et bas-marais	0
E – Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminoïdes, mousses ou des lichens	7
F – Landes, fourrés et toundras	25
G – Boisements, forêts et autres habitats boisés	4
H – Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée	2
I – Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés	0
J – Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels	25

Le paysage de la zone humide présente un grand nombre de milieux naturels dont la répartition est assez équilibrée. A l'ouest on retrouve des habitats marins, notamment des marais salés autrefois exploités pour la production de sel. Le reste du paysage est dominé par des fourrés de tamaris et des formations de peupliers, formant une mosaïque avec des espèces végétales exotiques envahissantes telles que l'Herbe de la Pampa ou l'Olivier de Bohème.

L'ensemble de ces habitats est fragmenté par un réseau dense d'infrastructures de transport (routes et voies ferrées) et de bâtiments industriels. Les perturbations anthropiques dans le paysage sont ainsi importantes, réduisant l'intérêt écologique du site pour accueillir la faune et la flore. Cela limite également les possibilités de déplacement des espèces entre les différents habitats.

➔ **ENJEUX PRINCIPAUX POUR LE SITE IMPACTE** :

Les caractéristiques du paysage du site impacté ont permis de déterminer :

- **Une opportunité assez forte** pour le site de réaliser la sous-fonction **de support des habitats,**
- **Une opportunité assez faible** pour le site de réaliser la sous-fonction de **connexion des habitats**.

Les résultats de l'évaluation de l'opportunité fonctionnelle pour chaque sous-fonction figurent, pour le site impacté dans le tableau 8 ci-après. Pour plus de précisions, se référer au tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 2bis ».

1.2.2. Capacité fonctionnelle – les enjeux sur la zone humide

La valeur des 33 indicateurs **évalués dans le site** pour cette étude renseigne sur la **capacité fonctionnelle du site**, c'est-à-dire sa capacité à réaliser les sous-fonctions associées. **Ce sont ces indicateurs évalués dans le site qui interviendront ensuite dans l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle.**

Les enjeux sont discutés principalement d'après 4 classes identifiés d'après une analyse empirique par l'observateur du résultat des tableaux de bord obtenus avec la méthode mobilisée : très fort, assez fort, assez faible, très faible

■ **Fonctions hydrologiques**

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction d'**atténuation du débit de crue** :

La densité très faible de fossés et la forte conductivité hydraulique du sol (texture sableuse) sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins la faible teneur en matière organique dans les sols vient nuancer ce constat. Par ailleurs, la nature anthropique du môle central semble altérer durablement le fonctionnement de cette sous-fonction. En effet, les remblais aménagés pour la création du môle central empêchent les inondations annuelles des terrains, ce qui suggère que cette sous-fonction ne soit plus réalisable (ou très peu) par la zone humide.

- **Capacité très forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **ralentissement des ruissellements** :

La densité très faible de rigoles et fossés est favorable à l'expression de cette sous-fonction. En effet un réseau de systèmes de drainages peu dense prolonge le temps de séjour des eaux dans la zone humide et limite les flux hydrosédimentaires de l'amont vers l'aval.

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **recharge des nappes :**

La densité très faible de systèmes de drainage et la forte conductivité hydraulique du sol (texture sableuse) sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins des études géotechniques (suivi piézométrique par SUEZ Consulting de septembre à octobre 2024) montrent que le site n'est pas connecté à une nappe phréatique, mais uniquement au milieu marin (présence d'eau souterraine très salée) ce qui suggère que cette sous-fonction ne soit plus réalisable (ou très peu) par la zone humide.

- **Capacité assez faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **rétention des sédiments :**

Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins le manque de matière organique incorporée en surface nuit grandement à la rétention des sédiments.

■ **Fonctions biogéochimiques**

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **dénitrification des nitrates** :

Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins, le manque de matière organique en surface et enfouie dans le sol, la granulométrie intermédiaire en surface et en profondeur ainsi que l'absence de signes d'engorgement temporaire dans les sols sont des éléments défavorables à l'expression de la sous-fonction de dénitrification dans la zone humide.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'assimilation végétale de l'azote** :

Le couvert végétal permanent important, le couvert surtout arboré et arbustif, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. De plus, la présence d'habitats non halophiles sur une grande surface est favorable à la réalisation de cette sous-fonction. Néanmoins, le manque de matière organique en surface nuit à l'assimilation végétale de l'azote.

- **Capacité très forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'adsorption et de précipitation du phosphore :**

L'ensemble des indicateurs qui participent à l'évaluation de cette sous-fonction présent des valeurs élevées. Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion et de

ravinement sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. De plus, un pH alcalin égal à 8 mesuré dans la zone humide impactée est également favorable à la fixation du phosphore dans les sols.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'assimilation des orthophosphates** :

Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins, comme évoqué pour la sous-fonctions précédente, un pH alcalin favorise la fixation du phosphore dans les sols, dans ces conditions, le phosphore n'est donc plus disponible pour la végétation nuit à l'assimilation des orthophosphates. L'indicateur lié au pH est donc défavorable à l'expression de la sous-fonction d'assimilation des orthophosphates par la végétation.

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **séquestration du carbone** :

La surface terrière des arbres très faible, la faible teneur en matière organique incorporée en surface et enfouie dans le sol ainsi que l'absence d'horizons histiques sont défavorables à l'expression de cette sous-fonction.

■ **Fonctions écologiques**

- **Capacité assez faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **connexion des habitats :**

Cette sous-fonction est évaluée par un unique indicateur qui rend compte de la similarité des habitats entre le site et le paysage. Dans le cas présent, les habitats présents dans le site sont jugés assez similaires aux milieux dans le paysage.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **support des habitats**

La répartition des habitats naturel équilibrée, l'emprise d'habitats hygrophiles très importante, l'emprise d'habitat naturels forte sont favorables à l'expression de cette sous-fonction malgré l'intensité des invasions biologiques jugée élevée. Malgré ces facteurs de dégradation, la capacité du site à réaliser la fonction de support des habitats est jugée assez forte. Ce constat s'appuie également sur la présence de nombreuses espèces faunistiques ou floristiques à enjeux écologiques notables.

■ **Bilan sur la capacité fonctionnelle du site impacté**

L'évaluation des sous fonctions réalisées par la zone humide impactée à l'aide des indicateurs associés a permis de mettre en évidence les enjeux liés au site impacté.

➔ **ENJEUX PRINCIPAUX POUR LE SITE IMPACTE** :

- **Fonctions hydrologiques :** La zone humide semble avoir une capacité **très forte** à remplir la sous-fonction de **ralentissement des ruissellements**, une capacité **assez faible** pour **la rétention des sédiments** et une capacité **très faible** pour l'**atténuation du débit de crue** et la **recharge de nappe**.
- **Fonctions biogéochimiques :** La capacité de la zone humide de remplir la sous-fonction d'**adsorption et de précipitation du phosphore dans les sols** est jugée **très forte**. Concernant les fonctions d'**assimilation végétale de l'azote et des orthophosphates**, la capacité fonctionnelle de la zone humide impactée est jugée **assez forte**. Enfin, la capacité de la zone humide de remplir les sous-fonctions de **séquestration du carbone** et de **dénitrification** est jugée **très faible**.
- **Fonctions écologiques :** La zone humide semble avoir une capacité **assez faible** à remplir la sous-fonction de **connexion des habitats** et **assez forte** à remplir la sous-fonction de **support des habitats**.

Les résultats de l'évaluation de la capacité fonctionnelle pour chaque sous-fonction figurent dans le tableau ci-après. Pour plus de précisions, se référer au tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 2 ».

1.2.3. Identification des fonctions à prioriser

L'évaluation de l'opportunité fonctionnelle pour le site de réaliser ses fonctions vis-à-vis des caractéristiques de son environnement et de la capacité du site à réaliser ses fonctions permet d'identifier les fonctions prioritaires sur lesquelles portera l'analyse de l'équivalence fonctionnelle.

Le choix des fonctions à prioriser intègre également des données de contexte qui ne rentrent pas dans le calcul des indicateurs et des sous-fonctions (zones humides d'intérêt majeur, la position de la zone humide dans le bassin versant et les pollutions diffuses, les trames vertes et bleues, les espèces protégées, les espaces naturels à statuts

etc…). Dans ce cas présent, la présence dans le site d'espèces faunistiques protégées et d'habitats naturels d'intérêt communautaire confortent la nécessité de prioriser la sous-fonctions de support des habitats.

Concernant les fonctions biogéochimiques, les zones humides situées en queue de bassin versant jouent un rôle important, notamment en matière d'épuration de l'eau. En effet, les eaux arrivant dans ces milieux sont souvent fortement chargées en azote (N), en phosphore (P) et en polluants dissous. Ainsi, les sous-fonctions telles que la dénitrification des nitrates, l'assimilation végétale de l'azote, l'adsorption et la précipitation du phosphore, ainsi que l'assimilation végétale des orthophosphates peuvent ainsi être très significatives pour les zones humides en système hydrogéomorphologique côtier.

Tableau 8. Importance des sous-fonctions remplies par la zone humide impactée

Fonctions	Sous-fonctions	Opportunité fonctionnelle	Capacité fonctionnelle	Importance de la sous-fonction
Hydrologique	Atténuation du débit de crue	-	Très faible	Secondaire
	Ralentissement des ruissellements	-	Très forte	**Prioritaire**
	Recharge des nappes	-	Très faible	Secondaire
	Rétention des sédiments	-	Assez faible	Secondaire
	Soutien au débit d'étiage	Non évaluée en système côtier		
Biogéochimique	Dénitrification	-	Très faible	Secondaire
	Assimilation végétale de l'azote	-	Assez forte	**Prioritaire**
	Adsorption et précipitation du phosphore	-	Très forte	**Prioritaire**
	Assimilation végétale des orthophosphates	-	Assez forte	Secondaire
	Séquestration du carbone	-	Très faible	Secondaire
Ecologique	**Support des habitats**	Assez forte	Assez forte	**Prioritaire**
	Connexion des habitats	Assez faible	Assez faible	Secondaire

Ainsi, pour cette zone humide, la sous-fonction hydrologique de ralentissement des ruissellements est jugée prioritaire. Parmi les fonctions biogéochimiques, l'assimilation végétale de l'azote et l'adsorption et précipitation du phosphore sont jugée prioritaires. Enfin, la sous-fonction écologique de support des habitats est jugée prioritaire. Des équivalences fonctionnelles seront donc attendues sur les indicateurs associés à ces sous-fonctions.

Rappel : la mesure de compensation associée au projet d'aménagement sera jugée satisfaisante si l'équivalence fonctionnelle est obtenue sur suffisamment d'indicateurs associés aux fonctions prioritaires identifiées

1.3. Evaluation des fonctions sur la zone humide avec impact envisagé

Dans le cadre de l'application de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides, la simulation des pertes entrainées par le projet sur le site impacté est réalisée grâce au tableur Excel de la MNEFZH. Pour la majorité des questions à renseigner sur le site impacté, on renseigne une évaluation du site avant puis avec impact envisagé. Cette méthodologie permet d'identifier les indicateurs présentant des pertes liées aux impacts du projet sur la zone humide impactée.

L'évaluation des pertes fonctionnelles sur le site impacté figure sous la forme de graphiques dans le tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 1 » et en annexe 3. Le projet engendrera des pertes fonctionnelles pour la majorité des indicateurs évalués pour cette zone humide. Ceci est dû à la diminution de la superficie du site avec impact envisagé, les surfaces détruites lors du terrassement étant soustraites de la surface initiale de zones humides avérées dans la zone d'étude.

- **Le couvert végétal**

Sur les 4 indicateurs liés au couvert végétal évalués pour cette zone humide, la totalité connait des pertes entre l'état initial et avec l'impact envisagé. Les pertes les plus importantes concernent la végétalisation du site, l'assimilation végétale de l'azote et du phosphore, ainsi que la séquestration du carbone. Les pertes liées à l'indicateur de surface de section des arbres sont moins importantes, cet indicateur présentant déjà une valeur très faible pour la zone humide avant impact.

- **Les systèmes de drainage et l'érosion**

Ces indicateurs subiront également des pertes liées à la diminution de surface du site, car le site impacté présente une densité de rigoles et fossés très réduite avant impact.

- **Le sol**

Ces indicateurs subiront également des pertes liées à la diminution de surface du site.

- **Les habitats**

Concernant les habitats, la modification la plus importante entre la zone humide avant impact et avec impact envisagé est la perte de surface d'habitats hygrophiles et non halophiles tels que les fourrés de Tamaris et les boisements à Peupliers. L'indicateur de rareté des invasions biologiques présente également des pertes, dans une moindre mesure, le site impacté étant déjà colonisé par les espèces invasives. Il en est de même pour l'indicateur lié à la fragmentation des habitats naturels. Les pertes liées à cet indicateur sont moins importantes étant donné que le site impacté présente une fragmentation importante avant impact.

2. ANALYSE FONCTIONNELLE DE LA ZONE HUMIDE – SITE DE COMPENSATION

L'analyse suivante s'appuie en partie sur **l'étude hydraulique réalisée par Hydratis en 2025.** Certains éléments tirés de l'étude d'Hydratis, ayant pour but de caractériser le fonctionnement hydraulique actuel des parcelles, alimentent les parties de ce rapport dédiées à la description des parcelles de compensation et ont été utilisés pour affiner la complétude du tableur de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides.

2.1. Localisation des zones de compensation

Deux parcelles pouvant accueillir les mesures compensatoires ont été identifiées au regard de l'opportunité de leur location longue durée pour la mise en place pérenne de mesures de valorisation de la biodiversité et des fonctions biologiques (conservation-gestion et surtout restauration écologique).

Ces parcelles sont situées sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, dans les Bouches-du-Rhône, contigüe à la zone de projet. Elles sont incluses dans la « couronne verte » du site industrialo-portuaire appartenant au Grand Port Maritime de Marseille, gestionnaire du site et sont éloignées d'environ 5 km de la zone de projet. Il s'agit d'une partie de la parcelle 0107 de la section 0B et d'une partie de la parcelle 0389 de la section 0B de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

- La parcelle Etang de l'Oiseau Est est située à environ 5 km à l'ouest de la zone d'étude et s'étend sur **environ 64 hectares** en bordure de la route départementale D268.
- La parcelle Ouest de l'Etang de l'Oiseau est située au nord-ouest de la parcelle est, éloignée de cette dernière d'environ 700 mètres et de la zone d'études d'environ 5 km. Elle s'étend sur **environ 67 ha**, limitée à l'ouest par une voie ferrée de transport de marchandises.

Ces deux parcelles font partie d'un site Natura 2000 (la Zone de Protection Spéciale de la Directive Oiseaux « Marais entre Crau et grand Rhône »), dont le Parc naturel Régional de Camargue est l'animateur général et le GPMM animateur sur les parcelles lui appartenant.

L'ensemble des deux parcelles fait également partie du périmètre de la ZNIEFF « Salin du Caban ». Il s'agit d'une Zone Naturelle d'intérêt Ecologique Faune et Flore reconnue pour sa lagune, pour les montilles (dunes fossiles) qui l'entourent et pour l'ancien étang de l'Oiseau qui concerne en particulier les deux parcelles étudiées. Celles-ci font donc partie d'un grand ensemble de marais et lagunes, en contexte salé. Le système hydraulique permet l'acheminement d'eau douce favorisant une mosaïque d'habitats aquatiques présentant des gradients de salinité.

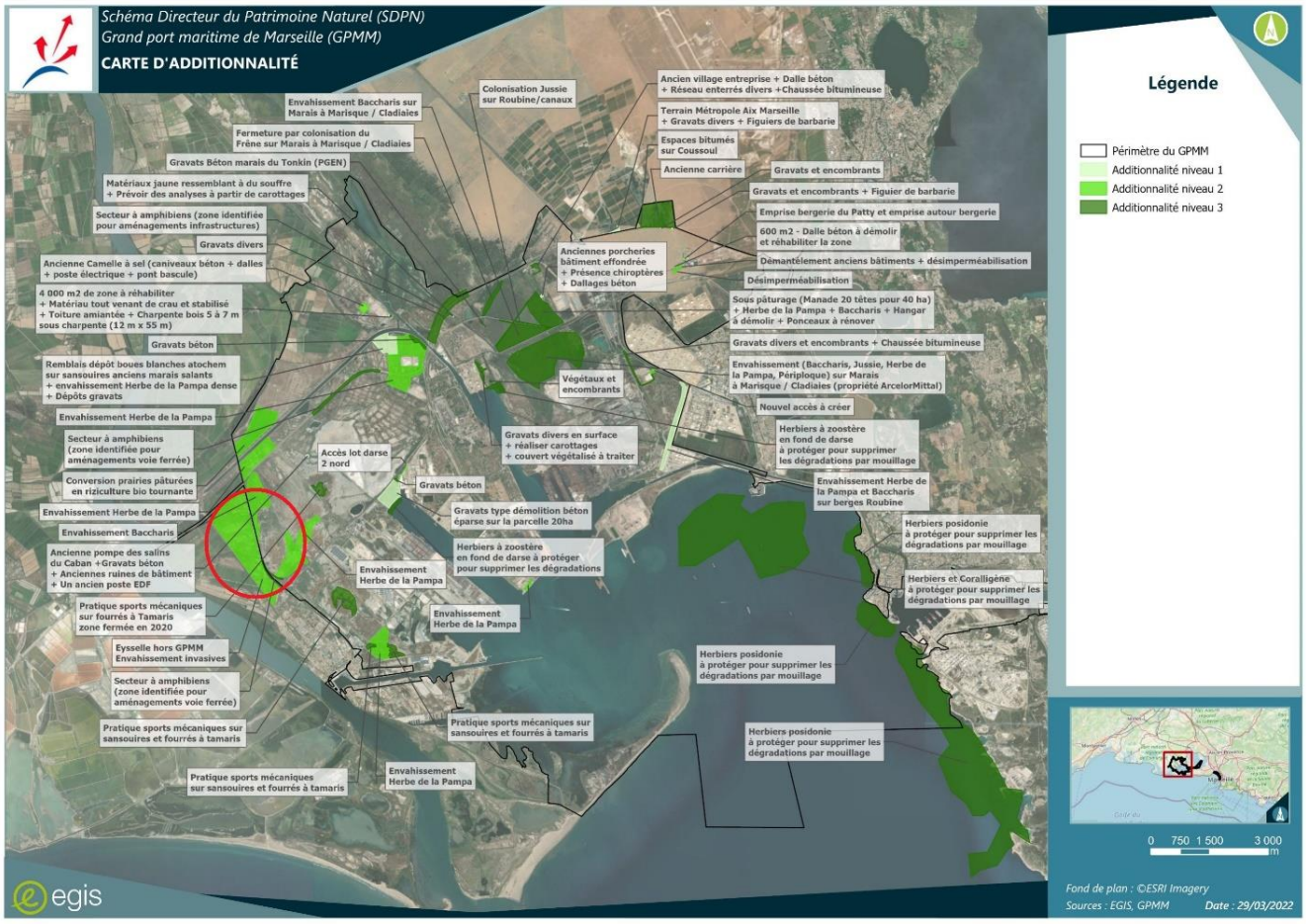
Les deux parcelles appartiennent en plus à une seconde ZNIEFF « Golfe de Fos-sur-Mer ». Les mêmes espèces et habitats naturels que dans la ZNIEFF Salins du Caban sont concernés.

Enfin, les deux parcelles sont situées à l'intérieur du périmètre du Parc Naturel Régionale de Camargue.



Carte 22 : Localisation des parcelles compensatoires par rapport à la zone du projet NEOCARB

Du point de vue de la propriété foncière, les parcelles concernées sont propriété du GPMM. Elles font partie de la couronne agro-environnementale faisant l'objet d'un plan de gestion des espaces naturels (PGEN) coordonné par le GPMM. La couronne verte du GPMM et les parcelles compensatoires concernées par le projet NEOCARB sont l'objet-même du SDPN (Schéma Directeur du Patrimoine Naturel) en permettant de hiérarchiser les parcelles compensatoires selon un critère d'*additionnalité* des mesures de compensation. Il s'agit de pouvoir évaluer le potentiel compensatoire (sur une échelle de 1 à 3) de ces parcelles pour savoir s'il est possible pour chacune d'elles d'accueillir de nouvelles mesures de compensation en lien avec les projets en cours et à venir sur le territoire du GPMM. D'après ce dernier, les parcelles compensatoires étudiées en 2024 présentent un potentiel compensatoire en tant que parcelles à *additionnalité* de niveau 2, c'est-à-dire qu'il y est possible d'y ajouter une/des mesure(s) en vue de compenser les impacts du projet afin d'atteindre le niveau 3, le plus haut, dans lequel il n'est plus possible d'ajouter de plus-value compensatoire sur les parcelles concernées.



Carte 23 : Carte d'additionnalité des mesures compensatoires, d'après le SDPN (source : modifiée d'après GPMM)

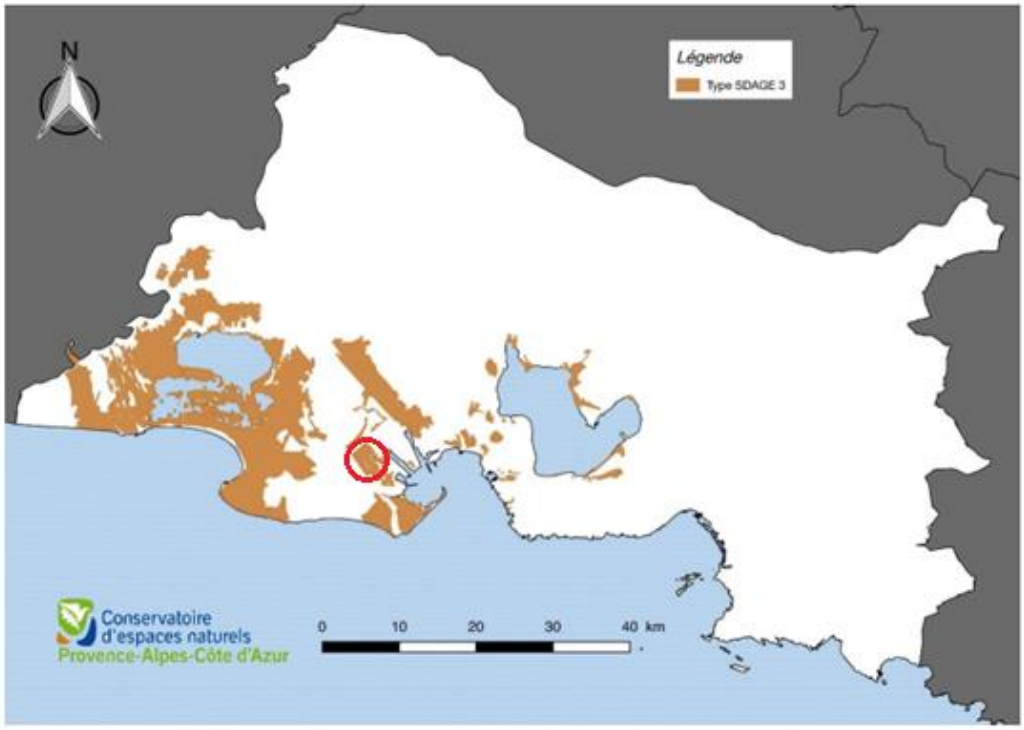
Les parcelles ont été visitées sur les périodes écologiques de 2024, aux mêmes périodes que les prospections sur le site NEOCARB, afin d'analyser leur composition végétale et l'état de conservation général, d'évaluer leur richesse faunistique, de diagnostiquer leur dynamique et leur fonctionnalité générale. Les visites ont été effectuées par les expertes et experts faune-flore-ZH d'ECO-MED déjà en charge de l'état initial du projet NEOCARB.

2.2. Importance des zones humides compensatoires à l'échelle départementale

Le Conservatoire d'espaces naturels PACA a mené un inventaire des zones humides des Bouches-du-Rhône pour améliorer les connaissances sur ces espaces. Basé sur des inventaires précédents (2001-2013) réalisés par la Tour du Valat et divers bureaux d'études (ECO-MED, ECOSPHERE et O2 TERRE), cet inventaire a été complété entre 2017 et 2018 pour actualiser les données et fournir un outil de gestion et de sensibilisation plus complet. Selon le rapport d'expertise[1] réalisé en 2019, le site de compensation appartient au type SDAGE n°3, qui correspond aux marais et bordures de milieux lagunaires.

Les marais et lagunes côtiers possèdent généralement une valeur patrimoniale élevée, note remontée par la « fonction biologique » d'habitat d'espèce (halte migratoire, zone de reposoir ou dortoirs) qu'ils assurent au bénéfice de l'avifaune. Leurs fonctions hydrologiques et biogéochimiques, loin d'être négligeables pour ce qui est de la phytoépuration et de la protection des côtes, sont d'importance plus modérées. De même pour leur valeur socio-économique concentrée sur le tourisme et l'élevage bovin et équin.

Les principales menaces incluent la fragmentation des habitats (multiplication des infrastructures routières et bâtiments industriels), les pollutions locales et du bassin versant (pollutions industrielles), affectant les masses et cours d'eau ainsi que la modification de leur hydrologie (assèchement, remblais, etc.). Cela entraîne une perte de biodiversité et favorise l'expansion d'espèces pionnières peu exigeantes, notamment des espèces exotiques envahissantes telles que le Séneçon en arbre (*Baccharis halimifolia*), de l'Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia*) et de l'Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*).



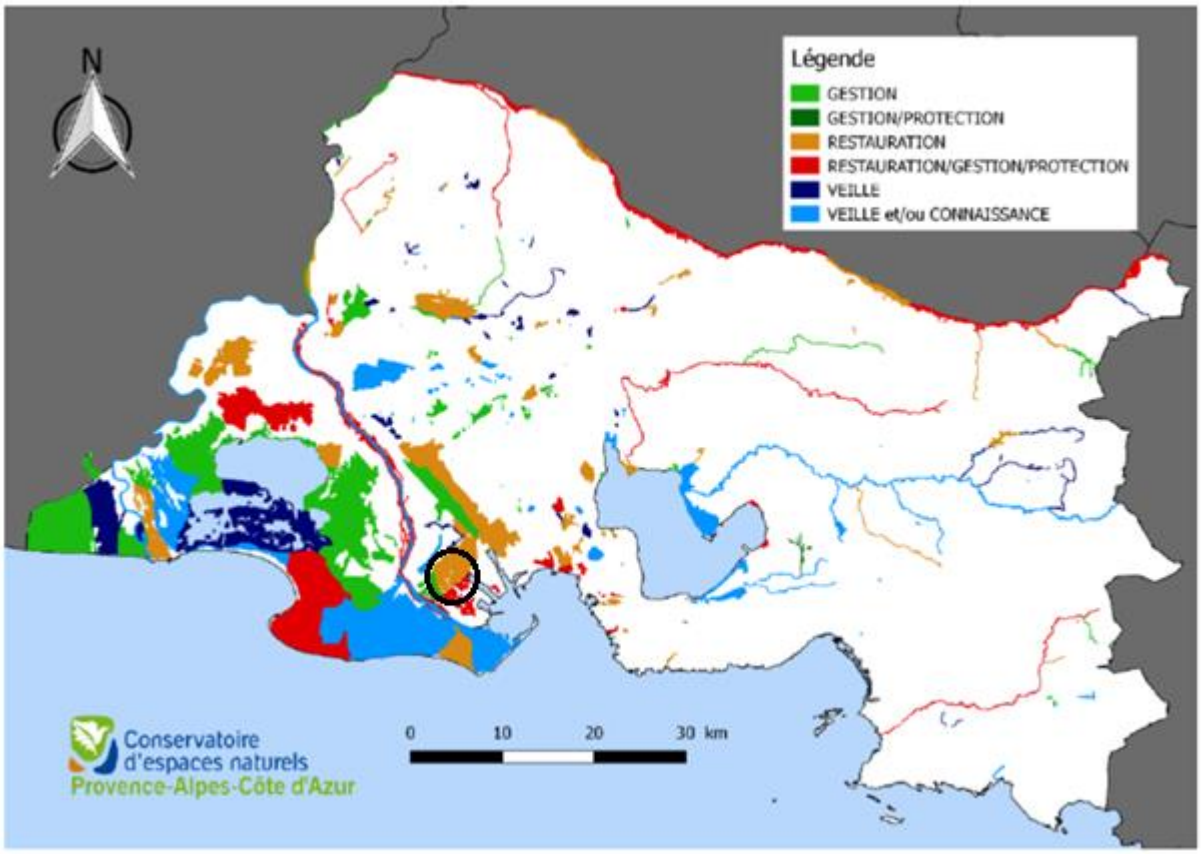
Type SDAGE	Nb ZH	Surface cumulée (ha)	% Nb ZH	% Surf. Totale
3	60	41617	24	58,6

Carte 24 : Type SDAGE 03 – Marais et lagunes côtiers (source : Rapport d'expertise 2017-2018 - Inventaire des zones humides du département des Bouches du Rhône). Entourée de rouge, la localisation des parcelles compensatoires étudiées en 2024.

Les marais et lagunes côtières représentent à eux seuls plus de la moitié de la surface en zones humides du département (58,6%, plus de 72% en incluant les lagunes).

[1] Oulès E. avril 2019. Rapport d'expertise. Inventaire des zones humides du département des Bouches-du-Rhône 2017-2018. Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Département des Bouches-du-Rhône.

Ce type SDAGE, d'après le rapport d'étude, doit donc faire l'objet d'une considération prioritaire de premier plan en matière de préservation et de gestion des zones humides **et doit ainsi être restauré (secteur orange dans la carte ci-dessous, dans lequel se situent les parcelles compensatoires).**



Carte 25 : Bilan - Objectifs d'intervention – entouré de noir, localisation des parcelles de compensation étudiées en 2024

2.3. Description des zones de compensation avant action écologique

2.3.1. Etang de l'Oiseau OUEST

La parcelle ouest occupe une surface d'environ 67 ha et s'étend sur un axe nord-sud le long de l'Etang de l'Oiseau. Distante d'un peu moins de 5 km de la zone d'étude, sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, elle fait partie du site de l'étang de l'Oiseau qui est géré par le GPMM et intégré au site Natura 2000 « Marais entre Crau et grand Rhône ».

Cette parcelle est caractérisée par une altitude et une salinité moindre par rapport à la parcelle est. Une roubine est présente à l'ouest de la parcelle, selon un axe nord-sud, alimentant l'Etang de l'Oiseau sur sa partie nord en eau douce à légèrement saumâtre provenant du Rhône (Source : Hydratis). Ce secteur également dominé par une végétation halophile, accueille des habitats de roselières, à la différence de la parcelle est. Les habitats naturels présents dans la parcelle ouest sont :

- Les prés-salés à Jonc piquant (*Juncus acutus*) et Jonc maritime (*Juncus maritimus*) ;
- Les fourrés à Salicorne (*Sarcocornia fruticosa*) ;
- Les steppes à Saladelles ;
- Les marais salés, souvent en mosaïque avec des formations de Roseau commun (*Phragmites australis*) ;
- Les zones sableuses peu végétalisées ;
- Les pelouses psammophiles parfois rudéralisées ;
- Les bosquets à Tamaris.



Pré-salé à Joncs



Sansouïre



Pelouse psammophile



Steppe à Saladelle



Marais salé en eau



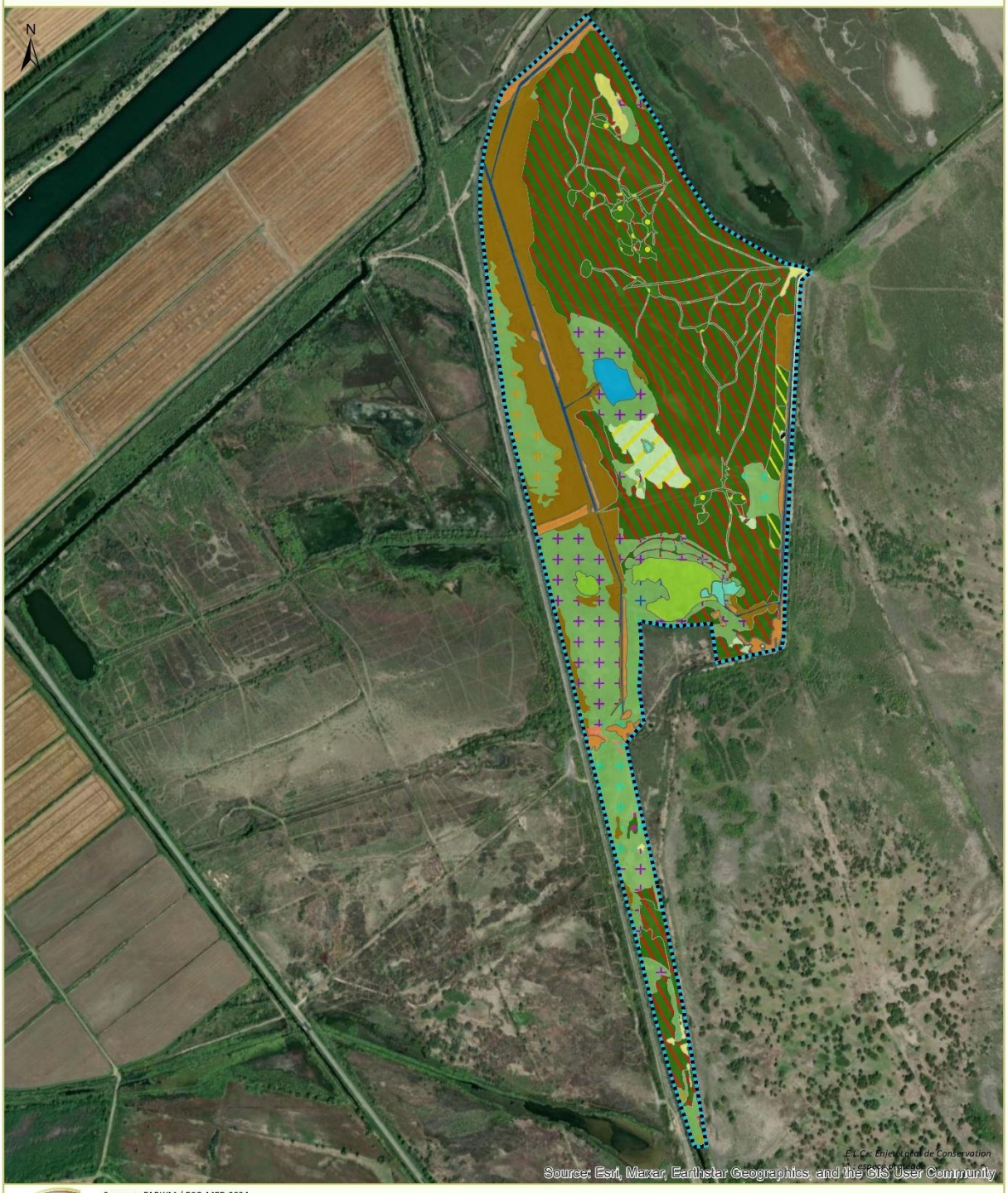
Marais salé à sec

Aperçu des habitats naturels de la zone compensatoire

L.CHASTEL, 27/05/2024, Fos-sur-mer (13)

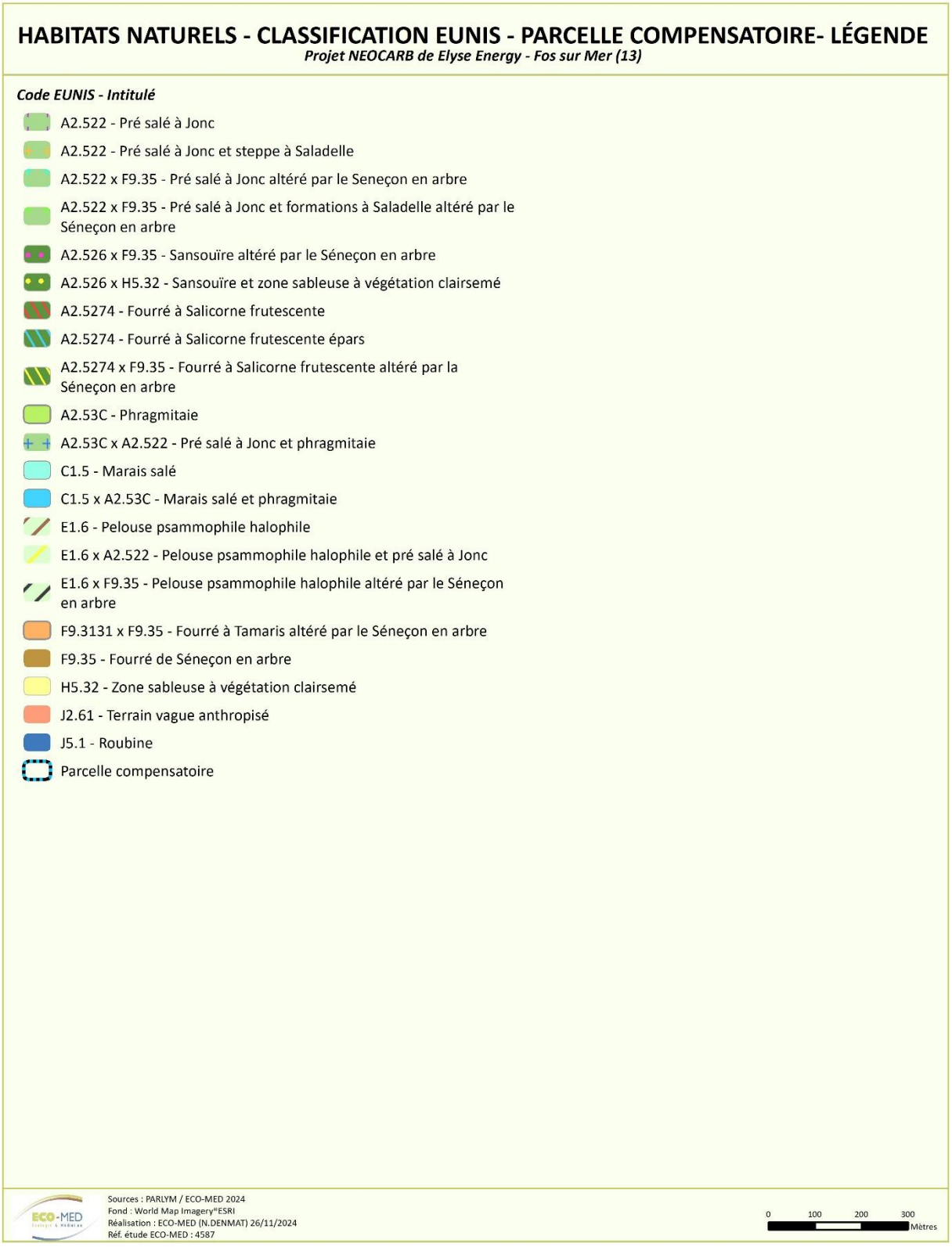
HABITATS NATURELS - CLASSIFICATION EUNIS - PARCELLE COMPENSATOIRE

Projet NEOCARB de Elyse Energy - Fos sur Mer (13)



Sources : PARLYM / ECO-MED 2024
Fond : World Map Imagery©ESRI
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 26/09/2024
Réf. étude ECO-MED : 4587

0 100 200 300 Mètres



Carte 26 : Habitats naturels – Classification EUNIS – Parcelle OUEST

2.3.2. Etang de l'Oiseau EST

La parcelle est localisée sur la partie sud de l'Etang de l'Oiseau et occupe une surface d'environ 64 ha. Elle est située à un peu moins de 5 km de la zone d'étude, sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, et fait partie du site de l'étang de l'Oiseau qui est géré par le GPMM.

Le secteur de l'étang de l'Oiseau présente une topographie contrastée en raison des perturbations d'origine anthropique. La parcelle Est présente une topographie avoisinant 1,80 m au-dessus du niveau de la mer, plus élevée que la parcelle Ouest dont l'altitude est proche de 0,40 m. Cette différence topographique est due aux remblais qui ont surélevé la parcelle est lors du creusement du canal du Rhône à Fos dans les années 1980. L'apport de sédiments sur ce secteur a également engendré une salinisation du milieu qui explique en partie la typologie des habitats naturels observée aujourd'hui.

La parcelle est de l'Etang de l'Oiseau est dominée par une végétation halophile. La salinité du milieu d'explique par la proximité du milieu marin, par la très faible altitude et par l'existence d'un biseau d'eau salé en profondeur, qui augmente la salinité des sols par évaporation. Ainsi, on y observe un gradient de végétation halophile initié par les steppes à Saladelle et remplacées ensuite par les pelouses psammophiles et les prés-salés à Joncs. Globalement, on retrouve les habitats naturels fonctionnels suivants :

- Les sansouïres ;
- Les pelouses psammophiles parfois rudéralisées ;
- Les zones sableuses à végétation clairsemée ;
- Les steppes à Saladelles ;
- Les bosquets à Tamaris ;
- Les prés-salés à Jonc piquant (*Juncus acutus*) et Jonc maritime (*Juncus maritimus*).



Pelouse psammophile



Steppe à Saladelles



Sansouïre



Secteur à végétation clairsemée



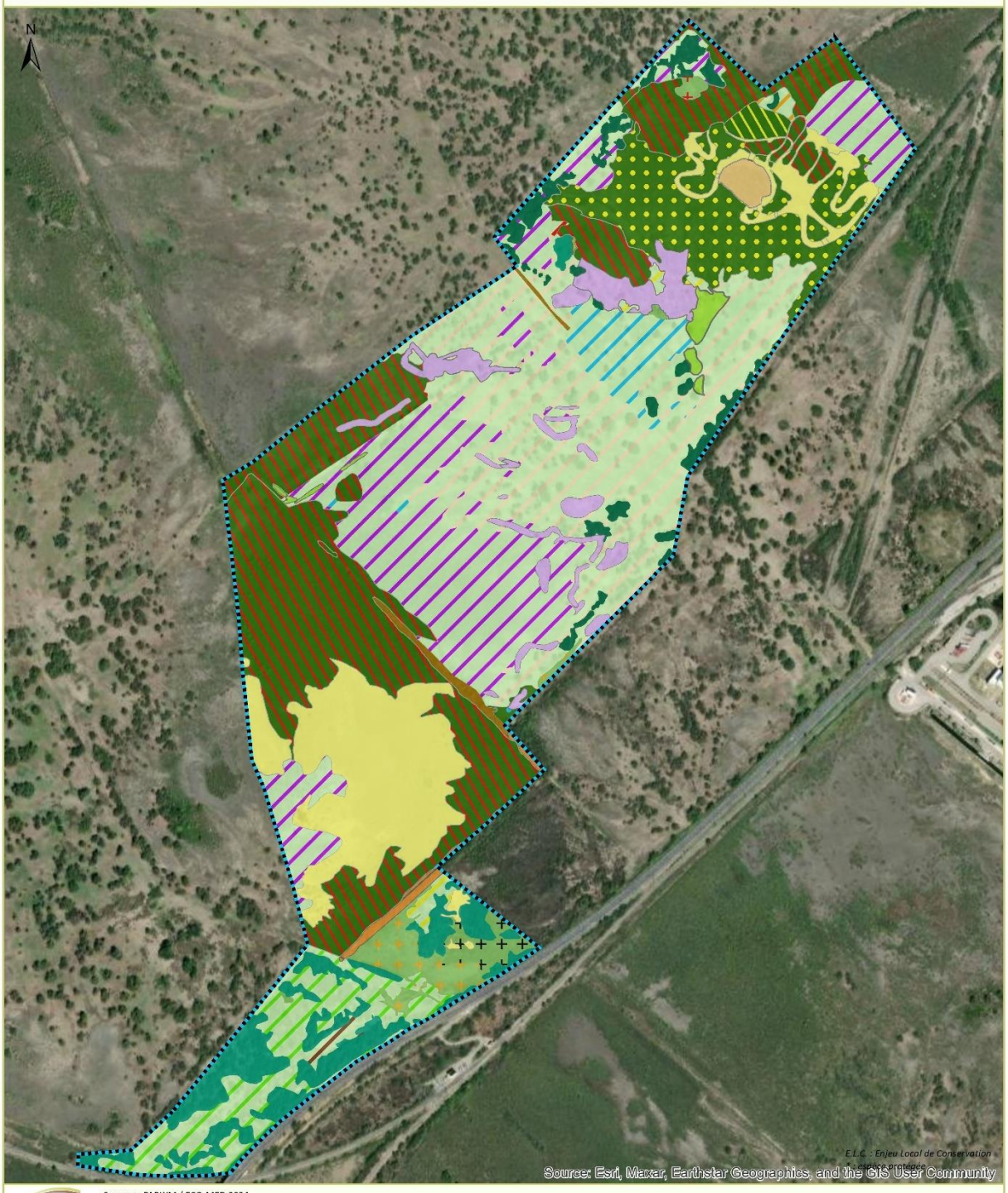
Bosquet à Tamaris et pelouses sableuses

Aperçu des habitats naturels de la zone compensatoire est

L.CHASTEL, 29/03/2024

HABITATS NATURELS - CLASSIFICATION EUNIS - PARCELLE COMPENSATOIRE

Projet NEOCARB de Elyse Energy - Fos sur Mer (13)



Sources : PARLYM / ECO-MED 2024
Fond : World Map Imagery®ESRI
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 26/09/2024
Réf. étude ECO-MED : 4587

0 100 200 300 Mètres



Carte 27 : Habitats naturels – Classification EUNIS – Parcelle EST

2.4. Evaluation des fonctions de la zone humide de compensation avant action écologique

Etant donné que les deux sites de compensation sont proches géographiquement et connectés écologiquement, une analyse globale unique des fonctionnalités a été réalisée.

2.4.1. Opportunité fonctionnelle – les enjeux sur le territoire où est insérée la zone humide compensatoire (zone contributive, zone tampon et paysage)

Les indicateurs relevés dans l'environnement du site renseignent sur l'opportunité pour un site d'accomplir ses fonctions (= opportunité fonctionnelle). Les indicateurs relevés dans **la zone contributive** du site renvoient à l'opportunité fonctionnelle vis-à-vis des sous-fonctions **hydrologiques** et **biogéochimiques** tandis que les indicateurs relevés dans **le paysage** renseignent l'opportunité fonctionnelle vis-à-vis des sous-fonctions **d'accomplissement du cycle biologique des espèces**.

Les enjeux sont discutés principalement d'après 4 classes identifiés d'après une analyse empirique par l'observateur du résultat des tableaux de bord obtenus avec la méthode mobilisée : très fort, assez fort, assez faible, très faible

- **La zone contributive**

La zone humide compensatoire, de même que la zone humide impactée, correspond à un système hydrogéomorphologique côtier. La méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides V2 ne calcule pas de zone contributive pour les systèmes hydrogéomorphologiques côtiers car ces systèmes sont dominés par des processus marins et côtiers spécifiques, rendant inappropriée ou non pertinente l'application d'une évaluation basée sur une zone contributive (bassin versant) terrestre classique.

Comme pour le site impacté, l'évaluation des sous-fonctions hydrologiques et biogéochimiques remplies par le site de compensation se fera par l'étude de la capacité fonctionnelle du site à remplir ces sous-fonctions uniquement.

- **Le paysage**

Pour rappel, le paysage fait référence à l'ensemble des éléments naturels et anthropiques situés dans un rayon de 1000 mètres autour de la zone humide concernée. Pour le site compensatoire, il occupe une superficie d'environ 1336 ha. Le tableau ci-dessous présente ainsi la proportion des différents milieux EUNIS niveau 1 au sein du paysage de la zone humide compensatoire.

Tableau 5 : Caractéristiques du paysage de la zone humide compensatoire

Le paysage	Proportion (%)
A – Habitats marins	45
B – Habitats côtiers	5
C – Eaux de surfaces continentales	9
D – Tourbières hautes et bas-marais	0
E – Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminoïdes, mousses ou des lichens	7
F – Landes, fourrés et toundras	8
G – Boisements, forêts et autres habitats boisés	1
H – Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée	5
I – Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés	10
J – Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels	10

Les zones de compensation sont situées à environ 5km de la zone humide impactée par le projet. Ainsi, elles s'inscrivent dans un contexte environnemental similaire au site impacté avec un grand nombre d'habitats naturels, principalement constitués par des marais salés (habitats marin, code EUNIS A), dont la répartition est équilibrée.

Le site de compensation, tout comme le site impacté, s'inscrit dans un contexte très anthropisé. Les principales différences résident dans les zones bâties et industrialisées qui sont moins denses dans le paysage du site de compensation (10%) que dans le paysage du site impacté (25%). Les surfaces agricoles en revanche occupent environ 10% du paysage du site de compensation alors qu'elles sont absentes du paysage du site impacté.

Concernant la sous-fonction de connexion des habitats, les indicateurs qui présentent des valeurs défavorables à l'expression de cette sous-fonction sont, comme pour le site impacté, une densité importante de grandes infrastructures de transport (routes et voies ferrées), une anthropisation importante et une densité de corridors boisés très réduite, ce qui limite les possibilités de déplacement des espèces entre le site de compensation et son paysage. Cependant, la densité de corridors aquatiques temporaires très importantes, ainsi que la rareté des infrastructures de transport sont des éléments du paysage qui favorisent l'expression de cette sous-fonction dans le site de compensation.

➔ **ENJEUX PRINCIPAUX POUR LE SITE IMPACTE** :

Les caractéristiques du paysage du site de compensation ont permis de déterminer :

- **Une opportunité assez forte** pour le site de réaliser la sous-fonction **de support des habitats,**
- **Une opportunité assez forte** pour le site de réaliser la sous-fonction de **connexion des habitats**.

Les résultats de l'évaluation de l'opportunité fonctionnelle pour chaque sous-fonction figurent, pour le site de compensation, dans le tableau 9 ci-après. Pour plus de précisions, se référer au tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 2bis ».

2.4.2. Capacité fonctionnelle – les enjeux sur la zone humide de compensation

■ **Fonctions hydrologiques**

- **Capacité assez faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction d'**atténuation du débit de crue** :

La densité très faible de fossés et rigoles sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins la faible teneur en matière organique dans les sols ainsi que la conductivité hydraulique des sols assez faible dû à une texture des sols plus argileuse que sur le site impacté, sont des indicateurs défavorables à l'expression de cette sous-fonction.

- **Capacité très forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **ralentissement des ruissellements** :

Comme le site impacté, le site de compensation présente une densité très faible de rigoles et fossés de drainage. En effet, les roubines observées sur le site de compensation n'ont pas pour objectif le drainage de la zone humide compensatoire. Comme évoqué précédemment, la roubine traversant la parcelle ouest du nord au sud alimente la zone dite « des oreilles » de l'Etang de l'Oiseau et n'est donc pas un ouvrage visant le drainage de la zone humide (Source : Hydratis).

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **recharge des nappes :**

La densité très faible de systèmes de drainage sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins, la conductivité hydraulique des sols est évaluée assez faible, ce qui n'est pas favorable à l'expression de cette sous-fonction. De plus, le site de compensation étant, comme le site impacté, connecté au milieu marin (biseau d'eau salée en profondeur), cette sous-fonction ne semble pas réalisable par la zone humide compensatoire.

- **Capacité assez faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **rétention des sédiments :**

Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage et la texture argilo-sableuse des sols sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Cependant, le manque de matière organique incorporée en surface et la faible emprise des habitats non halophiles sont des indicateurs défavorables à l'expression de la sous-fonction de rétention des sédiments dans le site de compensation.

■ **Fonctions biogéochimiques**

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **dénitrification des nitrates** :

Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage, l'absence d'érosion, ainsi qu'une texture plus argileuse en surface et en profondeur des sols sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. De plus, l'engorgement temporaire des sols, évalué par l'observation de traits rédoxiques lors des sondages pédologiques, est relativement fréquence sur le site de compensation, ce qui est favorable à la dénitrification. Néanmoins, l'absence de matière organique en surface et enfouie dans le sol est défavorable à l'expression de cette sous-fonction dans la zone humide compensatoire.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'assimilation végétale de l'azote** :

Comme pour le site impacté, le couvert végétal permanent important surtout arboré et arbustif, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Les indicateurs qui présentent des valeurs défavorables à l'assimilation végétale de l'azote sont la faible emprise d'habitats non halophiles et le manque de matière organique incorporée en surface des sols.

- **Capacité très forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'adsorption et de précipitation du phosphore :**

De même que pour le site impacté, l'ensemble des indicateurs qui participent à l'évaluation de cette sous-fonction présent des valeurs élevées. Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage, l'absence d'érosion et de ravinement et un pH alcalin sont favorables à l'expression de cette sous-fonction.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'assimilation des orthophosphates** :

Comme pour le site impacté, le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. L'indicateur lié au pH est défavorable à l'expression cette sous-fonction.

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **séquestration du carbone** :

La surface terrière des arbres très faible, la faible teneur en matière organique incorporée en surface et enfouie dans le sol ainsi que la faible fréquence de signes d'engorgement permanents dans les sols sont défavorables à l'expression de cette sous-fonction.

■ **Fonctions écologiques**

- **Capacité assez faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **connexion des habitats :**

Cette sous-fonction est évaluée par un unique indicateur qui rend compte de la similarité des habitats entre le site et le paysage. Dans le cas présent, comme pour le site impacté, les habitats présents dans le site sont jugés assez similaires aux milieux dans le paysage.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **support des habitats**

Le nombre d'habitats naturels élevé, peu anthropisés et répartis de façon équilibrée ainsi que l'emprise d'habitats hygrophiles importante sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. De plus, au vu de la proportion du site de compensation occupée par les EVEE calculée grâce à la carte des habitats naturels puis saisie dans le tableur de la MNEFZH, l'emprise occupée par les EVEE égale à 19% est jugée très réduite par le tableur, rapportée à la surface totale du site de compensation. De plus, le site de compensation, de même que le site impacté, abrite de nombreuses espèces faunistiques ou floristiques à enjeux écologiques notables.

Pour le site de compensation, les résultats de l'évaluation de la capacité fonctionnelle pour chaque sous-fonction figurent dans le tableau 9 ci-après. Pour plus de précisions, se référer au tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 2 ».

2.4.3. Bilan sur l'état fonctionnel du site de compensation

A l'image de l'analyse réalisée sur le site impacté, les indicateurs évalués dans l'environnement (opportunité fonctionnelle) et au sein du site de compensation (capacité fonctionnelle) permettent de dresser un bilan sur l'état des sous-fonctions remplies par la zone humide compensatoire avant action écologique. L'état fonctionnel des sous-fonctions est déterminé selon 4 classes : optimal, bon, moyen ou dégradé.

Tableau 9. Sous-fonctions remplies par la zone humide compensatoire

Fonctions	Sous-fonctions	Importance de la sous-fonction dans la zone humide impactée	Opportunité fonctionnelle – Site de compensation	Capacité fonctionnelle – Site de compensation	Etat fonctionnel du site de compensation
Hydrologique	Atténuation du débit de crue	Secondaire	Non évaluée en système côtier	Assez faible	Moyen
	Ralentissement des ruissellements	**Prioritaire**		Très forte	Optimal
	Recharge des nappes	Secondaire		Très faible	Dégradé
	Rétention des sédiments	Secondaire		Assez faible	Moyen
	Soutien au débit d'étiage	Non évaluée en système côtier			
Biogéochimique	Dénitrification	Secondaire	Non évaluée en système côtier	Assez forte	Bon
	Assimilation végétale de l'azote	**Prioritaire**		Assez forte	Bon
	Adsorption et précipitation du phosphore	**Prioritaire**		Très forte	Optimal
	Assimilation végétale des orthophosphates	Secondaire		Assez forte	Bon
	Séquestration du carbone	Secondaire		Très faible	Dégradé
Ecologique	**Support des habitats**	**Prioritaire**	Assez forte	Assez forte	Bon
	Connexion des habitats	Secondaire	Assez forte	Assez faible	Moyen

2.5. Niveau de dégradation de la zone humide compensatoire

2.5.1. Habitats naturels et couverts végétaux

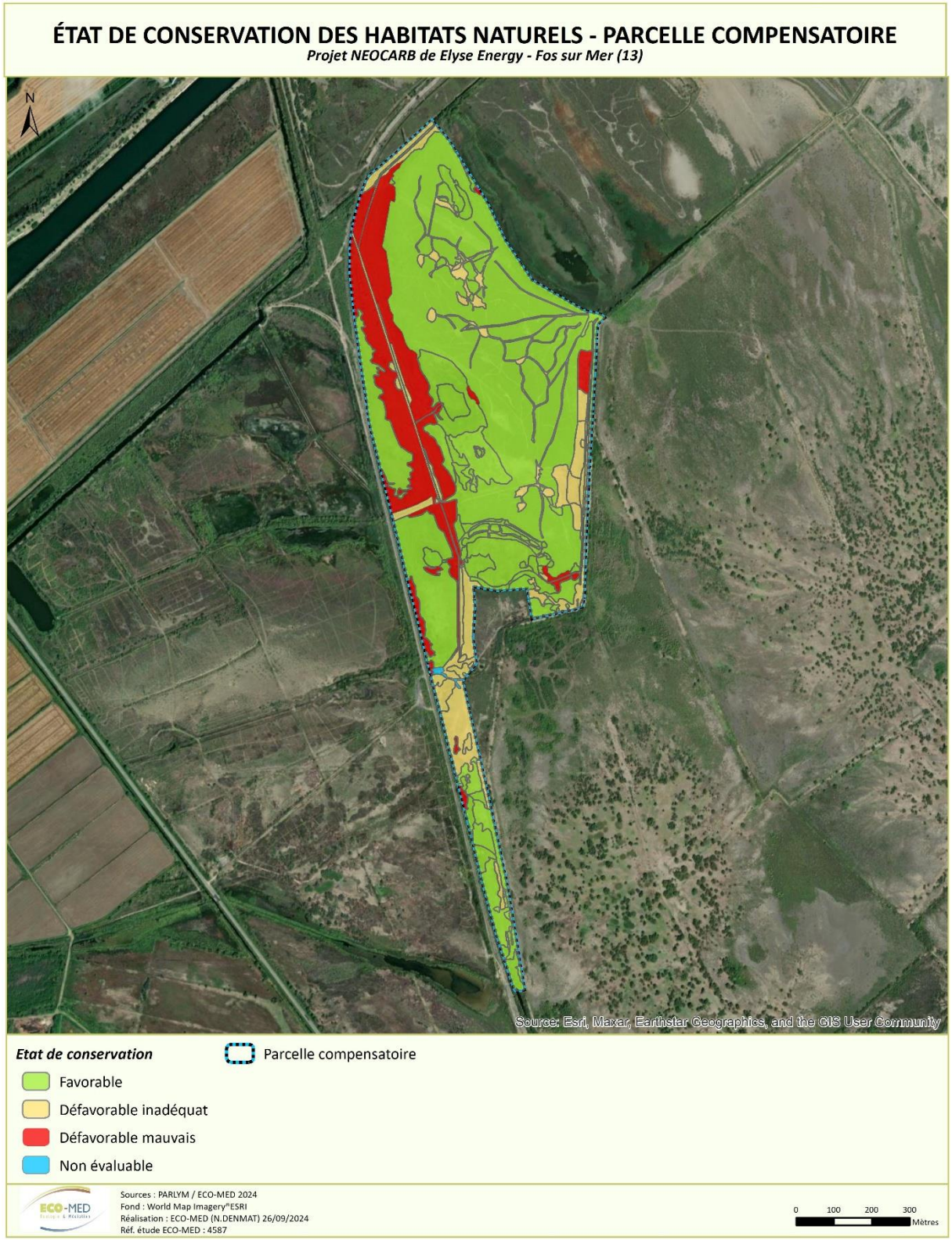
Au sein des deux parcelles compensatoires, une grande surface d'habitats naturels a été jugée dans un bon état de conservation par l'experte botaniste en raison du cortège d'espèces présent sur ces habitats et de l'absence d'espèces végétales exotiques envahissantes. Ils abritent des enjeux écologiques importants, tant pour la flore que pour la faune. On peut notamment citer les steppes et marais salés qui abritent plusieurs espèces de Saladelles à enjeu local de conservation modéré à fort, dont certaines protégées. Des habitats spécifiques, comme les pelouses psammophiles halophiles situées sur des zones sableuses au centre de la zone d'étude, sont essentiels pour le gîte et l'alimentation en phase terrestre du Pélobate cultripède (*Pelobates cultripes*), ainsi que des mares avec une hydropériode suffisamment longue pour assurer sa phase de reproduction. Les pelouses sableuses sont également favorables au Myosotis nain (*Myosotis pusilla*), espèce protégée faisant l'objet d'un enjeu local de conservation très fort.

Ces habitats, à enjeux de conservation allant de forts à faibles, jouent tous un rôle dans la fonctionnalité de la zone étudiée. Ainsi, s'il parait évident de conserver des habitats comme les steppes à la Saladelle, habitat d'intérêt communautaire prioritaire ou encore les secteurs de marais salés, les habitats à plus faible enjeu doivent faire l'objet de la même attention à partir de l'instant où ils sont en bon état de conservation. Afin de compenser la perte d'habitat et d'habitats d'espèces qu'entrainerait la réalisation du projet, **les habitats et secteurs à cibler sur la zone de compensation doivent être préférentiellement les habitats peu naturels ou dans des états de conservation dégradés.**

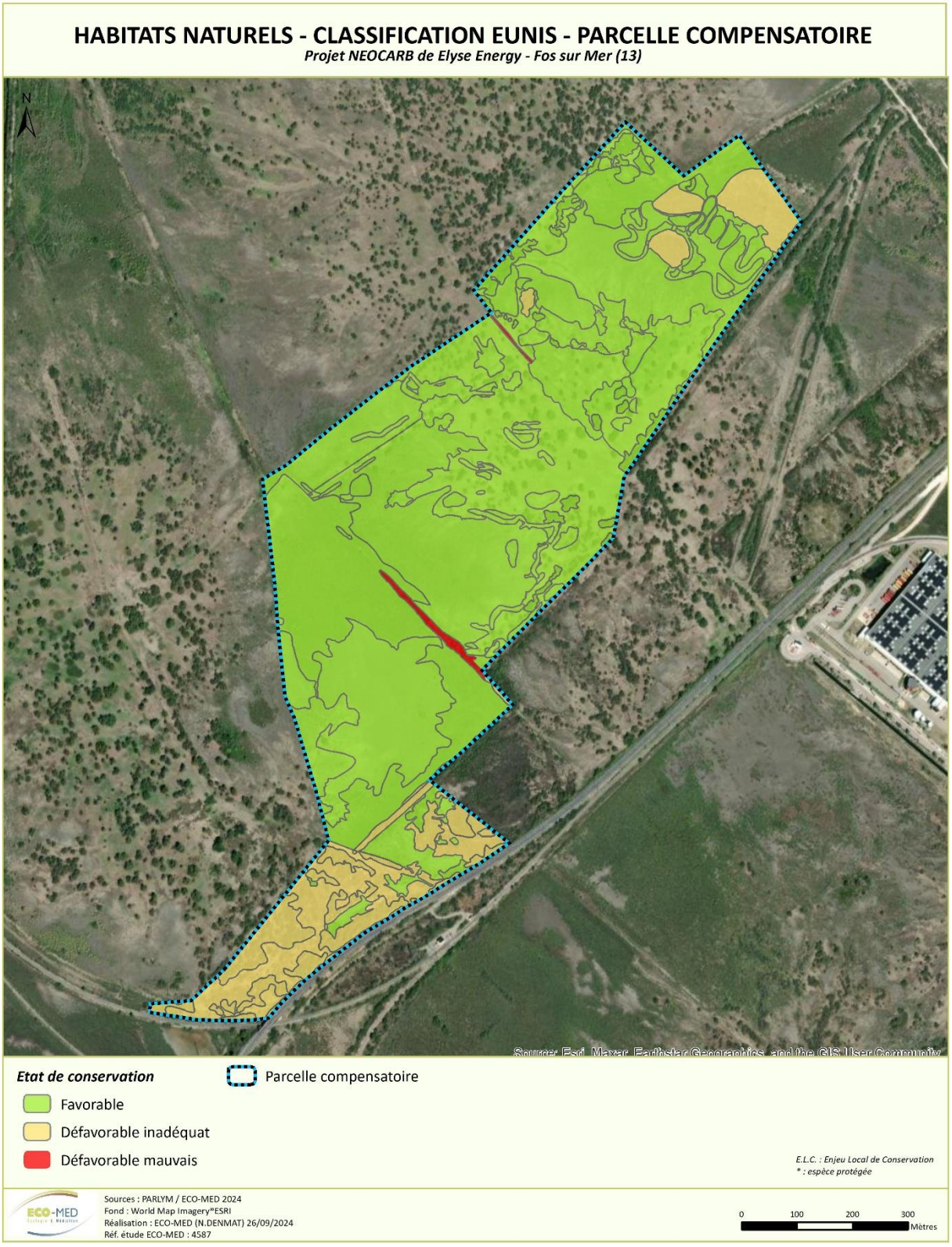
Comme évoqué plus en détail dans la partie dédiée à la capacité fonctionnelle du site de compensation à remplir les sous-fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques, une proportion importante du site est occupée par un couvert végétal important dominée par la strate arbustive. **La végétalisation importante du site avant action**

écologique est un des indicateurs qui traduisent un état fonctionnel bon à optimal pour les sous-fonctions biogéochimiques à l'exception de la séquestration du carbone.

NB : Les questions du tableur de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides portant sur la proportion des habitats naturels dans le site est la question n°25 pour le site impacté et la question n°27 pour le site de compensation. Celles portant sur les couverts végétaux sont les questions n°34 et 46.



Carte 28 : Etat de conservation de la zone compensatoire – Parcelle OUEST

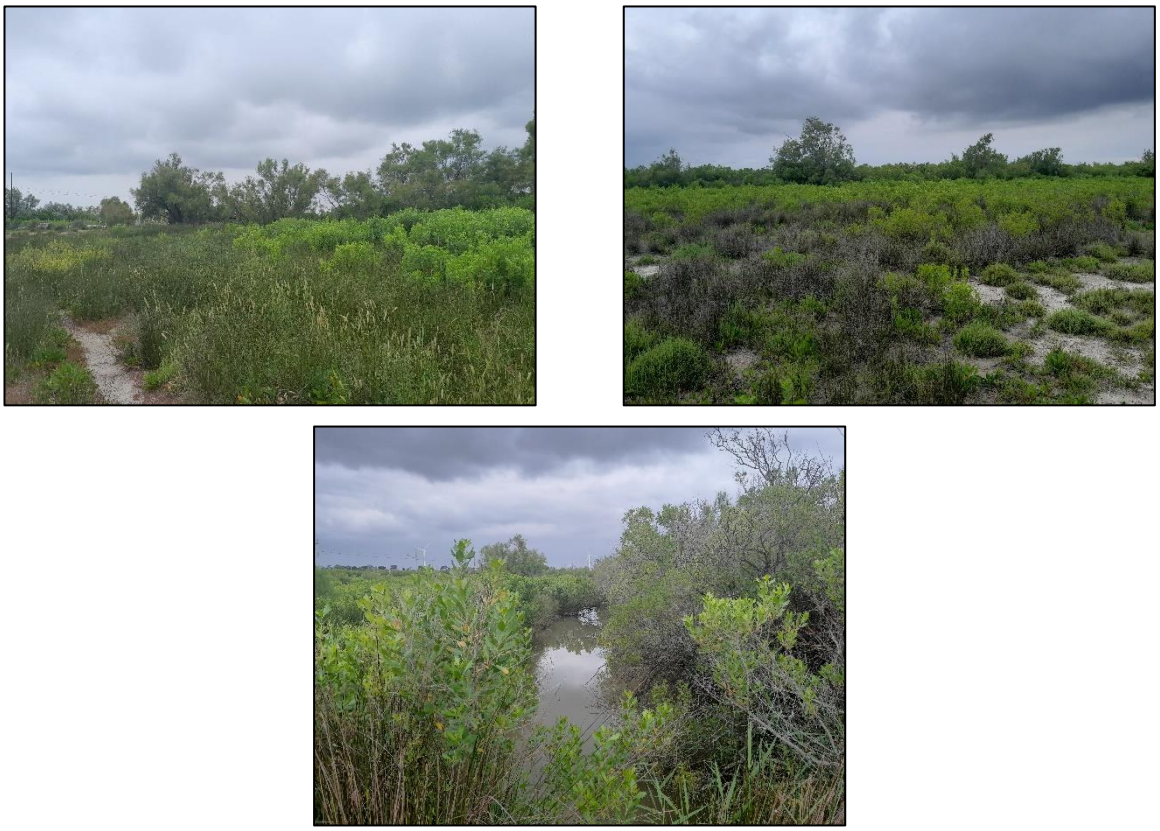


Carte 29 : Etat de conservation de la zone compensatoire – Parcelle EST

2.5.2. Espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE)

La principale cause de dégradation des habitats sur la parcelle Ouest est le développement d'espèces végétales exotiques envahissantes notamment du Séneçon en arbre (*Baccharis halimifolia*) et, de manière plus réduite, de l'Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia*). Autour des roubines, les habitats ont été totalement recouverts par le Séneçon en arbre sur une surface d'environ 10 ha soit 14% de la parcelle. L'espèce est également dispersée autour d'autres zones de ruissellement et temporairement en eau. Ce développement majeur a également été constaté autour de la parcelle et dans plusieurs secteurs de l'étang de l'Oiseau. Cette espèce est donc très dynamique dans le secteur où elle remplace les jonchaies, phragmitaies et tous les habitats connectés à l'apport en eau douce. Elle forme des massifs arbustifs monospécifiques denses grâce à une importante production de graines (10 000-1,5 millions/individu), aux rejets depuis la souche lors des coupes et à une croissance rapide (1 à 4m par an). Ces massifs denses empêchent le développement d'espèces herbacées et réduit la disponibilité d'habitats pour la faune et la flore, communes comme patrimoniales et/ou protégées. Cette espèce est également peu appétente pour les troupeaux ; son développement impacte donc également les surfaces disponibles pour le pâturage du bétail. L'Olivier de Bohème se retrouve plutôt dans les zones sableuses, un peu moins connectées à la nappe halophile, sur la zone compensatoire. Cette espèce se développe et se répand un peu plus lentement que le Séneçon en arbre mais peut également former des unités denses défavorables à la flore et à la faune indigènes.

Sur la parcelle compensatoire Est, le développement d'espèces végétales exotiques envahissantes notamment du Séneçon en arbre (*Baccharis halimifolia*), de l'Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia*) et de l'Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana)* est également important. Le développement de ces espèces touche principalement le merlon découpant les deux zones sableuses ainsi que l'extrémité sud de parcelle. Ces 3 espèces ont un développement concurrentiel avec les espèces indigènes, en formant parfois des habitats continus et homogènes qui dénaturent les milieux et entrainent une perte d'habitat pour les espèces de faune et de flore locale.



Habitats naturels dégradés par la présence du Séneçon en arbre
L.CHASTEL, 27/05/2024, Fos-sur mer (13)

2.5.3. Remblais de la parcelle est

Comme évoqué précédemment, la parcelle Est a connu des perturbations importantes lors des travaux de creusement du canal du Rhône à Fos dans les années 1980. Des matériaux du creusement du canal ont été déposés sur ce secteur, entrainant une surélévation et une salinisation du milieu (Source : Hydratis). La nature remblayée de cette parcelle est également considérée comme un facteur de dégradation, bien que des formations végétales de fourrés halophiles et de pelouses psammophiles soient parvenues à coloniser les remblais, à l'exception d'un secteur au sud de la parcelle, actuellement occupé par une végétation plus clairsemée (code EUNIS H5.32).

NB : Le tableur de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides comporte une question relative à la proportion du site occupée par un remblai (question n°45). Bien que pertinente pour le cas d'étude présent, cette question n'est qu'informative et ne rentre pas en compte dans le calcul des indicateurs.

2.5.4. Pâturage

Actuellement, bien qu'un pâturage bovin et équin soit en place sur l'ensemble de la parcelle Ouest, il ne semble pas affecter négativement la flore présente. Seules les zones d'abreuvoirs et de parcs montrent des traces de surpâturages (disparition de la végétation en raison du piétinement, compactage du sol important) bien que ces surfaces restent limitées. Ce pâturage ne semble pas non plus ralentir le développement du Séneçon en arbre, débroussaillé par endroits pour permettre le passage des troupeaux.

Sur la parcelle est, un pâturage équin est mis en place sur l'ensemble de la parcelle ce qui ne semble pas affecter négativement les habitats et la flore présents.

NB : Dans le tableur de la MNEFZH, le pâturage est une donnée renseignée lors de la question n°46 dédiée aux couverts végétaux.

2.5.5. Rareté des systèmes de drainage

La rareté des rigoles ou fossés pouvant drainer la zone humide est une donnée de poids dans l'analyse des fonctions remplies par les zones humides impactées et de compensation. En effet, l'absence de systèmes de drainage augmente le temps de séjour des eaux dans la zone humide ce qui participe au ralentissement des flux hydrosédimentaires et des flux de nutriments vers l'aval. Autrement dit, dans une zone humide, **l'absence de système de drainage est un élément clé favorable à l'expression de toutes les sous-fonctions hydrologiques et de toutes les sous-fonction biogéochimiques à l'exception de la séquestration du carbone** (voir Annexe 1).

Comme évoqué précédemment, **les roubines observées sur le site de compensation n'ont pas pour objectif le drainage de la zone humide compensatoire (Source : Hydratis).** L'absence de fossés et de rigoles de drainage est la raison pour laquelle l'état fonctionnel de la **sous-fonction de ralentissement des ruissellements est jugé optimal**, cette sous-fonction n'étant évaluée uniquement par les indicateurs de rareté des systèmes de drainage.

Concernant les fonctions biogéochimiques, la rareté des systèmes de drainage conjuguée avec la végétalisation importante du site avant action écologique est à l'origine **d'un état fonctionnel bon à optimal pour les sous-fonctions biogéochimiques** à l'exception de la séquestration du carbone.

NB : Les linéaires de rigoles, fossés, fossés profonds et la présence de drains souterrains sont renseignés aux questions n° 52 et 53 du tableau de la MNEFZH. Attention, bien que le site de compensation ne comporte aucun fossé visant le drainage des parcelles, une valeur de 2500 mètres de linéaire de fossés (profondeur inférieure à 1 mètre, végétalisé) a été saisie dans le tableur pour le site de compensation avant action écologique. Cette valeur, correspondant à la longueur de la roubine qui longe la parcelle ouest du nord au sud, a été saisie dans le tableur pour le site de compensation avant action écologique afin de simuler les gains écologiques obtenu dans le cadre de la mesure C2 de lutte contre les EVEE grâce à l'arrachage et à la gestion des niveaux d'eau (voir plus bas). Pour la présente étude, la simulation des gains écologies générés par la gestion des niveaux d'eau par le biais de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides ne peut se faire, ne manière quantitative, que par le biais de cette question.

2.6. Présentation des mesures compensatoires

2.6.1. Stratégie de mise en œuvre des actions écologiques sur les sites de compensation

Les actions écologiques proposées sur le site de compensation sont principalement proposées d'après :

- Les habitats affectés par le projet d'aménagement sur le site impacté ;
- La nature et l'intensité des dégradations observées sur la zone humide de compensation ;
- L'utilisation actuelle du site de compensation par les différents acteurs locaux.

Pour élaborer une mesure compensatoire qui soit à la fois satisfaisante du point de vue de la compensation des pertes fonctionnelles occasionnées par le projet sur les zones humides et du point de vue de la compensation relative aux espèces protégées, il est important de prendre en considération l'ensemble des enjeux sur la zone de compensation pour que la restauration de la zone humide n'occasionne pas de dégâts supplémentaires (destruction directe, altération ou modification d'habitats…) sur les habitats ou les espèces floristiques et faunistiques à enjeu.

À cette fin, les secteurs qui font l'objet de recommandations en vue d'une restauration des zones humides sont préférentiellement ceux jugés en mauvais état de conservation, principalement affectés par le développement d'espèces exotiques envahissantes (Séneçon en arbre, Olivier de Bohème et Herbe de la Pampa).

Les actions écologiques s'orientent autour de 4 axes principaux répondant aux enjeux de compensation fonctionnelle :

- Mesure C2 : Arrachage et gestion des EVEE (C2-1 : Baccharis parcelle ouest + C2-2 : Olivier de Bohême + Baccharis parcelle est)
- Mesure C6 : Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest
- Mesure C12 : Désartificialisation des sols et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre

La mesure C6 de plantation d'une ripisylve sur la parcelle ouest a été proposée afin de répondre à l'objectif de restauration de milieux boisés, ceux-ci étant fortement impactés sur la zone de projet. La plantation sera réalisée sur des secteurs actuellement colonisés par le Séneçon en arbre. Les espaces libérés par le retrait de cette espèce dans le cadre de la mesure C2 visant l'éradication des EVEE seront utilisés pour les plantations, limitant ainsi la recolonisation par le Séneçon en arbre et confortant par la même occasion la mesure C2 sur ces secteurs.

Sur la parcelle est, une action écologique de désartificialisation des sols est envisagée au niveau de secteurs remblayés lors du creusement du canal du Rhône à Fos dans les années 1980 (mesure C12). Le remblai de cette parcelle étant considéré comme un facteur de dégradation de la zone humide, cette action écologique pourra contribuer à l'amélioration de l'état fonctionnel des zones humides de la parcelle est, grâce à l'augmentation de la proportion du site de compensation occupée par une végétation arbustive.

Ainsi, les actions écologiques ont été ciblées de telle sorte que soient restaurés sur le site de compensation des habitats humides similaires à ceux qui seront impactés par le projet, en essayant de remédier aux dégradations présentes sur le site de compensation et en accord avec les enjeux locaux de conservation et l'utilisation de la parcelle par les acteurs locaux.

Au sein du site de compensation, la surface de zones humides directement concernées par des mesures de restauration figurent sur les cartes ci-dessous. La surface de zones humides directement concernée par les mesures de compensation C2, C6 et C12 est égale à **18,63 ha sur la parcelle ouest** et **23,09 ha sur la parcelle est**.



Carte 30 : Zones directement restaurées pour la compensation zones humides – Parcelle OUEST



Carte 31 : Zones directement restaurées pour la compensation zones humides – Parcelle EST

2.6.2. Mesure C2 : Arrachage et gestion des EVEE (C2-1 : Baccharis parcelle ouest + C2-2 : Olivier de Bohême + Baccharis parcelle est)

<table>
<tr><td colspan="5">Arrachage et gestion des EVEE</td><td>Code de la mesure : C2
lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td colspan="2">Contrôle et éradication des espèces végétales exotiques envahissantes</td></tr>
<tr><td colspan="3">Thématique environnementale :</td><td>Milieux naturels</td><td>Paysage</td><td>Air / Bruit</td></tr>
</table>

Objectif de la mesure :

Le contrôle et l'éradication des espèces végétales exotiques envahissantes va permettre de favoriser la dynamique naturelle des espèces locales.

Grâce à la mise en eau douce, des infiltrations d'eau douce s'opèrent et pèsent sur le biseau salé, limitent la remontée de ce dernier à la surface des sols.La mesure C2 a donc un impact positif sur le coin salé et sur les espèces végétales qui s'y développent. Les mises en eau douce permettent à des espèces hygrophiles faiblement halophiles voire pas halophiles de s'installer dans un contexte littoral dont le facteur limitant spécifique est la présence de sel. Les mises en eau douce sont des sustituts aux inondations du Rhône avant son endiguement. Cette substitution est indispensable pour éviter la régression des espèces hygrophiles non ou peu halophiles.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Baccharis/Séneçon en arbre

Olivier de Bohême

Méthode (élaborée en partenariat avec l'entreprise OSMAÏA, spécialisée dans les travaux de lutte des EVEE) :

Rappel du contexte de la mesure sur les EVEE et méthode utilisée :

Le Baccharis halimifolia est une plante dite « exotique envahissante » est originaire d'Amérique du nord et centrale. Il s'agit d'une espèce dioïque pour laquelle les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents. La pollinisation des fleurs femelles se fait par entomogamie. Le Baccharis produit jusqu'à environ 1 500 000 graines par pied dispersées par anémochorie (les akènes sont emportées par le vent) de quelques mètres à plusieurs kilomètres du pied source. Les graines germent facilement et rapidement sur sols humides. Un individu peut vivre une cinquantaine d'années. En dehors de la reproduction sexuée, la plante a une forte capacité de reproduction végétative par rejets de souche et rejets racinaires. Ainsi, chaque fois que la plante est coupée, elle repousse à la souche par de multiples rejets mais également au niveau de son réseau racinaire de surface qui va également rejeter de nombreuses fois en général. Ainsi une lutte contre la plante mal déployée entraine une population de Baccharis encore plus importante s'étendant dans les habitats naturels adjacents. C'est typiquement la problématique du site puisque l'éleveur actuel coupe annuellement les Baccharis se trouvant dans les habitats naturels dans lesquels les taureaux et chevaux paissent. Cette coupe annuelle densifie et étend d'année en année la population de Baccharis et menace la biodiversité du secteur.

A la suite de retours d'expériences positifs notamment par le Parc Naturel Régional de Camargue (exemple de la mesure de gestion de petite forêt, près du Marais du Vigueirat), il apparait une forme de lutte efficace face à cette EVEE.

Il s'agit dans un premier temps d'arracher les pieds et les réseaux racinaires avec des engins de chantier puis de recourir à une immersion longue (6 à 8 mois) des zones traitées. Le secteur peut ensuite être pâturé par des moutons comme facteur limitant de la reprise du Baccharis.

Les secteurs seront inondés par de l'eau douce en provenance du contre-canal le long du canal de navigation de Fos au Rhône. L'eau est prélevée via une pompe, située au sein de la couronne verte propriété du GPMM.

NB : Seule la parcelle Ouest étang de l'oiseau bénéficiera de l'inondation en raison de la présence d'un réseau hydraulique fonctionnel déjà présent dans la parcelle.

Technique :

La méthode de lutte employée ici sera adaptée au niveau d'envahissement, à la sensibilité, à l'accessibilité du site et aux moyens disponibles (main d'œuvre, engins…) qui auront cours au moment de la mise en place de la mesure.

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11

Le canal d'amenée d'eau douce traversant la parcelle ouest ne sera pas mis en eau à l'été précédent le début de la mise en place de la mesure afin de permettre aux berges du canal de pouvoir être praticables par des engins.

Remarque : les techniques développées ci-dessous sont applicables particulièrement pour le Baccharis qui est une espèce très envahissante. L'Olivier de Bohême, de moindre capacité invasive, sera cependant traité de la même manière mais sans le traitement par inondation en raison de l'absence d'un réseau hydraulique au niveau de la parcelle est étang de l'oiseau, l'Olivier de Bohême étant cantonné dans ladite parcelle.

Au niveau des fourrés à Baccharis :

Les travaux de restauration devront au maximum extraire le système racinaire de cette espèce pour éviter au maximum les rejets racinaires. Les pivots racinaires seront arrachés également dans la limite du possible pour éviter les rejets de souche.

- Fauche des parties aériennes avant la maturation des graines (septembre), broyage et évacuation

- Arrachage sur système racinaire à la pelle mécanique des pieds de Baccharis et évacuation en centre de traitement spécialisé.

Limiter l'expansion d'un foyer

- La coupe et l'arrachage des jeunes plants permet d'éviter le développement d'arbustes matures. L'arrachage manuel est possible pour les plants inférieurs à 50 cm, en prenant soin de ne pas fractionner les racines.
- Plusieurs secteurs, en particulier le long du canal étant accessibles aux engins, un débroussaillage mécanique à moins de 10 cm avant la formation de graines (octobre/novembre) permet de réduire la propagation des graines par anémochorie. Afin de réduire le risque de destruction de faune lors du débroussaillage avant travaux, il est préconisé de suivre un itinéraire de tonte qui balaye la zone en zig-zag plutôt qu'en opérant des tours concentriques (auquel cas les animaux ne savent pas dans quelle direction fuir).

La taille des branches en fleurs est à réaliser si l'arrachage n'a pas pu être réalisé avant la floraison, pour limiter la pollinisation anémogame et la dispersion des graines par anémochorie. Les grappes seront placées dans des sacs fermés hermétiquement et destinés à l'incinération.

Le pâturage par des moutons avec une pression de 0,6 mouton/ha pendant 3 ans permet de limiter les repousses après traitement.

- La compétition avec des graminées limite la germination du Baccharis. Afin de limiter son expansion, des graminées indigènes peuvent être semées dans les espaces où le sol a été remanié, en prévention d'une colonisation potentielle.
- Concernant les spécimens les plus âgés, les souches sont percées puis remplies de sel ; mieux vaut attendre, par conséquent, la fin des périodes pluvieuses pour traiter.

Tentative d'éradication possible à mette en place au long cours pour les secteurs à la topologie basse, comme dans certaines sansouires et prés salés :

- Arrachage manuel des jeunes plants (<50 cm) ou à l'aide d'outils tels que bêche, pioche, baccharrache (spécialement conçu pour l'arrachage du Baccharis) et coupe mécanique des plants adultes, à la débroussailleuse ou la tronçonneuse. Puis dessouchage à l'aide d'un tire-fort/barre à mine ou d'une chaîne attelée à un cheval ou un tracteur. La traction animale permet d'avoir un moindre impact sur le sol.
- **Pour la parcelle ouest uniquement** : La parcelle ouest est particulièrement intéressante par rapport l'immersion en eau des secteurs traités. En effet, elle est traversée dans sa partie nord par un canal. Cette eau provient d'un autre canal situé en dehors de la zone d'étude, à l'ouest dont l'eau est pompée. La pompe permet l'acheminement de l'eau pour la mise en eau des « grandes oreilles » au nord-est de la parcelle (cf – étude Hydratis en Annexe 6). La mise en eau doit atteinte au moins 10 cm de hauteur d'eau et durera entre 6 et 8 mois dès l'arrachage des pieds à partir de l'automne et en hiver. Cette inondation a pour but de noyer les racines et les souches qui seraient restées dans le sol et de neutraliser la banque de graines de Baccharis.

Remarque : en lien avec la mesure de compensation C5, après l'arrachage des Baccharis dans la zone ouest et avant la 1ère mise en eau, des dépressions seront aménagées dans les secteurs de sol peu ou pas sablonneux, notamment le long du canal et les jonchaies au nord ouest.

Période d'intervention

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Arrachage à réaliser sur sol meuble												
Coupe, dessouchage, taille												
Immersion												

Matériel nécessaire :

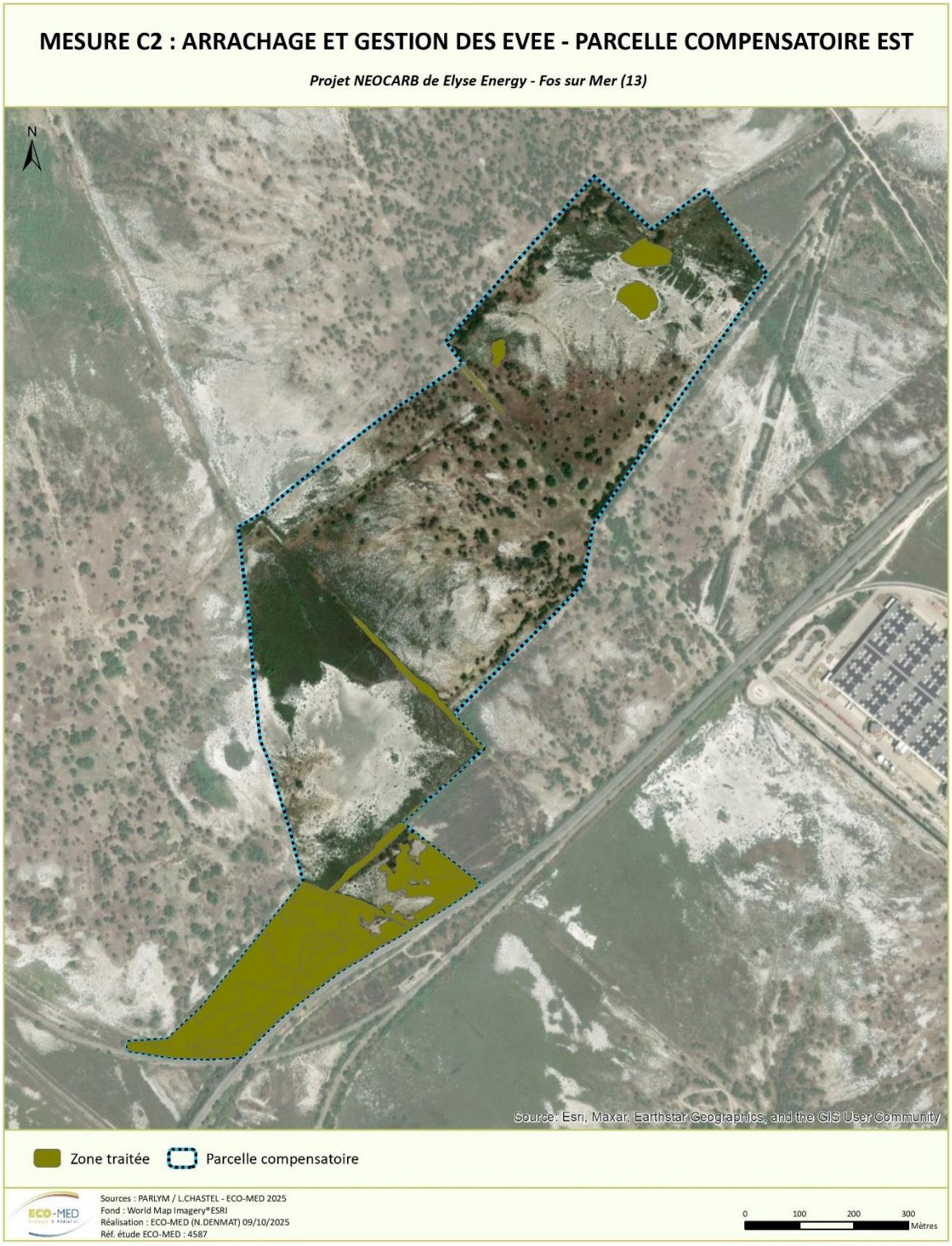
Pelle mécanique, bennes de tri, sacs, gants, débroussailleuse, sécateurs, tronçonneuse, bèche/pioche/baccharrache, tire-fort, chaîne, cheval de trait/tracteur, etc.

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11



Carte 32 : Localisation de la mesure C2 – Parcelle OUEST

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11



Carte 33 : Localisation de la mesure C2 – Parcelle EST

Traitement des déchets

Gestion des espèces envahissantes arrachées : ces espèces ayant un très fort pouvoir de colonisation par multiplication végétative, il est essentiel de ne pas stocker ces espèces en pleine terre sur site, et encore moins de les broyer *in situ*.

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11

Les végétaux traités devront être stockés en big-bag ou benne ampliroll, eux-mêmes déposés sur bâches plastiques, en limitant le temps de résidence. **En cas de vent ou de transport, les déchets doivent être recouverts pour éviter la dissémination des graines ou du pollen anémogame**.

L'ensemble des rémanents, parties aériennes ou souterraines, issus du traitement seront exportés en filière d'**incinération**. Les BSD seront exigés de la part des entreprises intervenantes.

Tous le engins et outils utilisés devront arriver propres sur site et être nettoyés à chaque changement d'affectation, y compris intra-site. Ce traitement est nécessaire afin de ne pas favoriser l'expansion des foyers, et s'avère indispensable dans le cas d'espèces sur lesquelles reposent des enjeux majeurs.

Points de vigilance

- Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.
- Les terres contaminées ne doivent pas être exportées vers d'autres sites.
- Après traitement, le sol ne doit pas être laissé à nu, il est important d'encourager le développement rapide d'un couvert végétal, par ensemencement ou plantation.
- Une attention particulière devra être portée sur les secteurs présentant une faune et une flore à enjeu comme les marais et prés salés où l'on retrouve le Baccharis.

A savoir

- Le surpâturage et le drainage favorisent son installation.
- Une seule année d'arrachage des jeunes plants génère une repousse plus dense l'année suivante. C'est pourquoi il est nécessaire de répéter les opérations d'arrachage et de coupe sur plusieurs années.
- L'utilisation de produits chimiques est à proscrire, elle a un impact négatif sur la santé et l'environnement.

Autre précaution à prendre

Le Baccharis présente des fruits plumeux qui peuvent provoquer des allergies respiratoires.

Modalités de suivi

- Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier.
- Suivi régulier tous les ans pendant 5 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures et les éliminer les rejets si besoin, puis tous les 2 ans, puis tous les 3 ans
- Le suivi sera intégré à la veille écologique faisant partie du plan de gestion compensatoire.

Estimation financière (sur la base du devis du partenaire en génie écologique OSMAÏA)

Coupe des parties aériennes et évacuation (le calcul est effectué sur 131,1 ha pour inclure la dynamique d'expansion des EVEE d'ici le démarrage des travaux C2)	Prix au m^2 : 0,12€ Prix estimé pour traiter la totalité des EVEE sur l'ensemble des 131 ha	160 000 €
Arrachage mécanique pendant 2 ans (le calcul est effectué sur 131,1 ha pour inclure la dynamique d'expansion des EVEE d'ici le démarrage des travaux C2)	Prix au m^2: 1,11€ Prix estimé pour traiter la totalité des EVEE sur l'ensemble des 131 ha	1 460 000 €
Encadrement écologique	Intégré au plan de gestion compensatoire	p.m.
Etape complémentaire (sur la base du devis du partenaire OSMAÏA)		
Brossage de prés salés du secteur Camargue puis ensemencement des zones traitées non concernées par la plantation de ripisylve	Estimé à 10 000€/hectare brossé et traité 20,5ha	20 500€HT
Suivi		

Arrachage et gestion des EVEE		Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11
Le suivi des EVEE sera intégré à la mesure de suivi Sb3 et fera l'objet d'un plan d'action dans le cadre d'un comité de pilotage et de surveillance (cf. mesure A7)	Intégré au suivi Sb3	p.m.
Entretien dans le cadre du plan de gestion	Intégré au plan de gestion A6	p.m.

2.6.3. Mesure C6 : Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest

Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest				Code de la mesure : C6 Lien avec autres mesures : C2
E	R	C	A	C1.1a : Création ou renaturation d'habitats et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guilde C2.1a : Enlèvement de dispositifs d'aménagements antérieurs (déconstruction) hors ouvrages en eau

Thématique environnementale :	Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Cette mesure a pour objectif la restauration d'une ripisylve arborée et arbustive le long d'une partie des canaux de la zone compensatoire ouest, sur une superficie de 4,13 ha.

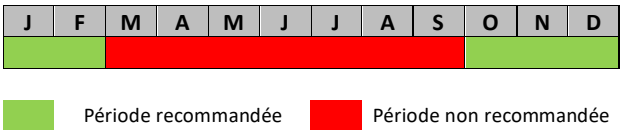
Le projet entraine la destruction sur la zone d'étude de plusieurs bosquets à Peuplier et Tamaris, habitats naturels constituant des zones humides au regard de la réglementation impactant les oiseaux, les chauves-souris et les zones humides. Actuellement, les canaux de la zone de compensation ouest sont entourés de Séneçon en arbre, une espèce envahissante qui doit être retirée dans le cadre de la mesure C2. Une partie des espaces libérées par le retrait de cette espèce sera destinée à la création d'une ripisylve.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Zones humides *: Marais salés dégradés*

Espèces *: Oiseaux, Chiroptères, Amphibiens*

Calendrier de la mesure :



Technique envisagée :

Cette ripisylve sera constituée essentiellement de Peupliers (Populus spp) et de Tamaris, deux espèces présentes localement et sur la zone d'étude. Elle sera recréée sur un linéaire d'environ 900 m pour une surface d'environ 4 ha. Les plantations devront se faire sur les hauts de berge tout le long du linéaire une fois le Séneçon en arbre traité. Cette mesure a donc un décalage d'au moins 1 an après le début de la réalisation des mesures compensatoires.

Les plants seront plantés en quinconce avec une diversité d'essences le long du gradient d'hygrométrie.

Les plantations seront faites sur une ligne variant de 30 à 100 m. La densité de plantation des arbres sera de 300 plants / ha, soit un arbre au moins tous les 5 m. Des essences arbustives seront plantées en intercalaires, selon une densité de 4 plants tous les 10 mètres linéaires.

Malgré l'apport en eau douce prévu (C2) et le maintien de cet apport, la salinité du milieu restera non négligeable. Les espèces envisageables pour la ripisylve sont donc limités. Des relevés de salinité pourront permettre de déterminer les essences ayant la possibilité de se maintenir.

Actuellement, sont envisagées :

- Peuplier noir (Populus nigra)
- Peuplier blanc (Populus alba)
- Tamaris de France (Tamarix gallica)
- Argousier (Hippophae rhamnoides)
- Frêne commun (Fraxinus excelsior)

Les espèces pourront être issues de la zone d'étude ou de pépinière locale.

Une partie des arbres proviendra de la zone projet, au moment de la 1ère campagne de défrichement. Les baliveaux (individus de 3/4 ans) seront prélevés, transportés et replantés dans la zone dédiée.

Préparation des plants de la zone d'étude - Transplantation d'arbres :

- Transplantation d'arbres pour compenser la phase 1 du défrichement de 1,4 ha de boisement de peupliers et de frênes sur la zone projet (estimation de la densité à 300 arbres/ha) ;
- Récupération des individus à l'aide d'un godet en conservant un maximum de racines et de sol ;
- Préparation des sols sur la zone de compensation ;
- Tuteurage tripode des arbres transplantés ;
- Installation de protections anti-prédateur (gaines climatiques grillagées) sur tous les individus inférieurs à 1m et 15 cm de tronc ;
- Mise en œuvre d'un paillage organique 10cm m² ;

Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest	Code de la mesure : C6
	Lien avec autres mesures : C2

- Arrosage 100L/arbre/passages à la plantation ;
- En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier.

Préparation des plants issue de pépinière :

- Plantation de godets de provenance régionale ou de plants en racine nue pour la reconstitution d'une ripisylve fonctionnelle et d'un boisement compensatoire d'une densité de 200 plants/ha.
- Si racines nues, chaque plant sera préparé (habillage des racines et pralinage des plants).
- Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation
- Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables (gaines climatiques grillagées)
- Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois
- Arrosage 20L/plant/passage
- En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier

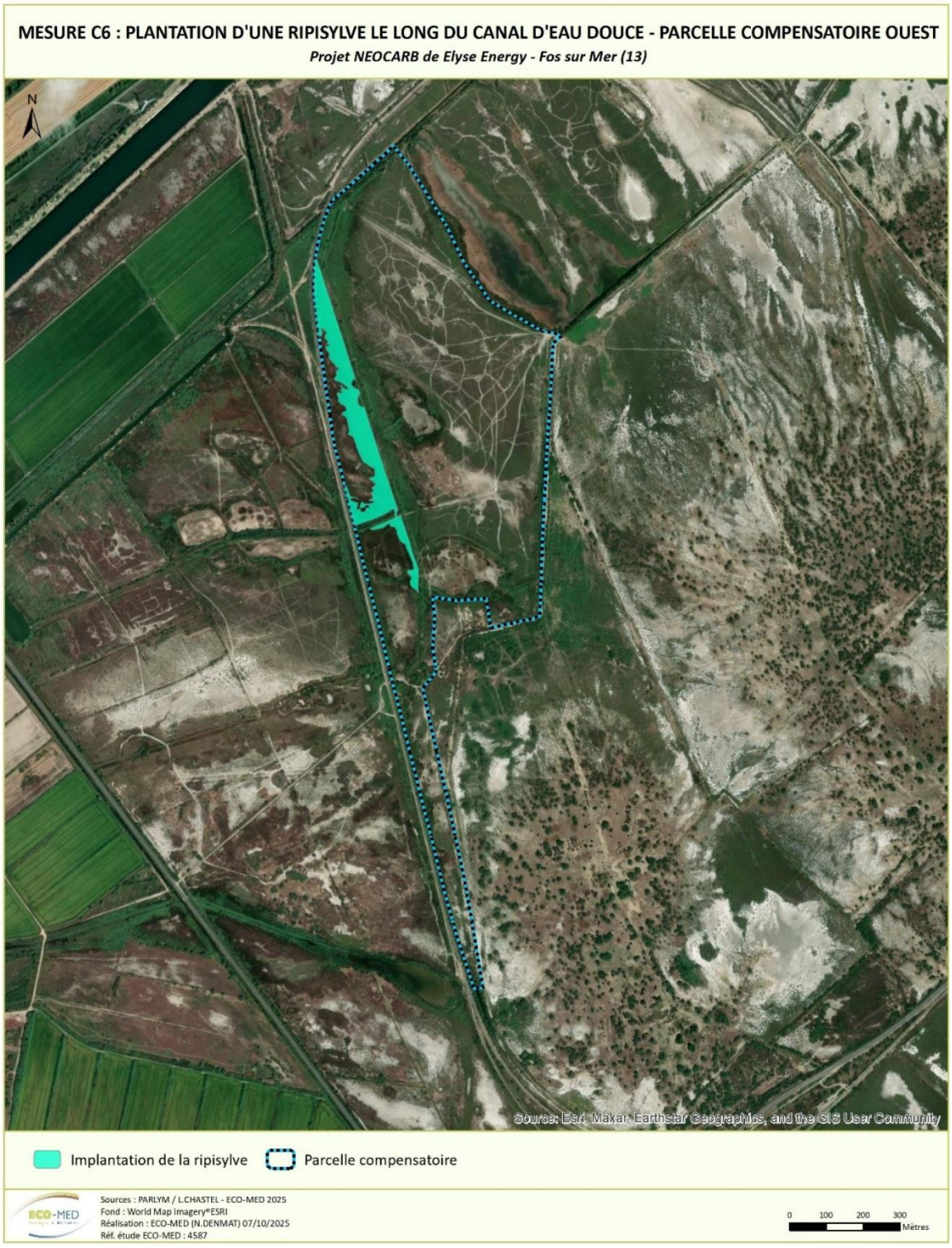
Modalités de suivi :

Un suivi sera a réalisé en accompagnement du chantier puis une fois les arbres plantés sur 20 ans, un suivi annuel pendant 5 ans puis un suivi tous les 5 ans (cf Sb3). Les indicateurs évalués sont :

- Absence d'EVEE
- Croissance des plants
- Densification de la ripisylve

Localisation de la mesure :

Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest	Code de la mesure : C6
	Lien avec autres mesures : C2



Carte 34 : Localisation de la mesure C6

Points de vigilance :

- Respecter le calendrier de la mesure afin de ne pas perturber la faune fréquentant la zone durant les périodes écologiques de grande sensibilité

Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest	Code de la mesure : C6
	Lien avec autres mesures : C2

- La réalisation de cette mesure de compensation nécessite une bonne coordination avec les travaux généraux, d'auant plus si une transplantation des arbres de la zone d'étude est envisagée

Estimation financière :

Transplantation d'arbres (5m) favorables aux chiroptères			
Transplantation d'arbres pour compenser la phase 1 du défrichement de 1,4ha de boisement de peupliers et de frênes sur la zone projet (estimation de la densité à 300 arbres/ha)	420	1 108,06 €	465 385,50 €
Tuteurage tripode des arbres transplantés	420	99,77 €	41 904,54 €
Mise en œuvre d'un paillage organique 10cm m²	420	9,63 €	4 043,25 €
Arrosage 100L/arbre/passages à la plantation	420	13,01 €	5 465,48
Plantation de godets forestiers pour la reconstitution d'une ripisylve fonctionnelle et d'un boisement compensatoire 200 plants/ha sur une superficie de 4,13 ha			
Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation	1 300,00	6,75 €	8 778,87 €
Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables	1 300,00	4,16 €	5 405,40 €
Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois	1 300,00	5,96 €	7 748,33 €
Arrosage 20L/plant/passage	1 300,00	1,53 €	1 987,99 €

2.6.4. Mesure C12 : Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre – Parcelle Est

Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre – Parcelle Est				Code de la mesure : C12		
				Lien avec autres mesures : C2		
E	R	C	A	C1.1a : Création ou renaturation d'habitats et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guilde C2.1a : Enlèvement de dispositifs d'aménagements antérieurs (déconstruction) hors ouvrages en eau		
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectifs de la mesure :

La mesure vise à déblayer les matériaux de remblais pour retrouver le terrain naturel correspondant au point topographique de la parcelle attenante au sud. Cela représente environ 0,5 m de matériaux. Ce faisant, une superficie de 14,5 ha sera remise en continuité des sansouïres attenantes, permettant de rétablir une alimentatoin par la nappe et facilitant la recolonisatoin végétale puis l'utilisation de la parcelle par les espèces typique de ces milieux. A noter l'utilisation des matériaux sur le zone de projet est actuellement envisagée, limitant ainsi les trajets d'engins à destination des structures de recyclage.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Zones humides *: Marais salés dégradés*

Calendrier de la mesure :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Période recommandée — Période non recommandée

Décaissement et valorisation des matériaux :

Dans un 1er temps, sur la base d'un profil altimétrique issu du Géoportail, l'exhaussement de la parcelle par rapport aux terrains adjacents au sud, que l'on souhaite remettre en connexion, a été estimé à environ 0,5 m. Le volume à décaisser sur la superficie envisagée serait donc de 72500 m³.



Profil altimétrique de la parcelle de compensation
(Source : Géoportail)

Des études de sol sont actuellement envisagées afin de mieux dimensionner la mesure de compensation. Sur la zone de compensation, elle permettra d'une part de préciser la valeur du volume à décaisser, d'autre part des analyses physico-chimiques devront être compatibles avec les réglementations en vigueur pour permettre la réutilisation des déblais sur la zone de projet. Enfin, une étude de sol sur la zone de projet visera l'estimation des volumes de déblais qui pourront être réutilisés pour le projet. Une entreprise spécialisée sera missionnée pour mener à bien les études de sol.

L'opération de décaissement des remblais sera réalisée par une entreprise spécialisée et devra se dérouler durant la période de moindre sensibilité écologique afin d'éviter tout dérangement de la faune locale. La période hivernale comprenant les mois de novembre à février inclus sera à privilégier. Elle interviendra à la pelle mécanique, et procédera au terrassement de la zone à l'avancement. Les matériaux seront chargés sur des tombereaux ou engins similaires. Des zones de stationnement seront délimitées avant le démarrage des travaux pour limiter les impacts sur le milieu. Aucun ravitaillement en carburant ne sera réalisée sur place.

En raison de la réutilisation des matériaux de déblai sur la zone d'étude, le planning d'intervention sur la zone de compensation devra coïncider avec le démarrage des travaux sur la zone d'étude.

Ainsi, par cette mesure de décaissement, la sansouïre sera remise au contact des battements de nappes. Sa principale alimentation sera alors restaurée, permettant ainsi la recolonisation d'une végétation caractéristique de zones humides.

Réensemencement de la zone décaissée

Afin de prévenir la colonisation de la zone nouvellement décaissée par les espèces végétales exotiques envahissantes, un réensemencement devra être réalisé à la suite de l'opération de déblai. Le risque de colonisation de ce terrain mis à nu par les espèces invasives est réel, étant donné que la zone faisant l'objet de la présente mesure est accolée à un merlon colonisé par le Séneçon en arbre. Ainsi, la mise en œuvre de la présente mesure devra succéder à la mise en œuvre de la mesure C2 d'arrachage et de gestion des EVEE. Les modalités de réensemencement seront affinées par la suite, les matériaux disposés à la suite de l'opération de décaissement pourront provenir de la zone décaissée elle-même, qui abrite déjà un habitat de fourrés halophiles. Ils seront mis en réserve au niveau d'une zone pré-identifiée, puis seront régalés à l'issue des opérations de décaissement.

Balisage des enjeux à conserver au sein de la parcelle compensatoire

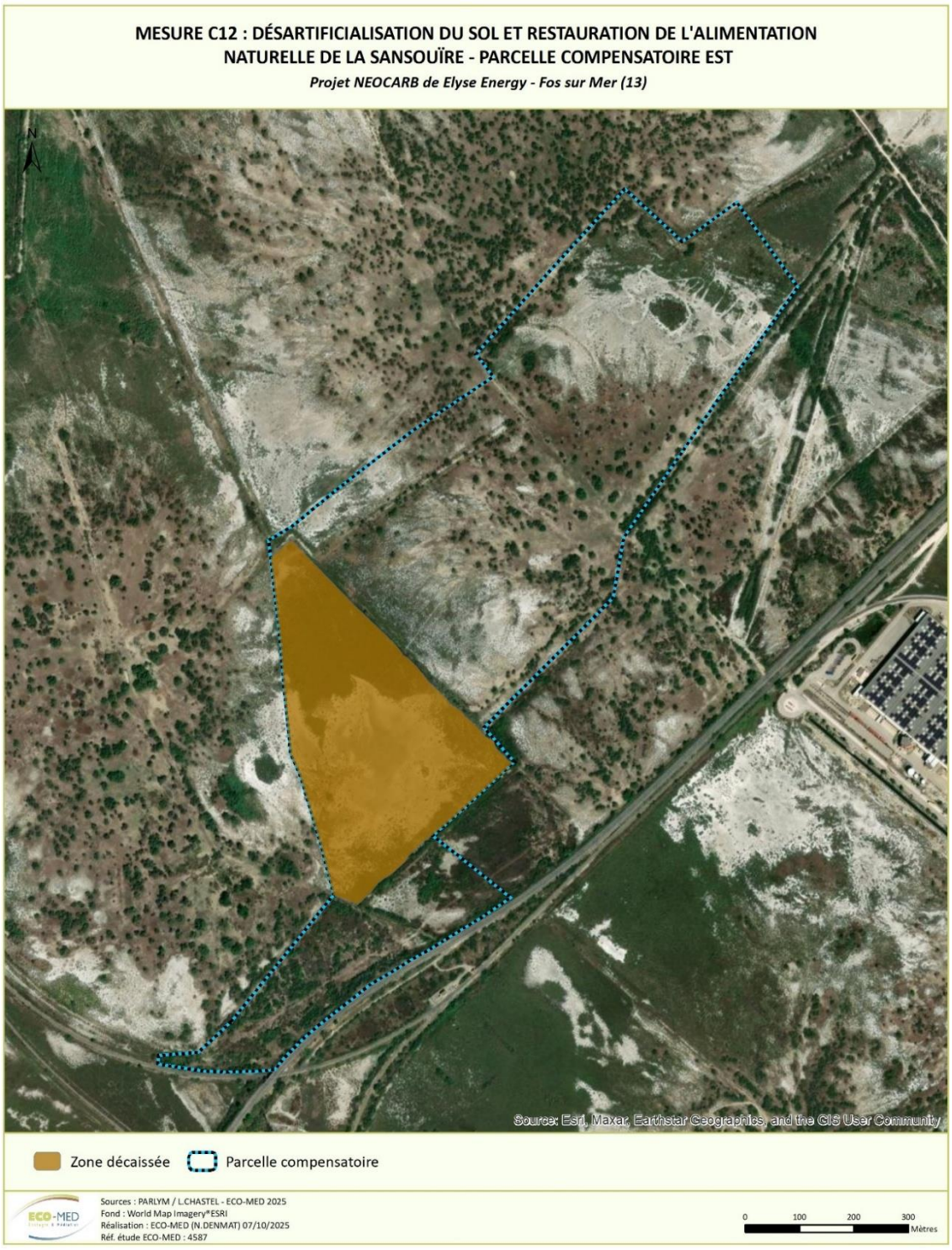
L'ensemble des enjeux écologiques observés lors des inventaires réalisés sur la parcelle compensatoire et situés en dehors des emprises à décaisser seront balisés afin d'éviter toute destruction ou dégradation accidentelle. Les modalités de mise en défends seront similaires à celles-ci précisées dans la mesure R10.

Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre – Parcelle Est	Code de la mesure : C12
	Lien avec autres mesures : C2

Matériel nécessaire :

- Pelle mécanique, camion-benne
- Crible ou tamis

Localisation de la mesure :



Carte 35 : Localisation de la mesure C12

Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre – Parcelle Est	Code de la mesure : C12
	Lien avec autres mesures : C2

⚠ **Points de vigilance :**

- Respecter le calendrier de la mesure afin de ne pas perturber la faune fréquentant la zone durant les périodes écologiques de grande sensibilité
- La réalisation de cette mesure de compensation nécessite une bonne coordination avec les travaux généraux, afin de respecter la réutilisation des différents matériaux.

Estimation financière :

Etude de sol	Entreprise spécialisée (à définir)	5 000 €
Mouvement de terres, incluant location des engins	Entreprise spécialisée (à préciser sur devis)	20 € / m^3 selon le volume décaissé
Accompagnement avant travaux : installation des mises en défens par écologues	1 écologue pendant 2 journée + compte-rendu (0,5 j)	2 000 €

3. BILAN FONCTIONNEL DU PROJET

3.1. Diagnostique de contexte

Le site impacté « avant impact » et le site de compensation « après action écologique » présentent un contexte similaire. Les cinq conditions à respecter afin que la mesure de compensation soit jugée satisfaisante comportent à la fois des éléments relatifs à l'environnement des sites et des caractéristiques intrinsèques :

- Masse d'eau de surface : les sites impactés et de compensation appartiennent à la même mase d'eau de surface, le Golfe de Fos (FRDC04) ;
- Système hydrogéomorphologique : les sites impactés et de compensation sont caractérisés par un système hydrogéomorphologique côtier ;
- Habitats naturels similaires entre le site impacté « avant impact » et le site de compensation « après action écologique » : les habitats naturels présents sur les sites impactés et de compensation sont les mêmes, ils sont dominés par les marais salées, les fourrés à tamaris, les pelouses sableuses halophiles et les boisements à peupliers. Si la nature des habitats est similaire entre le site impacté avant impact et le site de compensation avec action écologique envisagée, la proportion relative des différents habitats est différente. En effet, le site impacté est dominé par les fourrés à Tamaris et les boisements à Peupliers qui occupent 80% du site, tandis que le site de compensation avec action écologique envisagée est majoritairement occupé par des marais salés, sur 70% de sa surface ;
- Pressions anthropiques similaires dans la zone contributive : non évalués ici
- Paysage similaire : comme évoqué précédemment, le site de compensation s'inscrit dans un contexte environnemental similaire au site impacté avec une anthropisation très forte, un grand nombre d'habitats naturels principalement constitués par des marais salés et dont la répartition est équilibrée.

Au regard de ces éléments, les principes édictés par le code de l'environnement de proximité géographique et d'équivalence qualitative au regard de la nature des habitats restaurés sur le site de compensation, sont respectés pour la présente mesure de compensation.

3.2. Simulation de l'action écologique sur le site de compensation

Dans le cadre de l'application de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides, la simulation des gains obtenus grâce à l'action écologique sur le site de compensation est réalisée grâce au tableur Excel de la MNEFZH. Pour la majorité des questions à renseigner sur le site de compensation, on renseigne une évaluation du site avant action écologique, puis avec action écologique envisagée. Cette méthodologie permet d'identifier les indicateurs présentant des gains grâce à l'action écologique prévue sur le site de compensation.

La question n°27 du tableur est la question clé présentant une vision globale des habitats naturels présents sur le site de compensation, leur proportion et leur devenir avec action écologique envisagée. La proportion du site occupée par chaque habitat naturel est renseignée ainsi que les actions d'impulsion et d'exploitation envisagées sur ces habitats. Il est alors possible de renseigner la proportion du site qui ne sera sujet à aucune action de restauration, en renseignant « Libre évolution » comme action écologique d'impulsion. La libre évolution a été renseignée grâce aux lignes 1 à 5 de la question 27 du tableur, pour les habitats qui ne feront pas l'objet d'une restauration.

3.2.1. Simulation de la mesure de d'arrachage et gestion des EVEE (C2)

La simulation de cette action écologique est effectuée par le biais de la question 27 du tableur, qui synthétise l'ensemble des actions écologiques envisagées sur le site de compensation.

Plus spécifiquement, concernant la simulation de la mesure de gestion des EVEE, un travail a été réalisé à partir de la carte des habitats naturels du site de compensation. La carte des habitats naturels réalisée par le botaniste d'ECO-MED comportait des informations relatives à la présence d'EVEE, la proportion du site occupée par les EVEE, à renseigner lors de la question 27 du tableur, a donc pu être extraite de la carte des habitats.

Pour la question n°27 du tableur, plusieurs lignes dédiées aux EVEE ont été créées d'une part en fonction du devenir de ces secteurs occupés par les EVEE. Pour la plupart des lignes, l'habitat après action écologique correspond majoritairement à l'habitat naturel originel (fourrés à tamaris, marais salés…) actuellement colonisé par les EVEE, à l'exception des lignes 11 et 12 de la question n°27, dédiées à la simulation de la mesure C6 (voir plus bas). Pour

rappel, la mesure de plantation d'une ripisylve s'effectue sur des secteurs actuellement colonisés par les EVEE. D'autre part, les lignes de la question 27 dédiées aux EVEE ont été créées en fonction des actions écologiques d'impulsion, différentes selon les deux parcelles. Sur la parcelle Ouest, une coupe à blanc et une inondation prolongée permettra de lutter contre la colonisation les EVEE tandis que sur la parcelle Est, seul un arrachage est actuellement envisagé.

La simulation de l'effet de la mesure de gestion des EVEE grâce au tableur de la MNEZFH est également effectuée lors de la réponse à la question n°46 du tableur, dédiée aux couverts végétaux. Avant action écologique, les EVEE constituent une végétation de type arbustive. Après action écologique, la proportion du site occupée par les différents couverts végétaux (sans végétation, herbacée avec ou sans pratique agricole, arbustif ou arboré) a été estimée selon la physionomie de l'habitat en devenir avec action écologique.

Enfin, comme évoqué précédemment, la simulation des gains écologiques générés par la gestion des niveaux d'eau dans le cadre de cette mesure a également été réalisée par le biais des questions n°52 et 53 relatives à la rareté des systèmes de drainage. Dans le cadre de la mesure C2, la réhabilitation de la roubine présente dans la parcelle Ouest est envisagée, pour permettre une inondation des secteurs colonisés par les EVEE. Afin de simuler de manière quantitative les gains fonctionnels associés à cet apport d'eau douce à légèrement saumâtre dans la zone humide compensatoire, une valeur de 2500 mètres de linéaire de fossés (profondeur inférieure à 1 mètre, végétalisé) a été saisie dans le tableur pour le site de compensation avant action écologique. Cette valeur correspond à la longueur de la roubine qui longe la parcelle ouest du nord au sud. Il ne s'agit là que d'une simulation, cette roubine n'ayant effectivement pas un effet drainant pour le site compensatoire avant action écologique.

3.2.2. Simulation de la mesure de Plantation d'une ripisylve (C6)

Comme évoqué précédemment, la simulation de cette mesure est effectuée entre autres par le biais de la question 27 du tableur, qui synthétise l'ensemble des actions écologiques envisagées sur le site de compensation. Les lignes de la question 27 dédiées à cette mesure sont les lignes 11 et 12.

Pour rappel, la zone de plantation envisagée occupe une surface de 4,13 ha sur la parcelle ouest, soit environ 3% du site. Les essences envisagées pour la plantation sont essentiellement du Peuplier (*Populus spp*) et du Tamaris, d'où la création de deux lignes pour la simulation de cette mesure, l'une avec une trajectoire écologique menant à l'habitat de peupleraie (G1.3), l'autre à l'habitat de fourrés à Tamaris (F9.3).

La simulation de l'effet de cette mesure grâce au tableur de la MNEZFH est également effectuée lors de la réponse à la question n°46 du tableur, dédiée aux couverts végétaux. Avant action écologique, la proportion du site occupée par des couverts arborés est nulle tandis qu'elle est estimée à 2% du site avec action écologique envisagée, correspondant à la peupleraie restaurée.

Enfin, la restauration d'un habitat forestier (code EUNIS : G) a un effet sur l'indicateur de surface de section des arbre, évalué lors de la question n°49.

3.2.3. Simulation de la mesure de Désartificialisation du sols (C12)

Comme pour les mesures précédentes, la simulation de cette mesure est effectuée entre autres par le biais de la question 27 du tableur. La ligne de la question 27 dédiée à cette mesure est la ligne 14.

Pour rappel, cette mesure a pour objectifs d'éliminer une partie du remblai actuellement en place sur la parcelle est, en remettant les secteurs concernés à un même niveau topographique que la parcelle attenante au sud, améliorant ainsi leur fonctionnalité (alimentation en eau).

L'effet attendu de cette mesure sur les habitats naturels concerne les zones sableuses à végétation clairsemée (code EUNIS H5.3). Pour ces secteurs, il est attendu une revégétalisation à la suite du décaissement, soit une trajectoire écologique menant vers l'habitat de marais salés A2.52 sur une surface de 5,7 ha, soit 4,4% du site.

La simulation de l'effet de cette mesure grâce au tableur de la MNEZFH est également effectuée lors de la réponse aux questions n°34 et 46 du tableur. En effet, il est attendu grâce à cette mesure une diminution de la proportion du site sans couvert végétal entre les états avant action écologique et avec action écologique envisagée.

3.3. Ratio fonctionnel octroyé au projet

Le ratio fonctionnel correspond à un facteur d'ajustement du dimensionnement selon la faisabilité technique de la mesure de compensation, le délai pour obtenir son résultat et l'environnement du site de compensation. **Le ratio fonctionnel diffère du ratio surfacique préconisé par les SDAGE.** Le ratio fonctionnel est une donnée nécessaire à

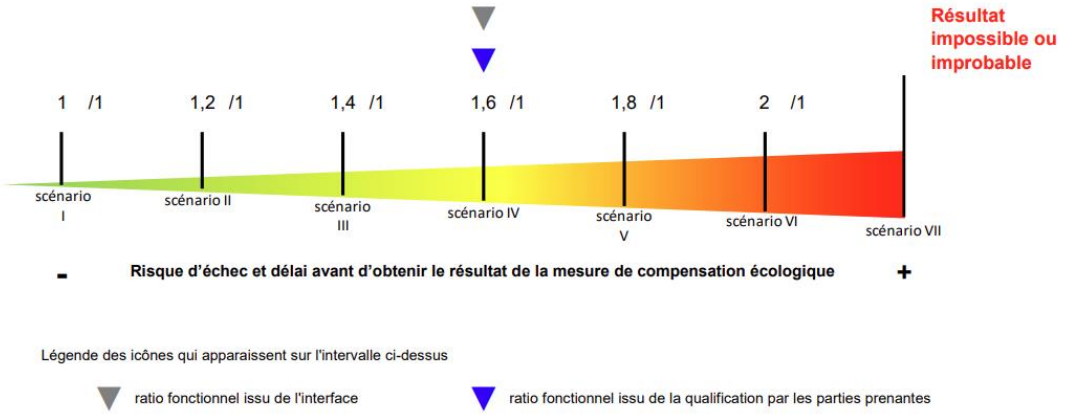
l'étape finale du diagnostic fonctionnel : l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle entre les pertes sur le site impacté et les gains sur le site de compensation.

L'intervalle de variation du ratio fonctionnel a été défini en l'absence de préconisation formelle sur le territoire où est prévu l'aménagement. Il a été défini entre **1/1 et 2/1.**

La qualification automatisée de la mesure de compensation écologique réalisée par l'interface a défini **un ratio fonctionnel de 1,6**. Ce ratio est dû à la faisabilité technique qui est jugée « assez probable ». Cette évaluation est réalisée au regard des trajectoires écologies envisagées sur le site de compensation, de la nature des actions écologiques envisagées, de l'état de dégradation du site de compensation et de sa superficie. Le délai (proximité temporelle) est jugé « rapide » au regard des trajectoires écologiques envisagées sur le site de compensation et de l'étage altitudinal (collinéen).

Certains aspects de la qualification automatisée ont été révisés. Malgré ces modifications, **le ratio fonctionnel demeure égal à 1,6**.

L'attribution du ratio fonctionnel à l'issue de l'interface de dimensionnement figure dans le tableur Excel joint à ce dossier, feuille « DIMENSIONNER ».



Ratio fonctionnel octroyé : 1,6 /1

3.4. Evaluation des fonctions sur la zone humide compensatoire avec action écologique envisagée

L'évaluation des gains fonctionnels sur le site de compensation figure sous la forme de graphiques dans le tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 1 » et en annexe 3.

■ **Le couvert végétal**

Sur les 4 indicateurs liés au couvert végétal évalués pour la zone humide compensatoire, la totalité connait des gains entre l'état avant et l'état avec action écologique envisagée.

Concernant l'indicateur de végétalisation du site, qui correspond à la proportion du site occupée par un couvert végétal permanant, le gain s'explique majoritairement par le rôle de la mesure C12 de désartificialisation des sols, qui a pour objectif la restauration de zones à végétation clairsemée (code EUNIS H5.3) vers une végétation de fourrés halophiles.

L'augmentation de la proportion du site occupée par des couverts ligneux (arbustifs et arborés) entre l'état avant action écologique et après action écologique est à l'origine de gains fonctionnels pour deux indicateurs « Assimilation N et P » et « Séquestration C ». Cette augmentation est également liée à la mesure C12 qui génère un gain de surface pour les secteurs occupés par une végétation arbustive. De plus, la progression de la proportion du site occupée par un couvert arborée, due à la mesure C6 de plantation d'une ripisylve, est également à l'origine de gains pour ces deux indicateurs.

Enfin, la mesure C6 de plantation d'une ripisylve est également à l'origine de gains fonctionnels pour l'indicateur de surface terrière carbone.

- **Les systèmes de drainage et l'érosion**

Parmi les indicateurs relatifs à la rareté des systèmes de drainage, les gains fonctionnels envisagés sont associés aux apports en eau douce envisagés dans le cadre de la mesure C2 de gestion des EVEE.

- **Le sol**

La présente simulation des actions écologiques envisagées sur le site de compensation ne permet pas de mettre en évidence de gains fonctionnels pour les indicateurs liés au sol. Le niveau de connaissance actuel des sols sur le site de compensation ne permet pas d'effectuer une simulation des effets des mesures, notamment de la mesure C12 de désartificialisation envisagée pour la parcelle est, sur la granulométrie du sol.

- **Les habitats**

Concernant les habitats, 9 des 10 indicateurs étudiés présentent des gains fonctionnels sur le site de compensation avec action écologique envisagée. Les gains sur l'indicateur relatif à la rareté des invasions biologiques sont permis grâce à la mesure envisagée de gestion des EVEE par arrachage et inondation. L'espace libéré par les EVEE sera à nouveau occupé par des habitats naturels, c'est la raison pour laquelle des gains sont envisagés pour les indicateurs liés à l'emprise des habitats hygrophiles, halophiles et non halophiles sur le site de compensation. L'indicateur relatif à la rareté de la fragmentation présente également un gain, ceci étant dû au traitement des formations monospécifiques d'EVEE qui génère des discontinuités au sein des habitats naturels sur le site de compensation avant action écologique.

3.5. Equivalence fonctionnelle

Pour rappel, afin que la mesure de compensation soit jugée satisfaisante, des équivalences fonctionnelles sont attendue pour au moins **2 indicateurs associés aux sous-fonctions prioritaires identifiées**. Les sous-fonctions qui ont été jugée prioritaires pour la présente étude sont : la sous-fonction hydrologique de **ralentissement des ruissellements**, les sous-fonctions biogéochimiques **d'assimilation végétale de l'azote** et **d'adsorption et précipitation du phosphore dans les sols**. Enfin, la sous-fonction écologique de **support des habitats** est jugée prioritaire.

Les actions écologiques sur le site de compensation permettent d'obtenir 14 indicateurs avec des gains fonctionnels, dont 2 voire 3 avec une équivalence fonctionnelle envisagée atteinte. Les résultats des gains et équivalences envisagés sur le site de compensation figurent dans le tableau 10.

Concernant les fonctions jugées prioritaires :

- **Ralentissement des ruissellements** : **Seul l'indicateur de rareté des fossés présente un gain partiel d'équivalence fonctionnelle.** Pour cette sous-fonction, l'état fonctionnel de cette sous-fonction jugé optimal du site de compensation avant action écologique (absence de systèmes de drainage) limite les possibilités d'intervention et de proposition de mesures pouvant améliorer l'état fonctionnel du site de compensation. **Pour cette sous-fonction prioritaire, un indicateur présente une équivalence fonctionnelle partielle.**
- **Assimilation végétale de l'azote : 4 indicateurs associés à cette sous-fonction présentent des gains fonctionnels** envisagés. Parmi ceux, 2 indicateurs présentent des gains envisagés en lien avec l'augmentation, grâce aux mesures envisagées, de la proportion du site occupée par un couvert végétal permanent, et une augmentation de la proportion du site occupée par une végétation arbustive et arborée. Les indicateurs supplémentaires présentant des gains envisagés sont la rareté des fossés et l'emprise des habitats naturels non halophiles. **Pour cette sous-fonction prioritaire, les indicateurs présentent une équivalence fonctionnelle partielle.**
- **Adsorption et précipitation du phosphore dans les sols** : 2 indicateurs sont associés à des gains fonctionnels envisagés, la végétalisation du site et la rareté des fossés**. Pour cette sous-fonction prioritaire, les indicateurs présentent une équivalence fonctionnelle partielle.**
- **Support des habitats :** concernant cette sous-fonction prioritaire, **8 indicateurs présentent des gains fonctionnels envisagés dont 2 voire 3 (à 0,01 unité près) avec équivalence fonctionnelle.** Il s'agit de l'indicateur relatif à l'emprise des habitats halophiles ainsi que l'indicateur de rareté des invasions biologiques qui a fait l'objet d'une mesure dédiée (C2).

Les attentes en matière d'équivalences fonctionnelles envisagées ne sont satisfaites que pour la sous-fonction prioritaire de **support des habitats**, pour laquelle 2 à **3 indicateurs présentent des équivalences fonctionnelles envisagées.**

Concernant les fonctions hydrologiques et biogéochimiques, **les attentes en matière d'équivalence nécessitent des compléments afin d'être pleinement réalisées** car les indicateurs associés à ces sous-fonctions présentent uniquement des équivalences fonctionnelles envisagées partielles. C**ertains indicateurs présentent en effet des gains envisagés**. Il s'agit de la rareté des fossés qui participe à l'évaluation de la sous-fonction hydrologique prioritaire de ralentissement des ruissellements et des sous-fonctions biogéochimiques prioritaires d'assimilation végétale de l'azote et d'adsorption et précipitation du phosphore dans les sols. L'augmentation de la proportion du site occupée par un couvert végétal permanent grâce aux mesures envisagées est à l'origine de gains fonctionnels pour les sous-fonctions biogéochimiques prioritaires d'assimilation végétale de l'azote et d'adsorption et précipitation du phosphore dans les sols.

Par ailleurs, pour que la mesure de compensation soit jugée satisfaisante, des équivalences fonctionnelles sont également attendues pour les sous-fonctions secondaires. Dans le cas présent, **plusieurs indicateurs associés à une sous-fonction secondaire présentent des équivalences fonctionnelles considérées comme partielles (assimilation des orthophosphates, séquestration du carbone, dénitrification).**

Pour l'ensemble des sous-fonctions étudiées dans le cadre de cette étude, la difficulté à obtenir des gains ou des équivalences fonctionnelles envisagés provient de l'état fonctionnel d'une partie des sites de compensation. L'état fonctionnel des sous-fonctions prioritaires de ralentissement des ruissellements et d'adsorption et précipitation du phosphore est jugé optimal en raison notamment de l'absence de systèmes de drainage et d'une végétalisation importante du site de compensation avant action écologique envisagée. L'état de la sous-fonction prioritaire d'assimilation végétale de l'azote est jugé bon.

Tableau 10. Bilan fonctionnel du projet

Fonctions	Sous-fonctions	Priorité de la sous-fonction	Etat fonctionnel du site de compensation	Nombre d'indicateurs associés à un gain fonctionnel	Indicateurs associés à un gain fonctionnel	Nombre d'indicateurs associés à une équivalence fonctionnelle	Indicateurs associés à une équivalence fonctionnelle complète ou partielle
Hydrologique	Atténuation du débit de crue	Secondaire	Moyen	1	Rareté des fossés	0	Partielle 1 indicateur
	Ralentissement des ruissellements	**Prioritaire**	Optimal	1	Rareté des fossés	0	Partielle 1 indicateur
	Recharge des nappes	Secondaire	Dégradé	1	Rareté des fossés	0	Partielle 1 indicateur
	Rétention des sédiments	Secondaire	Moyen	3	Végétalisation du site Rareté des fossés Habitats non halophiles	0	Partielle 3 indicateurs
Biogéochimique	Dénitrification	Secondaire	Bon	2	Végétalisation du site Rareté des fossés	0	Partielle 2 indicateurs
	Assimilation végétale de l'azote	**Prioritaire**	Bon	4	Végétalisation du site Assimilation N et P Rareté des fossés Habitats non halophiles	0	Partielle 4 indicateurs
	Adsorption et précipitation du phosphore	**Prioritaire**	Optimal	2	Végétalisation du site Rareté des fossés	0	Partielle 2 indicateurs
	Assimilation végétale des orthophosphates	Secondaire	Bon	3	Végétalisation du site Assimilation N et P Rareté des fossés	0	Partielle 3 indicateurs

Fonctions	Sous-fonctions	Priorité de la sous-fonction	Etat fonctionnel du site de compensation	Nombre d'indicateurs associés à un gain fonctionnel	Indicateurs associés à un gain fonctionnel	Nombre d'indicateurs associés à une équivalence fonctionnelle	Indicateurs associés à une équivalence fonctionnelle complète ou partielle
	Séquestration du carbone	Secondaire	Dégradé	2	Séquestration du carbone Surface terrière carbone	0	Partielle 2 indicateurs
Ecologique	Support des habitats	**Prioritaire**	Bon	8	Richesse en habitat Equipartition des habitats Habitats hygrophiles Habitats halophiles Habitats non halophiles Rareté de l'anthropisation de l'habitat Rareté des invasions biologiques Rareté de la fragmentation	2	Complète 2 à 3 indicateurs Habitats halophiles Rareté des invasions biologiques Diversité des habitats Partielle 5 indicateurs
	Connexion des habitats	Secondaire	Moyen	1	Similarité avec le paysage	0	-

4. VERIFICATION DES PRINCIPES DE COMPENSATION

4.1. Bilan surfacique : Compatibilité avec le SDAGE

L'encadré ci-dessous provient de l'étude sur les zones humides du projet Carbon et a été adapté au projet Neocarb.

1. Le principe de compatibilité

La compatibilité au SDAGE sera constatée à la lumière des jurisprudences récentes.

L'arrêt de principe du 21 novembre 2018 du Conseil d'État stipule que le rapport de compatibilité entre les SDAGE et les « décisions administratives dans le domaine de l'eau » au sens de l'article L. 212-1 précité doivent s'interpréter de manière stricte ».

Le Conseil d'État écarte ainsi, tout contrôle de conformité :

« (...) *les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux doivent se borner à fixer des orientations et des objectifs, ces derniers pouvant être, en partie, exprimés sous forme quantitative. Les autorisations délivrées au titre de la législation de l'eau sont soumises à une simple obligation de compatibilité avec ces orientations et objectifs. Pour apprécier cette compatibilité, il appartient au juge administratif de rechercher, dans le cadre d'une analyse globale le conduisant à se placer à l'échelle de l'ensemble du territoire couvert, si l'autorisation ne contrarie pas les objectifs qu'impose le schéma, compte tenu des orientations adoptées et de leur degré de précision, sans rechercher l'adéquation de l'autorisation au regard de chaque disposition ou objectif particulier.* »

Sur le rapport de compatibilité au SDAGE, le Conseil d'État précise que le juge administratif doit apprécier la compatibilité d'une autorisation « loi sur l'eau » dans le cadre d'une ***« analyse globale »*** :

- *« à l'échelle du territoire pertinent pour apprécier les effets du projet sur la gestion des eaux » : le Conseil d'État utilisait auparavant une référence à* ***« l'ensemble du territoire couvert »*** [par le SDAGE].
- et vérifier la compatibilité de l'autorisation en cause en considération d'un rapport relativement souple de ***« non contrariété »*** avec les objectifs et les orientations du SDAGE,
- dans ce cadre, le ***« degré de précision »,*** de ces objectifs et orientations est pris en compte pour en interpréter le sens et la portée.

Il indique qu'il ne s'agit pas de rechercher *« l'adéquation de l'autorisation au regard de chaque disposition ou objectif particulier ».*

Conformément aux prescriptions du Conseil d'Etat, le projet NeoCarb et ses principes de compensations environnementales respectent les orientations du SDAGE.
La destruction de zones humides sur le site d'implantation n'ayant pas pu être totalement évitée par le projet, il est donc nécessaire par principe, en application de la loi sur l'eau et de la jurisprudence et en référence aux orientations du SDAGE, de compenser cette destruction.

La page 20 du SDAGE Rhône Méditerranée est copiée ci-dessous :

Cette notion de compatibilité est moins contraignante que celle de conformité puisqu'il s'agit d'un rapport de non contradiction avec les orientations fondamentales et les objectifs du schéma. La jurisprudence récente (décision du Conseil d'État n° 408175 du 21 novembre 2018) a précisé cette notion de compatibilité concernant les autorisations délivrées au titre de la loi sur l'eau. La compatibilité s'apprécie dans le cadre d'une analyse globale, à l'échelle de l'ensemble du territoire couvert. L'autorisation ne doit pas contrarier les objectifs qu'impose le schéma, compte tenu des orientations adoptées et de leur degré de précision, sans rechercher l'adéquation de l'autorisation au regard de chaque disposition ou objectif particulier.

2. Les orientations du SDAGE

Les orientations du SDAGE Rhône-Méditerranée sont détaillées dans l'étude d'impacts, à la partie 5.4.8. Ces orientations générales ne sont donc pas reprises ici.

A propos spécifiquement des zones humides, les orientations du SDAGE sont claires à travers la disposition 6B-03 présentée ci- dessous :

préfectoral de protection de biotopes, règlement des réserves naturelles), les documents d'objectifs des sites Natura 2000, document de gestion des espaces naturels sensibles... et les dispositions du SRADDET.

La disposition 3-07 « privilégier des financements efficaces, susceptibles d'engendrer des bénéfices et d'éviter certaines dépenses » définit les conditions d'un financement efficace et pérenne pour la préservation des zones humides.

Disposition 6B-03

Préserver les zones humides en les prenant en compte dans les projets

Conformément au code de l'environnement et à la politique du bassin en faveur des zones humides, les services de l'État s'assurent que les projets soumis à autorisation ou à déclaration au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du code de l'environnement et les projets d'installations classées pour la protection de l'environnement soumis à autorisation au titre de l'article L.511-1 du même code sont compatibles avec l'objectif de préservation des zones humides.

Les zones humides et les fonctions qu'elles assurent peuvent être affectées à des degrés divers par les projets d'aménagement ou les travaux, en particulier ceux visant :

- de manière totale ou partielle, leur assèchement, leur mise en eau prolongée (voire leur submersion permanente par la création de plans d'eau), leur imperméabilisation, leur remblaiement ;
- des prélèvements d'eau, des rejets d'eau pluviale ou d'eaux usées.

Certains ouvrages ou aménagements peuvent également impliquer une altération voire une rupture de la continuité entre les zones humides et leur espace de bon fonctionnement, ou entre les zones humides et les cours d'eau.

Pour prévenir les altérations susceptibles d'affecter les zones humides et leurs fonctions, et pour contribuer à stopper leur disparition, les porteurs de projet doivent conduire la séquence « éviter-réduire-compenser » (ou séquence ERC, cf. orientation fondamentale n°2 du SDAGE), l'étude des solutions permettant d'éviter les impacts restant la priorité.

La conduite de la séquence ERC doit s'appuyer sur une délimitation précise de la zone humide impactée, par le porteur de projet, et sur une caractérisation de la zone humide qui inclut une analyse de son rôle et intérêt patrimonial par rapport à la biodiversité, des fonctions[1] qu'elle assure et des services rendus en termes de préservation de la ressource en eau et de gestion des risques d'inondation (soutien des débits d'étiage, contribution au maintien et l'amélioration de la qualité de l'eau, diminution de l'intensité des crues), ainsi que des autres bénéfices socio-économiques.

L'ambition des mesures visant la réduction des impacts, établie de manière proportionnée aux enjeux en présence, est un élément clé qui doit guider la décision administrative dans le cadre des procédures réglementaires. En particulier, les impacts non réduits, appelés impacts résiduels, ne doivent pas :

- remettre en cause le bon fonctionnement de la zone humide impactée et les fonctions associées qui la caractérisent (expansion des crues, préservation de la qualité des eaux, production de biodiversité...) ainsi que les services que ces fonctions rendent aux plans écologique et socio-économique ;
- dégrader l'état ou remettre en cause l'atteinte du bon état des masses d'eau qui dépendent directement ou indirectement du bon fonctionnement de la zone humide impactée.

En dernier recours, l'existence d'impacts résiduels doit conduire le maître d'ouvrage à proposer et mettre en œuvre des mesures compensatoires.

Dans ce cadre, lorsque la réalisation d'un projet conduit à la disparition d'une surface de zones humides ou à l'altération de leurs fonctions, les mesures compensatoires prévoient la restauration de zones humides existantes dégradées voire fortement dégradées. Cette compensation doit viser une valeur guide de 200 % de la surface perdue selon les règles suivantes :

- une compensation minimale à hauteur de 100 % de la surface détruite, par la restauration de zone humide fortement dégradée, en visant des fonctions équivalentes à celles impactées par le projet, et en cohérence avec l'exigence réglementaire d'équivalence écologique. En cohérence également avec la réglementation et la disposition 2-01 du SDAGE, cette compensation doit être recherchée en priorité sur le site impacté ou à proximité géographique de celui-ci. Lorsque cela n'est pas possible, pour des raisons techniques ou de coûts disproportionnés, cette compensation doit être réalisée préférentiellement dans le même sous bassin (cf. carte 2-A) ou, à défaut, dans un sous bassin adjacent et dans la limite de la même hydro-écorégion de niveau 1 (cf. carte 6B-A) ;
- une compensation complémentaire par l'amélioration des fonctions de zones humides partiellement dégradées, situées prioritairement dans le même sous bassin ou dans un sous bassin adjacent et dans la limite de la même hydro-écorégion de niveau 1 (cf. carte 6B-A).

[1] *Les maîtres d'ouvrages peuvent se référer au guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, disponible sous le lien suivant : http://zones-humides.org/guide-de-la-m%C3%A9thode-nationale-d%C3%A9valuation-des-fonctions-des-zones-humides.*

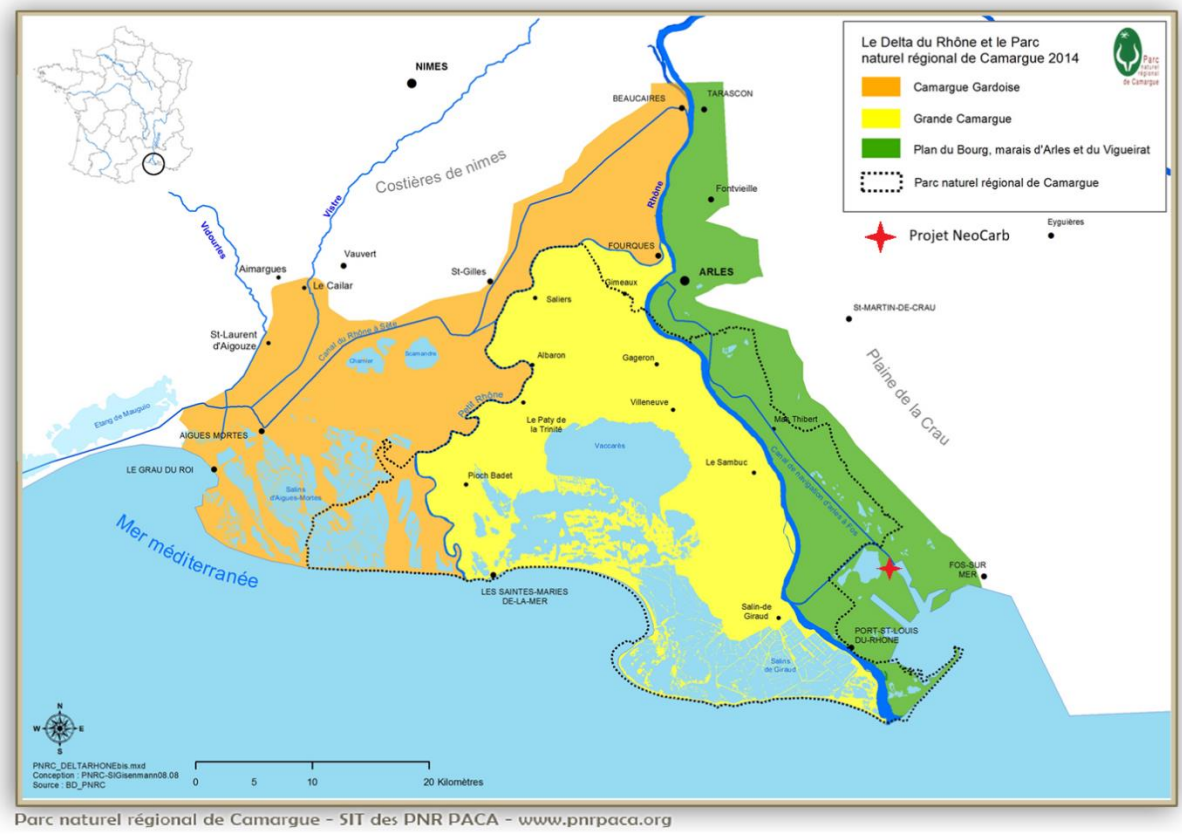
3. Analyse globale

a) LE DELTA DU RHONE

Le môle central situé au sud de la RD 268, est fortement artificialisél suite au creusement des deux darses et de l'étalement des sédiments qui en ont été extraits. Il couvre une surface d'environ 950 ha et constitue une faible part du secteur oriental (Plan du Bourg) d'un périmètre bien plus large constitué par le delta du Rhône et ses 150 000 ha (incluant la grande Camargue (entre les deux bras du Rhône), le secteur ouest du petit Rhône (Camargue gardoise) et l'est du Grand Rhône (Plan du Bourg). Au cœur du môle central, secteur artificialisé, créé

en 1960 et dédié au développement de l'industrie et de l'activité du GPMM, les 52 ha du projet NeoCarb représentent 0,035 % du périmètre du delta, échelle pertinente de gestion du SDAGE. Le terrain de NeoCarb se situe en dehors des périmètres d'enjeux forts tels que le parc de Camargue par exemple.

Ainsi, l'artificialisation de 35ha sur 52 ha d'emprise foncière du site NeoCarb à l'échelle du territoire respecte les orientations du SDAGE en ce qu'il est un espace identifié et dédié à l'industrie au sein de la ZIP de Fos et que cet aménagement prévu de longue date ne contrarie pas les grands enjeux du SDAGE.

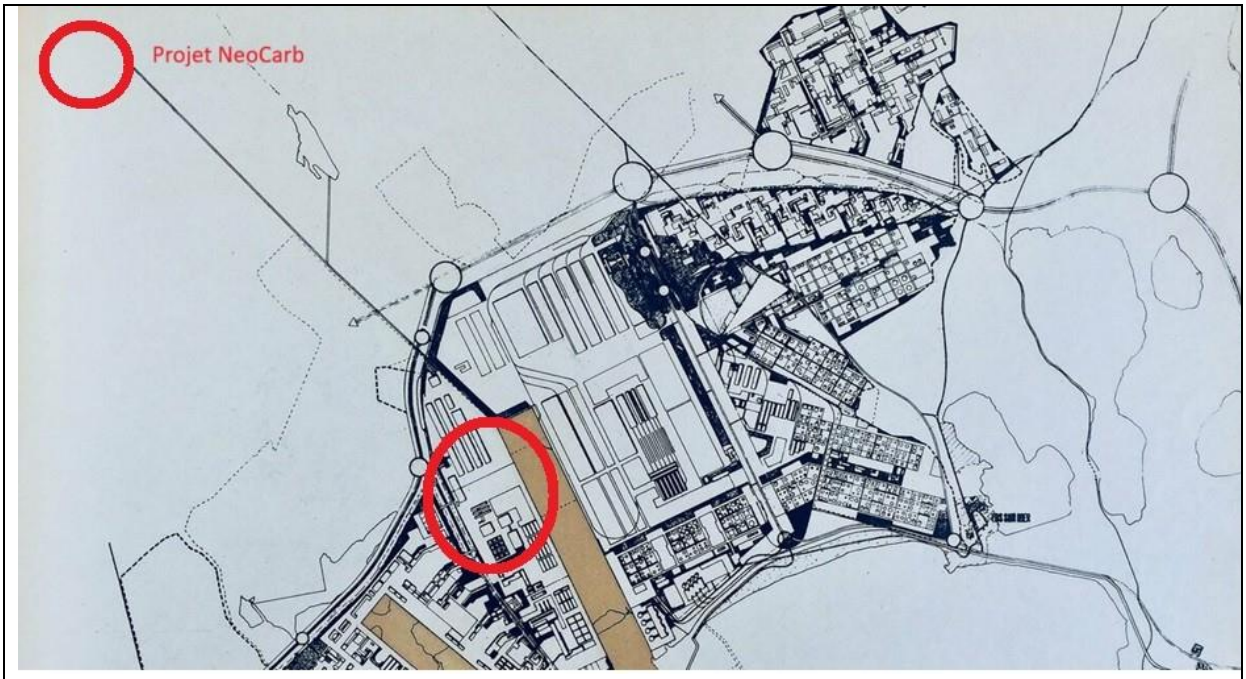


Carte 36 : Le Delta du Rhône, limite du Parc naturel Régionale de Camargue et localisation du projet NeoCarb (modifié d'après Parc Naturel Régionale de Camargue).

b) VOCATION INITIALE DU SITE : un foncier artificiel de 1960 pour préparer les implantations d'aujourd'hui

Ce terrain est un terrain artificiel créé par le GPMM dans les années 60 afin de générer du foncier disponible pour l'implantation future d'industries dans la zone portuaire. Cette plateforme de 400ha entre 2 darses creusées artificiellement a été créée pour accueillir des entreprises et des industries dans une enceinte portuaire de bassin Ouest de 10 000ha, dont 5 000ha sont réservés à la biodiversité. En effet, le GPMM, en tant qu'aménageur responsable de la Zone Industrialo Portuaire de Fos et gestionnaire d'espaces naturels préservés au sein de ce périmètre, s'est attaché en parallèle de la démarche de planification de l'aménagement de la ZIP de Fos à horizons 2040 à définir une stratégie de préservation de la biodiversité et des grandes fonctionnalités écologiques relevées sur la ZIP à l'appui de son Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN), toujours en cours de validation.

L'intention à travers la création de ce foncier artificiel ne concernait en aucun cas la biodiversité mais bien l'accueil d'entreprises telles que NeoCarb. A travers l'implantation de NeoCarb, le projet initial du GPMM se réalise conformément au plan d'Etat de l'époque qui ont motivé la création de cette plateforme. Néanmoins, la nature a fait son chemin y compris sur la parcelle concernée par l'implantation de NeoCarb.



Carte 37 : Plan de masse de la ZIP de Fos en 1966 (source internet : fos200ans.fr)

c) Le SDPN (Schéma Directeur du Patrimoine Naturel) du GPMM

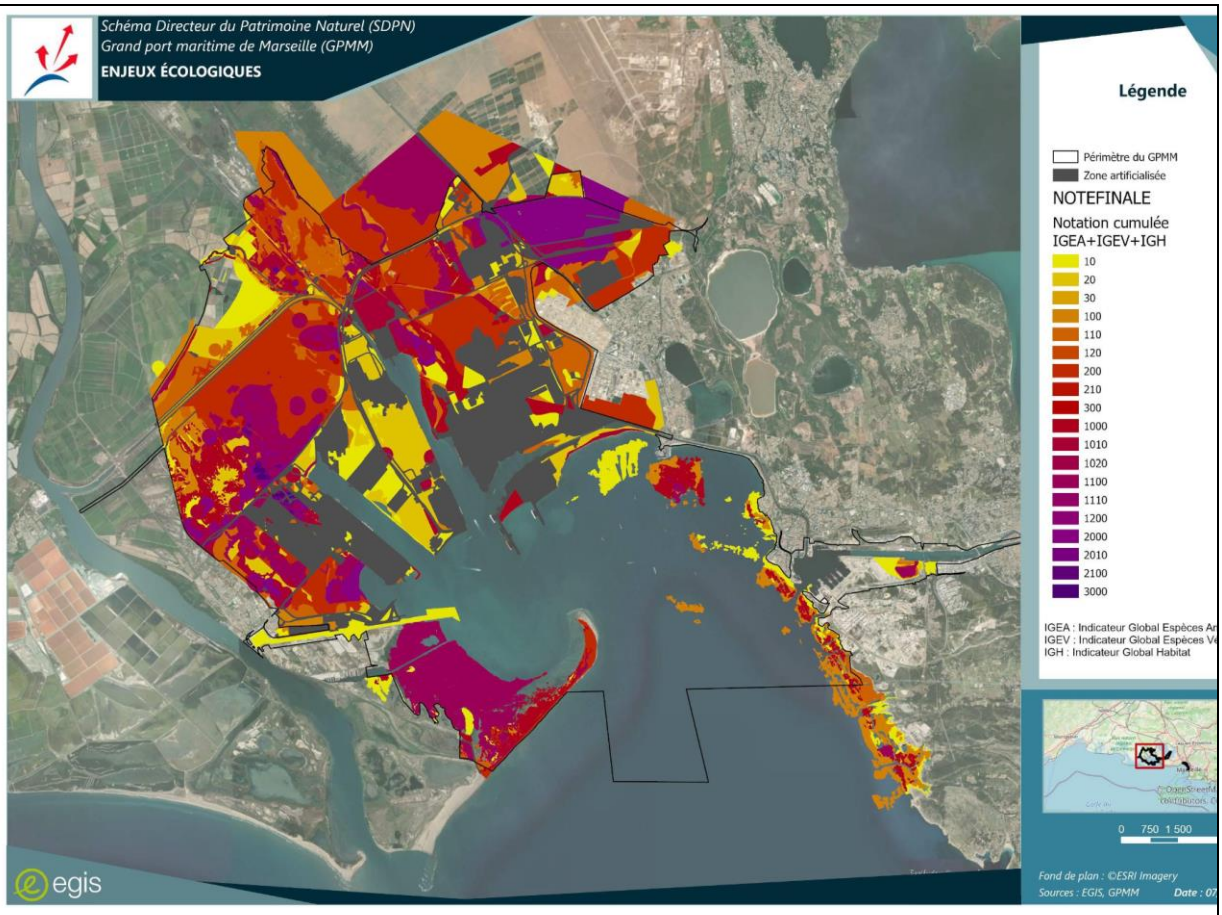
Le SDPN a été présenté en détail au chapitre 1.4, seuls des éléments de contexte sont repris ici.

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

Le périmètre d'étude du SDPN s'étend aux limites administratives de la circonscription des bassins ouest du GPMM représentant : 10 000 ha de milieux continentaux et 10 000 ha de milieux marins.
L'objectif principal est de limiter les impacts négatifs des activités portuaires et de l'aménagement de son territoire sur les habitats, la faune et la flore locales ainsi que sur les fonctionnalités écologiques par :

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

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



Hiérarchisation des enjeux biodiversité sur la ZIP

Le projet NeoCarb s'inscrit au sein d'une zone identifiée dans le SDPN comme présentant globalement des enjeux écologiques faibles à très faibles, la parcelle concernée par le projet présentant une cotation de 20 sur une échelle allant de 10 à 3 000.

4. Les zones humides : qualification

Les analyses techniques concluent à l'existence de zones humides d'un point de vue règlementaire sur le terrain, néanmoins ces zones sont très peu fonctionnelles. Sur 52 ha du foncier NeoCarb, 37,49 ha sont identifiés par les textes juridiques comment zones humides dont 31,41 ha voués à disparaitre.

De manière générale, ces 31,41 ha de zone humide sont en réalité très peu fonctionnels en raison de la nature artificielle des sols. Cette étude d'impacts a identifié les fonctionnalités réelles du site (liées aux sous-fonctions « Ralentissement des ruissellements », « Assimilation végétale de l'azote », « Adsorption et précipitation du phosphore » et « support des habitats ») par l'intermédiaire de la grille d'évaluation de la MNEFZH, afin de se concentrer sur la compensation de ces fonctionnalités.

5. Les compensations fonctionnelles prévues

La compensation visera à rétablir les fonctionnalités actives du site NeoCarb :

- support des habitats
- ralentissement des ruissellements
- assimilation végétale de l'Azote
- adsorption et précipitation du Phosphore

Plus globalement, les travaux de compensation chercheront à optimiser l'ensemble des fonctionnalités d'une zone humide grâce à une approche fonctionnelle globale.

Pour ce faire, deux sites de compensation ont été retenus (pour un total de 131 ha) :

- Parcelle compensatoire « Ouest Etang de l'Oiseau » de 67 ha sur laquelle sera mis en place une mesure de lutte contre une espèce végétale exotique envahissante, le Baccharis, sur une surface de 18,63 ha au sein de ces 67 ha (mesure compensatoire C2). Grâce à la mesure C2, une seconde mesure de compensation pourra être mise en place, sur les secteurs traités par la mesure C2, il s'agit d'une mesure de plantation d'une ripisylve en bordure du canal d'amenée d'eau douce.
- Parcelle compensatoire « Est étang de l'Oiseau» de 64 ha sur laquelle plusieurs actions écologiques (mesures compensatoires C2 et C12) seront mis en œuvre sur une surface de 23,09 ha (mesure C2) auxquels se rajouteront la mesure C12 de décaissement du remblai sur une superficie d'environ 14 ha.

Les actions écologiques s'orientent autour de 5 axes principaux :
1/ Arrachage et gestion des Espèces Végatales Exotiques Envahissantes (Baccharis en particulier, Olivier de Bohême secondairement) (mesure C2)
2 / Inondation des secteurs traités pour le Baccharis (mesure C2)
3/ Création de mares temporaires et inondations temporaires en faveur des amphibiens (mesure C5)
4/ Plantation d'une bande de ripisylve le long du canal d'eau douce afin d'augmenter la connectivité du site et la diversité des habitats (mesure C6)
5/ Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation hydraulique naturelle d'une sansouire

6. Vérification des principes : efficacité, proximité, équivalence et additionnalité

Vérification de l'application du principe d'efficacité régissant la compensation écologique et édicté dans le code de l'environnement.
Les mesures sur les parcelles compensatoires permettront de restaurer la **fonctionnalité d'accomplissement du cycle biologique des espèces** en agissant sur les sous-fonctions de supports des habitats et de connexions des habitats au travers des indicateurs suivants :

- Le nombre d'habitat naturel (indicateur « richesse d'habitats »),
- La répartition naturelle des habitats (indicateurs « équipartition des habitats »),
- L'emprise d'habitats hygrophiles (indicateur « habitats hygrophiles »),
- L'emprise d'habitats halophiles (indicateur « habitats halophiles »),
- L'emprise d'habitats non halophiles (indicateur « habitats non halophiles »),
- L'emprise d'habitat naturel (indicateur « rareté de l'anthropisation de l'habitat »),
- La lutte contre les EVEE (indicateur « rareté des invasions biologiques végétales »)
- La continuité écologique des habitats naturels (indicateur « rareté de la fragmentation

Les mesures sur les parcelles compensatoires permettront de restaurer partiellement la **fonctionnalité biogéochimique** en agissant sur les sous-fonctions « Assimilation végétale de l'azote », « Assimilation végétale des orthophosphates », « Dénitrification », « Adsorption et précipitation du phosphore » et « Séquestration du carbone » au travers des indicateurs suivants :

- L'augmentation du couvert végétal (indicateur « Végétalisation du site)
- La densité de fossé (indicateur « rareté des fossés »)
- L'amélioration de la qualité de l'eau (indicateur « Assimilation N et P »)
- L'augmentation des emprises d'habitats non halophiles (indicateur « Habitats non halophiles »)
- La captation de Carbone (indicateur « Séquestration C »)
- Le stockage de Carbone dans le sol « indicateur « Surface terrière carbone »).

Ces mesures permettront également de restaurer partiellement la **fonctionnalité hydrologique** (liée à la sous-fonction « ralentissement des ruissellements ») améliorant l'indicateur suivant :

- La densité de fossé (indicateur « rareté des fossés »).

A ces égards, le principe d'efficacité est donc bien appliqué ici pour la fonction d'accomplissement du cycle biologique des espèces et partiellement appliquée pour la fonction biogéochimique. La fonction « hydrologique » étant moins concernée par la compensation car la sous-fonctionnalité prioritaire de « ralentissement des ruissellements » peut être relativisée.

Vérification de l'application des principes de proximité géographique et d'équivalence régissant la compensation écologique et édictés dans le code de l'environnement

La zone humide impactée et les zones humides à restaurer sont proches géographiquement, à environ 5 km de la zone impactée. Elles se localisent dans le même sous-bassin versant hydrographique de Crau-Vigueirat, elles présentent la même similarité avec le paysage et elles s'insèrent dans le même système hydrogéomorphologique côtier du delta du Rhône.

Les principes de proximité et d'équivalence sont donc respectés.

Vérification de l'application des principes d'équivalence et d'additionnalité écologique régissant la compensation écologique et édictés dans le code de l'environnement

Les analyses scientifiques par le biais de la grille OFB (analyses présentées en annexe 2) démontrent une excellente équivalence fonctionnelle sur la fonction prioritaire « accomplissement des cycles biologiques », une équivalence fonctionnelle plus relative pour la fonction prioritaire « biogéochimie » à compenser. La compensation de la fonction prioritaire hydrologie reste à améliorer, le pétitionnaire s'autorisant à améliorer le bilan compensatoire au fil de la vie du projet.

Les indicateurs où une **équivalence fonctionnelle** pour la fonction d'accomplissement du **cycle biologique des espèces** est constatée sont les suivants :

- Les habitats halophiles : une forte emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à la faune et la flore inféodées aux zones humides salées ou saumâtres ;
- La rareté des invasions biologiques végétales : la mesure de compensation C2 permet d'éliminer et limiter fortement la présence du Baccharis et de l'Olivier de Bohême ce qui permettra à la végétation hygrophile de reprendre sa place.

Les indicateurs où un **gain fonctionnel** pour la fonction d'accomplissement du **cycle biologique des espèces** est constaté sont les suivants :

- Richesse en habitats
- Équipartition des habitats
- Habitats hygrophiles
- Habitats halophiles
- Habitats non halophiles
- Rareté de l'anthropisation de l'habitat
- Rareté des invasions biologiques végétales
- Rareté de la fragmentation

Les indicateurs où un **gain fonctionnel** est constaté pour les sous-fonctions **hydrologiques et biogéochimiques** sont les suivants :

- Végétalisation du site
- Assimilation N et P
- Séquestration C
- Surface terrière carbone
- Rareté des fossés.

La compensation vise principalement à restaurer la fonctionnalité d'accomplissement du cycle biologique des espèces (support des habitats). Les actions proposées ont une influence positive directe sur la sous-fonction « Assimilation de l'Azote » ainsi que pour «l'adsoprtion du Phosphore », avec la reconnexion du sol avec la nappe par suppression du remblai, la couverture végétale plus dense, et la création de dépressions humides qui permettent de récolter plus facilement les eaux de ruissellement. Au titre de la grille OFB, **deux équivalences fonctionnelles pour la sous-fonction de support des habitats sont atteintes et une troisième qui pourrait aussi**

être considérée comme atteinte (à 0,01 près). Cette sous-fonction est une des quatre sous-fonctions principales à restaurer. En réalité, ces mesures compensatoires sont particulièrement performantes au regard de l'ensemble de l'écosystème à restaurer.

Les mesures de compensation permettront également de **nombreux gains fonctionnels pour l'ensemble des sous-fonctions biogéochimiques et dans une moindre mesure pour la sous-fonction hydrologique**. Ces gains sont principalement liés à la végétation permanente plus importante, à l'augmentation du couvert végétal dans les secteurs à faible couvert végétal mais aussi à plus d'habitat arboré, ainsi qu'à l'engorgement temporaire plus fréquente grâce aux inondations de plusieurs mois.

Par ailleurs, **l'additionnalité de ces mesures est également forte**, car aucune autre action de gestion ou restauration de milieux naturels n'est en cours localement. Aucune action liée à Natura 2000 n'est réalisée au sein de cette parcelle, et le GPMM, propriétaire des parcelles, a ciblé ce secteur pour l'accueil de programmes compensatoires et n'y réalise donc aucune gestion particulière. Ces sites compensatoires constituent un terrain très propice à l'additionnalité et le rétablissement d'une biodiversité exemplaire du secteur.

A cet égard, le principe d'équivalence et d'additionnalité écologique est donc bien appliqué ici.

Conclusion :

Au regard de la réglementation et de la jurisprudence, le projet Neocarb, ses impacts et ses mesures de compensations, s'inscrivent dans les lignes directrices du SDAGE bien que des améliorations soient à apporter.

Au titre des zones humides, les mesures de compensation prévues engendreront bien un « gain » écologique au moins équivalent aux « pertes » réalisés pour les sous-fonctions de support des habitats et en partie pour l'assimilation végétale de l'azote ainsi que l'adsorption du phosphore (ces sous-fonctions étant 3 des 4 sous-fonctions principales à restaurer).

La vocation initiale du site artificiel, l'analyse globale à l'échelle du delta du Rhône, les compensations fonctionnelles prévues dans ce rapport et la vérification tout ou partie des principes d'efficacité, de proximité, d'équivalence et d'additionnalité concernant les zones humides permettent de conclure **que le projet NeoCarb est compatible avec le SDAGE.**

ECO-MED estime que ce programme compensatoire est satisfaisant en termes de durabilité, d'équilibre et partiellement satisfaisant pour les fonctionnalités de la zone humide reconstituée dans la zone compensatoire.

Concernant le bilan surfacique, la surface de zone humide impactée par le projet est de **31,41 ha**. Selon les recommandations du SDAGE Rhône Méditerranée 2022-2027, **une valeur guide de 200% de la surface perdue** doit être compensée, soit **63 ha** dans le cas présent.

Au sein du site de compensation, la surface de zones humides directement concernée par les mesures de compensation C2, C6 et C12 est égale à **18,63 ha sur la parcelle ouest** et **23,09 ha sur la parcelle est**.

La surface de zone humide directement restaurée sur le site de compensation est donc égale à 41,72 ha, soit un ratio surfacique de 133% par rapport à la surface de zone humide impactée.

Attention, le calcul de la surface de zones humides restaurées et la simulation des gains fonctionnels sur le site de compensation ne prend pas en compte la dynamique des EVEE et l'évolution de la colonisation des parcelles compensatoires par les EVEE depuis ces deux dernières années**. Les inventaires sur lesquels se sont basées les calculs de surface ont été réalisés au printemps 2024, ce qui signifie que la surface qui sera réellement restaurée dans le cadre de la mesure C2 sera nécessairement plus grande en raison de la progression des EVEE.** Cette surface réellement restaurée ne peut pas être déterminée de manière précise sans des données plus récentes de l'expansion des EVEE dans le site de compensation. **Cette sous-estimation de la surface qui sera réellement restaurée signifie que le ratio surfacique est également légèrement sous-estimé.**

De plus, les surfaces de zones humides restaurées égales à **18,63 ha sur la parcelle ouest** et **23,09 ha sur la parcelle est** sont les surfaces **directement** concernées par les mesures de compensation. Or, **la mesure C2 aura un effet indirect sur les zones humides adjacentes en limitant leur colonisation par les EVEE**. Les surfaces concernées par

cet effet indirect ne peuvent pas être déterminées de manière précise mais suggèrent également **une légère sous-estimation du ratio surfacique.**

4.2. Principes évalués par la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides

Tableau 11. Principes réglementaires issus du code de l'environnement

Critères		Vérification
Equivalence qualitative	Une mesure de compensation doit viser les mêmes composantes que celles détruites	La zone humide impactée et les zones humides de compensation sont de types « côtier » Les habitats naturels restaurés sont les mêmes que ceux détruits ➔ Principe validé
Equivalence quantitative	Une mesure de compensation doit engendrer un gain au moins équivalent aux pertes multipliées par le ratio fonctionnel, pour 2 à 3 indicateurs associées aux sous-fonctions prioritaires	Les mesures de compensation permettent d'obtenir une équivalence fonctionnelle envisagée sur 2 voire 3 indicateurs associés à la sous-fonction prioritaire de support des habitats. Cependant, 3 sous-fonctions prioritaires présentent une équivalence fonctionnelle envisagée partielle.
Plus-value écologique	Une mesure de compensation doit générer des gains écologiques qui n'auraient pas pu être obtenus en son absence	Les mesures de compensation permettent d'obtenir des gains fonctionnels envisagés sur 14 indicateurs évalués dans le cadre de cette étude. ➔ Principe validé
Proximité géographique	Localisation des sites de compensation à proximité du site impacté : parcelle limitrophe, même sous-bassin versant hydrographique	La zone humide impactée et les zones humides compensatoire sont distantes de 5km et appartiennent à la même masse d'eau de surface. ➔ Principe validé
Proximité temporelle	Les actions de compensation doivent être effectives rapidement	La gestion des EVEE pourra être mise en œuvre à court terme. Or le contrôle de l'absence de nouvelles colonisations devra s'étaler à moyen terme. Le temps d'obtention d'une ripisylve mature et fonctionnelle suite aux plantations est jugé long.
Faisabilité technique	Mise en œuvre de techniques éprouvées avec des retours d'expériences positifs	Les mesures de compensation s'orientent principalement sur la gestion des EVEE et la plantation d'une ripisylve. Ces techniques sont bien éprouvées ➔ Principe validé
Pérennité et efficacité	Concomitance avec la durée de l'incidence résiduelle Les résultats de la mesure de compensation devront être exprimés de manière claire.	La gestion des parcelles compensatoires durera aussi longtemps que l'incidence résiduelle du projet. Un contrôle de la zone de projet après travaux est préconisé afin de valider les impacts réels du projet sur les zones humides. Un suivi du site compensatoire après la mise en œuvre des mesures de compensation est préconisé afin d'évaluer l'efficacité et la pérennité des mesures compensatoires. ➔ Principe évalué lors des suivis

Additionnalité	Une mesure de compensation doit s'ajouter aux actions publiques en matière de protection de l'environnement. Une même mesure ne peut compenser les impacts de différents projets.	D'après le rapport d'étude du CEN de 2019, les zones humides compensatoire doivent faire l'objet d'une considération prioritaire de premier plan en matière de préservation et de gestion des zones humides et doivent ainsi être restaurés. ➔ Principe validé
Cohérence	Différentes mesures de compensation peuvent être proposées au titre de différentes réglementations, leur interaction doit être vérifiée.	Plusieurs mesures de compensation relatives aux espèces impactées par le projet sont proposées sur le site de compensation, sans incidence sur l'intégrité des zones humides présentes sur le site de compensation avant action écologique. Les mesures de compensation zones humides ne remettent pas en cause la conservation des espèces présentes sur le site de compensation ni la mise en place des mesures relatives aux espèces protégées. Les mesures de compensation zones humides sont favorables à la conservation des espèces inféodés au zones humides restaurées. ➔ Principe validé

4.3. Perspectives

Comme il vient d'être exposé, l'ensemble de la compensation zones humides permet de restaurer et donc de compenser 41,72 ha de zones humides soit 133% du ratio surfacique du SDAGE, dans des parcelles compensatoires fonctionnelles.

Les gains fonctionnels de la compensation sont satisfaisants pour la fonction écologique et sa sous-fonction « soutien aux habitats » mais à parfaire pour la fonction hydrologique et sa sous-fonction prioritaire « ralentissement des ruissellements ». Les gains pour la fonction biogéochimique sont également à parfaire pour la sous-fonction prioritaire « assimilation végétale de l'azote » qui connait un gain fonctionnel pour 4 indicateurs avec une équivalence partielle et pour la sous-fonction prioritaire « adsorption et précipitation du phosphore dans les sols » qui connait un gain fonctionnel pour 2 indicateurs avec une équivalence fonctionnelle partielle.

Au regard de ces éléments, il apparait qu'un complément de compensation zones humides serait à ajouter pour satisfaire pleinement la compensation des fonctions hydrologiques et biogéochimiques.

Ainsi, afin de les satisfaire, il serait nécessaire de rechercher des parcellaires en ciblant sur les zones humides afin de satisfaire à l'ensemble des critères suivants (recherche de parcelle idéale) :

- Masse d'eau concernée : Golfe de Fos
- Système côtier : situation géographique au sud du canal de navigation du Rhône au port de Fos-sur-Mer
- Parcelle avec système de drainage dont une partie pourra être comblée
- Parcelle sans végétation
- Parcelle agricole
- Parcelle très dégradée écologiquement au regard des zones humides
- Si possible avec une zone humide de type tamariçaie/peupleraie à proximité afin de reconnecter la parcelle au réseau local de zones humides
- Superficie recherchée : 21 à 25 ha

Le pétitionnaire est engagé tout au long de la vie du projet NeoCarb à rendre possible son amendement afin de répondre au maximum, dans la limite du possible et sans mettre en péril l'essence même du projet, aux attentes en matière d'enjeux écologiques.

5. ACCOMPAGNEMENT, CONTROLES ET EVALUATION DES MESURES

5.1. Encadrement écologique en phase travaux

Les mesures d'atténuation et de compensation doivent être accompagnées d'un dispositif pluriannuel de suivis et d'évaluation destiné à assurer leurs bonnes mises en œuvre et à garantir à terme la réussite des opérations. Cette démarche de veille environnementale met également en application le respect des engagements et des obligations du maître d'ouvrage en amont et au cours de la phase d'exploitation du site. Le suivi a pour objectif de s'assurer que les mesures de compensation soient efficaces durant toute la durée des incidences et qu'elles atteignent les objectifs initialement visés.

Par ailleurs, ces opérations de suivi doivent permettre, compte tenu des résultats obtenus, de faire preuve de réactivité par l'adoption, le cas échéant, de mesures correctives mieux calibrées afin de répondre aux objectifs initiaux de réparation des préjudices.

Le dispositif de suivis et d'évaluation a donc plusieurs objectifs :

- Vérifier la bonne application et conduite des mesures proposées ;
- Vérifier la pertinence et l'efficacité des mesures mises en place ;
- Proposer « en cours de route » des adaptations éventuelles des mesures au cas par cas ;
- Composer avec les changements et les circonstances imprévues (aléas climatiques, incendies, etc.) ;
- Garantir auprès des services de l'Etat et autres acteurs locaux la qualité et le succès des mesures programmées ;
- Réaliser un bilan pour un retour d'expériences et une diffusion restreinte des résultats aux différents acteurs.

Plusieurs mesures de réduction et d'accompagnement ont été proposées dans le présent rapport. Un écologue sera mandaté pour s'assurer du respect des emprises, et réalisera l'encadrement écologique du chantier via le suivi de points de contrôle préalablement établis.

Afin d'éviter d'impacter les zones humides situées en dehors de l'emprise stricte du projet, le plan de chantier et le cahier des charges destiné aux entreprises identifieront clairement les zones de travaux autorisées et les zones sensibles. Sur site, des panneaux d'indication viendront compléter l'information du personnel chargé du chantier. Les opérations de dégagement d'emprises (débroussaillage et défrichement) seront limitées aux zones strictement nécessaires aux travaux tel qu'autorisé dans l'arrêté préfectoral.

Des échanges en phase préparatoire permettront de repérer avec le chef de chantier les secteurs à éviter, les précautions à prendre et vérifier la bonne application des mesures d'intégration écologique proposées. Cette assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) écologique se déroulera de la façon suivante :

Mesure AMO2 : audit écologique des travaux : formation et sensibilisation des maîtres d'œuvre à la prise en compte des enjeux écologiques

Plusieurs mesures de réduction d'impact ont été proposées dans le présent rapport. Afin de vérifier leur bon respect, un audit et un encadrement écologiques doivent être mis en place dès le démarrage des travaux. Ces audits permettront de repérer avec le chef de chantier les secteurs à éviter (pelouses, haies…), les précautions à prendre et vérifier la bonne application des mesures d'intégration écologique proposées. Cette assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) écologique se déroulera de la façon suivante :

- **Audit avant travaux**. Un écologue rencontrera le chef de chantier, afin de bien repérer les secteurs à éviter et d'expliquer le contexte écologique de la zone d'emprise. L'écologue effectuera une sensibilisation aux personnels des entreprises travaux avant le début du chantier afin qu'ils prennent bien connaissance des enjeux écologiques et des mesures d'atténuation. Cette phase nécessitera environ 50 jours de travail. Les éléments sensibles à proximité de la zone de chantier feront l'objet d'une mise en défens par une clôture.
- **Audit pendant travaux**. Le même écologue réalisera des audits pendant la phase de travaux pour s'assurer que les balisages mis en place sont bien respectés et que l'ensemble des mesures de réduction soit compris

et respecté. Ainsi, l'intégrité physique des barrières permettant de matérialiser les zones de mise en défens citées ci-avant feront l'objet d'un contrôle visuel d'occurrence 1 mois et d'un enregistrement sur un document de suivi. Toute infraction rencontrée sera signalée au pétitionnaire. La fréquence d'intervention sera évolutive en fonction de la période de réalisation des travaux (sensibilité plus importante au printemps), de la nature des travaux et des secteurs. En effet, cette phase nécessitera un accompagnement de façon bi-hebdomadaire lors des périodes très sensibles et impactantes de libération des emprises/défrichements et bimensuelle une fois les terrassements terminés. Le volume de jours sera ajustable en fonction de la durée du chantier et des éventuelles infractions rencontrées.

- **Audit après chantier**. Le même écologue réalisera un audit après la fin des travaux afin de s'assurer de la réussite et du respect des mesures d'évitement. Un compte rendu final sera réalisé et transmis au pétitionnaire et aux Services de l'Etat concernés.

La phase d'encadrement de l'ensemble de la séquence E-R nécessitera *a minima* une centaine de jours de présence d'experts *in situ*.

Qui	Quoi	Comment	Quand	Combien
Ecologues (Bureaux d'études, organismes de gestion, associations…)	**Suivi des différentes mesures de réduction**	**Audits de terrain** **+ rédaction d'un bilan annuel**	**Avant, pendant et après travaux**	**Avant travaux** : 50 journées min. **Pendant travaux :** 50 journées min. **Après travaux :** Intégration des suivis à la veille écologique Sa1 Intégration des suivis à la mesure d'accompagnement A6

5.1. Mesures d'accompagnement écologique

Les mesures d'accompagnement écologique n'ont pas une portée réglementaire et ne sont pas une obligation en comparaison aux mesures d'évitement, de réduction et de compensation d'un impact négatif.

Ces mesures permettent d'une part d'améliorer l'efficacité des mesures de compensation ainsi que la possibilité pour le porteur de projet de s'impliquer autrement que dans un cadre réglementaire strict dans une action de conservation de la biodiversité au sens strict.

ELYSE Energy, sur recommandation d'ECO-MED, souhaite s'investir dans 8 actions d'accompagnement écologique, détaillées ci-après.

NB : ne figurent ici que les mesures d'accompagnement ayant un lien avec les mesures de compensation zones humides. Elles conservent donc le code numérique du VNEI

Tableau récapitulatif des mesures d'accompagnement

Mesure A1 : Accompagnement scientifique pour l'amélioration des connaissances sur la niche écologique du Myosotis nain, élaboration du protocole de la mesure C1 et mise en place d'un protocole de suivi scientifique rigoureux sur la mesure C1 – accompagnement par l'IMBE (Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale)
Mesure A2 : Transplantation des rhizomes d'Impérate cylindrique

Mesure A3 : Transplantation des individus de Statice de Provence

Mesure A4 : Capture et translocation de Lapins de garenne en amont des travaux

Mesure A5 : Création de gîtes artificiels pour le Hérisson d'Europe

Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage et de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM

Mesure A8 : Etude du remblai pour la mesure de compensation C12

Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)

N.B. : Cette mesure est en fait la mesure chapeau de toutes les mesures et actions de gestion conservatoire, génie écologique, visant à accompagner, atténuer et compenser les impacts résiduels du projet dans le long terme (à horizon de 30 ans).

<table>
<tr><td colspan="5">Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social (PGES) à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)</td><td colspan="3">Code de la mesure : A6
Lien avec autres mesure : Mesure C1</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td colspan="4">A6. 1: Action de gouvernance</td></tr>
<tr><td colspan="3">Thématique environnementale :</td><td colspan="2">Milieux naturels</td><td>Paysage</td><td colspan="2">Air / Bruit / Lumière</td></tr>
<tr><td colspan="8">Objectifs de la mesure :
Intégrer, pour les évaluer dès le démarrage, des actions de gestion sur le site projet (mesures évitement et réduction) et sur les deux parcelles au sein d'une matrice globale et cohérente (Etang de l'Oiseau)
Améliorer l'efficacité des actions de gestion/restauration/entretien à l'échelle de l'Etang de l'Oiseau (mesure d'amélioration, mesures corrective)
Faciliter la coordination scientifique et assurer le retour d'expérience et la valorisation scientifique</td></tr>
<tr><td colspan="8">Habitat(s) / espèce(s) ciblées :
L'ensemble des cortèges de la faune et de la flore de l'écocomplexe local (Etang de l'Oiseau et du Caban)</td></tr>
<tr><td colspan="8">Contexte :
Le GPMM est propriétaire des terrains compensatoires confiés à ELYSE Energy et inscrit ses objectifs de gestion à plus large échelle dans le cadre de son SDPN (Schéma Directeur du Patrimoine Naturel) en travaillant actuellement sur la définition d'un SNCRR (site naturel de compensation, de restauration et de renaturation), qui souhaite intégrer à terme ces deux parcelles.
Le plan de gestion écologique et social (PGES) quinquennal proposé ici vise à s'emboiter dans la cohérence de ce SDPN et en compatibilité avec les prescriptions qui seront énoncées dans le cadre du futur SNCRR.</td></tr>
<tr><td colspan="8">Méthode :
L'élaboration du plan de gestion suivra les prescriptions du guide méthodologique national sur les plans de gestion.</td></tr>
</table>

Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social (PGES) à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)				Code de la mesure : A6 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

Un travail collaboratif a déjà été entamé avec l'équipe d'HYDRATIS, experts en hydrogéologie et études hydrauliques, afin d'identifier les facteurs limitants de la future gestion à proposer sur les parcelles.

Une analyse socio-économique des ayants-droits du marais de l'oiseau sera entamée dès le démarrage de la mission.

Diagnostic écologique :

L'état initial de tous les compartiments a été essentiellement effectué sur 2024. Une mise à jour des habitats naturels, (EVEE) sera effectuée avant la mise en place de la mesure C2. Un état initial après la mise en place de l'ensemble des mesures de compensation/accompagnement sera fait.

Diagnostic socio-économique :

L'ensemble des activités se déroulant sur les parcelles devra être inventorié afin d'avoir une vision globale des usagers et ayants-droits, de leur interaction entre eux et avec le milieu naturel.

Définition des objectifs de gestion :

A partir du croisement des diagnostics écologique et socio-économique initiaux, il sera possible de faire ressortir les principaux objectifs de gestion à court, moyen et long terme en intégrant les besoins de compensation dans le cadre de ce dossier DDEP.

Définition des actions de gestion et des modalités de suivi :

Les actions de gestion à mettre en place seront déterminées à partir des objectifs et sous-objectifs prédéfinis et un suivi pluriannuel de la réussite des indicateurs de performance des actions engagées sera établi.

Validation du Plan de Gestion Environnemental

Ce PGE devra être validé par un comité de pilotage rassemblant l'ensemble des usagers et propriétaires des parcelles ainsi que l'opérateur chargé de la mise en œuvre de la compensation et le gestionnaire.

- **Travail à effectuer :**
  - Constitution d'un comité de pilotage ;
  - Réalisation des diagnostics et définition des objectifs et des actions de gestion ;
  - Validation du Plan de Gestion Environnemental ;
  - Mise en œuvre des actions de gestion.
  - Suivi des actions et de leur réussite

Calendrier des travaux :

La réalisation des inventaires devra intervenir à la bonne période pour chaque compartiment biologique (*a minima* février à septembre) ;

Calendrier de la mesure :

Mission au long cours, à démarrer dès l'autorisation des premiers travaux.

Modalités de suivi

Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social (PGES) à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)				Code de la mesure : A6 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

Un **comité de pilotage *ad hoc* du Plan de gestion quinquennal** sera mis en place dès le démarrage de cette mission et sera organisé et animé chaque année. Il intégrera en toute logique le comité de pilotage et de surveillance des EVEE de l'étang de l'oiseau et du Caban (mesure A7)

La composition exacte de ce Comité sera de la responsabilité des acteurs locaux,notamment le gestionnaire local GPMM. Il devra toutefois associer des représentants du monde scientifique, de la société civile, des gestionnaires éprouvés des zones humides littorales, et sera co-piloté par les organismes d'état en charge du suivi environnemental des impacts de NEOCARB.

Estimation financière

Intitulé	**Prix à l'unité**	**Prix total estimatif**
Rédaction du plan de gestion écologique et social quinquennal (première édition du PGES qui se déroulera ensuite sur les 5 premières années)	(forfait estimatif)	**Budget de 100 000 € H.T. estimé sur la période quinquennale**
Mises à jour / suivis / actualisations quinquennales	Non devisé à ce stade	**p.m.**
Mise en œuvre des suivis des mesures	Non devisé Intégration et deroulé au long court des actions de la séquence ERCAS validée à l'AP dérogatoire	**p.m.**
Préparation des comités (AMO) (5 jours par an)	1 000 € H.T.	**5 000 € H.T./an**
Animation des comités (AMO) (1 par an)	1 500 € H.T	**1 500 € H.T./an**

Une enveloppe budgétaire sera apportée par ELYSE ENERGY dès le lancement de ce plan de gestion qui s'initiera au démarrage des premières mesures de réduction et d'accompagnement.

Le budget estimatif annoncé, d'environ 50 000 € HT devra couvrir l'élaboration complète du plan de gestion écologique sur l'ensemble des deux parcelles compensatoires de l'étang de l'oiseau, du gîte anthropique à chiroptères près de la zone projet et des mesures de réduction (secteurs préservés) sur le site projet de NEOCARB. Pour ce faire, des séries d'inventaires de terrain complémentaires seront jalonnées dès la première année pour améliorer la connaissance d'ensemble du domaine à gérer et des interactions à créer avec le reste du complexe Etang de l'Oiseau/Etang du Caban.

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM

N.B. : dans le cadre du traitement des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE), l'action de surveillance et d'action de cohérence territoriale sont des conditions *sine qua non* pour assurer l'efficacité de la mesure de compensation C2.

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM				Code de la mesure : A7 Lien avec autres mesure : Mesure C1		
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance		
Thématique environnementale :				**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air / Bruit / Lumière**

Objectifs de la mesure :

Améliorer l'efficacité des actions de lutte des EVEE à l'échelle de l'Etang de l'Oiseau

Pérenniser la lutte contre les EVEE dans un cadre englobant, en l'intégrant au Plan de Gestion des Espaces Naturels (PGEN) du GPMM

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

L'ensemble des cortèges de la faune et de la flore de l'écocomplexe local (étang de l'oiseau et du Caban), les zones humides

Contexte :

Au niveau de la surveillance, **une veille écologique active spécifique** sera effectuée tous les ans les cinq premières années après l'arrachage (mesure C2) à T+1, T+2, T+3, T+4, T+5, puis tous les deux ans, à T+7, T+9, T+11, T+13 et T+15, puis tous les trois ans à T+18, T+21, T+24, T+27 et T+30. La veille régulière permet de réagir rapidement en cas de reprise des foyers d'EVEE et à moindre coût.

Au niveau de la cohérence territoriale, il est indispensable de travailler de concert avec les propriétaires et/ou gestionnaires des parcelles entourant les parcelles compensatoires ouest et est de l'Etang de l'Oiseau mais aussi à plus large échelle, étang de l'Oiseau + étang du Caban, afin que les moyens humains et financiers mis en œuvre se mutualisent avec cohérence et surtout, aient un **effet synergique** avec les secteurs environnants.

En effet, traiter un secteur au milieu d'un secteur infesté n'est pas efficace puisque la pression de propagules est permanente sur le secteur traité. Il y a donc nécessité à créer à l'échelle de l'étang de l'oiseau et si possible du Caban un comité de surveillance des EVEE qui permettra la lutte efficace grâce à la synergie des acteurs.

Ainsi, en accord avec le GPMM, la surveillance des EVEE sera intégrée au PGEN pour une mise en cohérence avec les porteurs de projet présents et futurs et une pérennisation de l'action ancrée dans ce territoire.

Méthode :

Il est proposé une première approche de surveillance sous forme de zones tampon (ou « buffer ») de 50m autour des zones traitées aux EVEE afin de concentrer les efforts sur des périmètres clés. Mais la surveillance nécessitera également une veille étendue au-delà.

<u>Remarque importante</u> : à ce jour, les notions de buffers sont de plus en plus prises en compte dans le cadre de la lutte contre les espèces envahissantes. <u>Ils constituent en somme un début de garantie de l'efficacité à plus grande échelle des traitements appliqués.</u> Cela dit, concernant le cas des EVEE à traiter, par manque de REX, le *buffer* sera pour l'instant arbitrairement fixé à une bande tampon de 50 m. Les comités de pilotage et de surveillance successifs viendront parfaire ou corriger à bon escient cet arbitrage initial.

La surveillance sera opérée par un comité de pilotage (COPIL EVEE) qui sera constitué dès le début de la mission sous la coordination du GPMM. Celui-ci intègrera le comité de pilotage de la gestion des mesures de compensation, réduction et accompagnement du projet NEOCARB ainsi que le GPMM, les propriétaires voisins, les usagers du secteur.

Un plan d'actions de surveillance et de gestion EVEE sera proposé pour intégration au PGEN (cf. mesure A6).

➢ **<u>Travail à effectuer :</u>**

- Constitution d'un comité de pilotage EVEE *ad hoc* ;

<table>
<tr><td colspan="4">Mesure A7 : Mise en place d’un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l’échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM</td><td>Code de la mesure : A7
Lien avec autres mesure : Mesure C1</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td>A6. 1: Action de gouvernance</td></tr>
<tr><td colspan="5">- Mise en œuvre des actions de surveillance et de gestion ;
- Suivi des actions pluriannuelles et de leur réussite à l’échelle des deux parcelles compensatoires et même bien au-delà, grâce à l’effet buffers notamment.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Localisation de la surveillance :</td></tr>
</table>

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM				Code de la mesure : A7
				Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance



Localisation des zones tampons (buffer) de surveillance élargies des EVEE autour des zones traitées

Calendrier de la mesure :

Mission au long cours, à démarrer dès l'autorisation des premiers travaux.

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM				Code de la mesure : A7 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

Le COPIL se réunira 1 fois par an, les années de veille écologique spécifique aux EVEE, à savoir à tous les ans les cinq premières années après l'arrachage (mesure C2) à T+1, T+2, T+3, T+4, T+5, puis tous les deux ans, à T+7, T+9, T+11, T+13 et T+15, puis tous les trois ans à T+18, T+21, T+24, T+27 et T+30.

Modalités de suivi

Un comité de pilotage du Plan de gestion EVEE sera mis en place dès le démarrage de cette mission et sera organisé et animé chaque année. Il intègrera le COPIL du plan de gestion des mesures ERCAS de NEOCARB

Estimation financière

Intitulé	Prix à l'unité	Prix total estimatif
Suivi annuel des EVEE sur le terrain	Inclus aux autres mesures EVEE	**p.m.**
Rédaction du plan d'actions EVEE (env.7 jours/an)	(Forfait estimatif)	**5 000 € H.T/an**
Préparation des comités (AMO) (env. 1 jours de traitement/analyse par an)	1 000 € H.T.	**1 000 € H.T./an**
Animation des comités (AMO) (1 par an)	1 500 € H.T.	**1 500 € H.T./an**

5.2. Contrôles et suivi de la mesure de compensation

Le bilan fonctionnel du projet dressé précédemment repose sur des simulations effectuées quant au devenir possible du site de compensation grâce aux écologiques envisagées. Cette conclusion ne permet pas d'affirmer l'atteinte réelle de l'équivalence fonctionnelle, qui devra être vérifiée par le suivi et le contrôle des pertes et des gains écologiques réels sur chaque site.

Sur le site impacté, un contrôle de la zone de projet après travaux est nécessaire afin de valider les impacts réels du projet sur les zones humides.

Sur le site de compensation, le contrôle et le suivi du résultat des mesures compensation est impératif afin de vérifier que ce qui a été supposé est réellement obtenu. Un suivi du site compensatoire après la mise en œuvre des mesures de compensation est ainsi préconisé afin d'évaluer l'efficacité et la pérennité des mesures compensatoires.

Lors de chaque année de suivi sur la zone compensatoire, les indicateurs de la MNEFZH seront calculés en suivant la même démarche pour suivre l'évolution de ceux-ci. De même, pour le site impacté, les indicateurs de la MNEFZH seront calculés à l'issue des travaux.

Tableau 12. Contrôle et suivi de la mesure de compensation – Estimation financière par année de suivi

ANALYSE DE FONCTIONS - Site impacté après travaux		
Prospection terrain	**Nb jour**	**Prix par jour (€)**
Habitats naturels et EVEE	1	700
Collecte des données d'entrée du tableur MNEFZH	1	700
DICT	1	850
Rédaction livrable	**Nb jour**	**Prix par jour**
Exécution du tableur de calculs sur le site impacté	1	700
Analyse des résultats et rédaction d'un rapport de synthèse	2	700
Total pour une année de suivi (€)		**4350**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures		
Prospection terrain	**Nb jour**	**Prix par jour**
Habitats naturels (1 jour par site)	2	700
Collecte des données d'entrée du tableur MNEFZH	2	700
DICT	1	850
Rédaction livrable	**Nb jour**	**Prix par jour**
Exécution du tableur de calculs sur le site de compensation	1	700
Analyse des résultats et rédaction d'un rapport de synthèse	3	700
Total pour une année de suivi (€)		**6450**

Sur le site impacté, les indicateurs de la MNEFZH seront calculés à l'issue des travaux (année N0).

Sur le site de compensation les indicateurs de la MNEFZH seront calculés à l'issue de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (année N0), puis tous les trois ans sur une durée totale de 30 ans.

Tableau 13. **Contrôle et suivi de la mesure de compensation –** ***Estimation financière sur la durée du suivi***

Année N0	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site impacté après travaux	4350
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+3	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+6	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+9	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+12	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+15	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+18	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+21	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+24	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+27	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+30	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Total (€)	**75300**

BIBLIOGRAPHIE SUR LES ZONES HUMIDES

AGENCE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2001. Guide technique SDAGE n°5, Fonctionnement des Zones Humides.

AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, 2010. Guide d'inventaire des zones humides dans le cadre de l'élaboration ou de la révision des SAGE. Guide méthodologique, 56 p.

AGENCE DE l'EAU RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2012 – Délimitation de l'espace de zones humides par fonction qualifiée et par type de milieux du bassin Rhône-Méditerranée, rapport final, ECOSPHERE et BURGEAP, 182 p.

BAIZE D. 2000. Guide des analyses en pédologie. Editions Quae.

BAIZE D. et JABIOL, B. 1995. Guide pour la description des sols. Editions Quae.

BAIZE D. & GIRARD M.C., 2009 – Référentiel pédologique ; Association Française pour l'étude du sol – Versailles, 404 pages.

CHAMBAUD F., LUCAS J., OBERTI D. (2012). Guide pour la reconnaissance des zones humides du bassin Rhône – Méditerranée. Volume 1 : méthode et clés d'identification. AGENCE DE L'EAU Rhône – Méditerranée & Corse : 138 p +annexes.

COMITE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE, 2022-2027. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône Méditerranée 390 p.

DUCHAUFOUR P., 1997 – Abrégé de pédologie. Sol, végétation, environnement ; 5ième édition, Ed. Masson - Paris, p. 285

GAYET G., BAPTIST F., BARAILLE L., CAESSTEKER P., Clément J.-C., GAILLARD J., GAUCHERAND S., ISSELON-NONDELEU F., POINSOT C., QUETIER F., TOUROULT J., BARNAUD G., 2016. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 1.0. Onema, collection Guides et protocoles, 186 pages

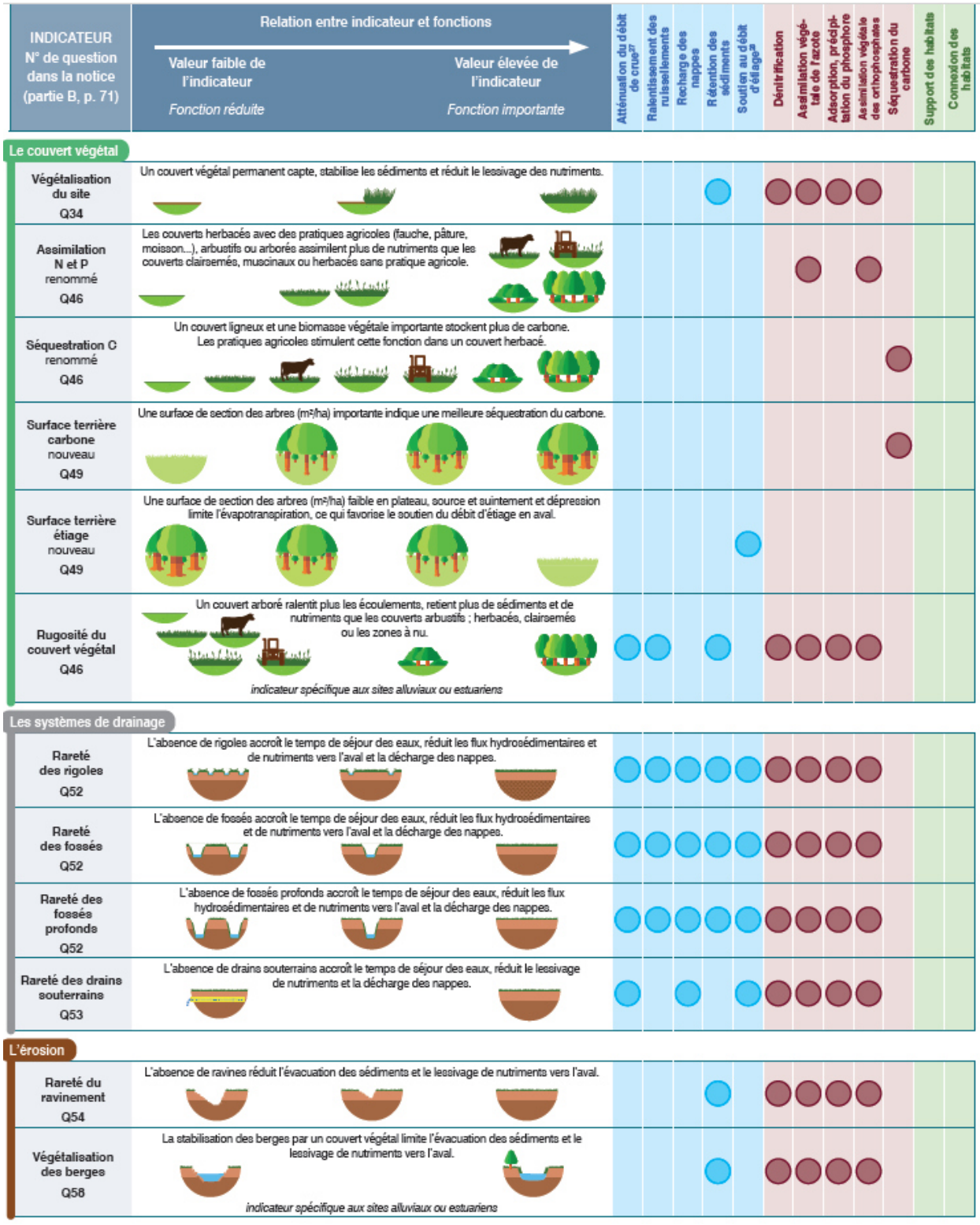
GAYET, G., BAPTIST, F., BIAUNIER, P., CAESSTEKER, P., CLEMENT, J.-C., FOSSEY, M., GAUCHERAND, S., ISSELIN-NONDEDEU, F., LEMOT, A., MESLEARD, F., PADILLA, B., PELEGRIN, O. 2023. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 2. Office français de la biodiversité, collection Guides et protocoles, 154 pages

MEDDE, GIS Sol. 2013. Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Groupement de l'intérêt Scientifique Sol, 63 pages.

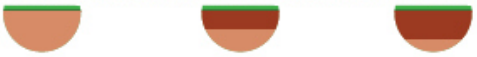
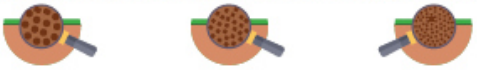
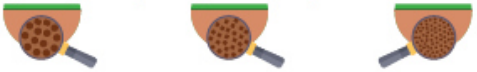
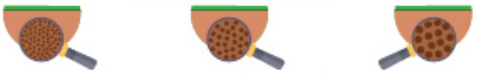
PARAN F., ARTHAUD F., NOVEL M., GRAILLOT D., BORNETTE G., PISCART C., MARMONIER P., LAVASTRE V., TRAVI Y., CADILHAC L., 2015 – « Caractérisation des échanges nappes/rivières en milieu alluvionnaire - guide méthodologique ». Collection « eau & connaissance ». Agence de l'eau Rhône Méditerranée

DAUSSE, A. 2023 - Suppression d'un remblai en zone humide. Carnet technique du réseau sur la restauration des zones humide de Bretagne. Agence de l'eau Loire-Bretagne / Région Bretagne / DREAL Bretagne. Forum des Marais Atlantiques, Brest. 13 p.

Annexe 1 Illustration simplifiée des indicateurs dans le site et des fonctions associées

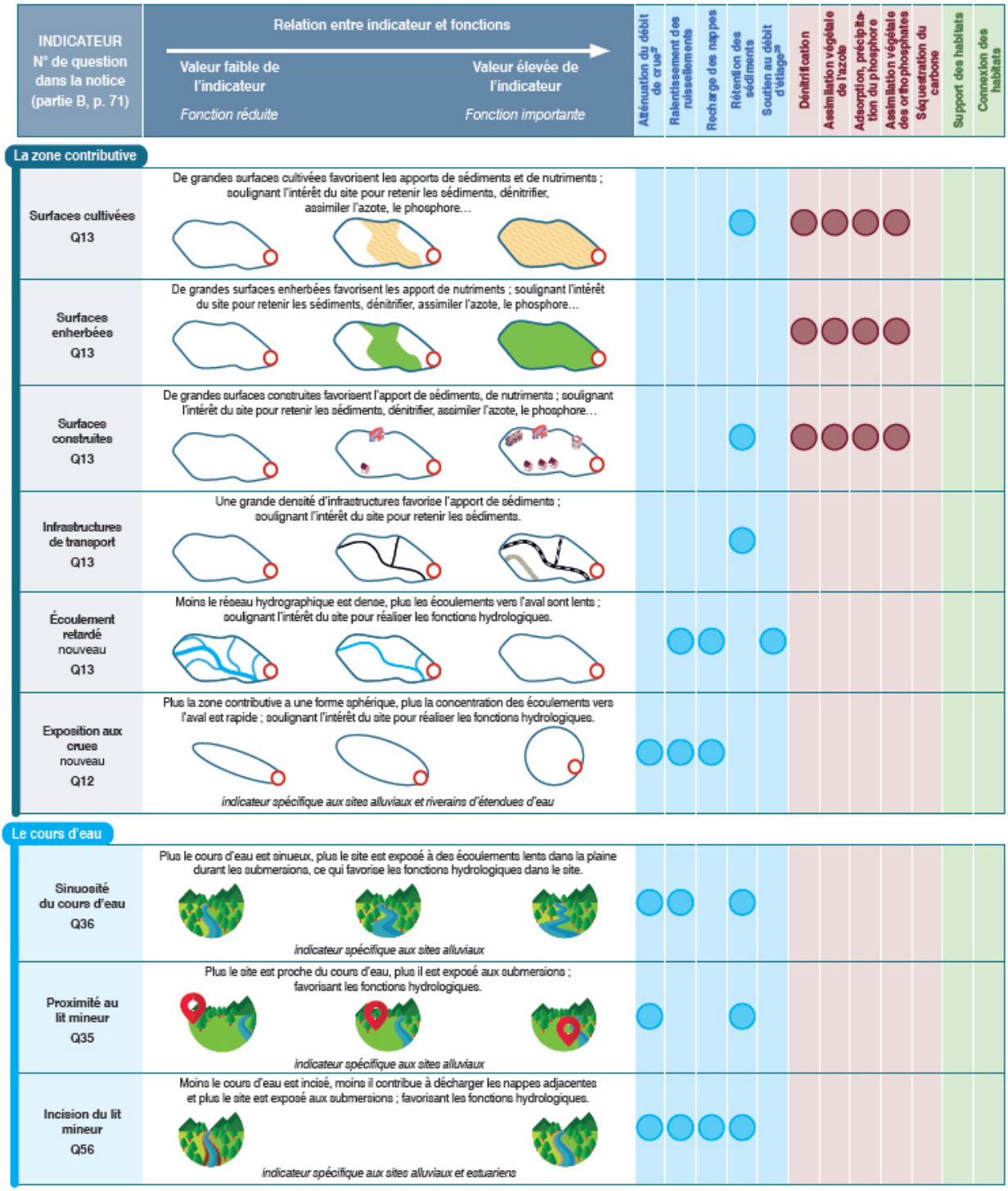


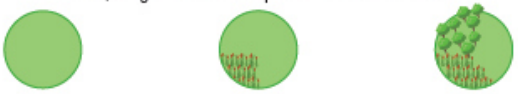
[27] *fonction évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier.*
[28] *fonction évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.*

INDICATEUR N° de question dans la notice (partie B, p. 71)	Relation entre indicateur et fonctions Valeur faible de l'indicateur *Fonction réduite* Valeur élevée de l'indicateur *Fonction importante*	Atténuation du débit de crue[27]	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage[28]	Dénitrification	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Le sol													
pH neutre renommé **Q44**	Un pH [6-7] favorise l'assimilation végétale du phosphore, car cet élément est alors plus disponible pour la végétation dans le sol. 									●			
pH acide-alcalin renommé **Q44**	Un pH acide ou basique favorise la fixation du phosphore dans le sol. 								●				
Matière organique incorporée en surface **Q44**	Un épisolum humifère épais (matière organique) fixe les sédiments, favorise la rétention de l'eau, fournit du carbone pour dénitrifier et indique la séquestration de carbone. 	●			●	●	●	●			●		
Matière organique enfouie **Q44**	Un épisolum humifère enfoui épais (matière organique) favorise la rétention de l'eau, fournit du carbone pour dénitrifier et indique la séquestration de carbone. 	●				●	●				●		
Tourbe en surface **Q44**	Une tourbe (horizon histique) épaisse et peu décomposée indique une décomposition faible de la matière organique, favorable à la séquestration du carbone. 										●		
Tourbe enfouie **Q44**	Une tourbe enfouie (horizon histique) épaisse et peu décomposée indique une décomposition faible de la matière organique, favorable à la séquestration du carbone. 										●		
Texture en surface 1 **Q44**	En surface [0-30 cm], les textures fines (argileuses) ou grossières (sableuses) sont plus cohésives ou plus lourdes que les limons ; et donc moins sensibles à l'érosion. 				●								
Texture en surface 2 **Q44**	En surface [0-30 cm], une texture fine (argileuse) offre plus de surfaces de contact entre particules pour les organismes qui dénitrifient, ce qui favorise cette fonction. 						●						
Texture en profondeur **Q44**	En profondeur]30-120 cm], une texture fine (argileuse) offre plus de surfaces de contact entre particules pour les organismes qui dénitrifient, ce qui favorise cette fonction. 						●						
Conductivité hydraulique en surface **Q44**	En surface [0-30 cm], une texture grossière (sableuse) favorise une infiltration plus efficace des écoulements. 	●		●		●							
Conductivité hydraulique en profondeur **Q44**	En profondeur]30-120 cm], une texture grossière (sableuse) favorise une infiltration plus efficace des écoulements. 	●		●		●							
Engorgement permanent nouveau **Q44**	Un engorgement permanent en surface défavorise la dénitrification mais favorise la séquestration du carbone. 										●		
Engorgement temporaire nouveau **Q44**	Un engorgement temporaire en surface favorise la dénitrification. 						●						

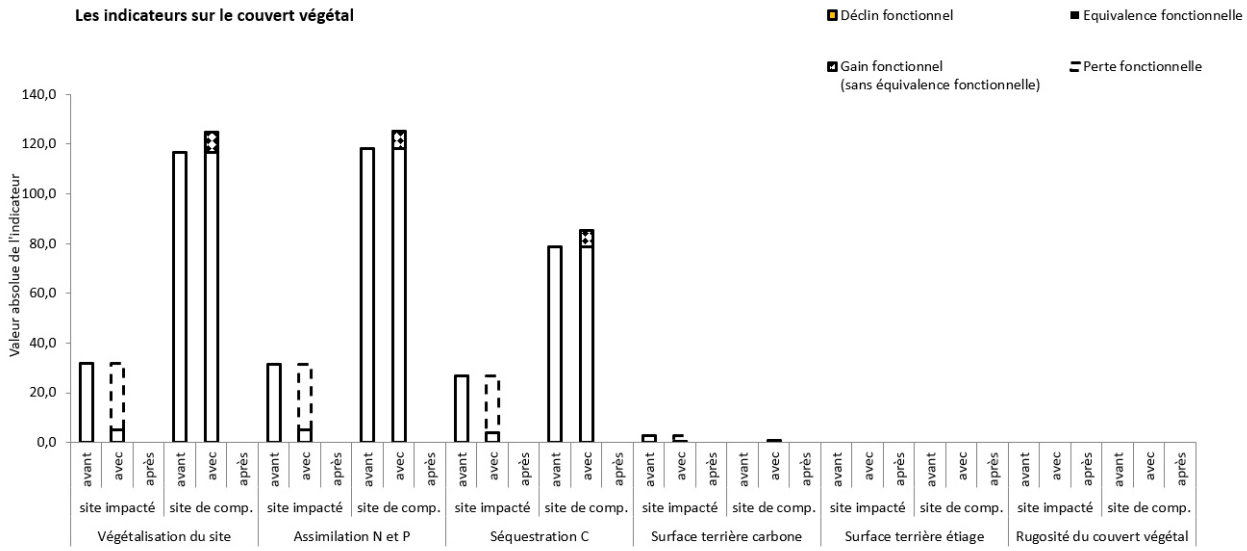
INDICATEUR N° de question dans la notice (partie B, p. 71)	Relation entre indicateur et fonctions Valeur faible de l'indicateur *Fonction réduite* Valeur élevée de l'indicateur *Fonction importante*	Atténuation du débit de crue[27]	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage[28]	Dénitrification	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Les habitats													
Richesse en habitats renommé, recalibré Q25, 27, 29, 47, 48	Un grand nombre d'habitats indique des conditions favorables à l'accueil d'une faune et d'une flore variée.											●	
Équipartition des habitats Q25, 27, 29, 47, 48	Une répartition équilibrée des habitats indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à chacun.											●	
Habitats hygrophiles nouveau Q25, 27, 29, 48	Une forte emprise d'habitats hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de longues périodes.											●	
Habitats non hygrophiles nouveau Q25, 27, 29, 48	Une forte emprise d'habitats non hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de courtes périodes.											●	
Habitats halophiles nouveau Q25, 27, 29	Une forte emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides salées ou saumâtres. halophile *indicateur spécifique aux sites estuariens, côtiers, de pannes dunaires ou péri-lagunaires*											●	
Habitats non halophiles nouveau Q25, 27, 29	Une faible emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à l'assimilation végétale de l'azote, à la rétention des sédiments et à la faune et la flore inféodées aux zones humides ni salées ni saumâtres. halophile *indicateur spécifique aux sites estuariens, côtiers, de pannes dunaires ou péri-lagunaires*				●			●				●	
Rareté de l'anthropisation de l'habitat recalibré Q25, 27, 29, 47, 48	L'absence d'activités anthropiques intensives favorise l'accueil de la faune et de la flore.											●	
Rareté des invasions biologiques végétales recalibré Q25, 27, 29	Une faible emprise d'espèces végétales associées à des invasions biologiques favorise l'accueil de la faune et de la flore autochtones. invasives											●	
Rareté de la fragmentation renommé Q59	La faible fragmentation d'un habitat indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à celui-ci.											●	
Similarité avec le paysage Q17, 25, 27, 29	Une forte ressemblance entre les milieux dans le site et dans le paysage favorise les connexions entre habitats.												●

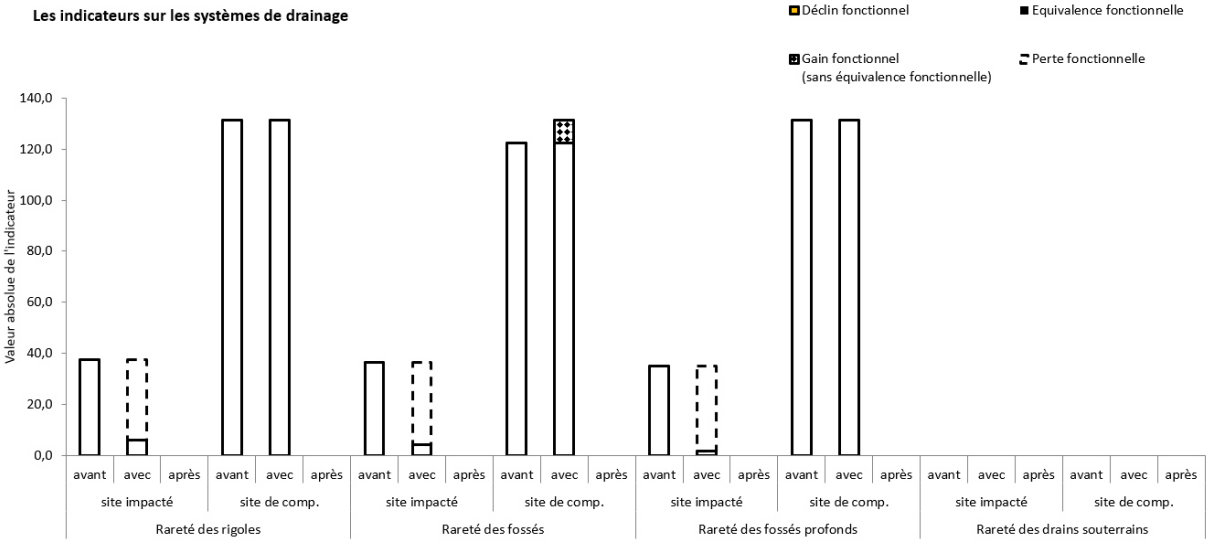
Annexe 2 Illustration simplifiée des indicateurs dans l'environnement du site et des fonctions associées

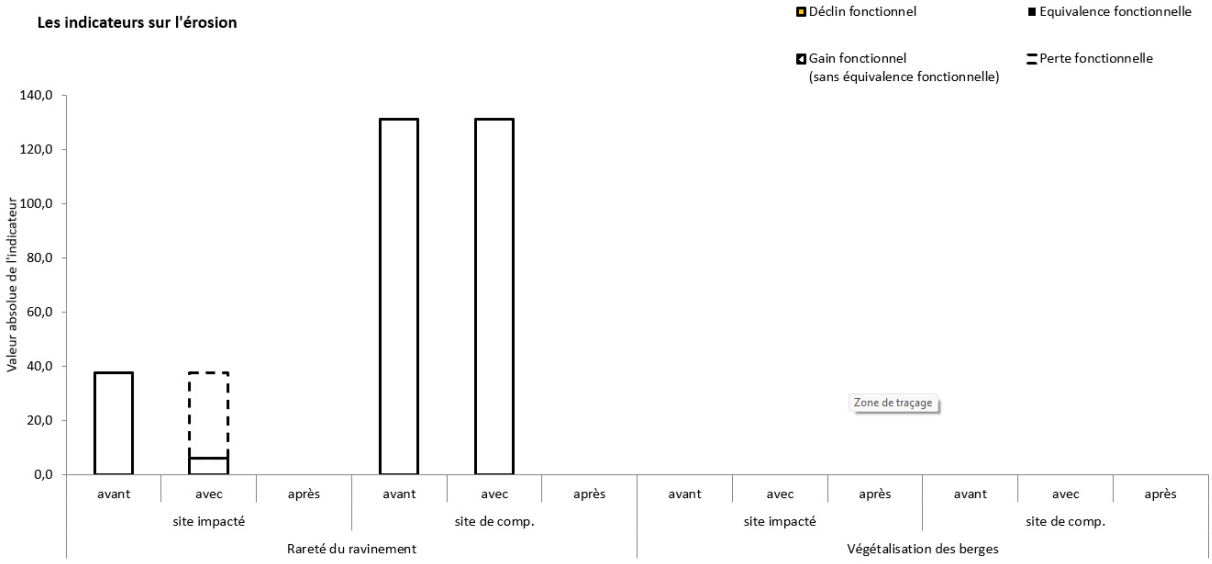


INDICATEUR N° de question dans la notice (partie B, p. 71)	Relation entre indicateur et fonctions Valeur faible de l'indicateur — *Fonction réduite* Valeur élevée de l'indicateur — *Fonction importante*	Atténuation du débit de crue[27]	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage[28]	Dénitrification	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Le paysage													
Richesse en milieux renommé et recalibré Q17	Un grand nombre de milieux naturels dans le paysage favorise la présence de communautés variées ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 											●	
Équipartition des milieux renommé et recalibré Q17	Une grande diversité de milieux naturels dans le paysage favorise la présence de communautés variées ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 											●	
Corridors boisés Q18	Une forte densité de corridors boisés dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 												●
Corridors aquatiques permanents Q19	Une forte densité de corridors aquatiques permanents dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 												●
Corridors aquatiques temporaires Q19	Une forte densité de corridors aquatiques temporaires dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 												●
Rareté des grandes infrastructures de transport Q19	Une faible densité de grandes infrastructures de transport dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 												●
Rareté des petites infrastructures de transport Q19	Une faible densité de petites infrastructures de transport dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 												●
Rareté de l'anthropisation des milieux nouveau Q17	De faibles perturbations anthropiques dans le paysage favorisent l'accueil de la biodiversité ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 											●	●

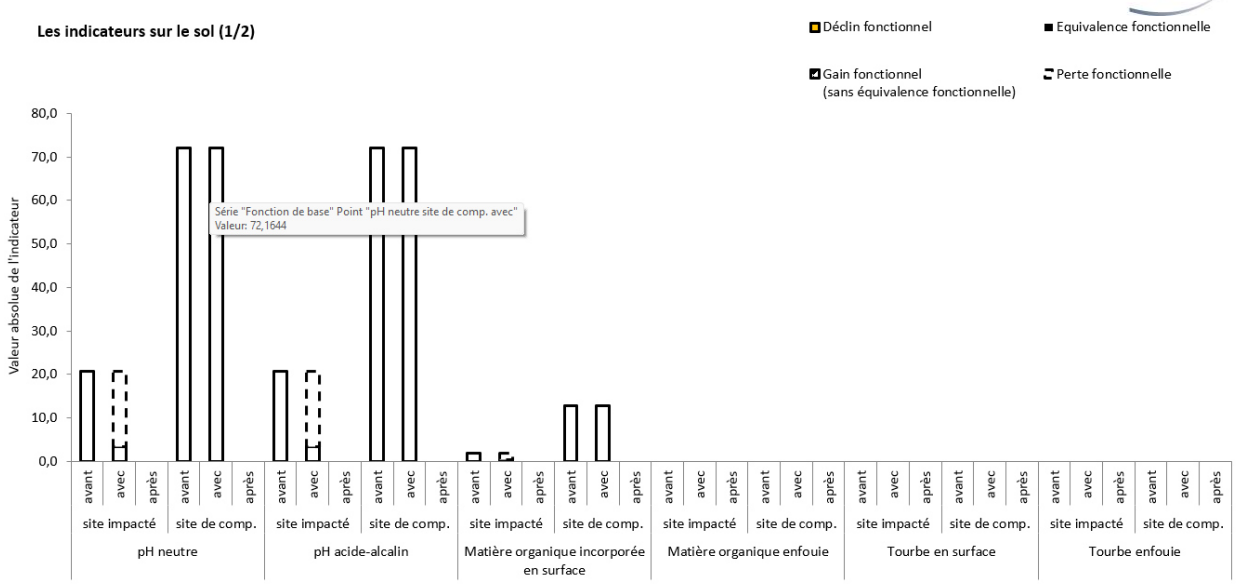
Annexe 3 Représentation graphique des indicateurs



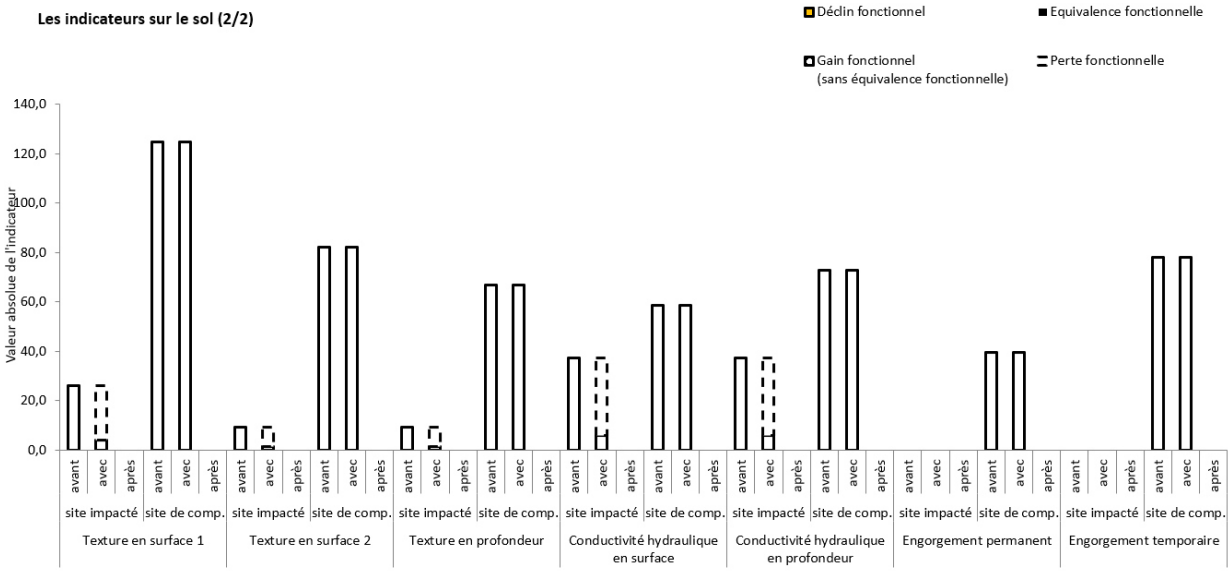




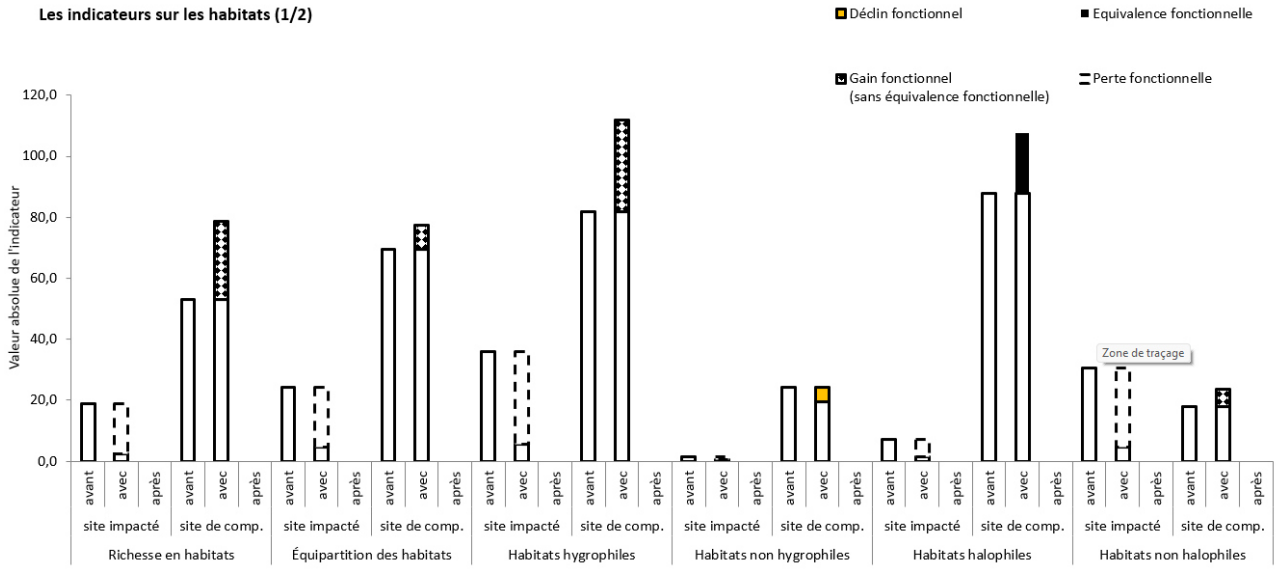
Les indicateurs sur le sol (1/2)

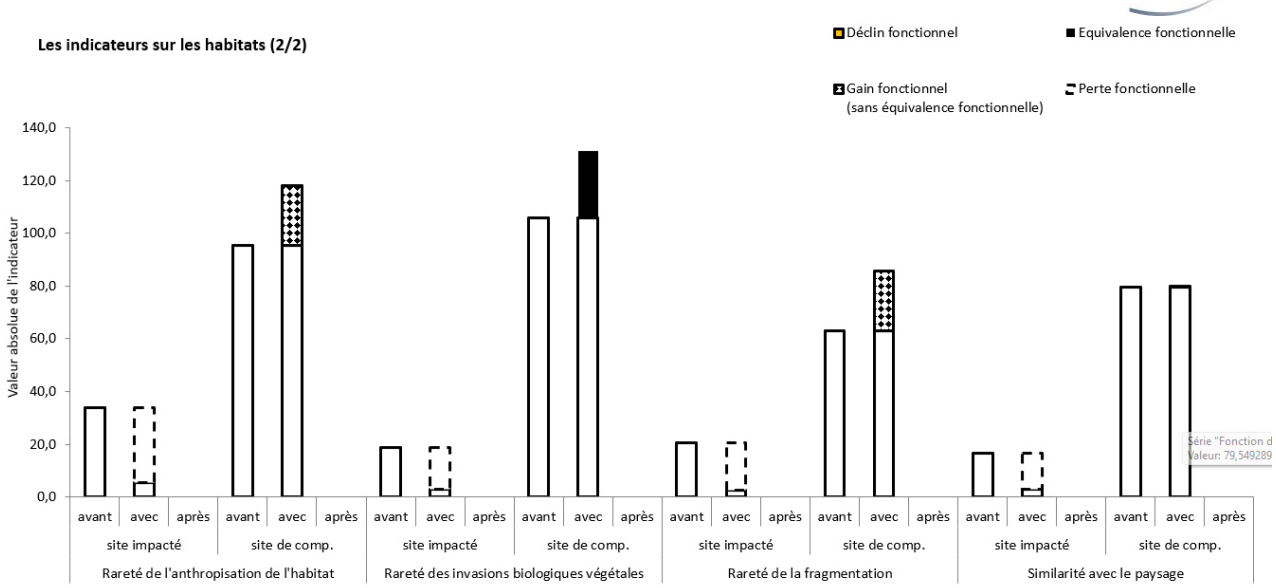


Les indicateurs sur le sol (2/2)



Les indicateurs sur les habitats (1/2)




Les indicateurs sur les habitats (2/2)
Déclin fonctionnel
Equivalence fonctionnelle
Gain fonctionnel (sans équivalence fonctionnelle)
Perte fonctionnelle
Valeur absolue de l'indicateur
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
avant
avec
après
site impacté
site de comp.
Rareté de l'anthropisation de l'habitat
Rareté des invasions biologiques végétales
Rareté de la fragmentation
Similarité avec le paysage

Annexe 4 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED

Nom et fonction	**Julien VIGLIONE, Gérant/Directeur d'études**
Diplôme	Etudes et diplôme d'ingénierie à l'I.S.A.R.A. (Institut Supérieur d'Agriculture Rhône-Alpes), Lyon
Spécialités	Faune sauvage, notamment les reptiles/amphibiens (herpétologie), oiseaux (ornithologie), et botanique (notamment orchidologie méditerranéenne)
Compétences	Expertise et conseil aux aménageurs et collectivités en matière d'environnement naturel : spécialiste de la faune sauvage, notamment les reptiles/amphibiens (herpétologie), oiseaux (ornithologie), et botanique (notamment orchidologie méditerranéenne), mission "œil de l'expert". Formation et enseignement : métiers de l'environnement naturel, gestion de l'espace, prise en compte de la biodiversité dans les projets d'aménagement, en France (intervention dans les Grandes Ecoles et les Universités) et à l'International (workshop réalisés aux UEA, Maroc, Algérie…) Animation de réunions, d'atelier, groupes de travail.
Expérience	**Fondateur et gérant d'ECO-MED depuis 2003** - Participation à l'élaboration de nombreuses méthodologies en matière de prise en compte des enjeux écologiques, au plan régional (deux guides de références, carrières et ouvrages linéaires, avec la DREAL PACA, un guide sur l'interface carrières/biodiversité avec l'UNICEM PACAC…) et national (participations à des guides méthodologiques avec l'UNPG notamment). - Gestion d'une équipe d'environ 50 experts - Participation à l'analyse de projets environnementaux et à l'élaboration de nombreux programmes expérimentaux en matière de génie écologique et monitoring écologique. - Diagnostic de territoires naturels : travaux de réflexion sur l'interface entre les acteurs et conservation/gestion du milieu naturel. Mise en place d'une médiation environnementale et de méthodologies participatives entre acteurs.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Encadrement de l'équipe, interlocuteur du porteur de projet, animation de réunions.

Nom et fonction	**Lucie CHASTEL, Chargée d'études botaniste**
Diplôme	Master - Géographie, Aménagement, Environnement et Développement – Gestion et Evaluation des Environnements Montagnards, Université de Toulouse Licence – Science de la Vie et de la Santé – Biologie des Organismes et des Ecosystèmes, Université de Nice
Spécialité	Botanique, Habitats naturels, flore alpine
Compétences	- Inventaire de la flore - Caractérisation des habitats naturels Cartographie
Expérience	- Experte depuis avril 2023 chez ECO-MED - Inventaire de la flore prioritaire dans le Massif des Bauges, Savoie/Haute- Savoie Inventaire botanique en forêts anciennes et récentes de Vanoise
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires de la flore, cartographie des habitats, rédactions

Nom et fonction	**Sébastien FLEURY, Directeur d'études, Responsable du pôle de Botanique**
Diplôme	Doctorat d'écologie (2005). Université Joseph Fourier (Grenoble 1) / Centre d'Etudes et de Recherches sur les Montagnes Sèches et Méditerranéennes. Sujet : Enjeux théoriques de l'outil communautaire et conséquences pratiques, des contextes nationaux aux sites ardéchois ; cas d'espèces et d'habitats.
Spécialité	Biologie de la conservation, spécialisé en botanique.
Compétences	Ecologie végétale : - Inventaire de la flore et des habitats naturels, - Détermination et hiérarchisation des enjeux floristiques (espèces patrimoniales, envahissantes…), - Cartographie des habitats naturels (Phytosociologie sigmatiste), - Mise en place de protocoles de suivi de la végétation. Ecologie du paysage, Détermination des continuités écologiques (TVB) à différentes échelles (SRCE, SCOT, PLU), Recherche & Développement (fonctionnalité du réseau Natura 2000…), Animation de réunions, d'ateliers et de groupes de travail.
Expérience	**Expert naturaliste depuis avril 2006 pour ECO-MED.** Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN, - PLU : Volet naturel de l'état initial et de l'évaluation environnementale. Elaboration et réalisation de : - Suivis et veilles écologiques, - Génie écologique et restauration d'écosystèmes, - Plans de gestion, - TVB.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires.

Nom et fonction	**Guillaume COUENON, Chargé d'étude botaniste**
Spécialité	Botanique, Habitats naturels.
Diplôme	Master 2 gestion de l'environnement, Université Paul-Valéry, Montpellier (2023). Licence science de la vie, Sorbonne Université - Campus Pierre et Marie Curie (2020).
Compétences	- Inventaires de la flore et des habitats naturels, - Suivis floristiques, - Cartographie des habitats naturels.
Expérience	- Expert depuis juin 2023 chez ECO-MED, - Suivi de la flore dans les centrales photovoltaïques, - Service civique au Jardin Botanique de Bagatelle (Paris).
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires.

Nom et fonction	**Mathis BOUCAUD, Chargé d'études zones humides, pédologue**
Diplôme	Master Dynamique Terrestre et Risques Naturels – Université de Montpellier (2020) Licence Science de la Terre et de l'Environnement – Université de Bourgogne (2018)
Spécialité	Zones humides : sol et végétation
Compétences	Caractérisation et délimitation des zones humides : - Définition et délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, - Evaluation des fonctions des zones humides conformément à la méthode nationale de 2016. Compensation écologique des zones humides Diagnostics hydrogéologiques (hydrologie, géologie, topographie…) Appui à la réalisation de devis techniques/réponses aux Appels d'Offres
Expérience	Expert depuis décembre 2022 pour ECO-MED Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Dossier loi sur l'Eau
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Solène LODOVICHETTI, Chargée d'études zones humides**
Diplôme	Diplôme d'ingénieur de l'ENSAIA (Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, Université de Lorraine) Master de Biologie et Ecologie marine « Biology and ecology of the marine environment and sustainable use of the marine resources »
Spécialité	Zones humides, Agronomie, Ecologie marine
Compétences	Connaissances en pédologie et en botanique pour la caractérisation et la délimitation des zones humides Evaluation de paramètres relatifs aux habitats (EUNIS), aux prairies et à la gestion de l'eau, prélèvements de sol Rédaction de rapports
Expérience	Enquêtrice terrain chez Coba Group - 4 mois en 2022 Recueil de données d'occupation et d'utilisation des sols pour le Projet Européen LUCAS 2022 En poste à ECO-MED depuis mars 2023.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires dans le domaine des zones humides et rédaction.

Nom et fonction	**Livia VALLEJO – Chargée d'études, entomologue, faunisticienne généraliste**
Diplôme	Master 2 (2014) Gestion de l'Eau et des Milieux Aquatiques – Zones Humides Méditerranéennes (13) Master 1 (2008) Biodiversité et Ecologie Continentale (13)
Spécialité	Entomologie – Ornithologie – Gestion des milieux aquatiques
Compétences	Inventaires entomologiques diurnes et nocturnes des principaux groupes d'invertébrés (Lépidoptères Rhopalocères et Hétérocères Zygénidés – Odonates – Coléoptères – Orthoptères) Protocole recensement fourmis du genre *Myrmica* Macrophotographie Anglais
Expérience	Experte depuis avril 2021 pour ECO-MED

	Technicienne-animatrice à la réserve naturelle de Camargue pendant 2,5 ans (SNPN) Guide naturaliste indépendante pendant 6 ans Assistante de terrain bénévole pendant 13 ans (LPO- CEN PACA – PNR Alpilles) Agente de régulation de plantes exotiques envahissantes pendant 9 mois (SYNERNAT 13)
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Coordination de l'équipe ECO-MED, inventaires entomologiques et rédactions des rapports

Annexe 5 Etude EODD : Ascofields – Zone nord (provisoire)

Foncier ASCOFIELDS Fos-sur-Mer (13) Zone Nord

Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM)

Mission A110, DIAG, PG et EQRS

selon la norme NF X31-620

EODD ingénieurs conseils

ASCOFIELDS

Certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués et établissement d'Attestations réglementaires
AGENCES LYON, MARSEILLE, PARIS ET METZ
www.lne.fr

FICHE DE SYNTHESE

Interprétation de l'état des milieux				
ASCOFIELDS		37 Avenue Pierre 1er de Serbie 75 008 Paris		
		Mme Gaëlle NICAISE Mme Delphine LAFFAY		
		06 45 43 95 03		g.nicaise@groupeidec.com d.laffay@groupeidec.com

VOS CONTACTS EODD

Responsable de projet	Nicolas KUNGLER n.kungler@eodd.fr 06 02 15 63 25
Supervision	Fabien COUDRÉ
Rédaction	Montaigne MOMPHILE Nicolas KUNGLER



Agence de Marseille
contact@eodd.fr I Tél : 04.72.76.06.90

Document Provisoire

CONTRAT EODD N° P08588

Date	Indice	Modifications
05/06/2024	1	Edition initiale
22/07/2024	2	Corrections
26/08/2024	3	Modification zone d'étude
24/10/2024	4	Intégration remarques ASCOFIELDS et DREAL

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

SOMMAIRE

LISTE DES ACRONYMES 7

CADRE NORMATIF SELON NF X31-620 8

RESUME NON TECHNIQUE 9

RESUME TECHNIQUE 12

1 INTRODUCTION 16

1.1 CONTEXTE 16
1.2 OBJECTIFS ET MOYENS MIS EN ŒUVRE 16
1.3 CADRE REGLEMENTAIRE ET NORMATIF 18
1.4 SOURCES D'INFORMATIONS DISPONIBLES POUR REALISER LE RAPPORT 19
1.4.1 Documents transmis par le client 19
1.4.2 Informations consultées 19

2 DESCRIPTION DU SITE ET DE SES ENVIRONS 19

2.1 SITUATION 19
2.2 DESCRIPTION DU SITE ET DE SES ACTIVITES 22
2.3 MESURES DE MISE EN SECURITE 25
2.4 PROJET D'AMENAGEMENT 25

3 SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES 25

3.1 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL 25
3.2 CONTEXTE HISTORIQUE ET SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION 27
3.3 ETAT DES MILIEUX CONNUS 27

4 ETUDE HISTORIQUE (A110) 29

4.1 PROPRIETE ET EXPLOITANT 29
4.2 RECENSEMENT DU SITE DANS LES BASES DE DONNEES 29
4.3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE 29
4.4 ACTIVITES PASSEES ET DATES CLEFS 29
4.4.1 Dates clés et activités passées 29
4.4.2 Accidents et incidents 34
4.5 RISQUE PYROTECHNIQUE 34
4.6 SYNTHESE DE L'HISTORIQUE DU SITE 34

5 SYNTHESE DES ACTIVITES A RISQUE DE POLLUTION ET POLLUANTS TRACEURS ASSOCIES 36

6 SCHEMA CONCEPTUEL 38

6.1 HYPOTHESES D'AMENAGEMENT RETENUES 38
6.2 SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION SUR SITE 38
6.3 VOIES DE TRANSFERT, D'EXPOSITION ET CIBLES RETENUES 38
6.4 SCHEMA CONCEPTUEL DE L'ETAT ACTUEL 40

7 DIAGNOSTIC DE LA QUALITE DES MILIEUX 41

7.1 PROGRAMME D'INVESTIGATIONS - OBJECTIF ET STRATEGIE 41
7.2 INVESTIGATIONS SUR LES SOLS (A200) 42
7.2.1 Description des investigations réalisées 42
7.2.2 Observations de terrain 50
7.2.3 Résultats analytiques 50
7.3 INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SOUTERRAINES (A210) 62
7.3.1 Description des investigations réalisées 62
7.3.2 Observations et mesures de terrain 64
7.3.3 Résultats analytiques 65

8 ELEMENTS DE DEFINITION DES PPC (POINTS DE POLUTION CONCENTREE) 70

Document provisoire

8.1 ELEMENTS DE CONTEXTE 70
8.2 DEFINITION DES PPC 71
8.2.1 Analyse statistique 72
8.2.1 Interprétation des données de terrain 79
8.2.2 Synthèse des PPC retenus 83

9 SCHEMA CONCEPTUEL AVANT MISE EN ŒUVRE DES MESURES DE GESTION 86

10 PLAN DE GESTION (PG) 88

10.1 PRINCIPE DE GESTION DE LA POLLUTION 88
10.2 RESERVES ET HYPOTHESES APPLIQUEES 88
10.3 CONTRAINTES LIEES AU CONTEXTE DU SITE 89
10.4 ANALYSE DES SOLUTIONS DE GESTION DES POINTS DE POLLUTION CONCENTREE (PPC) 89
10.4.1 Etude des solutions de gestion des Points de Pollution Concentrée (PPC) 89
10.4.2 Approche par famille de traitement 89
10.4.3 Bilan coûts / avantages des solutions identifiées 92
10.5 MESURES DE GESTION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX 101
10.6 MESURES DE GESTION DES IMPACTS SANITAIRES 101

11 ANALYSE SANITAIRE DES RISQUES RESIDUELS PROSPECTIVE (ARR) 102

11.1 QUALITE RESIDUELLE DES MILIEUX 102
11.2 SCHEMA CONCEPTUEL APRES DEPLOIEMENT DES MESURES DE GESTION DES PPC 103
11.3 SYNTHESE DE L'ANALYSE SANITAIRE DES RISQUES RESIDUELS PROSPECTIVE (ARR) 105

12 MODALITES DE DEPLOIEMENT DES TRAVAUX DE DEPOLLUTION 106

12.1 DIAGNOSTIC COMPLEMENTAIRE DE DELIMITATION DES PPC 106
12.2 REMBLAIEMENT DES FOUILLES DES PPC 106
12.3 SECURITE 106
12.4 SUIVI ET RECEPTION DES TRAVAUX 106

13 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 107

13.1 CONCLUSION 107
13.2 OBSERVATIONS 108
13.3 RAPPELS DE LA PROCEDURE « HYBRIDE » RETENUE AVEC LES SERVICES DE L'ETAT 109

ANNEXE 1 : SOURCES DE DOCUMENTATIONS CONSULTEES 110

ANNEXE 2 : COMPTE-RENDU DE LA VISITE DE SITE 112

ANNEXE 3 : ENSEMBLE DES DOCUMENTS HISTORIQUES ET PHOTOGRAPHIES AERIENNES (IGN) 113

ANNEXE 4 : COUPES LITHOLOGIQUES DES SONDAGES 114

ANNEXE 5 : BORDEREAUX DES RESULTATS D'ANALYSES SUR LES SOLS 115

ANNEXE 6 : COUPES TECHNIQUES DES PIEZOMETRES 116

ANNEXE 7 : FICHES DE PRELEVEMENTS DES EAUX SOUTERRAINES 117

ANNEXE 8 : BORDEREAUX DES RESULTATS D'ANALYSES SUR LES EAUX SOUTERRAINES 118

ANNEXE 9 : LIMITE DE QUANTIFICATION DES SUBSTANCES PROPOSEES DANS LE CADRE DE LA A130 ... 119

ANNEXE 10 : ANALYSE SANITAIRE DES RISQUES RESIDUELS 123

ANNEXE 11 : LIMITES DE L'ETUDE 124

Document provisoire

TABLEAUX

TABLEAU 1 : LISTE DES DOCUMENTS TRANSMIS PAR LE CLIENT 19
TABLEAU 2 : SYNTHESE DES ACTIVITES A RISQUE DE POLLUTION 36
TABLEAU 3 : PLANNING DES INVESTIGATIONS REALISEES 41
TABLEAU 4 : SYNTHESE DES INVESTIGATIONS DE SOL 49
TABLEAU 5 : SYNTHESE DES RESULTATS ANALYTIQUES SUR LES SOLS 55
TABLEAU 6: TABLEAU DE SYNTHESE DES IMPACTS DANS LES SOLS 59
TABLEAU 7: TABLEAU DE SYNTHESE DES ECHANTILLONS « NON INTERTES » AU TITRE DE L'AM DU 12/12/14 61
TABLEAU 8 : PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE D'EAUX SOUTERRAINES APPLIQUE PAR EODD INGENIEURS CONSEILS 63
TABLEAU 9 : SYNTHESE DES MESURES IN SITU EFFECTUEES LORS DES PRELEVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE DU 25/03/24 AU 26/03/24 64
TABLEAU 10 : CALCULS STATISTIQUES SUR LES TENEURS EN CHROME, CUIVRE, ZINC 72
TABLEAU 11 : DIMENSIONNEMENT DES PPC RETENUS 84
TABLEAU 12 : SYNTHESE DES SCENARIOS DE GESTION DES PPC RETENUS 91
TABLEAU 13 : SEUILS D'ACCEPTATION DES FILIERES LES PLUS PROCHES DU SITE 94
TABLEAU 14 : REPARTITION DES TERRES POLLUEES SELON LES FILIERES ET ESTIMATION DE L'OPERATION D'ELIMINATION HORS SITE DES PPC 96
TABLEAU 15 : ESTIMATION DE L'OPERATION DE CONFINEMENT 98
TABLEAU 16 : BILAN COUT AVANTAGE DE COMPARAISON DES DEUX SCENARII ETUDIES 99
TABLEAU 17 : CONCENTRATIONS RESIDUELLES MAXIMALES RETENUES DANS LES SOLS 103
TABLEAU 18 : SOURCES DE DOCUMENTATION CONSULTEES 111

Document provisoire

ILLUSTRATIONS

ILLUSTRATION 1 : PLAN DE LOCALISATION DU SITE PHOTOGRAPHIE AERIENNE (SOURCE : GEOPORTAIL®) ... 20

ILLUSTRATION 2 : PLAN DE LOCALISATION DU SITE (FOND DE PLAN IGN - SOURCES : GEOPORTAIL®) 21

ILLUSTRATION 3 : ALENTOURS DU SITE (SOURCES : GEOPORTAIL®) 21

ILLUSTRATION 4 : PLAN DU SITE ET DES ZONES DE DEPOTS DE DECHETS IDENTIFIEES A L'ISSUS DE LA VISITE DE SITE EN DATE DU 30/01/24. 24

ILLUSTRATION 5 : SYNTHESE DE L'ETUDE HISTORIQUE 35

ILLUSTRATION 6 : PLAN DE LOCALISATION DES INSTALLATIONS HISTORIQUES ET ACTUELLES ET ZONES A RISQUES DE POLLUTION RECENSEES SUR LE SITE 37

ILLUSTRATION 7 : SCHEMA CONCEPTUEL DU SITE - ETAT ACTUEL 40

ILLUSTRATION 8 : LOCALISATION DES INVESTIGATIONS REALISEES PAR EODD 43

ILLUSTRATION 9: RESULTATS D'ANALYSES DES DIOXINES FURANES SUR LES SOLS 56

ILLUSTRATION 10 : CARTOGRAPHIE DES IMPACTS IDENTIFIES AU NIVEAU DE LA MATRICE SOLS 60

ILLUSTRATION 11 : CARTE PIEZOMETRIQUE – MARS 2023 (MODELISATION : LOGICIEL SURFER®) 65

ILLUSTRATION 12 : SYNTHESE DES RESULTATS D'EAUX SOUTERRAINES 68

ILLUSTRATION 13 : REPARTITION DES CONCENTRATIONS EN CHROME 73

ILLUSTRATION 14 : REPARTITION DES TENEURS EN CHROME EN FONCTION DE LA FREQUENCE CUMULEE 74

ILLUSTRATION 15 : REPARTITION DES CONCENTRATIONS EN CUIVRE 75

ILLUSTRATION 16 : REPARTITION DES TENEURS EN CHROME EN FONCTION DE LA FREQUENCE CUMULEE 76

ILLUSTRATION 17 : REPARTITION DES CONCENTRATIONS EN ZINC 77

ILLUSTRATION 18 : REPARTITION DES TENEURS EN CHROME EN FONCTION DE LA FREQUENCE CUMULEE 78

ILLUSTRATION 19 : PHOTOGRAPHIES DE LA ZONE COUVERTE DE MATERIAUX REFRACTAIRES DANS LE SECTEUR DU SONDAGE E42 79

ILLUSTRATION 20 : PHOTOGRAPHIES DU MERLON DE MATERIAUX DE DEMOLITION ET DE DECHETS DIVERS DANS LE SECTEUR DU SONDAGE E44 81

ILLUSTRATION 21 : PHOTOGRAPHIE DU MERLON DE MATERIAUX DE DEMOLITION ET DE DECHETS DIVERS DANS LE SECTEUR DU SONDAGE E44 82

ILLUSTRATION 22 : LOCALISATION DES POINTS DE POLLUTION CONCENTREE (PPC) 85

ILLUSTRATION 23 : SCHEMA CONCEPTUEL DE L'ETAT INITIAL APRES CARACTERISATION DES MILIEUX ET AVANT MISE EN ŒUVRE DES MESURES DE GESTION 87

ILLUSTRATION 24 : EXEMPLE DE GEOMETRIE DE MERLON DE CONFINEMENT 97

ILLUSTRATION 25 : EXEMPLE DE COMPLEXE DE GEOSYNTHETIQUE POUR UN MERLON DE CONFINEMENT 98

ILLUSTRATION 26 : SCHEMA CONCEPTUEL DE L'ETAT FUTUR APRES MISE EN ŒUVRE DES MESURES DE GESTION DES PPC 104

Document provisoire

Liste des acronymes

ORDRE ALPHABETIQUE	ACRONYME	SIGNIFICATION
A	AEP	Alimentation en Eau Potable : eau utilisée pour la production d'eau potable
	ARR	Analyse des Risques Résiduels
	ARS	Agence Régionale de la Santé
B	BASIAS	Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service susceptibles d'engendrer une pollution de l'environnement
	BASOL	Base de données recensant les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif
	Biocentre	Installation classée pour la protection de l'environnement, prenant en charge les déchets en vue de leur traitement basé sur la biodégradation aérobie de polluants chimiques
	BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène
	BSS	Banque de données du Sous-Sol (BRGM)
C	CASIAS	Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services (intègre les sites répertoriés dans BASIAS)
	COHV	Composés Organo-Halogénés Volatils
D	DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
E	EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
	ETM	Eléments traces métalliques
H	HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
	HCT	Hydrocarbures totaux (C10-C40)
I	ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
	IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
	ISDI	Installation de Stockage de Déchets Inertes
	ISDND	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
	ISDD	Installation de Stockage de Déchets Dangereux
P	PCB	Polychlorobiphényles
	PG	Plan de Gestion
S	SIS	Secteur d'Informations sur les Sols
V	VTR	Valeur Toxicologique de Référence

Document provisoire

Cadre normatif selon NF X31-620

Prestation(s) globale(s) du domaine A	
☐ AMO Etudes	Assistance à maîtrise d'ouvrage en phase Etudes
☐ LEVE	Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués
☐ INFOS	Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité
☒ **DIAG**	**Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats**
☒ **PG**	**Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site**
☒ IEM	**Interprétation de l'état des milieux**
☐ SUIVI	Surveillance environnementale
☐ BQ	Bilan quadriennal
☐ CONT	Contrôle de la mise en œuvre du programme d'investigation ou de surveillance ou des mesures de gestion
☐ XPER	Expertise dans le domaine des sites et sols pollués
☐ VERIF	Vérifications en vue d'évaluer le passif environnemental lors d'un projet d'acquisition d'une entreprise
Prestation(s) élémentaire(s) du domaine A	
☒ **A100**	**Visite de site**
☒ **A110**	**Etudes historiques, documentaires et mémorielles**
☐ A120	Etudes de vulnérabilité des milieux
☐ A130	Elaboration d'un programme d'investigations
☒ **A200**	**Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols**
☒ **A210**	**Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux**
☐ A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments
☒ **A230**	**Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol**
☐ A240	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques
☐ A250	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires y compris eau du robinet
☐ A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses les terres excavées ou à excaver
☒ **A270**	**Interprétation des résultats d'investigations**
☐ A300	Analyse des enjeux sur les ressources en eaux
☐ A310	Analyse des enjeux sur les ressources environnementales
☒ **A320**	**Analyse des enjeux sanitaires**
☒ **A330**	**Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages**
☐ A400	Dossiers de restriction d'usage, de servitudes

Document provisoire

Résumé non technique

ASCOFIELDS (Groupe IDEC – Group Life) est propriétaire de 250 ha dont :

- 101 ha loués à ASCOMETAL ;
- 62 ha destinés à accueillir un industriel en partie nord, site sans activité (friche) ;
- 87 ha en partie Sud, site sans activité (friche) ;

Bien qu'occupant dans le cadre d'un bail seulement 101 ha, ASCOMETAL à une autorisation d'exploiter ICPE, sur un périmètre bien plus large, de 250 ha. Celui-ci doit être réduit et mis en cohérence avec le périmètre loué pour accueillir en partie Nord et Sud de nouveaux industriels.

Ces 62 ha ont déjà fait l'objet d'une étude de pollution des sols au travers du diagnostic environnemental d'ICF Environnement du 15/05/2018 (réf N°PACP170375-VP2). En dépit de la mise en évidence de sources de pollutions, aucune investigation environnementale complémentaire n'a été réalisée au droit de l'emprise du site d'étude

Au regard de ces éléments, ASCOFIELDS a sollicité EODD Ingénieurs Conseils pour la réalisation d'une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) comprenant :

- La mise à jour de l'étude historiques et documentaires ;
- La réalisation d'un diagnostic de la qualité des milieux (sol et eaux souterraines) ;
- La réalisation d'une EQRS ;
- La réalisation d'un Plan de Gestion (PG).

L'histoire du site et ses pratiques environnementales peut se résumer comme suit :

- De 1938 à 1963, la zone d'étude est un marais. Des routes sont présentes ;
- En 1972, l'ensemble de la zone a été remblayé ;
- De 1975 à 2010, des mouvements de terres / zones de dépôts sont visibles en bordure Nord-Est avec notamment la présence d'une structure (transformateur ?) en bordure Sud-Ouest, ainsi qu'un canal et des voies ferrées en bordure Ouest ;
- Depuis 2010, aucun grand changement n'est notable sur le site d'étude, et celui-ci reste dans sa configuration actuelle.

L'étude permet in-fine d'identifier des zones à risque de pollution potentielle, en lien avec les activités historiques et actuelles, tels que :

- Déchets de démolition et métallique ;
- Traverses de chemins de fer ;
- Dépôts divers et blocs ;
- Déchets métalliques divers ;
- Réfractaires ;
- Remblais historiques ;
- Structure historique ;
- Voies ferrées ;
- Remaniement de terre /Dépôts de réfractaire ;
- Ancienne voiture brulée ;
- Transformateur.

Au regard de ces constats, une campagne d'investigations environnementales comprenant des prélèvements de sols et d'eaux souterraines a été réalisée en février et en mars 2024.

Document provisoire

19 sondages à la pelle ont été effectués ainsi que la pose de 2 piézomètres à 7 m de profondeur. Des prélèvements d'eau souterraine ont été réalisés au droit des nouveaux piézomètres et de 5 piézomètres existants au sein de l'usine ASCOMETAL.

Il a ainsi été mis en évidence

- Dans les sols :
    - L'absence d'impact en composés organiques au droit de l'ensemble du site d'étude ;
    - Des anomalies en métaux au droit des échantillons E42(0-0,3), E44(0-0,2), E46 (0,2-0,7), E56(0-0,2), E59 (0-0,1). En effet les concentrations observées sont comprises dans la gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles, voire supérieures à celle-ci pour le chrome et le cuivre ;
    - La détection de composé unitaire en dioxines de 29 ng/kg et de 26 ng/kg en furanes au droit de l'échantillon E57(0,1-1,6), avec notamment une concentration calculée (PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ) comprise dans la gamme des sols sous influence industrielle.
- Dans les eaux souterraines :
    - L'absence d'impact en hydrocarbures et en PCB au droit de l'ensemble des ouvrages ;
    - La quantification en HAP au droit de PZ1 ;
    - La quantification en arsenic en PZE, en chrome en PZF, supérieures aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, définies respectivement dans les Annexes 1 et 2 de l'Arrêté du 30 décembre 2022 ;
    - La quantification en PZE2 en arsenic à une concentration supérieure aux valeurs guides de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), définies dans les Directives pour la qualité de l'eau de boisson – 2011 ;

Dans le cadre du Plan de Gestion (PG), cette caractérisation des milieux a permis de distinguer 3 Points de Pollution Concentrée (PPC) en raison d'impacts en chrome (Cr), cuivre (Cu) et zinc (Zn).

Le volume total de ces 3 PPC à traiter a été estimé à 16 825 m^3, soit environ 30 285 tonnes.

Deux scénarii de gestion des PPC ont été étudiés, à savoir, pour le terrassement et l'élimination hors site, et le confinement sur site.

A l'issue du bilan coût avantage, **il a été retenu la solution de gestion de ces PPC par confinement au sein d'un merlon étanche. L'estimation à ce stade des travaux de confinement est de : 1 065 000 €HT (à titre indicatif préliminaire)**.

A titre informatif, le coût de gestion des PPC dans le cadre du scénario de traitement hors-site s'élevait à environ 5 908 000 € HT.

Il est à noter que les solutions de gestion étudiées ne prennent pas en compte des opérations préalables d'optimisation de caractérisation et de traitement qui pourraient être abordées dans le cadre d'un Plan de Conception Travaux (PCT). En particulier, il pourrait être envisagé :

- La réalisation d'un diagnostic de caractérisation complémentaire permettant de définir avec plus de précision les emprises des PPC ;
- La réalisation d'un tri des matériaux issus des PPC, afin de traiter distinctement les éléments grossiers potentiellement inertes (déchets de démolition, blocs, bois, …) des sols pollués.

Document provisoire

Ces mesures de gestion des PPC correspondent aux travaux de remise en état du site à mettre en œuvre par l'exploitant.

En parallèle de ces travaux, et dans le cadre de la réduction du périmètre ICPE du site, il est rappelé que l'exploitant a également à charge la gestion des opérations de mise en sécurité du site, consistant notamment en la gestion de l'ensemble des déchets présents sur l'emprise concernée.

L'Analyse sanitaire de Risques Résiduels (ARR) réalisée en parallèle du Plan de Gestion (PG) a mis en évidence l'absence de risque sanitaire inacceptable pour un usage industriel, et ce dans le respect des hypothèses d'aménagement retenues.

EODD Ingénieurs Conseils recommande :

- La réalisation d'un diagnostic complémentaire de pollution pour vérifier et affiner l'extension des PPC faisant l'objet de mesures de gestion ;
- Le calcul volumétrique du merlon (PPC2) et des dépôts (PPC3) pour consolider les volumes en jeu ;
- La réalisation d'une étude de conception de l'ouvrage de confinement via un Plan de Conception Travaux (PCT) ;
- L'établissement d'un porté à connaissance selon l'article L541-32 du Code de l'Environnement permettant de justifier le projet de revalorisation des déchets au sein d'un aménagement (merlon étanche) et l'innocuité environnementale et sanitaire de l'opération.
- La mise à jour de l'analyse sanitaire des risques résiduels en cas de modification des hypothèses prises en compte ou du projet ;
- De mettre en place, dans le cadre du réaménagement du site, des dispositifs réglementaires permettant de garantir dans le temps la mémoire et la pérennité des mesures de gestion comme par exemple des servitudes et restrictions d'usage.

Document provisoire

Résumé technique

Site ASCOFIELDS – Fos/mer – Zone Nord	
Localisation	Route du Quai minéralier – Fos-sur-Mer (13)
Description du projet	Il est prévu au droit de la zone d'étude, l'installation d'un industriel. Le plan d'aménagement et projet futur n'étaient pas aboutis à ce stade
Objectif de l'étude	• Retracer l'historique du site et identifier d'éventuelles sources potentielles de pollution. • Etudier le contexte environnemental du site. • Réaliser d'un diagnostic de la qualité des milieux (sol et eaux souterraines) ; • Réaliser une Analyse sanitaire des Risques Résiduels (ARR) ; • Réaliser un Plan de Gestion (PG).
Démarche mise en œuvre en réponse à l'objectif	• Réalisation d'une visite de site et de ses environs immédiats (Prestation A100 selon la norme NF X 31-620) ; • Mise à jour de l'étude historique (A110) ; • Mise en œuvre d'une campagne de prélèvements et d'analyses de sols et des eaux souterraines (Prestations A200 et A210, selon la norme NF X 31-620) ; • Interprétation des résultats d'analyses de cette campagne (Prestation A270 selon la norme NF X 31-620) ; • Etablissement d'un Plan de Gestion (PG - Prestation A330 selon la norme NF X 31-620) visant à définir les éventuelles mesures de gestion de la pollution à mener au regard des impacts identifiés. • Réalisation d'une EQRS (Prestation A320 de la norme NF X 31-620) de type ARR, visant à évaluer la compatibilité sanitaire du projet futur avec la qualité des terrains après mise en œuvre des actions de gestion.
Situation administrative du site	Le site d'étude est compris dans le périmètre ICPE soumis à Autorisation du site d'ASCOMETAL, classé pour des activités sidérurgiques. Le statut réglementaire du site est voué à évoluer. En effet, la « réduction du périmètre ICPE » d'ASCOMETAL permettant notamment de sortir le site objet de l'étude du périmètre autorisé, sera instruite via une procédure « hydride » adaptée et convenue avec les services de la DREAL, sur la base d'un Porter à Connaissance (PAC), et actée par modification de l'Arrêté Préfectoral d'exploitation d'ASCOMETAL. Le présent rapport (IEM) est réalisé dans le cadre de cette réduction de périmètre ICPE et constitue une des pièces du PAC.
Occupation et activités actuelles du site Visite du 30/01/24	• Superficie : 62 ha • Activités : Site sans activité (friche) • Le site est occupé par : ◦ Des espaces vierges végétalisés ; ◦ Des voies ferrées ; ◦ Des zones éparses de dépôts de matériaux et de déchets.
Etat environnemental connu	
Le diagnostic environnemental réalisé par ICF Environnement en 2018 n'a pas fait l'objet d'investigations des milieux.	

Document provisoire

Les données fournies par ASCOMETAL couvrent de manière non-exhaustive la période du 1er semestre 2014 au 2nd semestre 2023, et porte uniquement sur le suivi de la qualité des eaux souterraines au droit des ouvrages PZ1, PZ13, PZB.

Il a ainsi été mis en évidence :

- Indice phénol, HCT, PCB : les valeurs sont systématiquement inférieures aux limites de quantification du laboratoire.
- Cyanures totaux : un unique dépassement de la limite de quantification du laboratoire est observé au premier semestre 2021 au niveau de PzB avec une valeur de 0,09 mg/l. A noter que cette concentration est supérieure au seuil de l'Annexe 2 de l'arrêté du 30/12/2022 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaines.
- BTEX : Les concentrations sont systématiquement inférieures à la limite de quantification du laboratoire, hormis pour le m-p-ethylbenzène au premier semestre 2018 pour Pz1 (0,7 µg/l) et pour le pseudocumène au premier semestre 2018 en Pz1 (2 µg/l). Ces concentrations peuvent être considérées comme à l'état de traces.
- HAP : ils sont détectés en manière récurrente sur les 3 ouvrages, à l'état de traces, mais toujours en concentrations inférieures aux valeurs de référence des Annexes de l'arrêté du 30/12/2022.
- COHV : Aucun dépassement des limites de quantification du laboratoire ne sont observées à l'exception du trichloroéthylène au niveau de Pz1 pour le 2nd semestre 2021, avec une concentration de 0,9 µg/l, ce qui reste inférieur aux valeurs de référence des Annexes de l'arrêté du 30/12/2022.
- Métaux : les concentrations sont systématiquement inférieures aux valeurs de référence des Annexes de l'arrêté du 11/01/2022, à l'exception du plomb au niveau de Pz13 pour le 1er semestre 2015, avec une valeur égale au seuil de l'Annexe 1 de l'arrêté susmentionné, à savoir 10 µg.

Historique du site

- De 1938 à 1963, la zone d'étude est un marais. Des routes sont présentes ;
- En 1972, l'ensemble de la zone a été remblayé ;
- En 1975 des mouvements de terres/zones de dépôts de déchets sont visibles en bordure Nord-Est ;
- De 1977 une structure (transformateur ?) est visible en bordure Sud-Ouest, ainsi qu'un canal et des voies ferrées en bordure Ouest ;
- En 2003, une zone de dépôts ainsi que le stockage de matériaux / déchets de l'usine ASCOMETAL sont visibles ;
- En 2010, une zone aménagée est visible en bordure Nord de l'usine d'ASCOMETAL. A noter que cette zone a été remblayée avec des réfractaires ;
- De 2010 à 2023 la zone d'étude reste dans la même configuration et certains dépôts/déchets continuent d'être renforcés à certains endroit.

Zones identifiées à risque de pollution

A l'issue de la visite de site et de la mise à jour de l'étude historique il a été mis en évidence, les sources de pollution suivantes :

- Déchets de démolition et métalliques ;
- Traverses de chemins de fer ;
- Dépôts divers de déchets ;
- Déchets métalliques divers ;
- Réfractaires ;
- Remblais historiques ;
- Une ancienne Structure historique ;
- Voies ferrées ;
- Remaniement de terres /dépôts de réfractaires ;
- Ancienne voiture brulée ;
- Transformateur.

Schéma conceptuel de l'état actuel

Risques potentiels sur site pour les usagers actuels adultes, par :

Document provisoire

- Inhalation de composés volatils, provenant du dégazage du sous-sol vers l'air extérieur ;
- Ingestion de sols et inhalation de poussières au droit des espaces non recouverts (sol laissé à nu) ;

Diagnostic de pollution

- Dans les sols : 19 sondages jusqu'à 3 m de profondeur ou jusqu'à la nappe ont été réalisés ainsi que le prélèvement d'échantillons de sols ;
- Dans les eaux souterraines : Le forage et l'équipement de deux nouveaux piézomètres à 7m de profondeur (PZE1 et PZE2) ont été réalisés, ainsi que le prélèvement d'échantillon d'eau souterraine dans les 7 ouvrages dont, ceux existant au droit de l'emprise de l'usine ASCOMETAL (5) ;

- Les investigations sur le milieu sol ont mis en évidence :
    - Absence d'impact en composé organique au droit de l'ensemble du site d'étude ;
    - Anomalies en métaux au droit des échantillons E42(0-0,3), E44(0-0,2), E46 (0,2-0,7), E56(0-0,2), E59 (0-0,1). En effet les concentrations observées sont comprises dans la gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles, voir supérieures à celles-ci pour le chrome et le cuivre ; A noter que les métaux présentes un caractère lixiviable, avec en particulier le chrome qui dépasse le seuil de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes sur brut et sur éluât ;
    - Détection de composé unitaire en dioxines de 29 ng/kg et de 26 ng/kg en furanes au droit de l'échantillon E57(0,1-1,6), avec notamment une concentration calculée (PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ) comprise dans la gamme des sols sous influence industrielle.

- Les investigations sur le milieu eaux souterraines ont mis en évidence :
    - L'absence d'impact en hydrocarbures et en PCB au droit de l'ensemble des ouvrages ;
    - La quantification en HAP au droit de PZ1 ;
    - La quantification en arsenic en PZE, en chrome PZF supérieures limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, définies respectivement dans les Annexes 1 et 2 de l'Arrêté du 30 décembre 2022 ;
    - La quantification en PZE2 en arsenic à une concentration supérieure aux valeurs guides de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), définies dans les Directives pour la qualité de l'eau de boisson – 2011 ;
    - La quantification en PZB et PZE1 pour des « valeurs calculées », mais l'absence de concentrations en dioxines furanes pour les composés unitaires.

Plan de Gestion - PG

Dans le cadre du plan de gestion, cette caractérisation des milieux a permis de mettre en évidence 3 PPC pour la matrice sol, en raison de pollutions en chrome (Cr), cuivre (Cu) et zinc (Zn).

Le volume total des PPC à traiter a été estimé à 16 825 m^3, soit 30 285 tonnes.

Deux scénarii de gestion des PPC ont été étudiés, à savoir, pour le terrassement et l'élimination hors site, et le confinement sur site.

A l'issue du bilan coût avantage, **il a été retenu la solution de gestion de ces PPC par confinement au sein d'un merlon étanche. L'estimation à ce stade des travaux de confinement est de : 1 065 000 €HT (à titre indicatif et préliminaire).**

A titre informatif, le coût de gestion des PPC dans le cadre du scénario de traitement hors-site s'élevait à environ 5 908 000 € HT.

Il est à noter que les solutions de gestion étudiées ne prennent pas en compte des opérations préalables d'optimisation de caractérisation et de traitement qui pourraient être abordées dans le cadre d'un Plan de Conception Travaux (PCT). En particulier, il pourrait être envisagé :

Document provisoire

- La réalisation d'un diagnostic de caractérisation complémentaire permettant de définir avec plus de précision les emprises des PPC ;
- La réalisation d'un tri des matériaux issus des PPC, afin de traiter distinctement les éléments grossiers potentiellement inertes (déchets de démolition, blocs, bois, …) des sols pollués.

Ces mesures de gestion des PPC correspondent aux travaux de remise en état du site à mettre en œuvre par l'exploitant.

En parallèle de ces travaux, et dans le cadre de la réduction du périmètre ICPE du site, il est rappelé que l'exploitant a également à charge la gestion des opérations de mise en sécurité du site, consistant notamment en la gestion de l'ensemble des déchets présents sur l'emprise concernée, l'installation des clôtures et la gestion et sécurisation des réseaux (isolement, séparation, servitudes, etc…).

Analyse sanitaire de Risques Résiduels (ARR)

L'Analyse sanitaire de Risques Résiduels (ARR) réalisée en parallèle du Plan de Gestion (PG) a mis en évidence l'absence de risque sanitaire inacceptable avec un usage industriel et ce dans le respect des hypothèses d'aménagement retenues.

Observations

- Cette étude a pour but de faciliter les démarche pour l'exploitant MARCEGAGLIA afin de conduire la procédure de réduction de son périmètre ICPE afin d'accueillir les futurs industriels sur le site ASCOFIELDS .
- La procédure de réduction du périmètre ICPE doit faire l'objet d'une procédure « hybride » entre le Porter à Connaissance et la cessation partielle d'activités. Procédure qui a été convenue avec les services de l'Etat et de la DREAL et est définie dans le document au point 13.3.
- Dans le cadre de la démarche hybride convenue avec la DREAL l'exploitant aura à charge la réalisation d'ATTES mémoire et d'une ATTES travaux ;
- Aussi l'exploitant devra :
    - Affiner les la définition des volumes exacts à traiter dans les PPC et notamment pour certains matériaux sous-jacents à la décharge, qui n'ont pu être caractérisé lors de la présente campagne et l'amélioration des connaissances de la qualité des terrains par rapport au chrome VI, et d'adapter les éventuelles mesures de gestion qui pourrait en résulter ;
    - Réaliser une étude de conception de l'ouvrage de confinement via un Plan de Conception Travaux (PCT) ;
    - Mettre à jour l'analyse sanitaire des risques résiduels en cas de modification des hypothèses prises en compte ou du projet ;
    - Mettre en place, dans le cadre du réaménagement du site, des dispositifs réglementaires permettant de garantir dans le temps la mémoire et la pérennité des mesures de gestion comme par exemple des servitudes et restrictions d'usage.

- La mise à jour de l'analyse sanitaire des risques résiduels en cas de modification des hypothèses prises en compte ou du projet ;
- De mettre en place, dans le cadre du réaménagement du site, des dispositifs réglementaires permettant de garantir dans le temps la mémoire et la pérennité des mesures de gestion comme par exemple des servitudes et restrictions d'usage.

Document provisoire

1 Introduction

1.1 Contexte

ASCOFIELDS (Groupe IDEC – Group Life) est propriétaire de 250 ha dont :

- 101 ha loués à ASCOMETAL ;
- 62 ha destinés à accueillir un industriel en partie nord, site sans activité (friche) ;
- 87 ha en partie Sud, site sans activité (friche) ;

Bien qu'occupant dans le cadre d'un bail seulement 101 ha, ASCOMETAL à une autorisation d'exploiter ICPE, sur un périmètre bien plus large, de 250 ha. Celui-ci doit être réduit et mis en cohérence avec le périmètre loué pour accueillir en partie Nord et Sud de nouveaux industriels.

Ces 62 ha ont déjà fait l'objet d'une étude de pollution des sols au travers du diagnostic environnemental d'ICF Environnement du 15/05/2018 (réf N°PACP170375-VP2). En dépit de la mise en évidence de sources de pollutions, aucune investigation environnementale complémentaire n'a été réalisée au droit de l'emprise du site d'étude

Au regard de ces éléments, ASCOFIELDS a sollicité EODD Ingénieurs Conseils pour la réalisation d'une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) comprenant :

- La mise à jour de l'étude historiques et documentaires ;
- La réalisation d'un diagnostic de la qualité des milieux (sol et eaux souterraines) ;
- La réalisation d'une EQRS ;
- La réalisation d'un Plan de Gestion (PG).

Le présent rapport expose les résultats de ces études.

1.2 Objectifs et moyens mis en œuvre

Pour répondre aux objectifs fixés, la démarche suivante a été menée par EODD :

- Réalisation d'une visite de site et de ses environs immédiats (Prestation A100 selon la norme NF X 31-620) : portant sur un examen de l'état actuel du site, une reconnaissance et une identification des risques et impacts potentiels ou existants, la préparation des futures campagnes de reconnaissance de terrain). Elle a été réalisée le 30/01/2021 en présence de Fabien COUDRÉ en qualité de Directeur de Projets, Nicolas KUNGLER en qualité de Responsable de Projets et Montaigne MOMPHILÉ en qualité d'Ingénieur d'Études d'EODD ;
- Mise à jour de l'étude historique (A110) : dont l'objectif est de recenser dans un espace spatio-temporel défini les activités qui se sont succédées en ce lieu et à proximité immédiate, leur localisation et les pratiques de gestion environnementale industrielle sur la base d'une consultation documentaire et d'interview du personnel du site – (Voir liste des sources en Annexe 1) ;
- Mise en œuvre d'une campagne de prélèvements et d'analyse de sols et des eaux souterraines (Prestation A200, A210, selon la norme NF X 31-620) – réalisée en février et mars 2024, en présence de Morgan GARNODON, Gauthier FONTES, Montaigne MOMPHILÉ et Claire DEVIMES d'EODD qualité d'Ingénieurs d'Études et d'opérateurs spécialisés d'EODD ;
- Interprétation des résultats d'analyses de cette campagne (Prestation A270 de la norma NF X 31-620).
- Etablissement d'un Plan de Gestion (Prestation A330 de la norma NF X 31-620) visant à définir les éventuelles actions de réhabilitation à mener au regard des impacts identifiés.

Document provisoire

- Réalisation d'une EQRS (Prestation A320 de la norme NF X 31-620) de type ARR, visant à vérifier la compatibilité sanitaire du projet futur avec la qualité des terrains après mise en œuvre des actions de gestion de la pollution.

Document provisoire

1.3 Cadre réglementaire et normatif

La présente mission a été réalisée selon les référentiels suivants :

- La norme NF ISO 18400-202 d'avril 2019 : « Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 202 : investigations préliminaires » ;
- La norme NF ISO 18400-203 d'avril 2019 : « Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 203 : investigation des sites potentiellement contaminés » ;
- La norme NF ISO 18400-104 d'avril 2019 : « Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 104 : stratégies » ;
- La norme NF ISO 18400-102 ou X 31-009-102 décembre 2017 : Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 102 : Choix et application des techniques d'échantillonnage ;
- Norme N FX 31-614 « Qualité du sol – Méthodes de caractérisation des pollutions – Réalisation d'un forage de contrôle de la qualité de l'eau souterraine au droit d'un site potentiellement pollué » ;
- La norme NF X 31-615 « Qualité du sol – Méthodes de caractérisation des pollutions – Prélèvements et échantillonnage des eaux souterraines dans un forage » ;
- « Plan de Gestion », Techniques de l'Ingénieur, article G2 564 rédigé par le BRGM,
- « Quelles techniques pour quels traitements - Analyse coûts-bénéfices », BRGM, ref. BRGM/RP-58609-FR, rapport final, juin 2010 ;
- Travaux du groupe de travail pollution concentrée – rapport UPDS – décembre 2014,
- Guide UPDS-ADEME - Elaboration des bilans couts-avantages adaptes aux contextes de gestion des sites et sols pollues – mars 2017.

La mission ainsi proposée s'inscrit dans le domaine de prestation A : *Études / Assistance / Contrôle* décrit au sein de la norme NF X 31-620-2.

Les agences de Lyon, Marseille, Paris, Toulouse et Metz sont certifiées par le LNE pour les domaines A, B et D de la norme NF X 31-620.

Document provisoire

1.4 Sources d'informations disponibles pour réaliser le rapport

1.4.1 Documents transmis par le client

Les documents transmis par ASCOFIELDS, étudiés pour élaborer le présent rapport sont présentés dans le tableau ci-après.

Emetteur	Nom du document	Reference	Date
ICF	Diagnostic environnemental	PACP170375.V1	15/05/2018
ASCOMETAL	Data base piézométrie	-	2013-2023

Tableau 1 : Liste des documents transmis par le client

1.4.2 Informations consultées

L'ensemble des sources d'informations consultées dans le cadre de l'étude est présenté en Annexe 1.

2 Description du site et de ses environs

2.1 Situation

Site d'étude (Illustration 1)	Friche industrielle ASCOFIELDS – Zone Nord
Adresse	Route du Quai minéralier – Fos-sur-Mer (13)
Coordonnées *Centre du site Lambert 93*	X : 849 371 Y : 6 263 067
Altitude moyenne	2,5 m NGF
Références cadastrales	Partie de la parcelle 58 - section AC
Topographie	Globalement plane
Surface	62 ha

Document provisoire



Illustration 1 : Plan de localisation du site photographie aérienne (source : Géoportail®)

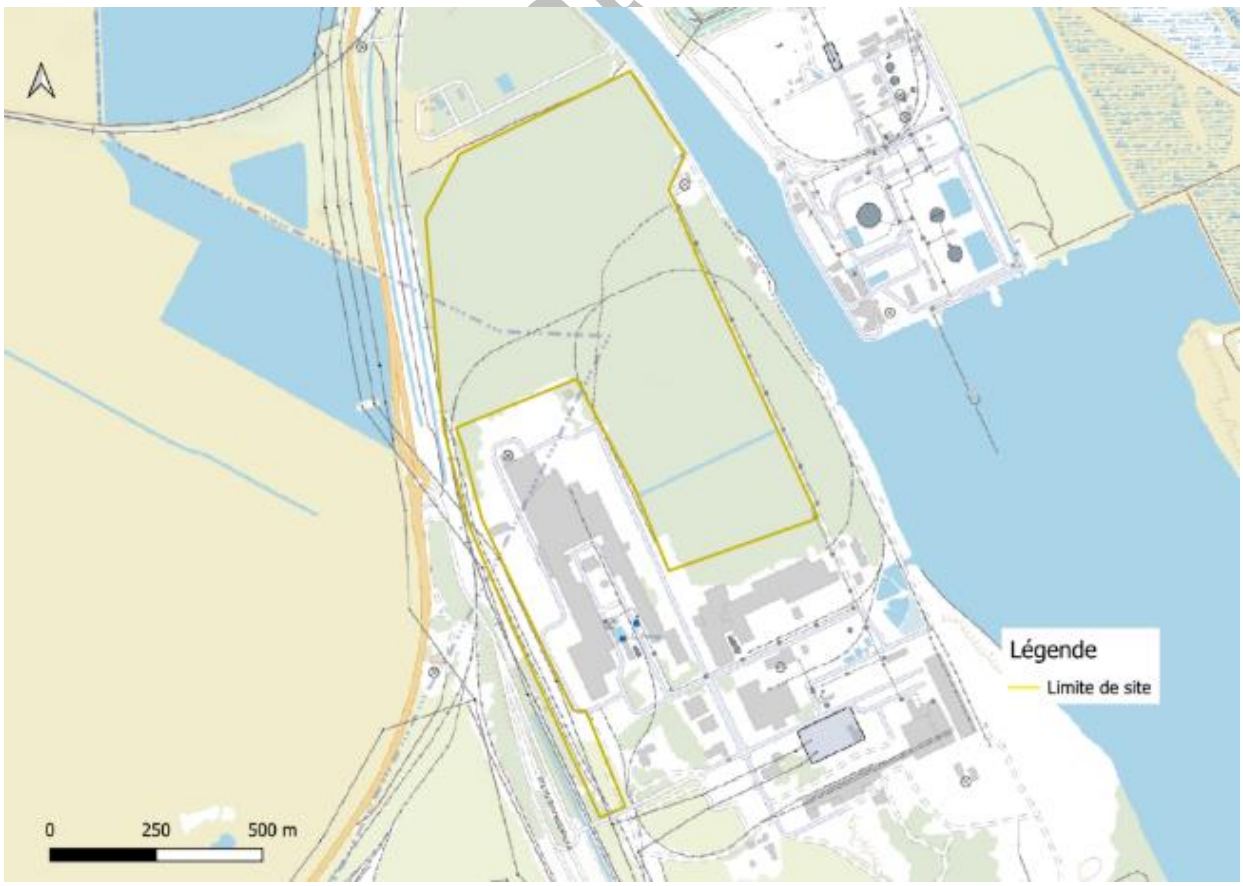


Illustration 2 : Plan de localisation du site (fond de plan IGN - sources : Géoportail®)

Environnement
(Illustration 3)

Le site est délimité :

- Au Nord par le site Jupiter 1000 (fournisseur de gaz industriel) (2) ;
- A l'Est par le canal de navigation d'Arles à Bouc, puis par Elengy - Terminal Méthanier de Fos Tonkin, et Air liquide (3) ;
- Au Sud par l'usine ASCOMETAL (1) ;
- A l'Ouest, par la route du Quai minéralier ainsi que des marais (4).

Le site d'étude se situe au sein d'un environnement industriel avec notamment la présence dans un rayon de moins de 2 km de Lyondell Chimie France, KemOne et ArcelorMittal.



Illustration 3 : Alentours du site (sources : Géoportail®)

2.2 Description du site et de ses activités

Thème	Description
Site d'étude	Friche industrielle ASCOFIELDS
Propriétaire	ASCOFIELDS
Activité actuelle	Sans activité industriel proprement dite mais inclus dans le périmètre d'exploitation de l'usine sidérurgique, ancien site ASCOMETAL.
Statut réglementaire	Le site d'étude est soumis à Autorisation car compris dans l'emprise ICPE du site d'ASCOMETAL, pour des activités sidérurgiques. Ce statut réglementaire est voué à évoluer. La « réduction du périmètre ICPE » devrait être instruit sur la base d'un Porter à Connaissance (PAC), et actée par modification de l'Arrêté Préfectoral d'exploitation d'ASCOMETAL ou autre procédure adaptée. Le présent rapport (IEM) est réalisé dans le cadre du dossier de demande en vue de cette réduction de périmètre ICPE.
Occupation actuelle (Illustration 4)	Le site est occupé par : • Des espaces vierges végétalisés ; • Des voies ferrées ; • Des zones éparses de dépôts de matériaux.
Recouvrement des sols et état	Le site n'est pas recouvert, néanmoins sur certaines zones une couche de réfractaires[1] et de dépôts ferrugineux sont visibles.
Type de couverture des espaces (%)	Surface découverte : 100 %
Stockage / Dépôt	De nombreuses zones de dépôts épars sont présentes au droit du site. Il a notamment été identifié divers déchets de type : • pots de peintures ; • ferrailles ; • bidons ; • matériaux de démolition ; • traverses de chemins de fer
Gestion des effluents	Absence d'activité générant des effluents
Gestion des eaux et pluviales	Absence de gestion des eaux pluviales à l'exception de la présence d'un fossé traversant le terrain d'Ouest en Est dans la Zone Sud.
Gestion des déchets	Absence d'activité génératrice de déchets. Néanmoins des déchets divers (principalement des déchets ferrugineux, matériaux de démolition, traverses de chemin de fer,…) sont présents de manière éparse sur la zone.

[1] Produits issus de l'activité sidérurgique - matériaux non altérés lorsqu'il est chauffé au-delà de 300 °C

Document provisoire

Thème	Description
Mode de chauffage	Non concerné
Transformateur	Non concerné
Accessibilité du site	Le site est clôturé et accessible par un poste de garde après vérification d'identité.

Le compte-rendu de la visite du site (A100) ainsi que les photographies de la zone d'étude sont présentés de manière exhaustive en Annexe 2.

L'illustration suivante présente l'occupation du site d'après la visite du 30/01/24.

Document provisoire



Illustration 4 : Plan du site et des zones de dépôts de déchets identifiées à l'issus de la visite de site en date du 30/01/24.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

2.3 Mesures de mise en sécurité

A la suite de la visite de site, la zone d'étude ne fait pas l'objet d'une éventuelle mesure de mise en sécurité immédiate.

Néanmoins, le site fait l'objet de dépôts sauvages de déchets industriels (réfractaires, mâchefers, ferrailles ect...) provenant de dépôts historiques, de remblaiement anthropique et possiblement lié à l'activité ASCOMETAL ou son repreneur.

Dans le cadre de la réduction du périmètre ICPE et du PAC, la mise en sécurité incombe à l'exploitant donc à ce titre à l'entreprise ASCOMETAL.

2.4 Projet d'aménagement

Il est prévu au droit de la zone d'étude l'installation d'un industriel. Le projet et le plan d'aménagement détaillé ne sont pas aboutis à ce stade.

3 Synthèse des études antérieures

3.1 Contexte environnemental

Les données présentées dans ce chapitre sont principalement issues du diagnostic environnemental d'ICF référencé PACP170375-VP2 en date du 15/05/2018. Les paragraphes en *italique* en sont directement extraits.

Contexte géologique local	Le site d'étude est implanté de la surface vers la profondeur au droit : • De sables gris ; • D'une alternance de sables et de limons gris ; • De limons gris argileux à vaseux ; ***Les sols de surface au droit du site sont considérés comme vulnérables, notamment de par l'absence de recouvrement sur une majorité des parcelles. A noter que ces zones non imperméabilisées peuvent entrainer des envols de poussières potentiellement contaminées (mais à ce jour de façon beaucoup moins importante qu'à l'époque des dépôts de remblais).***
Contexte hydrogéologique local	La masse d'eau présente au droit de la zone d'étude est la nappe « Cailloutis plio-quaternaires de la plaine de la Crau » Néanmoins, il est à noter que le site était à l'état de marais avant son aménagement. Des remblais anthropiques ont été utilisés afin d'élever le niveau. De ce fait, la première nappe d'eau rencontrée au droit du site correspond à une nappe superficielle libre, en lien plus ou moins directe avec la nappe des cailloutis de la Crau, au regard de la présence d'une formation argileuse sur certaines zones du site entre 1 et 3 m de profondeur. Le sens d'écoulement des eaux souterraines est orienté du Nord en direction du Sud, vers la mer Méditerranée.

Document provisoire

	Le niveau statique se situe entre 0 et 2,5 m de profondeur. [2] **La vulnérabilité du milieu eau souterraine est considérée comme forte en raison de la faible profondeur de la nappe.**
Usage des eaux souterraine	Aucun captage des eaux souterraines à usage d'alimentation en eau potable (AEP) n'est recensé autour du site. Néanmoins *« l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse recense un total de 7 ouvrages d'eaux souterraines dans un rayon de 1 km autour du site et/ou au droit de la commune de Fos sur Mer, dont 3 présentant un usage AEP. Leur localisation exacte n'est pas connue ».* ***Au regard de ces informations, l'usage des eaux souterraines est sensible (usage « eau potable » sur la commune de Fos sur Mer). »*** NB : D'après la base de données Carteau[3], aucun captage AEP n'est compris dans un rayon de 1 km autour de la zone d'étude. Le captage le plus proche est localisé en amont du site à 4,5 km au nord-est de la zone d'étude.
Contexte hydrographique local	Le point d'eau le plus proche est la mer Méditerranée via une darse (canal de navigation d'Arles à Bouc) localisée en bordure est de la zone d'étude *« Les eaux superficielles apparaissent faiblement vulnérables à une potentielle pollution issue du site par ruissèlement du fait de leur distance avec le site et de l'absence de recouvrement de surface, et fortement vulnérables via la relation nappe/rivière. Elles apparaissent sensibles du fait des activités qui y sont exercées. »*
Zones naturelles protégées	Le site n'est pas localisé dans une zone naturelle d'intérêt soumise à protection. Il est néanmoins situé à moins de 2 km autour des zones naturelles suivantes : • ZNIEFF de type II « Salins du caban et du relai – Etang de l'Oiseau » référencée n°930020201 ; • Natura 2000 – Directive Oiseaux « Marais entre Crau et Grand Rhône » référencé n° FR9312001 ; • Réserve de la biosphère « Camargue (delta du Rhône) » référencée n° 930020201 ; • Parc Naturel Régional de Camargue ; • ZNIEFF de type I « Dépression du Vigueirat – Marais des costières de Crau » référencée n° 930012412 ; • ZNIEFF de type II « Cavaou – Sansouires de Sollac » référencée n° 930020226 ; • Natura 2000 – Directive Habitats « Marais de la vallée des Baux et marais d''Arles » référencé n° FR9301596 ; • Arrêté de Protection de Biotope « Grands Paluds – Gonon *Ces zones protégées sensibles apparaissent pour les plus proches comme vulnérables à une potentielle pollution de surface issue du site et selon les orientations du vent.*

[2] En mars 2024, EODD a réalisé une campagne de prélèvements d'eaux souterraines. Le niveau statique s'établie entre 1.27 et 2.69 m entre le 25 et 26 mars 2024.

[3] Base de données de l'ARS et la Direction générale de la santé regroupant les captages potables et de leurs périmètres de protection

Provisoire

	NB : D'après la rose des vents, les vents au droit de la zone d'étude sont en provenance du NO et en direction du SE. De ce fait seul la ZNIEFF de type I et de type II sont localisées en aval éolien de la zone d'étude et donc vulnérables à une potentielle pollution de surface.
Environnement industriel	Un site BASIAS est recensé au droit du site ASCOMETAL (Anc. Société Ugine-Aciers), référencé n°PAC1310195. Le site ASCOMETAL est également classé ICPE et soumis à Autorisation. Dans les différentes bases de données (BASOL, BASIAS, Installations Classées, Géorisques), les activités industrielles suivantes sont recensées autour de la zone d'étude dans un rayon de 1km : • 4 sites BASIAS : Société ELENAC FOS, Gaz de France, Terminal Méthanier du Tonkin et SOGIC ; • 3 ICPE : Air Liquide, Elengy et Figenal.

3.2 Contexte historique et sources potentielles de pollution

Historique du site	En 1967, le site d'étude et ses alentours sont des marais. A partir de 1972, plusieurs darses ainsi que le remblaiement des marais sont visibles. L'usine ASCOMETAL est également présente en bordure Sud de la zone d'étude. Des voies d'accès (routières et ferroviaires) sont également crées.
Activité(s) règlementée(s)	Site classé ICPE soumis à autorisation. En effet le site d'étude se situe dans le périmètre d'exploitation de l'usine ASCOMETAL classée ICPE pour de nombreuses activités liées à la sidérurgie.
Cessation d'activité	Pas d'information de l'étude ICF.
Source(s) potentielle(s) de pollution recensée(s)	• *L'usine ASCOMETAL en partie centrale, mitoyenne de la zone Nord, objet de notre étude (rejets atmosphériques, activité de stockages, circulation d'engins, transports de matières premières/produits finis ect…) ;* • *L'ensemble du site susceptible d'avoir accueilli certains dépôts/stockages, laitiers autres déchets, identifié et non identifiés à ce jour.*

3.3 Etat des milieux connus

Le diagnostic environnemental réalisé par ICF Environnement en 2018 n'a pas fait l'objet d'investigations des milieux.
Les seules informations mis à dispositions d'EODD Ingénieurs Conseils pour la présente étude, et concernant la qualité des milieux, sont les résultats du programme règlementaire de surveillance des eaux souterraines transmis par ASCOMETAL.

Les données fournies couvrent de manière non-exhaustive la période du 1er semestre 2014 au 2nd semestre 2023. En effet, les données transmises sont parfois manquantes sur certains piézomètres et sur certains paramètres en fonction des campagnes de prélèvements.
Les informations présentées ci-après concernent les piézomètres directement situés en aval hydraulique de la zone d'étude, à savoir Pz1, Pz13 et PzB (voir implantation de ces ouvrages sur l'Illustration 8, pour les paramètres suivants : conductivité, DCO, pH, indice phénol, cyanures, chlorures,

Document provisoire

HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB, aluminium, arsenic, baryum, chrome, cuivre, fer, manganèse, mercure, nickel, plomb, zinc.

Les éléments transmis mettent en évidence :

- pH :
    - Pz1 : compris entre 5,9 (S1 2023) et 7,3 (S2 2018) ;
    - Pz13 : compris entre 7,6 (plusieurs campagnes) et 8,2 (S2 2016) ;
    - PzB : compris entre 7,4 (S1 2021) et 8 (S2 2021).
- Conductivité : on observe des conductivités relativement importantes et variables dans le temps au niveau de chaque ouvrage, constat très probablement lié à la proximité de la darse. Ce constat se confirme au regard des fortes teneurs en ion chlorure au niveau de chaque ouvrage.
    - Pz1 : la conductivité varie entre 1 000 µs/cm (S2 2018) et 43 000 µs/cm (S1 et S2 2020) ;
    - Pz13 : la conductivité varie entre 1 200 µs/cm (S2020) et 19 000 µs/cm (S1 2021) ;
    - PzB : la conductivité varie entre 1 391 µs/cm (S2 2015) et 8100 µs/cm (S2 2019).
- DCO :
    - Pz1 : La DCO est stable aux alentours de 20 mg/l hormis un pic à 2 600 mg/l enregistré au premier semestre 2018
    - Pz13 : La DCO est stable aux alentours de 30 mg/l ;
    - PzB : La DCO est stable aux alentours de 40 mg/l.
- Indice phénol, HCT, PCB : les valeurs sont systématiquement inférieures aux limites de quantification du laboratoire ;
- Cyanures totaux : un unique dépassement de la limite de quantification du laboratoire est observé au premier semestre 2021 au niveau de PzB avec une valeur de 0,09 mg/l. A noter que cette concentration est supérieure au seuil de l'Annexe 2 de l'arrêté du 30/12/2022 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaines.
- BTEX : Les concentrations sont systématiquement inférieures à la limite de quantification du laboratoire, hormis pour le m-p-ethylbenzène au premier semestre 2018 pour Pz1 (0,7 µg/l) et pour le pseudocumène au premier semestre 2018 en Pz1 (2 µg/l). Ces concentrations peuvent être considérées comme à l'état de traces.
- HAP : ils sont détectés en manière récurrente sur les 3 ouvrages, à l'état de traces, mais toujours en concentration inférieures aux valeurs de référence des Annexes de l'arrêté du 30/12/2022.
- COHV : Aucun dépassement des limites de quantification du laboratoire ne sont observées à l'exception du trichloroéthylène au niveau de Pz1 pour le 2nd semestre 2021, avec une concentration de 0,9 µg/l, ce qui reste inférieur aux valeurs de référence des Annexes de l'arrêté du 30/12/2022.
- Métaux : les concentrations sont systématiquement inférieures aux valeurs de référence des Annexes de l'arrêté du 30/12/2022, à l'exception du plomb au niveau de Pz13 pour le 1er semestre 2015, avec une valeur égale au seuil de l'Annexe 1 de l'arrêté susmentionné, à savoir 10 µg/l.

Document provisoire

4 Etude historique (A110)

L'étude historique présentée ci-après a été réalisée sur la base des données transmises par ASCOFIELDS, des données récoltées dans le diagnostic environnemental d'ICF référencé PACP170375-VP2, des sources de documentations consultées (liste en Annexe 1) et de la visite détaillée du site et de ses environs (rayon 1 km), effectuée le 30 janvier 2024 en la présence de Fabien COUDRÉ en qualité de Directeur de Projets, Nicolas KUNGLER en qualité de Responsable de Projets et de Montaigne MOMPHILÉ en qualité d'Ingénieur d'Étude d'EODD.

Les principaux documents utilisés pour retracer l'historique du site sont rassemblés en Annexe 4.

4.1 Propriété et exploitant

Le site fait partie d'une propriété d'ASCOFIELDS, sur ce foncier de 250 ha, ASCOMETAL (MARCEGAGLIA) loue 101 ha (sur les parties bâties de l'usine), mais dispose d'une autorisation d'exploiter sur la totalité des 250 ha.

4.2 Recensement du site dans les bases de données

Comme mentionné ci-avant, un site BASIAS est recensé au droit du site d'étude. Il s'agit du site ASCOMETAL (Anc. Société Ugine-Aciers), référencé n°PAC1310195.

Le site ASCOMETAL est également classée ICPE et soumis à Autorisation.

4.3 Contexte réglementaire

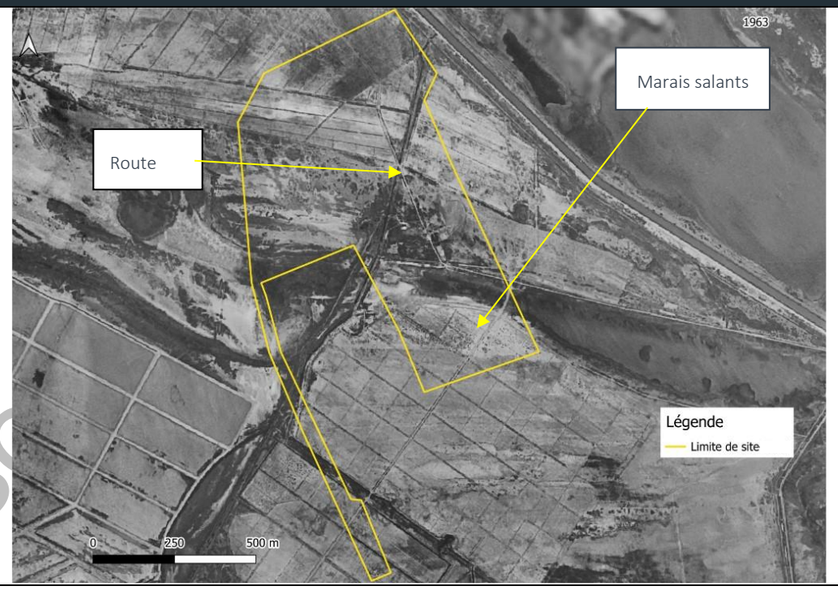
Bien que la zone d'étude reste sans activité, administrativement elle est comprise dans le périmètre d'exploitation de l'ICPE de l'usine ASCOMETAL soumis à Autorisation pour des activités de métallurgie.

4.4 Activités passées et dates clefs

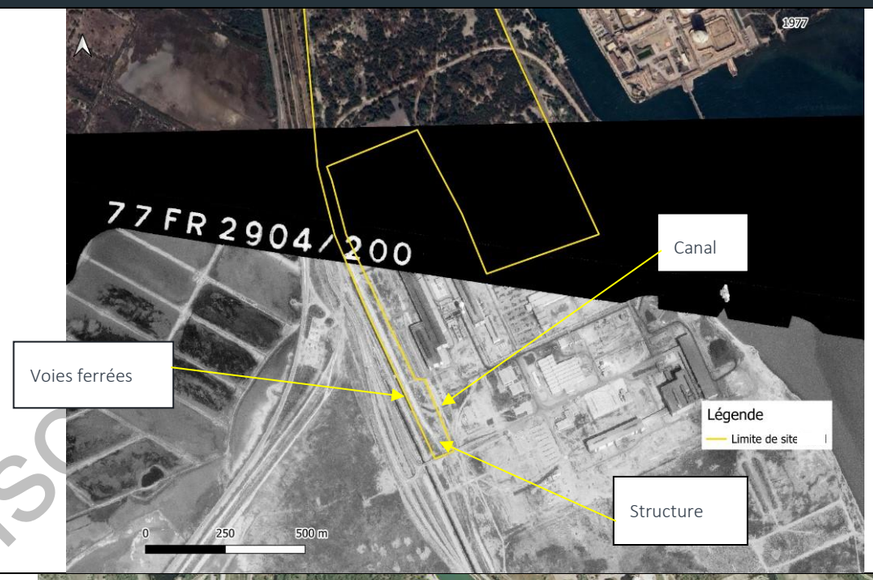
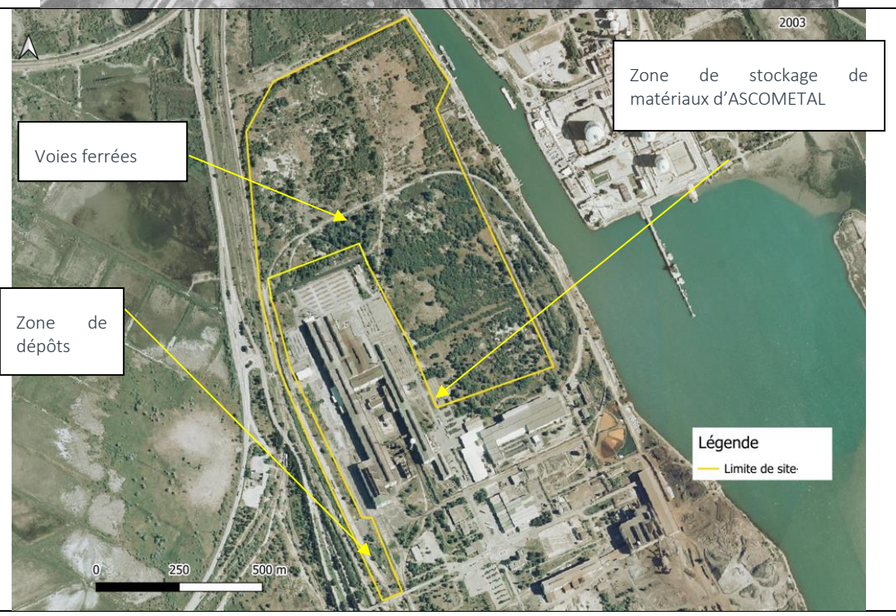
A partir de l'ensemble des documents consultés et des photographies aériennes anciennes, l'historique du site et de son environnement a été reconstitué. Les photographies aériennes de l'IGN sont fournies en Annexe 4. Le tableau ci-dessous synthétise cet historique.

4.4.1 Dates clés et activités passées

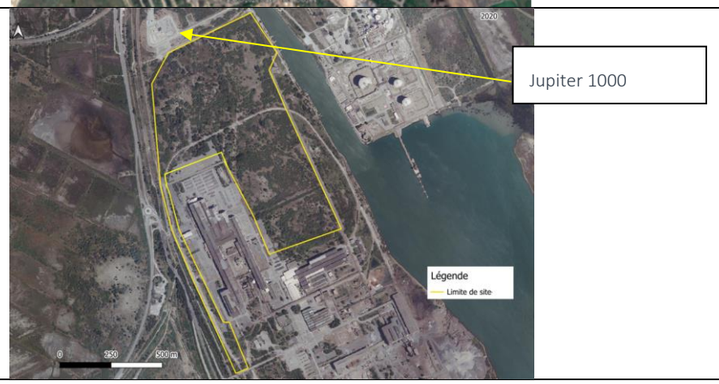
Document provisoire

Année	Evènement / Description sur site (emprise d'étude)	Evènement / Description de l'environnement proche	Source	Illustrations (voir détails en Annexes 4)
1938 -1963	La zone d'étude est un marais. A noter la présence de routes.	L'environnement du site est de type marais.	IGN 1963	
1972	La zone d'étude n'est plus un marais. L'ensemble de la zone a été remblayé.	L'ensemble de la zone a été remblayé et deux darses sont visibles.	IGN 1972	Aucune photo-aérienne n'est disponible concernant le site d'étude. Néanmoins des photos des alentours sont disponibles et permettent d'affirmer que la zone d'étude a été remblayée.
1975	Des mouvements de terrains/dépôts (réfractaires ? constatés lors de la visite de site) sont visibles en bordure Nord-Est.	L'usine ASCOMETAL est visible en bordure Sud. Des marais salants sont visibles en bordure Ouest.	Diagnostic Environnemental d'ICF référencé PACP170375-VP2.	 NB : Emprise du site n'est pas exacte. La partie Sud-ouest n'est pas visible.

Document provisoire

Année	Evènement / Description sur site (emprise d'étude)	Evènement / Description de l'environnement proche	Source	Illustrations (voir détails en Annexes 4)
Nb	Seule la zone Ouest est visible sur la photo aérienne de 1977. Une structure (transformateur ?) est visible en bordure Sud-Ouest, ainsi qu'un canal. Des voies ferrées en bordure Ouest sont visibles.	L'environnement du site reste inchangé	IGN 1977	
2003	Une zone de dépôts est visible en bordure Sud-Ouest, ainsi qu'une zone de stockage de matériaux d'ASCOMETAL (visible lors de la visite de site). Des voies ferrées sont visibles.	Pas de changement notable	IGN 2003	

Document provisoire

Année	Evènement / Description sur site (emprise d'étude)	Evènement / Description de l'environnement proche	Source	Illustrations (voir détails en Annexes 4)
2010	Au Nord de l'usine ASCOMETAL, une zone de remaniement est visible. Lors de la visite de site, des réfractaire ont été identifiés. Il s'agit d'une plateforme aménagée dans le cadre d'un projet qui n'a pas abouti.	Pas de changement notable	IGN 2010	
2020	Pas de changement notable.	Le site de Jupiter 1000, fournisseur de gaz industriel est présent en bordure Nord-Ouest	IGN 2020	

Document provisoire

Année	Evènement / Description sur site (emprise d'étude)	Evènement / Description de l'environnement proche	Source	Illustrations (voir détails en Annexes 4)
2023	Pas de changement notable	Pas de changement notable	IGN 2023	

Document provisoire

4.4.2 Accidents et incidents

Aucune information ne nous a été transmises par ASCOMETAL relatif aux incidents et aux accidents du site d'étude.

4.5 Risque pyrotechnique

Au sujet des risques pyrotechniques, le site ne semble pas être situé dans une zone concernée par les bombardements de guerres.

4.6 Synthèse de l'historique du site

La connaissance historique du site date du début des années 1938, et peut se résumer comme suit :

- De 1938 à 1963, la zone d'étude est un marais. Des routes sont présentes ;
- En 1972, l'ensemble de la zone a été remblayé ;
- En 1975 des mouvements de terres/zones de dépôts sont visibles en bordure Nord-Est ;
- En 1977 une structure (transformateur ?) est visible en bordure Sud-Ouest, ainsi qu'un canal et des voies ferrées en bordure Ouest ;
- En 2003, une zone de dépôts ainsi que le stockage de matériaux de l'usine ASCOMETAL, sont visibles ;
- En 2010, une zone aménagée est visible en bordure Nord de l'usine d'ASCOMETAL. A noter que cette zone a été remblayée avec des réfractaires ;
- De 2010 à 2023 la zone d'étude reste dans la même configuration et certains dépôts/déchets continuent d'être renforcés à certains endroit.

A noter que l'environnement immédiat du site a également évolué au cours du temps, avec notamment en 1975, la construction de l'usine ASCOMETAL en bordure sud, ainsi que l'usine Jupiter 2000 en 2020 en bordure Nord de la zone d'étude.

L'illustration ci-dessous synthétise l'historique de la zone d'étude.

Document provisoire

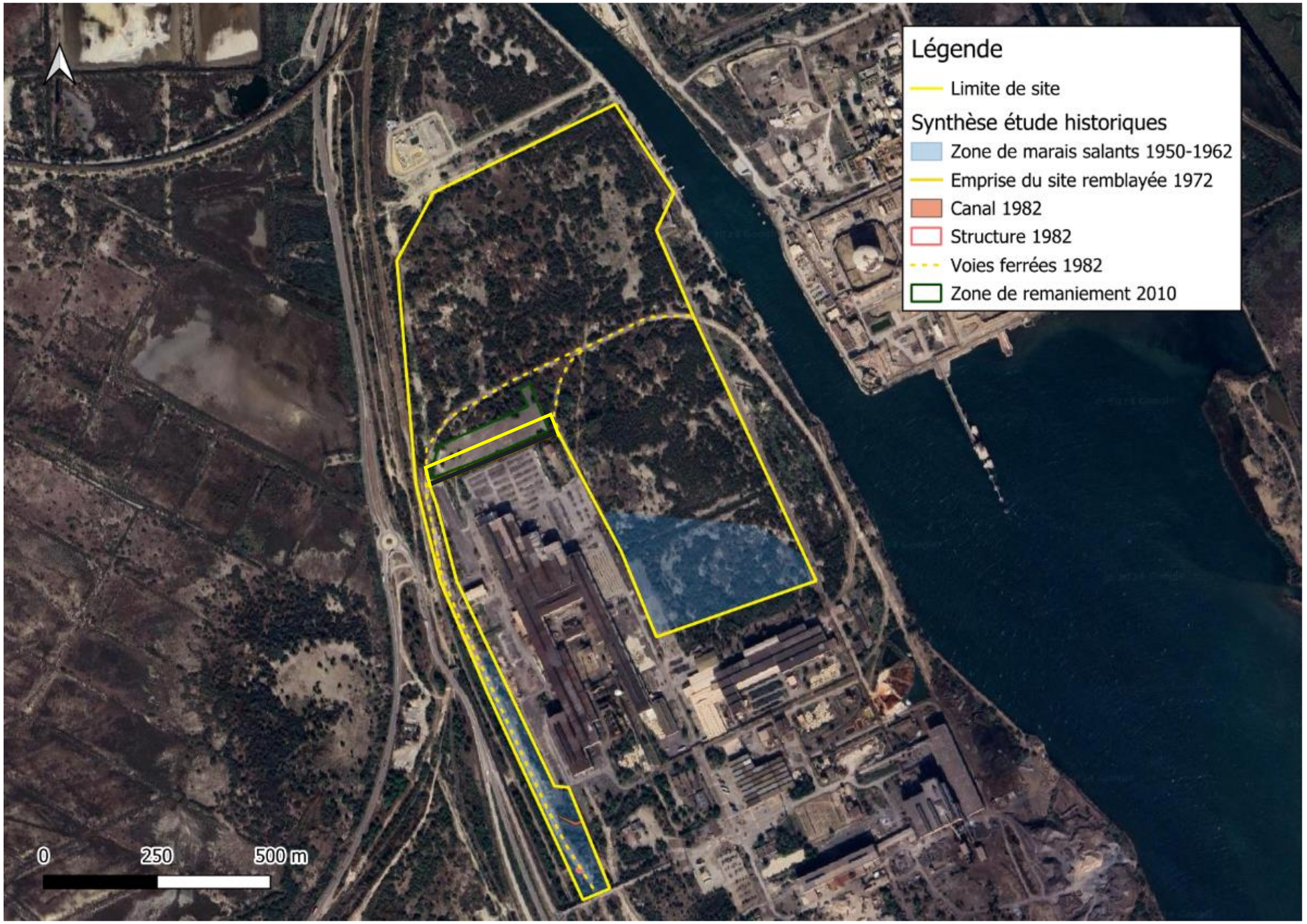


Illustration 5 : Synthèse de l'étude historique

5 Synthèse des activités à risque de pollution et polluants traceurs associés

Les **zones à risque de pollution** en lien avec les activités historiques exercées sur le site, sont synthétisées dans le tableau ci-dessous et localisées sur l'illustration ci-après.

Figuré sur l'illustration suivante	Activités à risque de pollution	Risques	Polluants associés	Polluants traceurs associés	Prof. potentielle
Zones à risques liées aux anciennes activités					
	Déchets de démolition et métallique	Infiltration vers le sous-sol	Huiles, dégraissants, métaux	HC C_{10}-C_{40}, CAV (dont BTEX), HAP, COHV, 15 ETM	Sub surface
	Traverses de chemins de fer	Égouttures ; Infiltration vers le sous-sol	Huiles, dégraissants, métaux, produits de traitement du bois	HC C_5-C_{10} et C_{10}-C_{40}, CAV (dont BTEX), HAP, COHV	Sub surface et profondeur
	Dépôts divers et blocs	Fuites, égouttures ; Infiltration vers le sous-sol	Huiles, dégraissants, métaux solvants	HC C_{10}-C_{40}, HAP, 15 ETM, COHV	Sub surface
	Déchets métalliques divers	Infiltration vers le sous-sol	Huiles, dégraissants, métaux	HC C_{10}-C_{40}, HAP, 15 ETM	Sub surface
	Réfractaires	Infiltration vers le sous-sol	Métaux	HC C_{10}-C_{40}, HAP, 15 ETM,	Sub surface
	Remblais historiques	Infiltration vers le sous-sol	Huiles, métaux	HC C_{10}-C_{40}CAV (dont BTEX), COHV, 15 ETM	Sub surface
	Structure historique	Infiltration vers le sous-sol	Huiles, dégraissants, métaux	HC C_{10}-C_{40}, CAV (dont BTEX), COHV, 15 ETM	Sub surface
	Voies ferrées	Fuites, égouttures ; Infiltration vers le sous-sol	Huiles, dégraissants, carburants	HC C_5-C_{10} et C_{10}-C_{40}, CAV (dont BTEX), HAP, COHV	Sub surface et profondeur
	Remaniement de terre /Dépôts de réfractaire	Infiltration vers le sous-sol	Métaux, huile	HC C_{10}-C_{40}, CAV (dont BTEX), COHV, 15 ETM	Sub surface
	Ancienne voiture brulée	Fuites, égouttures ; Infiltration vers le sous-sol	Huiles, dégraissants, métaux, résidus d'incinération, carburant	HC C_{10}-C_{40}HAP, 15 ETM, Dioxines, Furanes	Sub surface et profondeur
	Transformateur	Infiltration vers le sous-sol	Huiles pouvant contenir du pyralène	PCB	Sub surface et profondeur

Tableau 2 : Synthèse des activités à risque de pollution

Document provisoire



Illustration 6 : Plan de localisation des installations historiques et actuelles et zones à risques de pollution recensées sur le site

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

6 Schéma conceptuel

Sur la base des informations récoltées, le schéma conceptuel du site a été réalisé.
Le schéma conceptuel permet de représenter de façon synthétique tous les scénarii d'exposition directe ou indirecte susceptibles d'intervenir. Il identifie les enjeux sanitaires et environnementaux à considérer dans la gestion du site et traduit le concept « source-vecteur-cible ».

Ainsi, le schéma conceptuel présente :

- Les sources potentielles de pollution ;
- Les différents milieux de transfert et leurs caractéristiques ;
- Les enjeux à protéger : les populations riveraines, les usages des milieux et de l'environnement, les milieux d'exposition et les ressources naturelles à protéger.

6.1 Hypothèses d'aménagement retenues

En l'absence de projet précis sur le site, le schéma conceptuel est réalisé sur l'état actuel du site.

6.2 Sources potentielles de pollution sur site

La source désigne le milieu ou l'activité à partir duquel les substances non désirables s'accumulent ou initient le transfert vers les autres milieux.
Les sources potentielles de pollution en lien avec les activités ayant été exercées sur le site ont été présentées dans le Tableau 2 localisées sur l'Illustration 6.

6.3 Voies de transfert, d'exposition et cibles retenues

A ce stade de l'étude et en l'absence d'information précise sur l'aménagement futur et au regard de la nature des polluants potentiellement présents, les scénarios d'exposition au sein du site sont décrits dans le tableau suivant :

Document provisoire

Zone (potentiellement) contaminée/source	Situation	Voie de transfert	Milieux d'exposition	Cibles	Voie d'exposition	Retenue (Oui/Non) et cause du rejet si non retenue
Sol/gaz des sols	Sur site	Dégazage	Air extérieur	Travailleurs du site ASCOMETAL	Inhalation de composés volatils	**Oui :** en cas de présence d'éléments volatils dans les sols
		Dégazage	Air intérieur		Inhalation de composés volatils	**Non :** Pas de bâtiment sur site
		Envol, contact direct avec le sol	Sols et envols de poussières		Ingestion accidentelle et inhalation de particules de sols	**Oui :** zone non recouverte
		Bioaccumulation dans les végétaux	Produits comestibles issus de plantations		Ingestion de fruits et légumes auto-produits	**Non :** Absence de plantations/jardins potagers
		Perméation	Eau de distribution		Ingestion d'eaux polluées	**Non** : Absence de canalisation traversant le site
	Hors site (cas de retombées atmosphériques)[4]	Envol, contact direct avec le sol	Sols et envols de poussières	Travailleurs	Ingestion accidentelle et inhalation de particules de sols	***Non considéré** à ce stade de l'étude*
		Bioaccumulation dans les végétaux	Produits comestibles issus de plantations		Ingestion de fruits et légumes auto-produits	***Non considéré** à ce stade de l'étude*
		Perméation	Eau de distribution		Ingestion d'eaux polluées	***Non considéré** à ce stade de l'étude*
Nappe	Sur site	Dégazage	Air extérieur	Travailleurs du site ASCOMETAL	Inhalation de composés volatils	**Oui :** en cas de présence d'éléments volatils
		Dégazage	Air intérieur		Inhalation de composés volatils	**Non :** Pas de bâtiment sur site
		Eau souterraine	Produits comestibles issus de plantations arrosées avec eau de nappe		Ingestion de fruits et légumes auto-produits	**Non :** Absence de plantations/jardins potagers
		Eau souterraine	Eau captée		Ingestion d'eaux souterraines	**Non :** Absence de point de captage
	Hors site[4]	Dégazage	Air extérieur	Travailleurs	Inhalation de composés volatils	***Non considéré** à ce stade de l'étude*
		Dégazage	Air intérieur		Inhalation de composés volatils	***Non considéré** à ce stade de l'étude*
		Eau souterraine	Produits comestibles issus de plantations		Ingestion de fruits et légumes auto-produits	**Non :** Absence de plantations/jardins potagers
		Eau souterraine	Eau captée		Ingestion d'eaux souterraines	**Non :** Absence de point de captage

Il est à noter que l'exposition par contact cutané n'est pas abordée en l'absence valeur toxicologique de référence pour cette voie d'exposition. Les voies d'exposition « hors site » seront considérées comme des voies d'exposition potentielles dans le cas où un panache de pollution souterraines s'étendrait hors site ou dans le cas de retombées atmosphériques. Ces voies pourront être étudiées en phase diagnostic des milieux.

[4] Les voies d'exposition « hors site » seront considérées comme des voies d'exposition potentielles dans le cas où un panache de pollution souterraines s'étendrait hors site ou dans le cas de retombées atmosphériques. Ces voies pourront être étudiées en phase diagnostic des milieux

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

6.4 Schéma conceptuel de l'état actuel

Le schéma conceptuel est illustré ci-après.

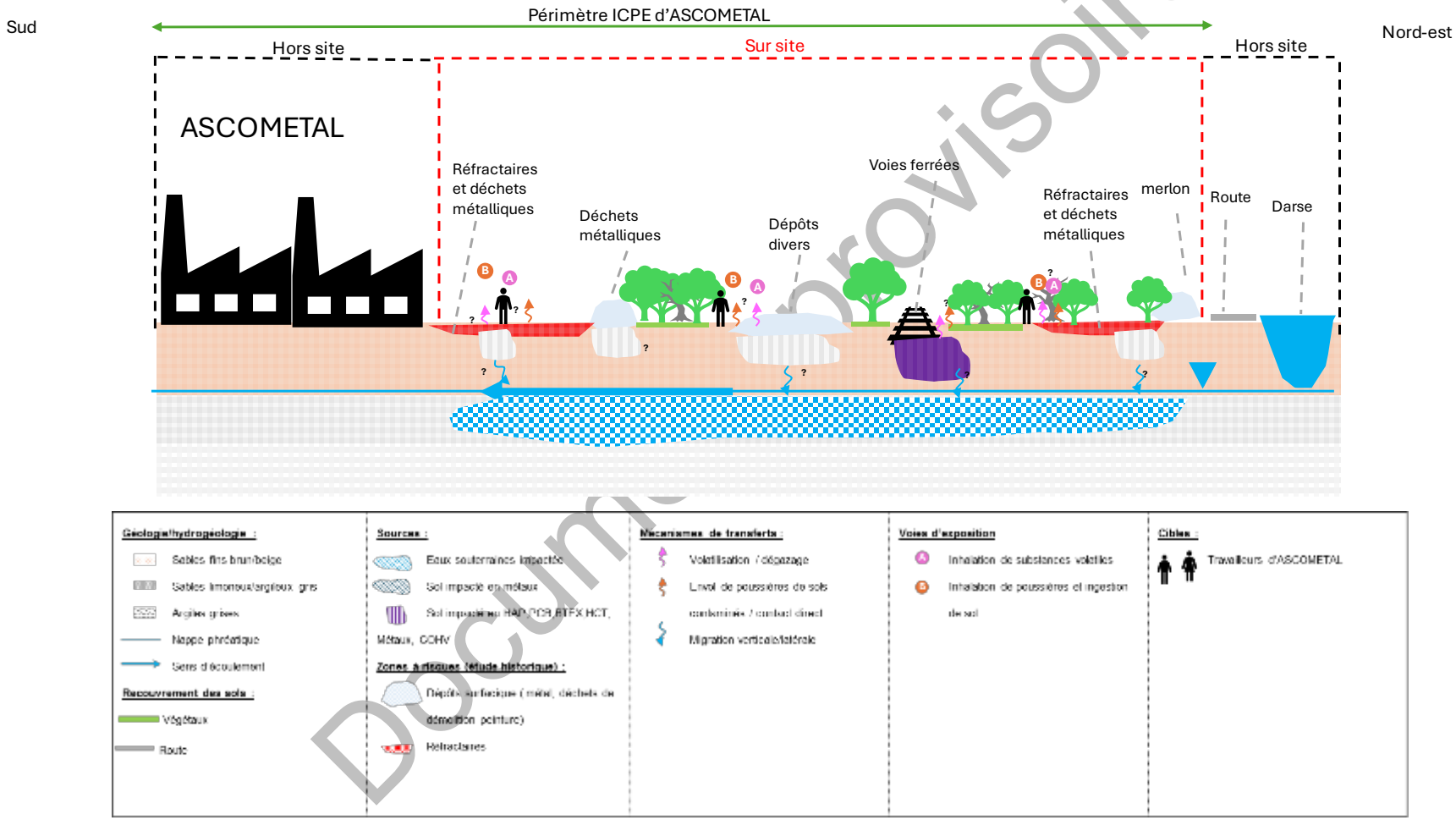


Illustration 7 : Schéma conceptuel du site - état actuel

Document provisoire

7 Diagnostic de la qualité des milieux

7.1 Programme d'investigations - objectif et stratégie

Des investigations sur les sols, et eaux souterraines ont été mises en œuvre en réponse aux objectifs fixés.

Les investigations se sont déroulées en février et mars 2024 selon le planning suivant :

Dates	Opérations menées	Intervenants
14-15 février 2024	Sécurisation des sondages	DRES - Suivi EODD
5-6 mars 2024	Réalisation de sondages à la pelle mécanique	SBMTP - Suivi EODD
29 février 2024 et le 20 mars 2024	Pose des piézomètres	SOLUM - Suivi EODD
21 mars	Nivellement des piézomètres	QUADRAFONCIER - Suivi par EODD
25-26 mars 2024	Prélèvements des piézomètres	EODD

Tableau 3 : Planning des investigations réalisées

Document provisoire

7.2 Investigations sur les sols (A200)

7.2.1 Description des investigations réalisées

Les investigations ont été réalisées le 5 et 6 mars 2024. Elles ont consisté en la réalisation de 19 sondages à la pelle mécanique, par la société SBMTP sous le contrôle de Morgan GARNODON, et de Gautier FONTES, opérateurs spécialisés Sites et Sols Pollués d'EODD Ingénieurs Conseils.

A noter qu'avant la réalisation des investigations, 8 sondages ont été préalablement sécurisés en raison des risques réseaux par DRES le 14 et le 15 février 2024. Le rapport de sécurisation de DRES pourra être fournis sur demande.

Les sondages ont été réalisés au droit ou à proximité des principales zones à risques de pollution identifiées à l'issue de la visite de site du 30/01/24 et de l'étude historique.

Le plan de localisation des sondages est présenté ci-après.

Document provisoire



Illustration 8 : Localisation des investigations réalisées par EODD

Les sondages ont été réalisés à une profondeur de 3 m ou jusqu'à la nappe.

Chaque sondage a fait l'objet de mesure de gaz in situ à l'aide d'une sonde portative (PID) ainsi que d'une description litho-stratigraphique (structure, texture, couleur…).

Les coupes lithologiques des sondages sont présentées en Annexe 5.

Les échantillons de sols ponctuels prélevés ont été conditionnés dans du flaconnage transmis par le laboratoire en fonction du programme analytique, stockés à basse température (< 5°C) et à l'abri de la lumière dans des boîtes isothermes. Ils ont été transportés au laboratoire dans les plus brefs délais par transporteur postal.

1 à 2 échantillons par sondage ont été soumis à analyse, pour recherche des composés suivants : HCT C_5-C_{40}, BTEX, HAP, PCB, naphtalène, COHV, 15 métaux sur brut et sur éluât, chrome VI et dioxines furanes.
Les coupes lithologiques en Annexes 5 constituent également les fiches de prélèvements des échantillons.

Les analyses ont été sous-traitées au laboratoire WESSLING, accrédité COFRAC et agréé MTE.

Le sondage E71 initialement prévu au droit du transformateur n'a pas pu être réalisé en raison de la présence de nombreux réseaux enterrés pour lesquels le caractère sous-tension n'a pu être infirmé.

A l'issue de la réalisation des sondages, ceux-ci ont été rebouchés avec les matériaux extraits, en respectant la lithologie d'origine.

Le détail des investigations est synthétisé dans le tableau ci-après

Document provisoire

Sondage	Prof. (m)	Lithologie	Signal PID (ppm)	Indices organoleptiques	Humidité	Echantillon	Programme analytique
E42	0-0,3	Enrobé mâchefer	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	E42 (0-0,3)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E42	0,3-1,4	Sables fins peu limoneux (sauf quelques passages)	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E42 (0,3-1,4)	Non analysé
E42	1,4-2,5	Argiles légèrement limoneuses	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Peu humide et compact	E42 (1,4-2,5)	Non analysé
E43	0-2	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Frais	E43 (0-1,5)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E43	2-2,6	Argiles	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E43 (2-2,6)	Non analysé
E44	0-0,2	Enrobé mâchefer	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	E44 (0-0,2)	Non analysé
E44	0,2-2,1	Sables fins légèrement limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	E44 (0,2-2,1)	Non analysé
E44	2,1-2,6	Argiles limoneuses	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E44 (2,1-2,6)	Non analysé
E45	0-0,1	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	Non prélevé	Non analysé
E45	0,1-1,6	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Peu humide	E45 (0,1-1,6)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E45	1,6-2,1	Argiles très plastiques	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E45 (1,6-2,1)	Non analysé
E45	2,1-2,6	Argiles très plastiques	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Très humide	E45 (2,1-2,6)	Non analysé

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Sondage	Prof. (m)	Lithologie	Signal PID (ppm)	Indices organoleptiques	Humidité	Echantillon	Programme analytique
E46	0-0,2	Terres végétales sableuses	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	Non prélevé	Non analysé
E46	0,2-0,7	Sables fin claire	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	E46 (0,2-0,7)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E46	0,7-1,9	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Peu humide	E46 (0,7-1,9)	Non analysé
E46	1,9-2,5	Argiles limoneuses	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E46 (1,9-2,5)	Non analysé
E46	2,5-2,8	Sables limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Nappe	E46 (2,5-2,8)	Non analysé
E47	0-0,3	Terres végétales	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	Non prélevé	Non analysé
E47	0,3-1,8	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Frais	E47 (0,3-1,8)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E47	1,8-2,8	Argiles	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E47 (1,8-2,8)	Non analysé
E47	2,8-3	Sables limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Très humide	Non prélevé	Non analysé
E48	0-2,2	Sables	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Frais	E48 (0-2,2)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E48	2,2-2,9	Argiles	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E48 (2,2-2,9)	Non analysé
E48	2,9-3	Sables limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Nappe	E48 (2,9-3)	Non analysé
E49	0-1,4	Sables	0	Pas d'odeur imprégnation huileuse	Sec	E49 (0-1,4)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}, dioxines furanes

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Sondage	Prof. (m)	Lithologie	Signal PID (ppm)	Indices organoleptiques	Humidité	Echantillon	Programme analytique
E49	1,4-2,6	Sables fin	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	E49 (1,4-2,6)	Non analysé
E49	2,6-3	Argiles	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Très humide	E49 (2,6-3)	Non analysé
E50	0-1,1	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	E50 (0-1,1)	Non analysé
E50	1,1-2,1	Sables fins légèrement limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	E50 (1,1-2,1)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E50	2,1-3	Argiles	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Peu humide	E50 (2,1-3)	Non analysé
E51	0-2,2	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Frais	E51 (0-2,2)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}, Chrome VI
E51	2,2-2,8	Argiles	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E51 (2,2-2,8)	Non analysé
E51	2,8-2,9	Sables limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Saturé en eau	Non prélevé	Non analysé
E52	0-1,5	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Peu humide	E52 (0-1,5)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E52	1,5-2	Argiles très plastiques	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Très humide	E52 (1,5-2)	Non analysé
E52	2-2,4	Sables limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Très humide	E52 (2-2,4)	Non analysé
E53	0-1,5	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Peu humide	E53 (0-1,5)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E53	1,5-1,9	Sables limoneux	0	Odeur de vase aucune imprégnation	Très humide	E53 (1,5-1,9)	Non analysé
E53	1,9-2,5	Argiles	0	Odeur de vase aucune imprégnation	Très humide	E53 (1,9-2,5)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Sondage	Prof. (m)	Lithologie	Signal PID (ppm)	Indices organoleptiques	Humidité	Echantillon	Programme analytique
E54	0-1,8	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Peu humide	E54 (0-1,5)	Non analysé
E54	1,8-2,2	Sables limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E54 (1,8-2,2)	Non analysé
E54	2,2-2,8	Argiles	0	Odeur de vase aucune imprégnation	Très humide	E54 (2,2-2,8)	Non analysé
E55	0-1,6	Sables très légèrement limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E55 (0-1,6)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}, Chrome IV
E55	1,6-2,7	Argiles	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E55 (1,6-2,7)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E56	0-0,2	Sables limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	E56 (0-0,2)	Non analysé
E56	0,2-1,6	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Peu humide	E56 (0,2-1,6)	Non analysé
E56	1,6-2,7	Argiles légèrement limoneuse	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E56 (1,6-2,7)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E57	0-0,1	Sables fins	0	Pas d'odeur	Sec	E57 (0-0,1)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}, dioxines furanes
E57	0,1-1,6	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E57 (0,1-1,6)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E57	1,6-2,8	Argiles	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E57 (1,6-2,8)	Non analysé
E58	0-1,3	Sables limoneux	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Peu humide	E58 (0-1,3)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E58	1,3-2,8	Argiles	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Très humide	Non prélevé	Non analysé
E59	0-0,1	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Sec	E59 (0-0,1)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe),

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Sondage	Prof. (m)	Lithologie	Signal PID (ppm)	Indices organoleptiques	Humidité	Echantillon	Programme analytique
							3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}, Dioxines furanes
E59	0,1-1	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Peu humide	E59 (0,1-1)	Non analysé
E59	1-2,3	Argiles	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Humide	E59 (1-2,3)	Non analysé
E71	0-1,4	Sables fins	0	Pas d'odeur aucune imprégnation	Frais	E71 (0-1,4)	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C_5-C_{40}
E71	1,4-2,3	Argiles limoneuses	0	Très légère odeur de vase aucune imprégnation	Humide	E71 (1,4-2,3)	Non analysé

Tableau 4 : Synthèse des investigations de sol

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

7.2.2 Observations de terrain

Les coupes de sondages sont présentées en Annexe 5.

Les sondages réalisés ont globalement mis en évidence la lithologie suivante :

- La présence de sables fins ou de sables limoneux beiges entre 0 et 1,5 m de profondeur. A noter que les sables peuvent être présents jusqu'à 1,8 m au maximum ;
- La présence d'argiles ou d'argiles limoneuses grises entre 1,5 et 2,8 m de profondeur ;

A noter :

- La présence de sables limoneux à partir de 2 m au droit du sondage E52 de 2,8 m au droit des sondages E51 et E47 de 2,9 et des sondages E48 et E46 ;
- La présence de remblais sablo-graveleux brun entre 0 et 0,5 m au droit du sondage E11 ;
- La présence de mâchefers au droit des sondages E59 et E42 à une profondeur respective de 0 à 0,1 m et de 0 à 0,3 m ;
- L'absence de constat organoleptique sur l'ensemble des sondages, à l'exception d'une odeur de vase présente sur les sondages E53, E54 et E71 à partir de 1,4 m de profondeur.
- Des sols humides à partir de 1,5 m de profondeur dans les sables limoneux et des venues d'eaux observées à partir de 2,3 m de profondeur au sein des argiles grises ;

7.2.3 Résultats analytiques

Les bordereaux des résultats d'analyses sur les sols sont rassemblés en Annexe 6.

7.2.3.1 Valeurs de référence

Les concentrations mesurées dans les sols ont été comparées :

- pour les métaux : aux gammes de valeurs ordinaires indiquées dans le rapport BRGM « base de données relative à la qualité des sols - l'INRA5 ». Une teneur supérieure aux valeurs hautes de la gamme de valeurs observées dans les sols « ordinaires » et « modérées » seront considérées comme anormale ;
- pour les composés organiques : aux seuils de quantification du laboratoire, ces composés n'étant pas ou peu présents de manière naturelle dans les sols ;
- pour les dioxines et furanes : Aux valeurs médianes issues de données statistiques sur les sols français (527 analyses traitées) représentatives de divers contextes, disponibles dans le rapport final du BRGM : troisième état des lieux – analyses 1998-2012 (rapport RP-63111-FR de décembre 2013) ;
- à titre indicatif aux seuils d'acceptabilité en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI – K3) tels que définis par l'Annexe 2 de l'Arrêté Ministériel du 12 décembre 2014.

7.2.3.2 Synthèse des résultats

Le tableau de synthèse des résultats d'analyses sur les sols est présenté ci-après.

[5] Institut National de Recherche Agronomique

Document provisoire

			Gammes de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires"	Gammes de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gammes de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles	Teneurs supérieures aux gammes de valeurs dans le cas de fortes anomalies naturelles	Arrêté du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations de stockage de déchets inertes	**E42 (0-0,3)**	**E43 (0-1,5)**	**E43 (2-2,6)**	**E44 (0-0,2)**	**E45 (0,1-1,6)**	**E46 (0,2-0,7)**
Sondage **Profondeur (m)**								0-0,3	0-1,5	2-2,6	0-0,2	0,1-1,6	0,2-0,7
Lithologie								Enrobé machefer	Sable fin	Argile	Enrobé machefer	Sable fin	Sable fin claire
Localisation													
Bureau d'étude								EODD	EODD	EODD	EODD	EODD	EODD
Date de prélèvement								05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024	06/03/2024
Matière sèche		% mass MB						**88,2**	**87,5**	**71,7**	**90,3**	**90,1**	**97,1**
	COT**	mg/kg MS					**30 000**	**22500**	**7770**	**40300**	**12800**	**8500**	**3450**
	GRANULOMETRIE												
	Argile (< 2 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Limons fins (2 à 20 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Limons grossiers (20 à 50 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Sables fins (50 à 210 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Sables grossiers (210 à 2000 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Fraction > 2 mm	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	HYDROCARBURES TOTAUX (C10-C40)												
	Somme des C5	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C6	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C7	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C8	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C9	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C10	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Hydrocarbures volatils C5-C10	mg/kg MS						*<10*	*<10*	*<10*	*<10*	*<10*	*<10*
	Hydrocarbures C10-C12	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C12-C16	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C16-C21	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C21-C35	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C35-C40	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS					**500**	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	**27**
	METAUX												
	Arsenic (As)	mg/kg MS	**1 à 25**	**30 à 60**	**60 à 284**	**284**		**9**	**6**	**24**	**5**	**5**	**2**
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS	**0,05 à 0,45**	**0,45 à 2**	**2 à 46,3**	**46,3**		**1**	**0,7**	*<0,4*	**0,9**	*<0,4*	**1,4**
	Chrome (Cr) total	mg/kg MS	**10 à 90**	**90 à 150**	**150 à 3180**	**3180**		**8 000**	**63**	**44**	**530**	**15**	**3**
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS	**2 à 20**	**20 à 62**	**65 à 160**	**160**		**200**	**11**	**37**	**27**	**6**	**5**
	Mercure (Hg)	mg/kg MS	**0,02 à 0,1**	**0,15 à 2,3**		**2,3**		**0,4**	*<0,1*	**0,1**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Nickel (Ni)	mg/kg MS	**2 à 60**	**60 à 130**	**130 à 2076**	**2076**		**120**	**21**	**51**	**29**	**18**	**4**
	Plomb (Pb)	mg/kg MS	**9 à 50**	**60 à 90**	**100 à 10180**	**10180**		**110**	**41**	**48**	**56**	**12**	**25**
	Zinc (Zn)	mg/kg MS	**10 à 100**	**100 à 250**	**250 à 11426**	**11426**		**1 300**	**150**	**110**	**290**	**36**	**5 500**
	Sélénium (Se)	mg/kg MS	**0,1 à 0,7**	**0,8 à 2,0**	**2,0 à 4,5**	**4,5**		**4,00**	*<1*	*<1*	*<1*	*<1*	*<1*
	Molybdène (Mo)	mg/kg MS						**70**	**3**	**4**	**16**	*<1*	*<1*
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS						**2**	*<1*	**1**	*<1*	*<1*	*<1*
	Baryum (Ba)	mg/kg MS						**640**	**35**	**77**	**84**	**18**	**24**
	Fer (Fe)	mg/kg MS						**200 000**	**17 000**	**32 000**	**37 000**	**14 000**	**4 300**
	Cobalt (Co)	mg/kg MS	**2 à 23**	**23 à 90**	**105 à 148**			**7**	**7**	**16**	**5**	**6**	**1**
	Vanadium (V)	mg/kg MS						**770**	**18**	**36**	**47**	**13**	**3**
	Chrome (VI)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)												
	1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Dichlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Tétrachloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Tétrachlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Trichlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Trichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Chlorure de vinyle	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Somme des COHV	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Hydrocarbures chlorés semi-volatils												
	Aldrine	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	o,p'-DDD	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	p,p'-DDD	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	o,p'-DDE	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	p,p'-DDE	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Dieldrine	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	alpha-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	beta-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	gamma-Hexachlorocyclohexane (Lindane)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	deltaHexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	epsilon-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Somme des hexachlorocyclohexanes (HCH)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	BTEX												
	Benzène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Toluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Ethylbenzène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Méta-para-xylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	ortho-xylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Cumène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Mésitylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Pseudocumène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	o-Ethyltoluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Somme CAV-BTEX	mg/kg MS						*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
	DROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES												
	Naphtalène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Acénaphtylène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Acénapthène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fluorène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Phénanthrène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fluoranthène °	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Pyrène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(a)anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Chrysène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(b)fluoranthène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(k)fluoranthène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(a)pyrène °	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Dibenzo(a-h)anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(ghi)périylène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Indéno(1,2,3-c,d)pyrène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Somme des HAP	mg/kg MS					**50**	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
	POLYCHLOROBIPHENYLS												
	PCB n° 28	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 52	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	**0,03**
	PCB n° 101	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	**0,09**
	PCB n° 118	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	**0,05**
	PCB n° 138	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	**0,09**
	PCB n° 153	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	**0,07**
	PCB n° 180	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	**0,02**
	Somme des 7 PCB	mg/kg MS					**1**	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	**0,36**
	METAUX												
	Arsenic (As)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*
	Baryum (Ba)	mg/kg MS					**20**	**0,92**	*<0,05*	**0,22**	**0,29**	*<0,05*	**1,40**
	Chrome (Cr)	mg/kg MS					**0,5**	**13,00**	**0,12**	*<0,05*	**2,30**	*<0,05*	*<0,05*
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS					**2**	*<0,05*	*<0,05*	**0,06**	**0,16**	*<0,05*	*<0,05*
	Molybdène (Mo)	mg/kg MS					**0,5**	**0,35**	**0,35**	**0,33**	**0,15**	*<0,1*	*<0,1*
	Nickel (Ni)	mg/kg MS					**0,4**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Plomb (Pb)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Zinc (Zn)	mg/kg MS					**4**	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	**1,90**
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS					**0,04**	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*
	Mercure (Hg)	mg/kg MS					**0,01**	**0,00**	*<0,001*	*<0,001*	**0,00**	*<0,001*	*<0,001*
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS					**0,06**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Sélénium (Se)	mg/kg MS					**0,1**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Vanadium (V)	mg/kg MS						**0,25**	*<0,05*	*<0,05*	**0,78**	*<0,05*	*<0,05*
	Fer (Fe)	mg/kg MS						*<0,5*	**6,3**	*<0,5*	*<0,5*	**3**	**0,5**
	Cobalt (Co)	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	TIONS, ANIONS ET ELEMENTS NON METALLIQUES												
	Fluorures (F)	mg/kg MS					**10**	**13**	**6**	**60**	**6**	**4**	*<1*
	Chlorures (Cl)*	mg/kg MS					**800**	*<100*	*<100*	**590**	*<100*	*<100*	*<100*
	Sulfates (SO4)*	mg/kg MS					**1000**	**180**	*<100*	**5 200**	*<100*	*<100*	*<100*
	AUTRES PARAMETRES												
	COT**	mg/kg MS					**500**	*<18*	*<18*	**47**	**42**	*<18*	*<30*
	Fraction soluble*	mg/kg MS					**4 000**	**4 840**	*<1 000*	**8 800**	**2 760**	*<1 000*	*<1 000*
	Phénol (indice)	mg/kg MS					**1**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Acceptabilité ISDI							Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui
	Teneurs significatives												

Sur Brut

Sur Eluat

Document provisoire

			Gammes de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires"	Gammes de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gammes de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles	Teneurs supérieures aux gammes de valeurs dans le cas de fortes anomalies naturelles	Arrêté du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations de stockage de déchets inertes	**E46 (0,7-1,9)**	**E47 (0,3-1,8)**	**E48 (0-1,5)**	**E49 (0-1,4)**	**E50 (1,1-2,1)**	**E50 (2,1-3)**
Sondage Profondeur (m)								0,7-1,9	0,3-1,8	0-1,5	0-1,4	1,1-2,1	2,1-3
Lithologie								Sable fin	Sable fin	Sable	Sable	Sable fin legerement limoneux	Argile
Localisation													
Bureau d'étude								EODD	EODD	EODD	EODD	EODD	EODD
Date de prélèvement								06/03/2024	06/03/2024	06/03/2024	06/03/2024	06/03/2024	06/03/2024
Matière sèche		% mass MB						**89,1**	**89,9**	**93,8**	**90,7**	**90,4**	**72**
	COT**	mg/kg MS					**30 000**	**3370**	**7730**	**7270**	**7340**	**6570**	**22500**
	GRANULOMETRIE												
	Argile (< 2 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Limons fins (2 à 20 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Limons grossiers (20 à 50 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Sables fins (50 à 210 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Sables grossiers (210 à 2000 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Fraction > 2 mm	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	HYDROCARBURES TOTAUX (C10-C40)												
	Somme des C5	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C6	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C7	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C8	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C9	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C10	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Hydrocarbures volatils C5-C10	mg/kg MS						*<10*	*<10*	*<10*	*<10,0*	*<10*	*<10*
	Hydrocarbures C10-C12	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C12-C16	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C16-C21	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C21-C35	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C35-C40	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS					**500**	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	METAUX												
	Arsenic (As)	mg/kg MS	**1 à 25**	**30 à 60**	**60 à 284**	**284**		**4**	**5**	**6**	**6**	**6**	**16**
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS	**0,05 à 0,45**	**0,45 à 2**	**2 à 46,3**	**46,3**		*<0,4*	*<0,4*	*<0,4*	*<0,4*	*<0,4*	*<0,4*
	Chrome (Cr) total	mg/kg MS	**10 à 90**	**90 à 150**	**150 à 3180**	**3180**		**12**	**14**	**16**	**15**	**16**	**26**
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS	**2 à 20**	**20 à 62**	**65 à 160**	**160**		**5**	**6**	**7**	**7**	**7**	**19**
	Mercure (Hg)	mg/kg MS	**0,02 à 0,1**	**0,15 à 2,3**		**2,3**		*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Nickel (Ni)	mg/kg MS	**2 à 60**	**60 à 130**	**130 à 2076**	**2076**		**14**	**17**	**19**	**18**	**19**	**37**
	Plomb (Pb)	mg/kg MS	**9 à 50**	**60 à 90**	**100 à 10180**	**10180**		*<10*	*<10*	**12**	*<10*	**11**	**35**
	Zinc (Zn)	mg/kg MS	**10 à 100**	**100 à 250**	**250 à 11426**	**11426**		**44**	**33**	**43**	**62**	**37**	**76**
	Sélénium (Se)	mg/kg MS	**0,1 à 0,7**	**0,8 à 2,0**	**2,0 à 4,5**	**4,5**		*<1*	*<1*	*<1*	*<1,0*	*<1*	*<1*
	Molybdène (Mo)	mg/kg MS						*<1*	*<1*	*<1*	*<1,0*	*<1*	*<1*
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS						*<1*	*<1*	*<1*	*<1,0*	*<1*	*<1*
	Baryum (Ba)	mg/kg MS						**14**	**15**	**18**	**20**	**22**	**40**
	Fer (Fe)	mg/kg MS						**11 000**	**12 000**	**15 000**	**13 000**	**14 000**	**27 000**
	Cobalt (Co)	mg/kg MS	**2 à 23**	**23 à 90**	**105 à 148**			**5**	**5**	**6**	**6**	**6**	**11**
	Vanadium (V)	mg/kg MS						**11**	**12**	**15**	**14**	**14**	**25**
	Chrome (VI)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)												
	1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Dichlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Tétrachloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Tétrachlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Trichlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Trichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Chlorure de vinyle	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Somme des COHV	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Hydrocarbures chlorés semi-volatils												
	Aldrine	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	o,p'-DDD	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	p,p'-DDD	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	o,p'-DDE	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	p,p'-DDE	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Dieldrine	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	alpha-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	beta-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	gamma-Hexachlorocyclohexane (Lindane)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	deltaHexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	epsilon-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Somme des hexachlorocyclohexanes (HCH)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	BTEX												
	Benzène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Toluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Ethylbenzène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Méta-para-xylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	ortho-xylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Cumène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Mésitylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Pseudocumène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	o-Ethyltoluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Somme CAV-BTEX	mg/kg MS						*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
	DROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES												
	Naphtalène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Acénaphtylène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Acénapthène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fluorène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Phénanthrène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fluoranthène °	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Pyrène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(a)anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Chrysène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(b)fluoranthène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(k)fluoranthène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(a)pyrène °	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Dibenzo(a-h)anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(ghi)pérylène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Indéno(1,2,3-c,d)pyrène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Somme des HAP	mg/kg MS					**50**	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
	POLYCHLOROBIPHENYLS												
	PCB n° 28	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 52	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 101	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 118	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 138	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 153	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 180	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Somme des 7 PCB	mg/kg MS					**1**	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
	METAUX												
	Arsenic (As)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	**0,05**	*<0,03*	*<0,03*
	Baryum (Ba)	mg/kg MS					**20**	**1,30**	**0,06**	*<0,05*	*<0,05*	**0,07**	**0,14**
	Chrome (Cr)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS					**2**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Molybdène (Mo)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Nickel (Ni)	mg/kg MS					**0,4**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Plomb (Pb)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Zinc (Zn)	mg/kg MS					**4**	**2,90**	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS					**0,04**	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*
	Mercure (Hg)	mg/kg MS					**0,01**	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS					**0,06**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Sélénium (Se)	mg/kg MS					**0,1**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Vanadium (V)	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fer (Fe)	mg/kg MS						**1,2**	*<0,5*	**4,8**	**10**	**9,1**	**1,3**
	Cobalt (Co)	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	TIONS, ANIONS ET ELEMENTS NON METALLIQUES												
	Fluorures (F)	mg/kg MS					**10**	*<1*	**3**	**3**	**1**	**3**	*<4*
	Chlorures (Cl)*	mg/kg MS					**800**	*<100*	**270**	**140**	*<100*	*<100*	*<100*
	Sulfates (SO4)*	mg/kg MS					**1000**	*<100*	**410**	**150**	*<100*	*<100*	*<100*
	AUTRES PARAMETRES												
	COT**	mg/kg MS					**500**	*<30*	*<30*	*<30*	*<30,0*	*<30*	*<30*
	Fraction soluble*	mg/kg MS					**4 000**	**1 400**	**2 300**	**2 400**	*<1000*	*<1 000*	**2 400**
	Phénol (indice)	mg/kg MS					**1**	*<0,1*	**0,34**	*<0,1*	**0,16**	*<0,1*	*<0,1*
	Acceptabilité ISDI							Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Teneurs significatives												

Sur Brut

Sur Eluat

Document provisoire

			Gammes de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires"	Gammes de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gammes de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles	Teneurs supérieures aux gammes de valeurs dans le cas de fortes anomalies naturelles	Arrêté du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations de stockage de déchets inertes	**E51 (0-1,5)**	**E52 (0-1,5)**	**E52 (1,5-2)**	**E53 (0-1,5)**	**E53 (1,9-2,5)**	**E54 (0-1,5)**
Sondage Profondeur (m)								0-1,5	0-1,5	0,5-2	0-1,5	1,9-2,5	0-1,5
Lithologie								Sable fin	Sable fin	Argiles très plastiques	Sable fin	Argile	Sable fin
Localisation													
Bureau d'étude								EODD	EODD	EODD	EODD	EODD	EODD
Date de prélèvement								06/03/2024	05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024
Matière sèche		% mass MB						**92,8**	**90,5**	**65,5**	**74,3**	**69,1**	**87,2**
COT**		mg/kg MS					**30 000**	**7960**	**6890**	**105000**	**7610**	**36800**	**7630**
	GRANULOMETRIE												
	Argile (< 2 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Limons fins (2 à 20 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Limons grossiers (20 à 50 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Sables fins (50 à 210 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Sables grossiers (210 à 2000 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Fraction > 2 mm	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	HYDROCARBURES TOTAUX (C10-C40)												
	Somme des C5	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C6	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C7	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C8	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C9	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C10	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Hydrocarbures volatils C5-C10	mg/kg MS						*<10*	*<10*	*<10*	*<10*	*<10*	*<10*
	Hydrocarbures C10-C12	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C12-C16	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C16-C21	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C21-C35	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C35-C40	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS					**500**	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	METAUX												
	Arsenic (As)	mg/kg MS	**1 à 25**	**30 à 60**	**60 à 284**	**284**		**6**	**4**	**25**	**4**	**14**	**5**
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS	**0,05 à 0,45**	**0,45 à 2**	**2 à 46,3**	**46,3**		*<0,4*	*<0,4*	*<0,4*	*<0,4*	*<0,4*	*<0,4*
	Chrome (Cr) total	mg/kg MS	**10 à 90**	**90 à 150**	**150 à 3180**	**3180**		**16**	**13**	**28**	**12**	**24**	**11**
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS	**2 à 20**	**20 à 62**	**65 à 160**	**160**		**6**	**5**	**26**	**6**	**21**	**7**
	Mercure (Hg)	mg/kg MS	**0,02 à 0,1**	**0,15 à 2,3**		**2,3**		*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Nickel (Ni)	mg/kg MS	**2 à 60**	**60 à 130**	**130 à 2076**	**2076**		**18**	**15**	**37**	**14**	**34**	**14**
	Plomb (Pb)	mg/kg MS	**9 à 50**	**60 à 90**	**100 à 10180**	**10180**		**10**	*<10*	**35**	**11**	**32**	**13**
	Zinc (Zn)	mg/kg MS	**10 à 100**	**100 à 250**	**250 à 11426**	**11426**		**35**	**30**	**80**	**97**	**73**	**86**
	Sélénium (Se)	mg/kg MS	**0,1 à 0,7**	**0,8 à 2,0**	**2,0 à 4,5**	**4,5**		*<1*	*<1*	*<1*	*<1*	*<1*	*<1*
	Molybdène (Mo)	mg/kg MS						*<1*	*<1*	**7**	*<1*	*<1*	*<1*
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS						*<1*	*<1*	*<1*	*<1*	**2**	*<1*
	Baryum (Ba)	mg/kg MS						**18**	**14**	**42**	**20**	**46**	**25**
	Fer (Fe)	mg/kg MS						**14 000**	**11 000**	**30 000**	**10 000**	**24 000**	**11 000**
	Cobalt (Co)	mg/kg MS	**2 à 23**	**23 à 90**	**105 à 148**			**6**	**5**	**12**	**4**	**11**	**5**
	Vanadium (V)	mg/kg MS						**14**	**11**	**33**	**11**	**25**	**11**
	Chrome (VI)	mg/kg MS						*<5*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)												
	1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Dichlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Tétrachloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Tétrachlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Trichlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Trichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Chlorure de vinyle	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Somme des COHV	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Hydrocarbures chlorés semi-volatils												
	Aldrine	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	o,p'-DDD	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	p,p'-DDD	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	o,p'-DDE	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	p,p'-DDE	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Dieldrine	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	alpha-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	beta-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	gamma-Hexachlorocyclohexane (Lindane)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	deltaHexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	epsilon-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Somme des hexachlorocyclohexanes (HCH)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	BTEX												
	Benzène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Toluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Ethylbenzène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Méta-para-xylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	ortho-xylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Cumène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Mésitylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Pseudocumène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	o-Ethyltoluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Somme CAV-BTEX	mg/kg MS						*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
	DROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES												
	Naphtalène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Acénaphtylène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Acénaphthène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fluorène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Phénanthrène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	**0,27**	*<0,05*
	Anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fluoranthène °	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	**0,23**	*<0,05*
	Pyrène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	**0,26**	*<0,05*
	Benzo(a)anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,10*	*<0,05*
	Chrysène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,06*	*<0,05*
	Benzo(b)fluoranthène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,08*	*<0,05*
	Benzo(k)fluoranthène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(a)pyrène °	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,06*	*<0,05*
	Dibenzo(a-h)anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(ghi)pérylène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Indéno(1,2,3-c,d)pyrène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Somme des HAP	mg/kg MS					**50**	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	**0,77**	*-/-*
	POLYCHLOROBIPHENYLS												
	PCB n° 28	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 52	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 101	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 118	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 138	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 153	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 180	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Somme des 7 PCB	mg/kg MS					**1**	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
	METAUX												
	Arsenic (As)	mg/kg MS					**0,5**	**0,03**	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*
	Baryum (Ba)	mg/kg MS					**20**	**0,06**	*<0,05*	**0,16**	*<0,05*	**0,06**	**0,06**
	Chrome (Cr)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS					**2**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Molybdène (Mo)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,1*	*<0,1*	**0,49**	*<0,1*	**0,13**	*<0,1*
	Nickel (Ni)	mg/kg MS					**0,4**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Plomb (Pb)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Zinc (Zn)	mg/kg MS					**4**	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS					**0,04**	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*
	Mercure (Hg)	mg/kg MS					**0,01**	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS					**0,06**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	**0,08**	*<0,05*
	Sélénium (Se)	mg/kg MS					**0,1**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Vanadium (V)	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fer (Fe)	mg/kg MS						**17**	**0,8**	*<0,5*	**3,2**	*<0,5*	*<0,5*
	Cobalt (Co)	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	TIONS, ANIONS ET ELEMENTS NON METALLIQUES												
	Fluorures (F)	mg/kg MS					**10**	**3**	**4**	**5**	*<1*	**5**	**4**
	Chlorures (Cl)*	mg/kg MS					**800**	*<100*	*<100*	*<100*	*<100*	**340**	*<100*
	Sulfates (SO4)*	mg/kg MS					**1000**	*<100*	*<100*	**960**	*<100*	**330**	**480**
	AUTRES PARAMETRES												
	COT**	mg/kg MS					**500**	*<30*	*<18*	**43**	*<18*	**62**	*<18*
	Fraction soluble*	mg/kg MS					**4 000**	*<1 000*	*<1 000*	**3 200**	*<1 000*	**2 700**	*<1 000*
	Phénol (indice)	mg/kg MS					**1**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Acceptabilité ISDI							Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
	Teneurs significatives												

Sur Brut

Sur Eluat

Document provisoire

			Gammes de valeurs courrament observées dans les sols "ordinaires"	Gammes de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gammes de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles	Teneurs supérieures aux gammes de valeurs dans le cas de fortes anomalies naturelles	Arrêté du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations de stockage de déchets inertes	E55 (0-1,6)	E55 (1,6-2,7)	E56 (0-0,2)	E56 (1,6-2,7)	E57(0-0,1)	E57 (0,1-1,6)
Sondage Profondeur (m)								0-1,6	0,6-2,7	0-0,2	1,6-2,7	0-0,1	0,1-1,6
Lithologie								Sable tres legerement limoneux	Argile	Sable limoneux	Argile legerement limoneuse	Sable fin	Sable fin
Localisation													
Bureau d'étude								EODD	EODD	EODD	EODD	EODD	EODD
Date de prélèvement								05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024
Matière sèche		% mass MB						**92,5**	**71**	**92,1**	**67,8**	**79,5**	**85,2**
	COT**	mg/kg MS					**30 000**	**10000**	**89600**	**16900**	**78100**	**39000**	**13000**
	GRANULOMETRIE												
	Argile (< 2 µm)	g/kg MB						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Limons fins (2 à 20 µm)	g/kg MB						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Limons grossiers (20 à 50 µm)	g/kg MB						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Sables fins (50 à 210 µm)	g/kg MB						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Sables grossiers (210 à 2000 µm)	g/kg MB						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Fraction > 2 mm	g/kg MB						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	HYDROCARBURES TOTAUX (C10-C40)												
	Somme des C5	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C6	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C7	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C8	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C9	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C10	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Hydrocarbures volatils C5-C10	mg/kg MS						*<10*	*<10*	*<10*	*<10*	*<10,0*	*<10*
	Hydrocarbures C10-C12	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C12-C16	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C16-C21	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C21-C35	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C35-C40	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS					**500**	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*	**29**	*<20*
	METAUX												
	Arsenic (As)	mg/kg MS	**1 à 25**	**30 à 60**	**60 à 284**	**284**		**6**	**9**	**8**	**35**	**10**	**7**
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS	**0,05 à 0,45**	**0,45 à 2**	**2 à 46,3**	**46,3**		*<0,4*	*<0,4*	**0,5**	*<0,4*	**1,5**	*<0,4*
	Chrome (Cr) total	mg/kg MS	**10 à 90**	**90 à 150**	**150 à 3180**	**3180**		**12**	**18**	**66**	**32**	**72**	**13**
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS	**2 à 20**	**20 à 62**	**65 à 160**	**160**		**4**	**12**	**24**	**34**	**23**	**5**
	Mercure (Hg)	mg/kg MS	**0,02 à 0,1**	**0,15 à 2,3**		**2,3**		*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Nickel (Ni)	mg/kg MS	**2 à 60**	**60 à 130**	**130 à 2076**	**2076**		**14**	**25**	**38**	**43**	**33**	**16**
	Plomb (Pb)	mg/kg MS	**9 à 50**	**60 à 90**	**100 à 10180**	**10180**		*<10*	**13**	**38**	**41**	**57**	*<10*
	Zinc (Zn)	mg/kg MS	**10 à 100**	**100 à 250**	**250 à 11426**	**11426**		**26**	**47**	**250**	**99**	**430**	**35**
	Sélénium (Se)	mg/kg MS	**0,1 à 0,7**	**0,8 à 2,0**	**2,0 à 4,5**	**4,5**		*<1*	*<1*	*<1*	*<1*	*<1,0*	*<1*
	Molybdène (Mo)	mg/kg MS						*<1*	*<1*	**3**	**1**	**3**	*<1*
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS						*<1*	*<1*	*<1*	*<1*	**1**	*<1*
	Baryum (Ba)	mg/kg MS						**13**	**37**	**63**	**56**	**40**	**16**
	Fer (Fe)	mg/kg MS						**11 000**	**17 000**	**23 000**	**33 000**	**28 000**	**12 000**
	Cobalt (Co)	mg/kg MS	**2 à 23**	**23 à 90**	**105 à 148**			**4**	**8**	**7**	**14**	**7**	**5**
	Vanadium (V)	mg/kg MS						**11**	**18**	**20**	**36**	**23**	**12**
	Chrome (VI)	mg/kg MS						*<5*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)												
	1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Dichlorométhane	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Tétrachloroéthylène	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Tétrachlorométhane	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Trichlorométhane	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Trichloroéthylène	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Chlorure de vinyle	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Somme des COHV	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Hydrocarbures chlorés semi-volatils												
	Aldrine	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	o,p'-DDD	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	p,p'-DDD	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	o,p'-DDE	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	p,p'-DDE	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Dieldrine	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	alpha-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	beta-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	gamma-Hexachlorocyclohexane (Lindane)	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	deltaHexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	epsilon-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	Somme des hexachlorocyclohexanes (HCH)	mg/kg MS						*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*	*n.a*
	BTEX												
	Benzène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Toluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Ethylbenzène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Méta-para-xylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	ortho-xylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Cumène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Mésitylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Pseudocumène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	o-Ethyltoluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Somme CAV-BTEX	mg/kg MS						*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
	DROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES												
	Naphtalène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Acénaphtylène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Acénapthène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fluorène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Phénanthrène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,07*	*<0,05*
	Anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fluoranthène °	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	**0,1**	*<0,05*
	Pyrène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,07*	*<0,05*
	Benzo(a)anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Chrysène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(b)fluoranthène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	**0,15**	*<0,05*
	Benzo(k)fluoranthène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(a)pyrène °	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,07*	*<0,05*
	Dibenzo(a-h)anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(ghi)pérylène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,06*	*<0,05*
	Indéno(1,2,3-c,d)pyrène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Somme des HAP	mg/kg MS					**50**	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*	**0,25**	*-/-*
	POLYCHLOROBIPHENYLS												
	PCB n° 28	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 52	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 101	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 118	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 138	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	**0,04**	*<0,01*	**0,013**	*<0,01*
	PCB n° 153	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	**0,05**	*<0,01*	**0,013**	*<0,01*
	PCB n° 180	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	**0,05**	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Somme des 7 PCB	mg/kg MS					**1**	*-/-*	*-/-*	**0,15**	*-/-*	**0,025**	*-/-*
Sur Eluat	**METAUX**												
	Arsenic (As)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*
	Baryum (Ba)	mg/kg MS					**20**	*<0,05*	**0,17**	**0,08**	**0,11**	**0,1**	**0,12**
	Chrome (Cr)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS					**2**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Molybdène (Mo)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,1*	**0,30**	*<0,1*	**0,26**	*<0,1*	*<0,1*
	Nickel (Ni)	mg/kg MS					**0,4**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Plomb (Pb)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Zinc (Zn)	mg/kg MS					**4**	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS					**0,04**	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*
	Mercure (Hg)	mg/kg MS					**0,01**	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*	*<0,001*
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS					**0,06**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	**0,05**	*<0,05*	*<0,05*
	Sélénium (Se)	mg/kg MS					**0,1**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Vanadium (V)	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	**0,05**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fer (Fe)	mg/kg MS						**0,7**	*<0,5*	**9,4**	**1,5**	**2,7**	**0,8**
	Cobalt (Co)	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	TIONS, ANIONS ET ELEMENTS NON METALLIQUES												
	Fluorures (F)	mg/kg MS					**10**	**4**	**8**	**1**	**8**	**1**	**8**
	Chlorures (Cl)*	mg/kg MS					**800**	**360**	**4500**	*<100*	**210**	**100**	**780**
	Sulfates (SO4)*	mg/kg MS					**1000**	**170**	**20 000**	*<100*	**820**	**190**	**1 900**
	AUTRES PARAMETRES												
	COT**	mg/kg MS					**500**	*<18*	**40**	**49**	**70**	**60**	*<18*
	Fraction soluble*	mg/kg MS					**4 000**	**1 300**	**41 000**	*<1 000*	**4 600**	**1400**	**6 200**
	Phénol (indice)	mg/kg MS					**1**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Acceptabilité ISDI							Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non
	Teneurs significatives												

Document provisoire

	Sondage Profondeur (m)		Gammes de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires"	Gammes de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gammes de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles	Teneurs supérieures aux gammes de valeurs dans le cas de fortes anomalies naturelles	Arrêté du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations de stockage de déchets inertes	E58 (0-1,3)	E59 (0-0,1)	E71 (0-1,4)	E71 (1,4-2,3)
								0-1,3	0-0,1	0-1,4	1,4-2,3
	Lithologie							Sables limoneux	Sables fins	Sable fin	Argiles limoneuse
	Localisation										
	Bureau d'étude							EODD	EODD	EODD	EODD
	Date de prélèvement							05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024	05/03/2024
	Matière sèche	% mass MB						**88,6**	**87,2**	**82,8**	**76,9**
	COT**	mg/kg MS					**30 000**	**7280**	**17000**	**5880**	**16000**
	GRANULOMETRIE										
	Argile (< 2 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Limons fins (2 à 20 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Limons grossiers (20 à 50 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Sables fins (50 à 210 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Sables grossiers (210 à 2000 µm)	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Fraction > 2 mm	g/kg MB						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	HYDROCARBURES TOTAUX (C10-C40)										
	Somme des C5	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C6	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C7	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C8	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C9	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Somme des C10	mg/kg MS						*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*	*<1,5*
	Hydrocarbures volatils C5-C10	mg/kg MS						*<10*	*<10*	*<10*	*<10*
	Hydrocarbures C10-C12	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C12-C16	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C16-C21	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C21-C35	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Hydrocarbures C35-C40	mg/kg MS						*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS					**500**	*<20*	*<20*	*<20*	*<20*
	METAUX										
	Arsenic (As)	mg/kg MS	**1 à 25**	**30 à 60**	**60 à 284**	**284**		**8**	**37**	**6**	**7**
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS	**0,05 à 0,45**	**0,45 à 2**	**2 à 46,3**	**46,3**		*<0,4*	**0,6**	*<0,4*	*<0,4*
	Chrome (Cr) total	mg/kg MS	**10 à 90**	**90 à 150**	**150 à 3180**	**3180**		**120**	**3 800**	**13**	**18**
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS	**2 à 20**	**20 à 62**	**65 à 160**	**160**		**29**	**350**	**4**	**12**
	Mercure (Hg)	mg/kg MS	**0,02 à 0,1**	**0,15 à 2,3**		**2,3**		*<0,1*	**0,2**	*<0,1*	*<0,1*
	Nickel (Ni)	mg/kg MS	**2 à 60**	**60 à 130**	**130 à 2076**	**2076**		**54**	**160**	**14**	**23**
	Plomb (Pb)	mg/kg MS	**9 à 50**	**60 à 90**	**100 à 10180**	**10180**		**12**	**92**	*<10*	**16**
	Zinc (Zn)	mg/kg MS	**10 à 100**	**100 à 250**	**250 à 11426**	**11426**		**44**	**660**	**29**	**48**
	Sélénium (Se)	mg/kg MS	**0,1 à 0,7**	**0,8 à 2,0**	**2,0 à 4,5**	**4,5**		*<1*	*<1*	*<1*	*<1*
	Molybdène (Mo)	mg/kg MS						**7**	**110**	*<1*	*<1*
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS						*<1*	**4**	*<1*	*<1*
	Baryum (Ba)	mg/kg MS						**19**	**240**	**15**	**43**
	Fer (Fe)	mg/kg MS						**24 000**	**120 000**	**11 000**	**17 000**
	Cobalt (Co)	mg/kg MS	**2 à 23**	**23 à 90**	**105 à 148**			**8**	**12**	**5**	**7**
	Vanadium (V)	mg/kg MS						**14**	**260**	**12**	**18**
	Chrome (VI)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)										
	1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Dichlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Tétrachloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Tétrachlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Trichlorométhane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Trichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Chlorure de vinyle	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Somme des COHV	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Hydrocarbures chlorés semi-volatils										
	Aldrine	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	o,p'-DDD	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	p,p'-DDD	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	o,p'-DDE	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	p,p'-DDE	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Dieldrine	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	alpha-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	beta-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	gamma-Hexachlorocyclohexane (Lindane)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	deltaHexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	epsilon-Hexachlorocyclohexane	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	Somme des hexachlorocyclohexanes (HCH)	mg/kg MS						*n a*	*n a*	*n a*	*n a*
	BTEX										
	Benzène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Toluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Ethylbenzène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Méta-para-xylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	ortho-xylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Cumène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Mésitylène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Pseudocumène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	o-Ethyltoluène	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Somme CAV-BTEX	mg/kg MS						*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
	DROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES										
	Naphtalène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Acénaphtylène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Acénapthène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fluorène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Phénanthrène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Fluoranthène °	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Pyrène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(a)anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Chrysène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(b)fluoranthène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(k)fluoranthène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(a)pyrène °	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Dibenzo(a-h)anthracène	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Benzo(ghi)pérylène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Indéno(1,2,3-c,d)pyrène *°	mg/kg MS						*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Somme des HAP	mg/kg MS					**50**	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
	POLYCHLOROBIPHENYLS										
	PCB n° 28	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 52	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 101	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 118	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 138	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 153	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB n° 180	mg/kg MS						*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Somme des 7 PCB	mg/kg MS					**1**	*-/-*	*-/-*	*-/-*	*-/-*
Sur Eluat	**METAUX**										
	Arsenic (As)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	**0,05**
	Baryum (Ba)	mg/kg MS					**20**	*<0,05*	**0,20**	*<0,05*	**0,07**
	Chrome (Cr)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,05*	**0,44**	*<0,05*	*<0,05*
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS					**2**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Molybdène (Mo)	mg/kg MS					**0,5**	**0,16**	**0,25**	*<0,1*	**0,11**
	Nickel (Ni)	mg/kg MS					**0,4**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Plomb (Pb)	mg/kg MS					**0,5**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Zinc (Zn)	mg/kg MS					**4**	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*	*<0,5*
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS					**0,04**	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*	*<0,015*
	Mercure (Hg)	mg/kg MS					**0,01**	*<0,001*	**0,001**	*<0,001*	*<0,001*
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS					**0,06**	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*
	Sélénium (Se)	mg/kg MS					**0,1**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Vanadium (V)	mg/kg MS						*<0,05*	**0,84**	*<0,05*	*<0,05*
	Fer (Fe)	mg/kg MS						**2,4**	*<0,5*	**1,3**	**3,9**
	Cobalt (Co)	mg/kg MS						*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	TIONS, ANIONS ET ELEMENTS NON METALLIQUES										
	Fluorures (F)	mg/kg MS					**10**	**4**	**3**	**3**	**3**
	Chlorures (Cl)*	mg/kg MS					**800**	*<100*	*<100*	*<100*	*<100*
	Sulfates (SO4)*	mg/kg MS					**1000**	*<100*	*<100*	*<100*	*<100*
	AUTRES PARAMETRES										
	COT**	mg/kg MS					**500**	*<18*	*<18*	*<18*	**47**
	Fraction soluble*	mg/kg MS					**4 000**	*<1 000*	**2 120**	*<1 000*	**1 800**
	Phénol (indice)	mg/kg MS					**1**	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*	*<0,1*
	Acceptabilité ISDI							Oui	Oui	Oui	Oui

Légende :
-/- : non détecté
na : non analysé
< : inférieur à la LQ
en gras : concentrations > aux LQ du laboratoire

*Fraction soluble, chlorures et sulfates : Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs de seuils, il peut être jugé conforme s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et sulfate, soit celle associée à la fraction soluble

**COT : Si le déchet ne respecte pas la valeur limite pour le cabone organique total sur éluat, il peut faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5-8,0

Une valeur plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluat, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,0

Concentrations supérieures aux valeurs limites d'admissibilité en ISDI
Teneurs dans les Gammes de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires"
Teneurs dans les Gammes de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées
Teneurs dans les Gammes de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
Teneurs supérieures aux gammes de valeurs dans le cas de fortes anomalies naturelles

Provisoire

Tableau 5 : Synthèse des résultats analytiques sur les sols

Sondage		Dioxines/furanes dans les sols français : troisième état des lieux (BRGM)				E49 (0-1,4)	E57(0-0.1)	E59 (0-0.1)
Lithologie		Sols ruraux et urbains	Sols urbains et sous influence industrielle	Sols sous influence industrielle	Concentrations supérieures aux valeurs de références	Sable	Sable fin	Sables fins brun sombre sec avec machefers
Prof. échantillonnage						(0-1,4)	(0-0,1)	(0-0,1)
Matière sèche	% Masse MB					90,7	79,5	87,9
Dioxines								
2,3,7,8 TCDD	ng/kg MS					<1,0	<1,0	<1,0
1,2,3,7,8 PeCDD	ng/kg MS					<2,0	<2,0	<2,0
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg MS					<3,0	<3,0	<3,0
1,2,3,6,7,8 HxCDD	ng/kg MS					<3,0	<3,0	<3,0
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg MS					<3,0	<3,0	<3,0
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	ng/kg MS					<15	<15	19
Octa CDD	ng/kg MS					<50	97	51
Somme des tetra CDD	ng/kg MS					<10	<10	<10
Somme des penta CDD	ng/kg MS					<20	<20	<20
Somme des Hexa CDD	ng/kg MS					<30	<30	<30
Somme des hepta CDD	ng/kg MS					<30	29	39
Somme des TCDD restants	ng/kg MS					<10	<10	<10
Somme des PeCDD restants	ng/kg MS					<20	<20	<20
Somme des HxCDD restants	ng/kg MS					<30	<30	<30
Somme des HpCDD restants	ng/kg MS					<30	29	20
Furanes								
2,3,7,8 TCDF	ng/kg MS					<2,0	8,6	3,6
1,2,3,7,8 PeCDF	ng/kg MS					<2,0	4,6	2,4
2,3,4,7,8 PeCDF	ng/kg MS					<2,0	11	3,6
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg MS					<3,0	55	5,3
1,2,3,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS					<3,0	7,7	4,6
2,3,4,6,7,8 HxBDF	ng/kg MS					<3,0	13	6,2
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg MS					<3,0	<3,0	<3,0
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	ng/kg MS					<15	93	31
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg MS					<15	<15	<15
Octa CDF	ng/kg MS					<50	<50	<50
Somme des tetra CDF	ng/kg MS					<20	52	51
Somme des penta CDF	ng/kg MS					<20	49	44
Somme des Hexa CDF	ng/kg MS					<30	130	49
Somme des Hepta CDF	ng/kg MS					<60	120	44
Somme des TCDF restants	ng/kg MS					<20	43	47
Somme des PeCDF restants	ng/kg MS					<20	33	38
Somme des HxCDF restants	ng/kg MS					<30	56	33
Somme des HpCDF restants	ng/kg MS					<60	26	13
Valeurs calculées								
Somme PCDD (tetra-octa)	ng/kg MS					-/-	130	90
Somme PCDF (tetra-octa)	ng/kg MS					-/-	350	190
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	ng/kg MS					-/-	480	280
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	ng/kg MS					-/-	12,8	3,65
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	ng/kg MS	< 2	2 à 8	8 à 17	>17	6,44	17,3	8,01
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	ng/kg MS					3,22	15,1	5,83

Légende :
< : inférieur à la LQ
en gras : concentrations > aux LQ du laboratoire
(1) Dioxine / Furanes dans les sols français : troisième état des lieux - analyses 1998-2012 - Rapport final BRGM/RP-63111-FR Décembre 2013. Données statistiques du TEQ en fonction des contextes sur les 527 analyses complètes et TEQ OMS- Valeurs
(2) Avis AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) 2009

Teneurs en Sols urbains et sous influence industrielle

Teneurs en Sols sous influence industrielle

Illustration 9: Résultats d'analyses des dioxines furanes sur les sols

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

7.2.3.3 Présentation des résultats

Le tableau ci-dessous présent les résultats obtenus à l'issus des analyses.

Zones d'intérêt	Nom du sondage	Impacts de pollution mis en évidence
Aucune (sondages de maillage du terrain)	E42, E45	• Absence d'impact au droit de l'échantillon E42(0-0,3) en éléments organiques. En effet les concentrations obtenues en BTEX, HAP, PCB et HCT C_{10}-C_{40} sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire ; • L'échantillon E42(0-0,3) présente des concentrations en chrome, plomb, cuivre et zinc, séléniums compris dans la gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles. A noter les concentrations en chrome de 8 000 mg/kg et en cuivre de 200 mg/kg supérieures à la gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles ; • A titre indicatif sur éluât, les concentrations en chrome ainsi qu'en fluorures sont supérieures aux valeurs seuils de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes sur brut et sur éluât.
		• Absence d'impact au droit de l'échantillon E45(0,1-1,6) en éléments organiques et inorganiques. En effet les concentrations obtenues en BTEX, HAP, PCB et HCT C_{10}-C_{40} sont inférieures ou proches des limites de quantification du laboratoire ; • Les concentrations en métaux sont comprises dans la gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" ; • A titre indicatif, ces concentrations en éléments organiques et en métaux sur éluât sont inférieures aux valeurs seuils de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes sur brut et sur éluât.
Voies ferrées	E43, E52	• Absence d'impact au droit des échantillons E43(0,1-2,6) et E52 (0-1,5) en éléments organiques et inorganiques. En effet les concentrations obtenues en BTEX, HAP, PCB et HCT C_{10}-C_{40} sont inférieures à la limité de quantification du laboratoire ; • Les concentrations en métaux sont comprises dans la gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" ou dans la gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées ; • A titre indicatif seul l'échantillon E43(2-2,6) présente des concentrations sur éluât en sulfates associées à la fraction soluble ainsi qu'en fluorures supérieures aux valeurs seuils de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes.
Zone de dépôts de déchets	E44, E46, E47, E48, E49, E50, E55, E56, E59, E71	• Absence d'impact au droit des échantillons E47(0,3-1,8), E48 (0-1,5), E49(0-1,4), E50(1,1- 3), E55(0-2,7) et E71(0-2,3) en éléments organiques et inorganiques. En effet les concentrations obtenues en BTEX, HAP, PCB et HCT C_{10}-C_{40} sont inférieures ou proches de la limite de quantification du laboratoire sur l'ensemble des sondages ; • Les concentrations en métaux sont comprises dans la gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" ou dans la gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées.
		• L'échantillon E44(0-0,2) présente des concentrations en chrome et en zinc comprises dans la gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles ; • L'échantillon E46 (0,2-0,7) et l'échantillon E56(0-0,2) présentent des concentrations en zinc comprises dans la gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles ; • L'échantillon E59 (0-0,1) présente des concentrations en chrome, cuivre, nickel et zinc, comprises dans la gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles. A noter que les concentrations en chrome (3 800 mg/kg), et cuivre (350 mg/kg), sont supérieures à la gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles.

Doc

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

		A titre indicatif les échantillons présentent des concentrations supérieures aux valeurs seuils de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes pour : E44(0-0,2) en chrome sur éluât, et E55(1,6-2,7) en chlorures, associé aux sulfates et à la fraction soluble sur éluât. • Le reste des sondages ne présentent pas de dépassement des valeurs seuils de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes.
		• L'absence de détection en dioxines et en furanes a été mis en évidence pour les composés unitaires pour l'échantillon E49(0-1,4). A noter néanmoins une concentration calculée (PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ) comprise dans la gamme des sols urbains et sous influence industrielle.
Qualification de la qualité des sols où des dépôts ont été identifiés	E53, E54	• Absence d'impact au droit des échantillons E53(0-2,5), et E54(0-1,5) en éléments organiques et inorganiques. En effet les concentrations obtenues en BTEX, HAP, PCB et HCT C_{10}-C_{40} sont inférieures ou proches de la limite de quantification du laboratoire sur l'ensemble des sondages. • Les concentrations en métaux sont comprises dans la gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires".
		• A titre indicatif seul l'échantillon E53(1,9-2,5) présente sur éluât une concentration en antimoine, supérieurs aux valeurs seuils de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes sur brut et sur éluât.
Voiture brulée	E57	• Absence d'impact au droit de l'échantillons E57(0,1-1,6), en éléments organiques et inorganiques. En effet les concentrations obtenues en BTEX, HAP, PCB et HCT C_{10}-C_{40} sont inférieures ou proches de la limite de quantification du laboratoire ; • Les concentrations en métaux sont comprises dans les gammes de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires", à l'exception d'une anomalie en zinc comprises dans la gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles fortes sur le sondage E57(0-0,1) ; • A titre indicatif seul l'échantillon E57(0,1-1,6) présente sur éluât une concentration en fraction soluble, associée aux sulfates, supérieure aux valeurs seuils de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes sur brut et sur éluât ; • La détection de composé unitaire en dioxines de 29 ng/kg et de 26 ng/kg en furanes ont été quantifiés. A titre de comparaison la concentration calculée (PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ) est comprise dans la gamme des sols sous influence industrielle.
Traverses de chemin de fer	E58	• Absence d'impact au droit de l'échantillon E58 (0-1,3) en éléments organiques et inorganiques. En effet les concentrations obtenues en BTEX, HAP, PCB et HCT C_{10}-C_{40} sont inférieures ou proches de la limite de quantification du laboratoire ; • Les concentrations en métaux sont comprises dans la gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" ; • A titre indicatif ces concentrations sont inférieures aux valeurs seuils de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes sur brut et sur éluât.

Doc

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

En synthèse :

- **Absence d'impact en composé organique** au droit de l'ensemble du site d'étude ;
- **Anomalies en métaux** au droit des échantillons **E42(0-0,3), E44(0-0,2), E46 (0,2-0,7), E56(0-0,2), E59 (0-0,1)**. En effet les concentrations observées sont comprises dans la gamme de valeurs observées dans le cas de **fortes anomalies naturelles, voir supérieures à celles-ci pour le chrome et le cuivre** ; A noter que les métaux présentes un caractère lixiviable, avec en particulier le chrome qui dépasse le seuil de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes sur brut et sur éluât. Concernant le chrome VI, les échantillons analysés pour ce paramètre présentent de faibles concentrations en chrome total. Compte tenu du faible échantillonnage analysés pour le chrome VI, il revient à l'exploitant de compléter et d'améliorer la connaissance de la qualité des terrains par rapport au chrome VI et d'adapter les éventuelles mesures pouvant en résulter.
- Détection de composé unitaire en dioxines de 29 ng/kg et de 26 ng/kg en furanes au droit de l'échantillon **E57(0,1-1,6)**, avec notamment une concentration calculée (PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ) comprise dans la gamme des sols sous influence industrielle.

Echantillons	Impacts de pollution
E42(0-0,3) E44(0-0,2) E46 (0,2-0,7) E56(0-0,2) E59 (0-0,1)	Anomalie en métaux
E57(0,1-1,6)	Anomalie en dioxines furanes

Tableau 6: Tableau de synthèse des impacts dans les sols

L'illustration suivante présente la cartographie des impacts identifiés au niveau de la matrice sol.

Document



Illustration 10 : Cartographie des impacts identifiés au niveau de la matrice sols

7.2.3.4 Synthèse des résultats vis-à-vis de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14

Le tableau ci-dessous synthétise le caractère « non inerte » des sols au droit de la zone d'étude au titre de l'Arrêté Ministériel du 12/12/14 relatif aux conditions d'admission des déchets dans les installations de stockage de déchets inertes.

Echantillons « non inertes »	Paramètres déclassants (analytique et organoleptique)
E42(0-0,3)	• Chrome • Fluorures • Réfractaires et mâchefers
E43 (2-2,6)	• Sulfates associés à la fraction soluble • Fluorures
E44 (0-0,2)	• Chrome
E53 (1,9-2,5)	• Antimoine
E55 (1,6-2,7)	• Chlorures, associé aux sulfates • Fraction soluble
E57 (0,1-1,6)	• Fraction soluble, associée aux sulfates
E59 (0-0,1)	• Sables fins brun sombre sec avec mâchefers

Tableau 7: Tableau de synthèse des échantillons « non intertes » au titre de l'AM du 12/12/14

Document

7.3 Investigations sur les eaux souterraines (A210)

7.3.1 Description des investigations réalisées

En vue de caractériser la qualité des eaux souterraines au droit du site, les investigations ont consisté en la pose de 2 piézomètres :

- PZE1 : en amont hydraulique supposé,
- PZE2 : en aval hydraulique supposé,

Puis en la réalisation d'une campagne de prélèvements au sein de ces ouvrages et des ouvrages déjà présents au droit de l'usine ASCOMETAL.

Les piézomètres ont été réalisés le 29 février et le 20 mars 2024 par la société SOLUM sous le contrôle de Montaigne MOMPHILE, Ingénieur d'Études au sein d'EODD Ingénieurs Conseils.

Ils ont été réalisés jusqu'à 7 m de profondeur, de manière à recouper une colonne d'eau suffisante permettant la réalisation de prélèvements représentatifs des eaux souterraines (profondeur supposée de la nappe de l'ordre de 2 m).

Ils ont été forés à l'odex à l'air et à l'eau jusqu'à -7,5 m et équipés en tubes PEHD (diamètre 80 mm), pleins de 0 à -1 m puis crépinés au-delà. Un massif filtrant a été mis en place au niveau de la zone crépinée, puis un bouchon étanche (bentonite) a été constitué au niveau de la zone pleine. Un massif béton comportant une tête de protection finalise l'équipement des ouvrages. Les ouvrages ont ensuite été développés par pompage. A noter que tous les ouvrages à l'exception de PZE2 ont été équipés avec des crépines de 51/60 mm et du massif filtrant de 1/2mm.

A l'issue de la foration des piézomètres, les cuttings, en faible volume et ne présentant pas d'indices de pollution, ont été laissés sur site dans des big-bags.

Les coupes techniques des piézomètres sont jointes en Annexe 7.

L'ensemble des ouvrages a été nivelé (référencement X Y Z) le 21 mars 2024 par le cabinet de géomètres-experts QUADRAFONCIER de manière à pouvoir définir précisément le sens d'écoulement des eaux souterraines au droit du site. La localisation précise des équipements est référencée sur la coupe de sondage des piézomètres en Annexe 7.

Les prélèvements d'eau ont été réalisés le 25 et 26 mars 2024, par Montaigne MOMPHILE Ingénieur d'Études et Claire DEVIMES, opératrice spécialisée Sites et Sols Pollués d'EODD Ingénieurs Conseils, conformément à la norme NFX 31-615.

Afin d'éviter les éventuelles contaminations croisées, les prélèvements ont été effectués :

- De l'amont hydraulique supposé vers l'aval ;
- Avec du matériel à usage unique ou entretenu et suivi conforme aux exigences qualité (changement des tuyaux, protocole de rinçage, etc…).

Document provisoire

Le mode opératoire des prélèvements est le suivant :

	Etape	Objectifs	Mode opérationnel
1	Mesure du niveau statique de la nappe	Détermination du niveau statique par rapport à un repère + mesure du fond pour vérification du colmatage de l'ouvrage	Utilisation d'une sonde piézométrique
2	Purge de l'ouvrage	Renouvellement de l'eau contenue dans la colonne de captage + rinçage du dispositif de pompage (tuyau d'exhaure et corps de pompe) entre chaque prélèvement	Pompage à un débit adapté aux pollutions recherché, jusqu'à stabilisation des paramètres physico-chimiques (pH, température, conductivité, redox, O_2)
3	Mesure in situ	Stabilisation des paramètres physico-chimiques (pH, température, conductivité, redox, O_2)	
4	Prélèvements	Collecte avec perturbation minimale de l'eau et minimisation des risques de contaminations croisées	Prélèvement au moyen d'une pompe péristaltique (4m) en de l'amont vers l'aval
5	Conservation	Utilisation d'un flaconnage conforme pour la qualité analytique des substances à analyser.	Flaconnage adapté fournis par le laboratoire en fonction du programme analytique
6	Stockage et transport	Réfrigération et protection des échantillons	Stockage des échantillons en glacière réfrigérée à environ 4 °C. Envoi au laboratoire
7	Fiche de prélèvement	Informations / traçabilité sur le pompage et l'échantillonnage	Fiche de prélèvement

Tableau 8 : Protocole d'échantillonnage d'eaux souterraines appliqué par EODD Ingénieurs Conseils

Les fiches de prélèvements sont présentées en Annexe 8.

Afin d'éviter toute dispersion de pollution dans l'environnement, les eaux de purge ont été, par précaution, traitées sur une unité portative de filtration sur charbons actifs, préalablement à leur rejet au milieu naturel.

Les échantillons d'eaux souterraines prélevées ont été conditionnées dans du flaconnage transmis par le laboratoire en fonction du programme analytique, stockés à basse température (< 5°C) et à l'abri de la lumière dans des boîtes isothermes. Ils ont été transportés au laboratoire dans les plus brefs délais par transporteur postal.

Les analyses réalisées correspondant aux traceurs chimiques du site, à savoir les hydrocarbures totaux, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, les polychlorobiphényles, les métaux lourds, les dioxines furanes.
Les analyses ont été sous-traitées au laboratoire WESSLING, accrédité COFRAC et agréé MTE.

Le plan de localisation des ouvrages est présenté en Illustration 8 .

Document provisoire

7.3.2 Observations et mesures de terrain

Lors de la réalisation des piézomètres, aucun indice organoleptique de pollution n'a été mis en évidence.

La foration des ouvrages a mis en évidence :

- La présence de sables fins gris de 0 à -7,7 m, au droit du piézomètre PZE2 ;
- La présence de sable fins gris de 0 à -7 m, à l'exception d'une lentille d'argile entre 3 et 3,5 m de profondeur au droit de PZE1.

Lors de la campagne de prélèvements des eaux souterraines, le niveau piézométrique a été mesuré préalablement à la réalisation des prélèvements à une profondeur comprise entre de 1,27 et 2,69 m de profondeur.

Lors de la réalisation des prélèvements d'eau, aucun indice organoleptique de pollution n'a été observé (eau claire, sans odeur ni couleur particulière)

Les résultats des mesures piézométriques et in situ réalisées lors de la campagne de prélèvements sont présentés sur les fiches de prélèvements en Annexe 8 et synthétisés dans le tableau ci-après
.

	PZE1	PZE2	PZE13	PZ1	PZE	PZF	PZB
Position hydraulique							
Date	25/03/24	25/03/24	25/03/24	25/03/24	25/03/24	25/03/24	26/03/24
Niveau statique / repère [m]	2,71	1,27	1,66	2,65	1,48	2,69	2
Cote NGF repère m NGF	3,34	2,27	2,71	3,24	2,8	3,32	3,08
Cote NGF nappe [m]	0,63	1	1,05	0,59	1,32	0,63	1,08
Température [°C]	15,7	15	15,9	16,9	16,2	15,9	16
pH	7,54	7,59	7,44	7,65	6,78	7,29	7,96
Potentiel d'oxydo-réduction [mV]	-90	-100	-74	-270	-106	84	37
Potentiel d'oxydo-réduction [eH]	122	112	138	-58	106	296	249
Conductivité [µS/cm²]	14810	1705	9827	6562	1122	1406	2275
O2 dissous [mg/l]	0,22	1,03	0,82	11	0,32	5,2	1,46
Saturation O2 [%]	2,3	10,4	8,3	1,2	3,4	52,5	14,8
Couleur	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide
Turbidité	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée	Non chargée	Non chargée

Tableau 9 : Synthèse des mesures in situ effectuées lors des prélèvements d'eau souterraine du 25/03/24 au 26/03/24

Document provisoire

Les résultats des mesures in situ mettent en évidence :

- Des valeurs de pH similaires pour tous les ouvrages et proches de la neutralité (pH 7) ;
- Des valeurs de potentiel d'oxydoréduction et d'oxygène dissous du même ordre de grandeur en amont et en aval à l'exception de l'ouvrage PZ1 qui présente d'un milieu globalement réducteur (valeur négative du potentiel d'oxydo-réduction) ;
- Une conductivité globalement hétérogène sur le site. En effet la valeur la plus importante est identifiée au droit de l'ouvrage PZE1 de 14 810 µS/cm² qui traduit une charge minérale plus importante pouvant être expliquée par la proximité de la darse.

- Sur la base des niveaux d'eau mesurés lors de la campagne de prélèvements et du nivellement des piézomètres, le sens d'écoulement des eaux souterraines au droit du site est globalement orienté du Sud-Ouest vers l'Est en direction de la darse. De ce fait, l'amont de la zone d'étude est localisé au droit de l'ouvrage PZE et l'aval au droit de l'ouvrage PZ1.

L'écoulement des eaux souterraines au droit du site est représenté sur la figure ci-après.



Illustration 11 : Carte piézométrique – mars 2023 (modélisation : logiciel Surfer®)

Document

7.3.3 Résultats analytiques

Les bordereaux des résultats d'analyses sur les eaux souterraines sont rassemblés en Annexe 9.

7.3.3.1 Valeurs de référence

En complément de la comparaison amont / aval, les teneurs ont été comparées, à titre indicatif et de manière sécuritaire (aucun usage de ce type n'étant recensé en aval du site) :

- aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, définies respectivement dans les Annexes 1 et 2 de l'Arrêté du 30 décembre 2022 ;
- aux valeurs guides de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), définies dans les Directives pour la qualité de l'eau de boisson – 2011 ;
- Pour les dioxines / furanes, aux concentrations habituelles mesurées dans les eaux destinées à la consommation humaine (exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM - Etat des connaissance et protocole d'une étude d'exposition », novembre 2003, Afssa, InVS).

Des modalités de contrôle qualité interne à EODD ingénieurs Conseils permettent de vérifier l'absence de contaminations croisées du protocole de prélèvements utilisé pour cette étude.

7.3.3.2 Synthèse des résultats

Le tableau de synthèse des résultats d'analyses sur les eaux souterraines est présenté ci-après.

Document provisoire

Echantillons		PZE1	PZE2	PZE13	PZ1	OMS	LQ_{EB-AEP} Arrêté du 30/12/2022 Annexe II	LQ_{EP} Arrêté du 30/12/2022 Annexe I	Concentrations habituelles mesurées dans les eaux destinées à la consommation humaine (Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM - Etat des
Date de prélèvement		mars-24	mars-24	mars-24	mars-24				
Bureau d'étude		EODD	EODD	EODD	EODD				
Paramètres chimiques									
pH	-	**7,3**	**7,2**	**7,4**	**6,2**			**entre 6,5 et 9**	
Elements traces métalliques									
Arsenic	µg/l	**5**	18	**6**	<3,0	**10**	**100**	**10**	
Cadmium	µg/l	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	**3**	**5**	**5**	
Chrome	µg/l	<5,0	**21**	<5,0	<5,0	**50**	**50**	**50**	
Cuivre	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	**2000**	**-**	**1000**	
Mercure	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**6**	**1**	**1**	
Plomb	µg/l	<10	<10	<10	<10	**10**	**50**	**10**	
Nickel	µg/l	<10	<10	<10	<10	**70**	**-**	**20**	
Zinc	µg/l	<50	<50	<50	<50	**-**	**5000**	**-**	
Vanadium	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	**-**	**-**	**-**	
Fer	µg/l	**3,9**	**9,6**	**2,7**	**16**	**-**	**-**	**200**	
Cobalt	µg/l	<10	<10	<10	<10	**-**	**-**	**-**	
Sélénium	µg/l	<10	<10	<10	<10	**-**	**20**	**20**	
Molybdène	µg/l	<10	<10	**100**	<10	**-**	**-**	**-**	
Antimoine	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	**-**	**-**	**-**	
Baryum	µg/l	**240**	**35**	**81**	**150**	**-**	**-**	**700**	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques - HAP									
Acénaphtylène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Acénaphtène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	**0,08**	**-**	**-**	**-**	
Anthracène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	**0,03**	**-**	**-**	**-**	
Benzo(A)Anthracène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Benzo(A)Pyrène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	**0,7**	**-**	**0,01**	
Benzo(B)Fluoranthène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**100**	
Benzo(Ghi)Pérylène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**100**	
Benzo(K)Fluoranthène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**100**	
Chrysène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Dibenzo(Ah)Anthracène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Fluoranthène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	**0,12**	**-**	**-**	**-**	
Fluorène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	**0,09**	**-**	**-**	**-**	
Indéno(1,2,3-Cd)Pyrène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**100**	
Naphtalène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,04	**-**	**-**	**-**	
Phénanthrène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	**0,17**	**-**	**-**	**-**	
Pyrène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	**0,08**	**-**	**-**	**-**	
Somme Des Hap (4) °	µg/l	-/-	-/-	-/-	-/-	**-**	**-**	**0,1**	
Somme Des Hap (6) *	µg/l	-/-	-/-	-/-	**0,12**	**-**	**1**	**-**	
Somme Des Hap (16) EPA	µg/l	-/-	-/-	-/-	**0,57**	**-**	**-**	**-**	
Polychlorobiphenyls - PCB									
Pcb 28	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 52	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 101	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 118	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 138	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 153	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 180	µg/l	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Somme des 7 PCB	µg/l	-/-	-/-	-/-	-/-	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures Totaux - HCT									
Somme des C5	µg/l	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C6	µg/l	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C7	µg/l	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C8	µg/l	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C9	µg/l	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C10	µg/l	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C5-C10	µg/l	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures > C10-C12	µg/l	<100	<100	<100	<100	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures > C12-C16	µg/l	<100	<100	<100	<100	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures > C16-C21	µg/l	<100	<100	<100	<100	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures > C21-C35	µg/l	<100	<100	<100	<100	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures > C35-C40	µg/l	<100	<100	<100	<100	**-**	**-**	**-**	
Indice hydrocarbure C10-C40	µg/l	<100	<100	<100	<100	**-**	**1000**	**-**	
Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)									
2,3,7,8 TCDD	µg/l	<0,2	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,7,8 PeCDD	µg/l	<0,4	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,4,7,8-HxCDD	µg/l	<0,6	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,6,7,8 HxCDD	µg/l	<0,6	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,7,8,9-HxCDD	µg/l	<0,6	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	µg/l	<3,00	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
Octa CDD	µg/l	<10,0	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**100**
Somme des tetra CDD	µg/l	<2,00	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des penta CDD	µg/l	<4,00	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des Hexa CDD	µg/l	<6,00	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des hepta CDD	µg/l	<6,00	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)									
2,3,7,8 TCDF	µg/l	<0,4	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,7,8 PeCDF	µg/l	<0,4	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
2,3,4,7,8 PeCDF	µg/l	<0,4	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,4,7,8-HxCDF	µg/l	<0,6	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,6,7,8 HxCDF	µg/l	<0,6	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
2,3,4,6,7,8 HxCDF	µg/l	<0,6	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,7,8,9-HxCDF	µg/l	<0,6	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	µg/l	<3,00	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	µg/l	<3,00	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
Octa CDF	µg/l	<10,0	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
Somme des tetra CDF	µg/l	<4,00	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des penta CDF	µg/l	<4,00	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des Hexa CDF	µg/l	<6,00	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des Hepta CDF	µg/l	<12,0	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Valeurs calculées									
Somme PCDD (tetra-octa)	µg/l	-/-	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme PCDF (tetra-octa)	µg/l	-/-	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	µg/l	-/-	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
I-TE (OTAN CCMS) excl. LOQ	µg/l	-/-	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
I-TE (OTAN CCMS) incl. LOQ	µg/l	**1,19**	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
TEQ (OMS 1997) excl. LOQ	µg/l	-/-	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
TEQ (OMS 1997) incl. LOQ	µg/l	**1,37**	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
TEQ (OMS 1997) incl. ½ LOQ	µg/l	**0,686**	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
TE-BGA excl. LOQ	µg/l	-/-	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
TE-BGA incl. LOQ	µg/l	-/-	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	µg/l	-/-	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	µg/l	**1,29**	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	µg/l	**0,644**	n.a.	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	

Echantillons	PZB	PZF	PZE	OMS	LQ_{EB-AEP} Arrêté du 30/12/2022 Annexe II	LQ_{EP} Arrêté du 30/12/2022 Annexe I	Concentrations habituelles mesurées dans les eaux destinées à la consommation humaine (Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM - Etat des
Date de prélèvement	mars-24	mars-24	mars-24				
Bureau d'étude	**EODD**	**EODD**	**EODD**				
Paramètres chimiques							
pH	**7,4**	**7,5**	**7,7**			**entre 6,5 et 9**	
Elements traces métalliques							
Arsenic	<3,0	<3,0	**110**	**10**	**100**	**10**	
Cadmium	<1,5	<1,5	<1,5	**3**	**5**	**5**	
Chrome	<5,0	**67**	<5,0	**50**	**50**	**50**	
Cuivre	<5,0	<5,0	<5,0	**2000**	**-**	**1000**	
Mercure	<0,1	<0,1	<0,1	**6**	**1**	**1**	
Plomb	<10	<10	<10	**10**	**50**	**10**	
Nickel	<10	<10	<10	**70**	**-**	**20**	
Zinc	<50	<50	<50	**-**	**5000**	**-**	
Vanadium	<5,0	<5,0	<5,0	**-**	**-**	**-**	
Fer	<0,05	**0,11**	**3,1**	**-**	**-**	**200**	
Cobalt	<10	<10	<10	**-**	**-**	**-**	
Sélénium	<10	<10	<10	**-**	**20**	**20**	
Molybdène	**15**	**210**	<10	**-**	**-**	**-**	
Antimoine	<5,0	<5,0	<5,0	**-**	**-**	**-**	
Baryum	**75**	**85**	**43**	**-**	**-**	**700**	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques - HAP							
Acénaphtylène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Acénaphtène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Anthracène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Benzo(A)Anthracène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Benzo(A)Pyrène	<0,02	<0,02	<0,02	**0,7**	**-**	**0,01**	
Benzo(B)Fluoranthène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**100**	
Benzo(Ghi)Pérylène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**100**	
Benzo(K)Fluoranthène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**100**	
Chrysène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Dibenzo(Ah)Anthracène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Fluoranthène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Fluorène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Indéno(1,2,3-Cd)Pyrène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**100**	
Naphtalène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Phénanthrène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Pyrène	<0,02	<0,02	<0,02	**-**	**-**	**-**	
Somme Des Hap (4) °	-/-	-/-	-/-	**-**	**-**	**0,1**	
Somme Des Hap (6) *	-/-	-/-	-/-	**-**	**1**	**-**	
Somme Des Hap (16) EPA	-/-	-/-	-/-	**-**	**-**	**-**	
Polychlorobiphenyls - PCB							
Pcb 28	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 52	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 101	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 118	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 138	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 153	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Pcb 180	<0,003	<0,003	<0,003	**-**	**-**	**-**	
Somme des 7 PCB	-/-	-/-	-/-	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures Totaux - HCT							
Somme des C5	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C6	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C7	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C8	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C9	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C10	<8,0	<8,0	<8,0	**-**	**-**	**-**	
Somme des C5-C10	<50,0	<50,0	<50,0	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures > C10-C12	<100	<100	<100	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures > C12-C16	<100	<100	<100	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures > C16-C21	<100	<100	<100	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures > C21-C35	<100	<100	<100	**-**	**-**	**-**	
Hydrocarbures > C35-C40	<100	<100	<100	**-**	**-**	**-**	
Indice hydrocarbure C10-C40	<100	<100	<100	**-**	**1000**	**-**	
Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)							
2,3,7,8 TCDD	<0,2	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,7,8 PeCDD	<0,4	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0,6	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,6,7,8 HxCDD	<0,6	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0,6	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	<3,00	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
Octa CDD	<10,0	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**100**
Somme des tetra CDD	<2,00	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des penta CDD	<4,00	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des Hexa CDD	<6,00	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des hepta CDD	<6,00	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)							
2,3,7,8 TCDF	<0,4	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,7,8 PeCDF	<0,4	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
2,3,4,7,8 PeCDF	<0,4	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<0,6	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,6,7,8 HxCDF	<0,6	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
2,3,4,6,7,8 HxCDF	<0,6	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0,6	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	<3,00	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<3,00	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
Octa CDF	<10,0	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	**1**
Somme des tetra CDF	<4,00	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des penta CDF	<4,00	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des Hexa CDF	<6,00	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme des Hepta CDF	<12,0	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Valeurs calculées							
Somme PCDD (tetra-octa)	-/-	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme PCDF (tetra-octa)	-/-	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	-/-	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
I-TE (OTAN CCMS) excl. LOQ	-/-	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
I-TE (OTAN CCMS) incl. LOQ	**1,19**	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
TEQ (OMS 1997) excl. LOQ	-/-	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
TEQ (OMS 1997) incl. LOQ	**1,37**	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
TEQ (OMS 1997) incl. ½ LOQ	**0,686**	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
TE-BGA excl. LOQ	-/-	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
TE-BGA incl. LOQ	-/-	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	-/-	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	**1,29**	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	**0,644**	n.a.	n.a.	**-**	**-**	**-**	

Légende :
- *n.a. : non analysé*
- *n.d. : non détecté*
- **< valeurs de référence**
- **> LQ_{AEP}**
- **> LQ_{EB-AEP}**
- **> LQ_{OMS}**
- Concentrations habituelles mesurées dans les eaux destinées à la consommation humaine (Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM - Etat des connaissance et protocole d'une étude d'exposition », novembre 2003,

Illustration 12 : Synthese des résultats d'eaux souterraines

7.3.3.3 Interprétation des résultats

7.3.3.3.1 Campagne EODD 2024

Les résultats d'analyses sur les eaux souterraines mettent en évidence :

- L'absence d'impact en hydrocarbures et en PCB au droit de l'ensembles des ouvrages. En effet les concentrations sont inférieures au seuil de quantification du laboratoire ;
- L'absence de quantification en HAP pour l'ensemble des piézomètres à l'exception de l'ouvrages PZ1 avec une concentration de 0,57 µg/l. A noter que la concentration en HAP au droit de l'ouvrage PZ1 est 28 fois supérieure à la limite de quantification du laboratoire ;
- La quantification en métaux au droit de l'ensemble des ouvrages avec notamment :
    - Le dépassement des limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, définies respectivement dans les Annexes 1 et 2 de l'Arrêté du 30 décembre 2022 pour :
        - L'ouvrage PZE en arsenic d'une concentration de 110 µg/l ;
        - L'ouvrage PZF en chrome d'une concentration respectives de 67 µg/l;
    - Aux valeurs guides de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), définies dans les Directives pour la qualité de l'eau de boisson – 2011 pour :
        - L'ouvrages PZE2 en arsenic d'une concentration respective de 18 µg/l ;
- L'absence de quantification pour les composés unitaires en dioxines au droit de l'ensemble des ouvrages (PZE1, PZB) en effet les concentrations sont inférieures aux limites de quantifications du laboratoire ;
- Des concentrations pour des « *valeurs calculées* » (Cf. bordereaux d'analyses), ont été mises en évidence au droit des ouvrages PZB et PZE1. A noter cependant que ces ouvrages ne présentent pas de concentrations en dioxines / furanes pour les composés unitaires.

En Synthèse :

- Absence d'impact en hydrocarbures et en PCB au droit de l'ensemble des ouvrages ;
- Quantification en HAP au droit de PZ1 ;
- Quantification en arsenic en PZE, en chrome PZF supérieures aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, définies respectivement dans les Annexes 1 et 2 de l'Arrêté du 30 décembre 2022 ;
- Quantification en PZE2 en arsenic à une concentration supérieure aux valeurs guides de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), définies dans les Directives pour la qualité de l'eau de boisson – 2011 ;
- Quantification en PZB et PZE1 pour des valeurs calculées, mais l'absence de concentrations en dioxines / furanes pour les composés unitaires.

Document provisoire

7.3.3.3.2 Evolution par rapport aux campagnes précédentes d'ascométal 2013-2023

La comparaison des campagnes précédentes et de la présente campagne ont mis en évidence :

- L'absence d'impact significatif en métaux au droit des ouvrages PZB, PZ1 et PZ13. En effet les concentrations sont systématiquement inférieures aux valeurs de référence des Annexes de l'arrêté du 11/01/2022, à l'exception du plomb au niveau de Pz13 pour le 1er semestre 2015, avec une valeur égale au seuil de l'Annexe 1 de l'arrêté susmentionné, à savoir 10 µg/l ;
- La détection en HAP de manière récurrente sur les 3 ouvrages, à l'état de traces, mais toujours en concentration inférieures aux valeurs de référence des Annexes de l'arrêté du 30/12/2022 entre 2013 et 2023. Lors de la présente campagne, seule l'ouvrage PZ1 a fait l'objet d'une détection en HAP. Cette concentration reste néanmoins inférieure au maximum de 0,62 µg/l observé en PZ1 en 2018 ;
- Lors de cette présente campagne, les paramètres COHV et BTEX n'ont pas été analysés.

8 Eléments de définition des PPC (Points de Polution Concentrée)

8.1 Eléments de contexte

La méthodologie nationale[6] précise que *« lorsque des pollutions concentrées sont identifiées (flottants sur les eaux souterraines, terres imprégnées de produits, produits purs …), la priorité consiste d'abord à extraire ces pollutions avant d'engager des études visant à justifier leur maintien ».*

Autrement dit, il doit être envisagé en première approche l'élimination des Points de Pollution Concentrée (PPC) indépendamment de toute réflexion de type « risque sanitaire ».

Néanmoins, aucune limite/seuil n'étant défini dans la méthodologie permettant de qualifier de « concentrée » une pollution, certaines situations nécessitent néanmoins au titre du « bon sens » une action de dépollution (flottant, terre imprégnée pure, volume extrêmement réduit…).

Sur la base du retour d'expérience d'EODD, seront considérées comme « concentrées » les pollutions qui :

1. présentent des niveaux de concentrations significativement plus élevés que par ailleurs (distribution statistique des concentrations) et / ou ;
2. peuvent être remobilisées dans l'environnement (par volatilisation / lixiviation);
3. sont particulièrement toxiques ;
4. présentent une répartition spatiale représentant des zones définies et localisées (à contrario d'une pollution diffuse).

Document provisoire

[6] Extrait méthodologie circulaire du 8 février 2007.

Afin de déterminer les points de pollution concentrée, plusieurs méthodes peuvent être utilisées et corrélées entre elles :

- une interprétation des données de terrain (nature des sols, indice organoleptiques, mesures in-situ) ;
- une analyse statistique sur la base des résultats disponibles pour les composés retenus, afin de caractériser la présence d'un éventuel bruit de fond et/ou de valeurs anormales significativement différentes dans la distribution des concentrations ;
- une analyse cartographique de répartition de la pollution ;
- un bilan massique afin d'appréhender la masse d'un polluant ou d'un mélange de polluants présente au sein du milieu souterrain et d'un volume de sols associé.

Le croisement d'au moins 2 méthodes doit permettre l'identification de Points de Pollution Concentrée (PPC).

La définition d'une pollution concentrée, sa délimitation, et donc son existence, résultent de la convergence des résultats de plusieurs méthodes.

Dans le cadre du présent projet, deux méthodes seront utilisées :

- Interprétation des données de terrain ;
- Analyse statistique.

Rappel : conformément à la méthodologie nationale, la définition des Points de Pollution Concentrée (PPC) est réalisée indépendamment de toute considération sanitaire.

8.2 Définition des PPC

Sur la base des données disponibles et des premières interprétations de diagnostics, les substances retenues pour l'identification des Points de Pollution Concentrée (PPC) sont les suivantes :

- le chrome (Cr) ;
- le cuivre (Cu) ;
- le zinc (Zn).

Concernant les métaux, la définition des PPC a été établie sur la base des résultats sur brut. Les résultats sur lixiviat ne permettant d'avoir qu'une information partielle sur la contamination de la matrice, et étant utile pour l'appréciation du caractère inerte ou non du matériau en tant que déchet.

Il est à noter le fait que d'autres métaux sont présents en concentrations notables, avec d'importantes variations selon les échantillons (cas du molybdène, du baryum, du fer et du vanadium).

En revanche, en l'absence de valeurs de référence (d'un point de vue sanitaire et / ou en filières d'élimination hors site), et au regard de la corrélation systématique entre les anomalies en chrome, cuivre, zinc et ces métaux précités, il n'apparait pas pertinent de baser la définition des PPC sur ces autres métaux.

Les PPC ne sont définis que pour la matrice sol. En effet, les résultats de la surveillance règlementaire des eaux souterraines du site (voir synthèse au paragraphe 7.3.3.3) et de la campagne de prélèvements et d'analyses réalisée dans le cadre du présent rapport, n'ont montré que de faibles dépassements ponctuels des valeurs de référence retenues.

Document provisoire

8.2.1 Analyse statistique

Afin de mettre en évidence les tendances et les valeurs extrêmes, une **analyse statistique des distributions des teneurs en chrome, cuivre et zinc dans les sols** est présentée dans les paragraphes suivants

Composés (sols)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Zinc (Zn)
Nombre d'analyses	28	28	28
Nombre d'analyses < LQ	0	0	0
Concentrations en mg/kg MS			
Concentration minimale	3	4	26,0
Concentration maximale	8 000	350	5 500
Concentration médiane	17	9	67,5
Concentration moyenne	465,1	32,3	348,2
Ecart-type	1641	72	1044
Percentile 25	13	6	36,75
Percentile 75	48,75	24,5	120
Percentile 80	64,8	26,6	210
Percentile 85	71,7	28,9	288
Percentile 90	243	34,9	499
Percentile 95	2 655,5	142,95	1 076
Percentile 99	6 866	309,5	4 366

Tableau 10 : Calculs statistiques sur les teneurs en chrome, cuivre, zinc.

D'après le tableau 7, il apparaît que :

- pour les concentrations en chrome (sols) :
    - 90 % des teneurs sont inférieures ou égales à 243 mg/kg ;
    - 80 % des teneurs sont inférieures ou égales à 64,8 mg/kg ;
    - 5 % des teneurs sont supérieures à 2 655,5 mg/kg.

- pour les concentrations en cuivre (sols) :
    - 90 % des teneurs sont inférieures ou égales à 34,9 mg/kg ;
    - 80 % des teneurs sont inférieures ou égales à 26,6 mg/kg ;
    - 5 % des teneurs sont supérieures à 143 mg/kg.

- pour les concentrations en zinc (sols) :
    - 90 % des teneurs sont inférieures ou égales à 499 mg/kg ;
    - 80 % des teneurs sont inférieures ou égales à 210 mg/kg ;
    - 5 % des teneurs sont supérieures à 1 076 mg/kg.

Les graphiques de répartition des teneurs et des fréquences cumulées ont également été réalisés (cf. illustrations suivantes) pour les paramètres considérés.

Document

Chrome :

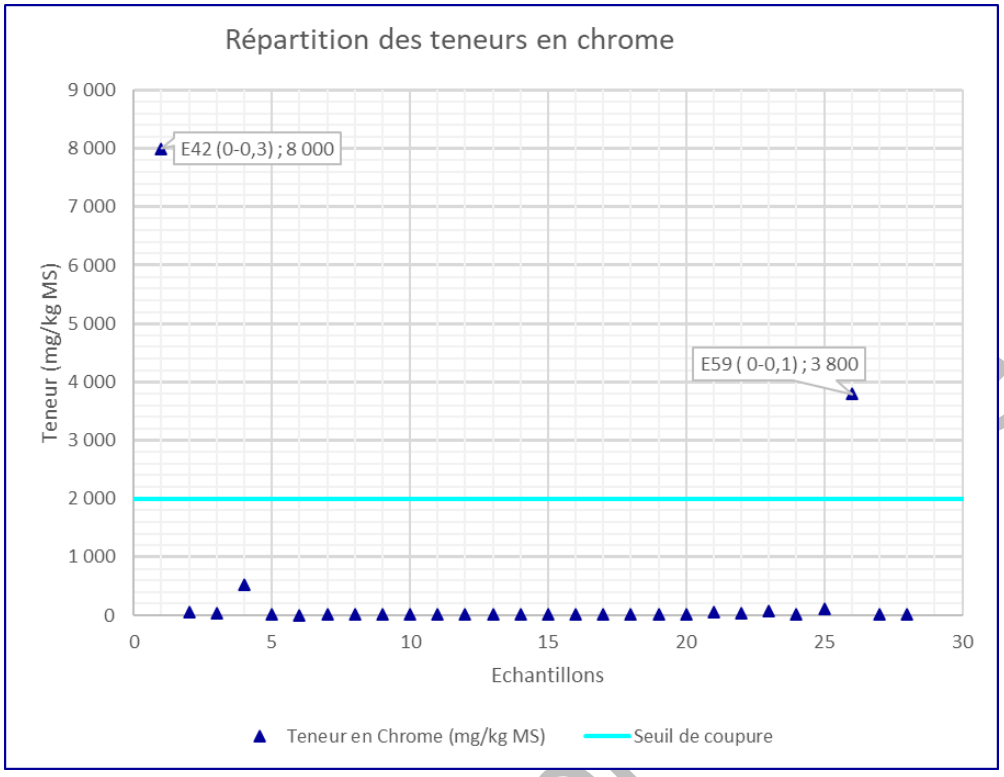


Illustration 13 : Répartition des concentrations en chrome

Ce graphique permet d'identifier les concentrations en chrome en E42 (8 000 mg/kg) et E59 (3 800 mg/kg) comme distinctes du bruit de fond constitué par les autres valeurs. Un seuil de coupure à 2 000 mg/kg apparait pertinent pour distinguer les PPC du bruit de fond au regard de ces éléments.

Le graphique présenté ci-après présente la fréquence cumulée des teneurs en chrome.

Document p

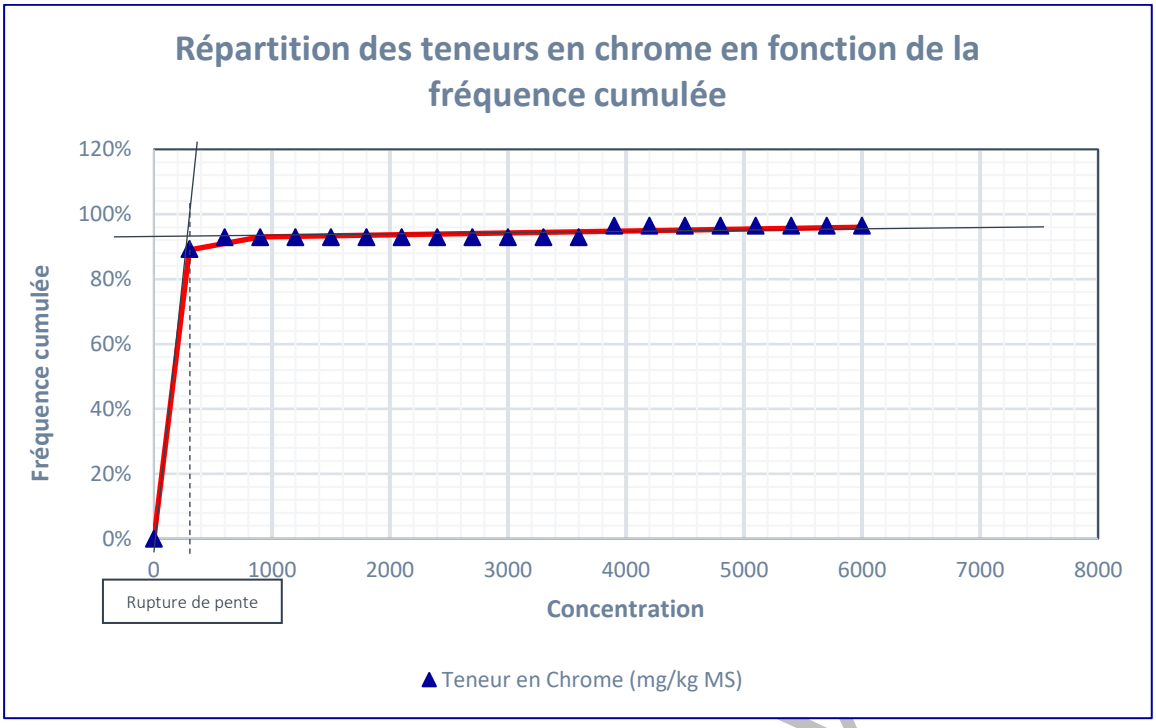


Illustration 14 : Répartition des teneurs en chrome en fonction de la fréquence cumulée

Le graphique ci-dessus permet d'identifier une unique rupture de pente pour des concentrations très faible en chrome, étant donné que 90% des concentrations sont inférieures à 300 mg/kg. De fait, il n'est pas retenu pertinent d'utiliser cette représentation graphique des données pour définir un seuil de coupure.

Document prov

Cuivre :

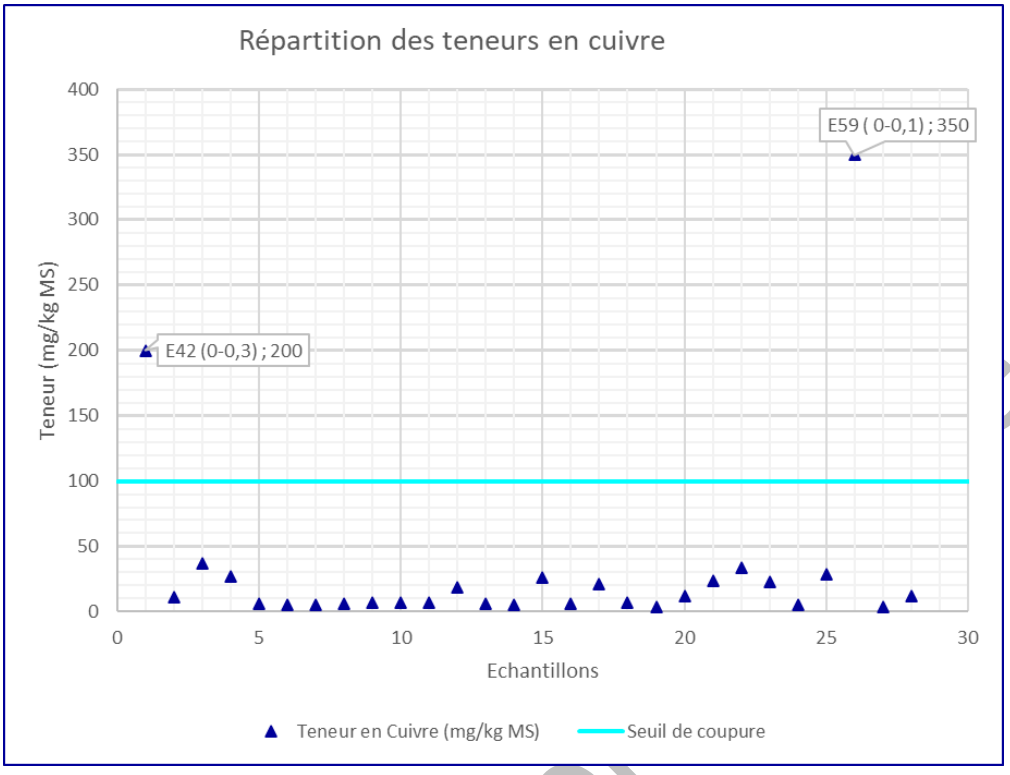


Illustration 15 : Répartition des concentrations en cuivre

Ce graphique permet d'identifier les concentrations en cuivre en E42 (200 mg/kg) et E59 (350 mg/kg) comme distinctes du bruit de fond constitué par les autres valeurs. Un seuil de coupure à 100 mg/kg apparait pertinent pour distinguer les PPC du bruit de fond au regard de ces éléments.

Le graphique présenté ci-après présente la fréquence cumulée des teneurs en cuivre.

Document p

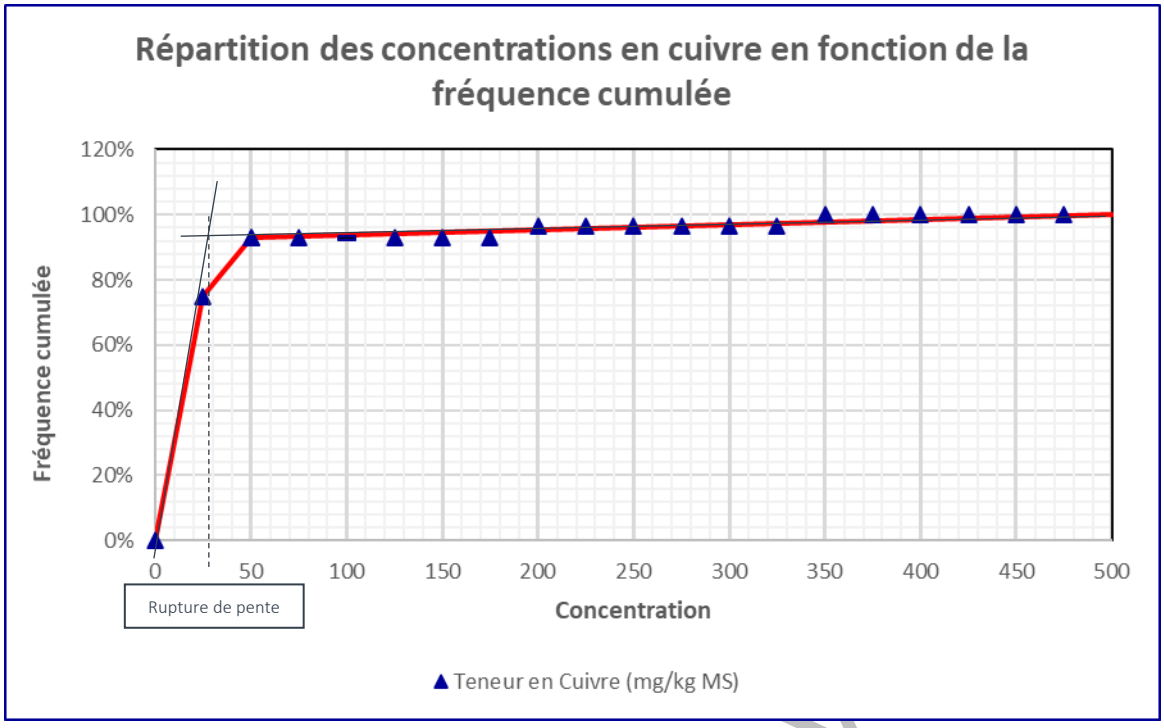


Illustration 16 : Répartition des teneurs en chrome en fonction de la fréquence cumulée

De même que pour le chrome, le graphique ci-dessus permet d'identifier une unique rupture de pente pour des concentrations très faible, étant donné que 75% des concentrations sont inférieures à 50 mg/kg. De fait, il n'est pas retenu pertinent d'utiliser cette représentation graphique des données pour définir un seuil de coupure.

Document prov

Zinc :

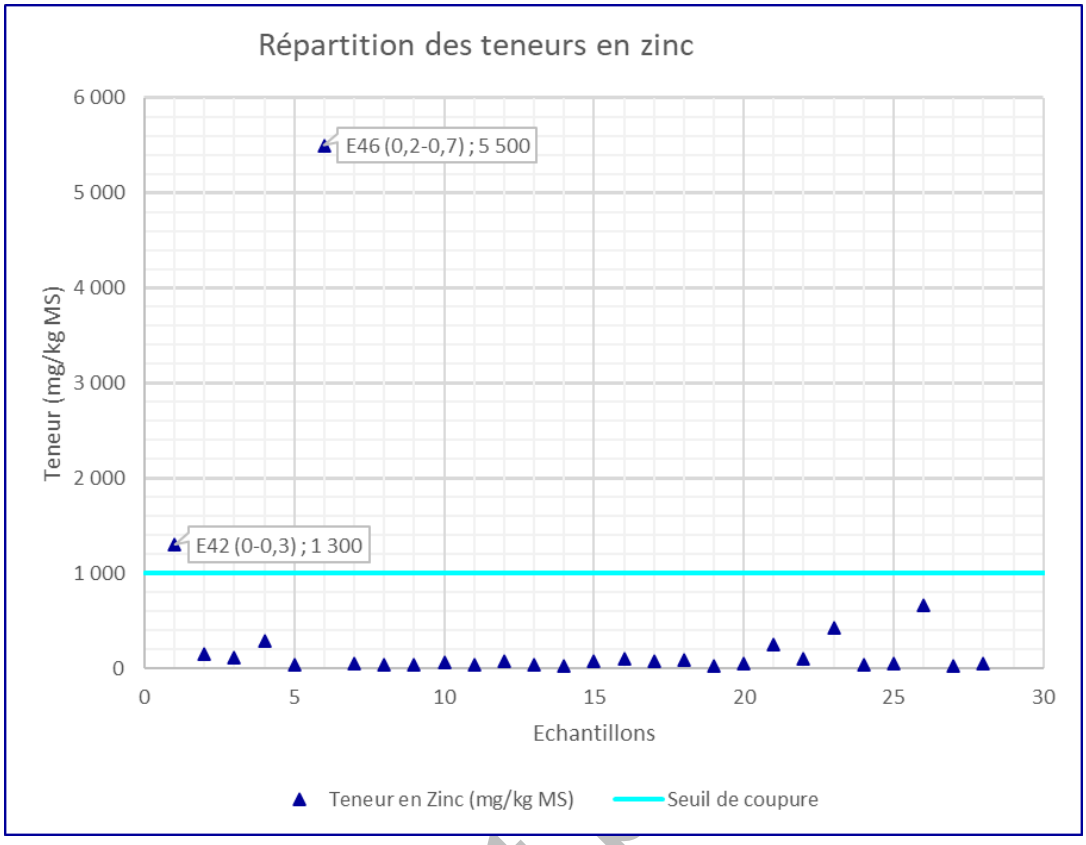


Illustration 17 : Répartition des concentrations en zinc

Ce graphique permet d'identifier les concentrations en zinc en E42 (1 300 mg/kg) et E46 (5 500 mg/kg) comme distinctes du bruit de fond constitué par les autres valeurs. Un seuil de coupure à 1 000 mg/kg apparait pertinent pour distinguer les PPC du bruit de fond au regard de ces éléments.

Le graphique présenté ci-après présente la fréquence cumulée des teneurs en zinc.

Document

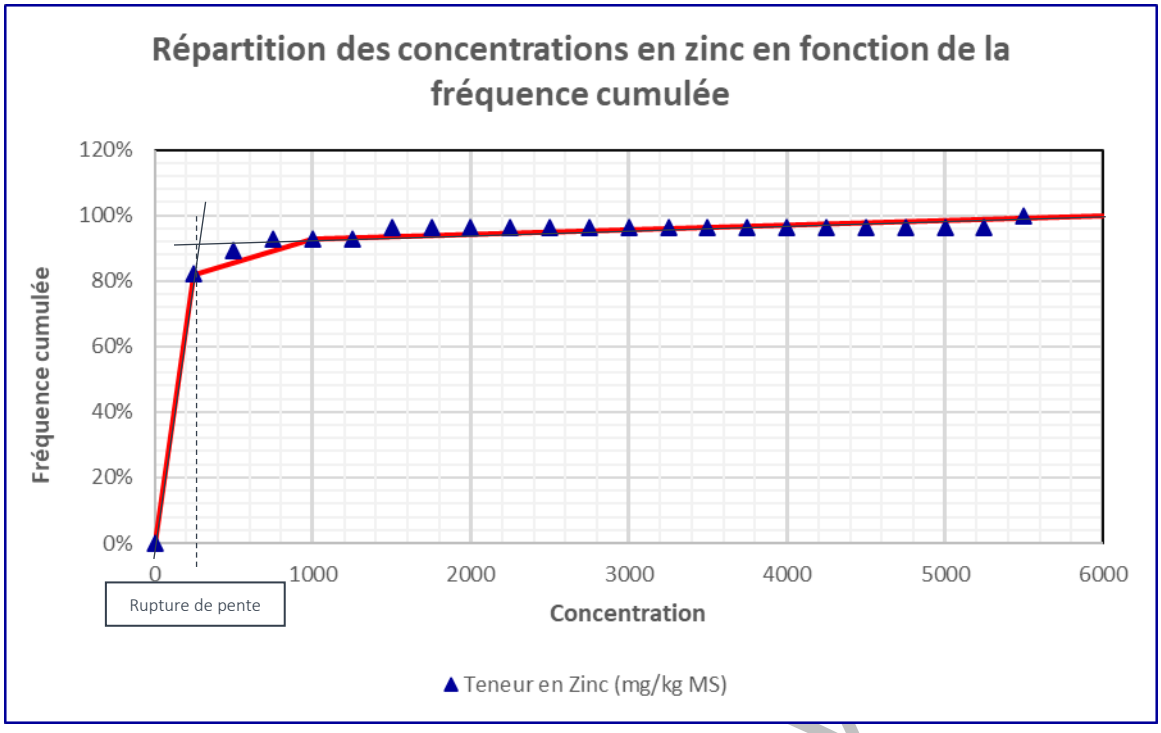


Illustration 18 : Répartition des teneurs en chrome en fonction de la fréquence cumulée

De même que pour le chrome et le cuivre, le graphique ci-dessus permet d'identifier une unique rupture de pente pour des concentrations très faible, étant donné que 82% des concentrations sont inférieures à 250 mg/kg. De fait, il n'est pas retenu pertinent d'utiliser cette représentation graphique des données pour définir un seuil de coupure.

Document prov

8.2.1 Interprétation des données de terrain

La seule analyse statistique des concentrations en chrome, cuivre et zinc ne permet pas de définir l'emprise spatiale des PPC.

Dans le cadre de la présente étude, les anomalies identifiées comme témoignant d'un PPC, tel que présenté au paragraphe précédent, peuvent être systématiquement rattachées à une source potentielle de pollution visible en surface.

E42(0-0,3) : pollution en chrome, cuivre et zinc

Ce sondage a été réalisé au niveau d'une zone couverte de matériaux réfractaires en surface, tel que l'illustre les photographies ci-dessus.



Illustration 19 : Photographies de la zone couverte de matériaux réfractaires dans le secteur du sondage E42

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

De fait, l'emprise spatiale de ce PPC est parfaitement définie horizontalement à l'aide de cet indice visuel de surface.

En profondeur, le sondage E42 a permis de définir l'épaisseur de cet horizon de matériaux réfractaires à 30 cm.

En conséquence, il sera retenu pour la suite du Plan de Gestion (PG) et pour ce **PPC1**, une surface de 17 930 m², entre 0 et 30 cm de profondeur, soit un volume d'environ 5 380 m^3.

E46(0,2-0,7) : pollution en zinc

Ce sondage a été réalisé au niveau **d'un merlon constitué de matériaux de démolition et de déchets divers**, tel que l'illustre les photographies ci-dessus.



Document





Illustration 20 : Photographies du merlon de matériaux de démolition et de déchets divers dans le secteur du sondage E44

Document Provisoire

De fait, l'emprise spatiale de ce PPC est parfaitement définie horizontalement à l'aide de cet indice visuel de surface.

Le merlon représente une hauteur approximative de 1,7 m.

En profondeur, l'impact identifié en zinc n'est présent que sur l'échantillon E46(0,2-0,7), avec une concentration de 5 500 mg/kg. L'échantillon sous-jacent E46(0,7-1,9) reste dans la gamme de valeurs couramment observée dans les sols ordinaires pour le zinc, avec une concentration de 44 mg/kg.

En conséquence, il sera retenu pour la suite du Plan de Gestion (PG), et pour ce PPC2 :

- Un volume associé au merlon présent en surface, d'une hauteur d'environ 1,7 m sur la surface de 4 450 m², d'environ 6 945 m^3.
- Un volume associé aux matériaux sous-jacents au merlon, sur une profondeur comprise entre 0 et 0,7 m, soit environ 3115 m^3.

Soit un volume total de matériaux d'environ 10 060 m^3 associés au PPC2.

E59(0-0,1) : pollution en chrome et cuivre

Ce sondage a été réalisé dans le secteur de dépôts de déchets de démolition et de blocs, sous forme de merlon, tel que l'illustre les photographies ci-dessus.



Illustration 21 : Photographie du merlon de matériaux de démolition et de déchets divers dans le secteur du sondage E44

De fait, l'emprise spatiale de ce PPC est parfaitement définie horizontalement à l'aide de cet indice visuel de surface.

Les dépôts sous forme de merlon représentent approximativement 70 cm de hauteur.

Au niveau du sondage E59, il a été identifié une couche de 10 cm d'épaisseur constituée de sables brun sombre avec des mâchefers. Cet indice visuel de pollution permet de délimiter verticalement la pollution. Par sécurité, il sera néanmoins retenu une épaisseur de 30 cm de profondeur pour ce PPC3.

En conséquence, il sera retenu pour la suite du Plan de Gestion (PG), et pour ce PPC3 :

Document provisoire

- Un volume associé aux dépôts de déchets et de blocs, d'une hauteur d'environ 0,7 m sur la surface de 1 435 m², soit environ 955 m^3.
- Un volume associé aux matériaux sous-jacents au merlon, sur une profondeur comprise entre 0 et 0,3 m, soit environ 430 m^3.

Soit un volume total de matériaux d'environ 1 385 m^3 associés au PPC3.

8.2.2 Synthèse des PPC retenus

Conformément au guide « Pollution concentrée » de l'UPDS d'avril 2016, deux outils de définition des PPC ont été croisés. Il a été identifié en première étape, pour la définition des seuils de coupures, que l'utilisation de des distinction de répartition des teneurs était plus pertinente que l'identification de rupture de pente dans les fréquences cumulées des teneurs.

L'utilisation de ces seuils de coupure pour identifier les PPC et leur délimitation à l'aide de l'interprétation des données de terrain s'est avérée la méthodologie la plus pertinente au regard des données disponibles.

Au total, 3 Points de Pollution Concentrée (PPC) sont retenus pour la matrice sols.

Le tableau ci-après les synthétise. La localisation des PPC est présentée en Illustration 22.

Document provisoire

			Milieu Sol						
PPC	**Source de pollution associée**	**Pollution principale à gérer**	**Sondages / échantillons concernés**	**Concentration max. (mg/kg MS)**	**Observations de terrain/Remarques**	**Horizon considéré (m)**	**Surface retenue (m²)**	**Volume estimé en place (m3)**	**Tonnage (densité : 1,8) (t)**
PPC 1	Zone couverte de matériaux réfractaires	Chrome Cuivre Zinc	E42(0-0,3)	Cr : 8 000 mg/kg Cu : 200 mg/kg Zn : 1 300 mg/kg	Réfractaires brun sombre et mauve entre 0 et 0,3 m de profondeur	0-0,3 m	17 930	5 380	9684
PPC 2	Merlon constitué de matériaux de démolition et de déchets divers	Zinc	E46(0,2-0,7)	Zn : 5 500 mg/kg	En surface : matériaux de démolition et déchets divers En profondeur : pas d'indices particuliers	En surface : merlon de 1,7 m de hauteur En profondeur : 0 à 0,7 m de profondeur	4 450	10 060	18108
PPC 3	Dépôts de déchets de démolition et de blocs	Chrome Cuivre	E59(0-0,1)	Cr : 3 800 mg/kg Cu : 350 mg/kg	En surface : Dépôts de déchets de démolition et de blocs En profondeur : Sables fins brun sombre sec avec machefers	En surface :dépôts sous forme de merlons de 0,7 m de hauteur En profondeur : 0 à 0,3 m de profondeur	1 435	1 385	2493
							TOTAL	**16 825**	**30 285**

Tableau 11 : Dimensionnement des PPC retenus

La cartographie suivante localise les 3 PPC mis en évidence.

Document provisoire

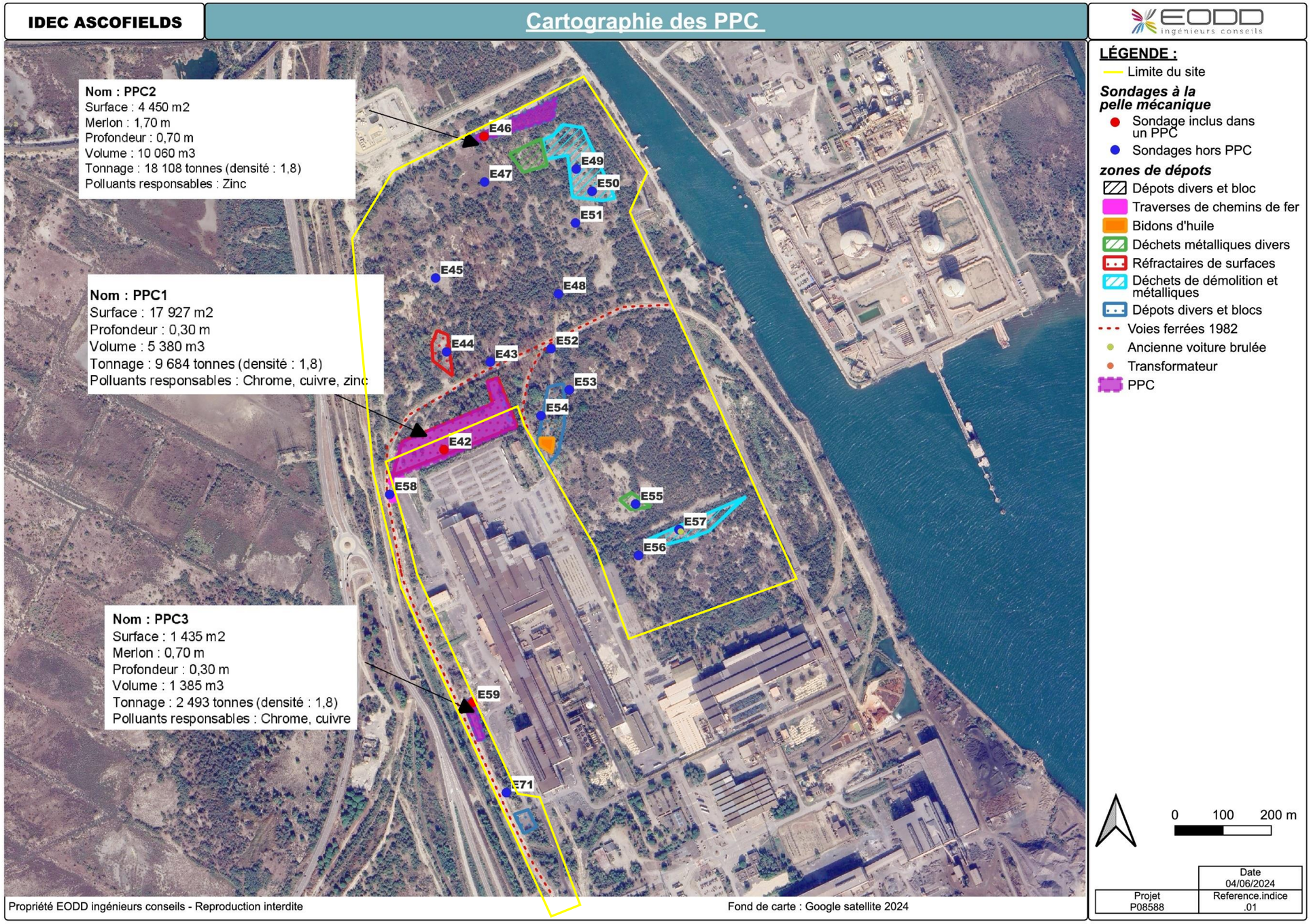


Illustration 22 : Localisation des Points de Pollution Concentrée (PPC)

Sur la base des éléments présentés ci-avant, le volume total des PPC à traiter est estimé à **16 825 m³**, soit environ **30 285 tonnes**.

<u>En l'absence de sondages (complémentaires) de dimensionnement et de levé topographique des dépôts et merlons constituant les PPC, les volumes et tonnages associés constituent à ce stade des estimations.</u>

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Concernant les autres métaux présentant des concentrations notables (molybdène, baryum, fer et vanadium), les anomalies sont identifiées au droit des sondages E42 et E59. De fait, les matériaux impactés par ces paramètres sont entièrement intégrés aux PPC1 et PPC3 nécessitant des actions de gestion.

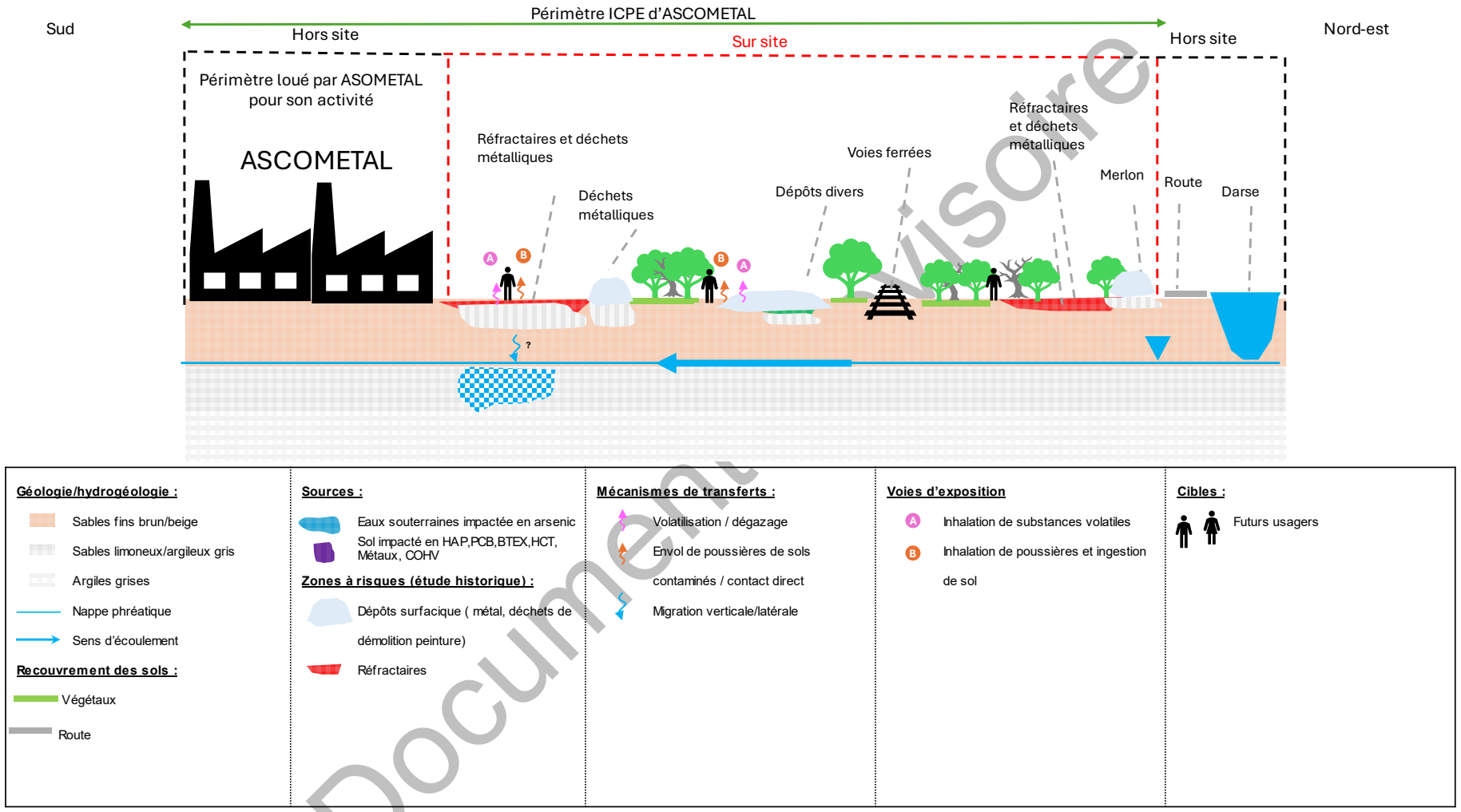
9 Schéma conceptuel avant mise en œuvre des mesures de gestion

Suite à la caractérisation des sols et des eaux souterraines, les risques d'exposition en lien avec la qualité résiduelle des sols sont :

- Sur site : à l'inhalation de substances volatiles à la suite du dégazage des substances volatiles présentes dans les sols ;
- Hors site : aucune voie d'exposition retenue en l'état actuel des connaissances.

Le schéma conceptuel de l'état initial après caractérisation des milieux et avant mise en œuvre des mesures de gestion est présenté ci-après.

Document provisoire



Document provisoire

Illustration 23 : Schéma conceptuel de l'état initial après caractérisation des milieux et avant mise en œuvre des mesures de gestion

10 Plan de Gestion (PG)

10.1 Principe de gestion de la pollution

En cohérence avec la méthodologie nationale de gestion des sites pollués d'avril 2017 et compte tenu des impacts de pollution identifiés à l'issue des investigations, il apparait nécessaire de mettre en place des mesures permettant de :

- maîtriser les sources de pollution : avant toute considération sanitaire, il convient de procéder au traitement des Points de Pollution Concentrée (PPC) identifiés sur le site d'étude, sous réserve d'une faisabilité technico-économique. Dans le cas contraire, il s'agira de garantir que les impacts des émissions provenant des sources résiduelles de pollution (ou exposition résiduelles) sont acceptables d'un point de vue sanitaire notamment,
- maîtriser les impacts sanitaires : après traitement des PPC et des impacts, il convient de statuer sur l'impact sanitaire résiduel du sous-sol attendu compte tenu du réaménagement du site envisagé.
- maîtriser les impacts environnementaux résiduels (par exemple, migration hors site via la nappe).

10.2 Réserves et hypothèses appliquées

Les réserves et hypothèses suivantes sont à considérer dans le cadre de l'établissement du plan de gestion :

- Niveau d'informations : on ne peut prétendre à un niveau d'information plus important que les moyens mis en œuvre ne le permettent. Les investigations de terrain étant la plupart du temps ponctuelles dans l'espace, les résultats obtenus et calculs volumétriques subséquents sont donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut, comme souvent dans le milieu souterrain, être relativement importante.
- Choix des filières de traitement de la pollution : la détermination des filières de traitement a été établie sur la base de retours d'expérience. Toutefois, certaines actions de gestion sont conditionnées par des acteurs extérieurs. A titre d'exemple, l'acceptation des terres dans un centre de stockage/valorisation devra faire au préalable l'objet d'un accord de l'exploitant du centre.
- Estimation des coûts de réhabilitation :
  - les coûts estimés dans le bilan cout-avantages ont été définis sur la base des coûts moyens observés chez les professionnels des travaux de réhabilitation, des données bibliographiques, de consultation et/ou sur notre retour d'expérience. Il ne s'agit en aucun cas d'un devis ou du fruit d'une mise en concurrence, EODD Ingénieurs Conseils ne pourra être tenu pour responsable en cas de différences avec les coûts réels,
  - les coûts indirects (démantèlement des infrastructures, réfection des revêtements de sols, travaux spécifiques pour mises en place de réseaux enterrés ou aériens, aménagement spécifique du bâtiment pour mise en place des installations de traitement, gestion des déchets anthropiques …) peuvent peser de manière non négligeable sur le chiffrage de gestion de la pollution. Ces coûts n'ont pas été estimés dans le cadre de la présente étude.
  - il n'est pas considéré de talutage dans les estimations des volumes de déblais.

Document provisoire

10.3 Contraintes liées au contexte du site

Le site étant actuellement libre de toute activité, il existe peu de contraintes quant aux méthodes de dépollution envisageables. Il est à noter néanmoins :

- La présence de réseaux enterrés ;
- Le refuge écologique que constitue la zone d'étude, pouvant induire certaines contraintes vis-à-vis d'éventuels travaux.

10.4 Analyse des solutions de gestion des Points de Pollution Concentrée (PPC)

10.4.1 Etude des solutions de gestion des Points de Pollution Concentrée (PPC)

Le choix des technologies retenues doit être déduit de l'analyse critique des différentes technologies disponibles, en fonction d'une part des différents avantages et inconvénients que présentent des technologies et d'autres parts des coûts de leur application : c'est le bilan coûts avantages.

Dans une première étape, il s'agit de dresser la liste de toutes les technologies disponibles pouvant être appliquées. Cette liste est complétée par l'étude des avantages et des inconvénients de chacune des technologies.

La seconde étape correspond à l'étude technico économique des solutions techniques qui ont été retenues au cours de la première étape. A l'issue de cette seconde étape est proposée la technologie jugée la meilleure dans le cadre du bilan coûts avantages.

Limite : Les coûts estimés dans le bilan ci-après ont été définis sur la base de ratios et couts marchés. Ils constituent une première approche économique permettant d'éclairer la réflexion et sont assimilables à un niveau de détail de type « esquisse ». Il ne s'agit en aucun cas d'un devis, EODD Ingénieurs Conseils ne pourra être tenue pour responsable en cas de différences avec les coûts réels.

10.4.2 Approche par famille de traitement

Il est possible de classer l'ensemble des techniques de dépollution des sols selon quatre grandes familles :

- Les traitements hors site : ces traitements consistent à extraire puis évacuer les médias pollués vers un centre de traitement ou de stockage adapté (par exemple Installation de Stockage de Déchets, Biocentre, centre de désorption thermique/d'incinération….).
- Les traitements sur site (ou on-site) : ces traitements permettent d'extraire et de traiter sur site les médias pollués (par exemple traitement par biopile/biotertre, lavage, landfarming, venting, extraction multiphase, barrière hydraulique…).
- Les traitements in-situ : ces techniques consistent à traiter ou maitriser les médias pollués en place, elles ne nécessitent pas d'excavation (par exemple traitement par oxydation chimique, biostimulation, désorption thermique in situ, BPR, vitrification).
- Les confinements : cette technique permet de laisser les zones polluées sur le site en empêchant les expositions ou en stoppant les flux entrants/sortants (par exemple traitement par confinement vertical/horizontal).

Les différents avantages et inconvénients de chacun de ces traitements sont illustrés dans le tableau ci-après. Une première discrimination des techniques non adaptées au site est réalisée dans la dernière colonne.

Document provisoire

Méthodes (familles)	Avantages	Inconvénients	Cause du rejet
Traitement hors site (élimination par exemple en : Installation de Stockage de Déchets, biocentre, centre de désorption thermique / d'incinération)	• Les filières de traitement hors site permettent de limiter les risques (externalisation du traitement) • Durée des travaux plutôt rapides • Disparition totale de la pollution ciblée	• Empreinte environnementale importante (émission transport) • Cout en général plus élevé • Remblaiement des zones déblayées	**Retenu :** technique adaptée aux volumes en jeu et aux caractéristiques de la pollution
Traitement sur site (par exemple traitement par biopile / biotertre, lavage, landfarming, venting, extraction multiphase, barrière hydraulique… couplé ou non avec une excavation préalable)	• Empreinte environnementale plutôt faible (selon techniques) • Coût plus économique que pour les traitements hors site (de manière générale) • Déclassement du degré de pollution	• L'efficacité des traitements n'est pas de 100 % et peut induire un impact résiduel notamment pour les polluants inorganiques et/ou peu volatiles et/ou peu biodégradables • Certains traitements ne permettent pas de s'affranchir de la totalité de la pollution et donc de la responsabilité juridique associée • Durée importante des travaux de l'ordre de plusieurs mois à plusieurs années et par conséquent valorisation du site lente • Nécessité d'avoir des installations de traitement à demeure (surface, accessibilité) • Nécessite des essais labo et/ou essais pilotes • Monitoring en cours de travaux pour évolution des rendements épuratoires • Matériaux à gérer hors site à l'issue des travaux en cas de non-réemploi sur site	**Non pertinent**, au regard de la nature métallique des impacts de pollution en présence
Traitement in-situ (par exemple traitement par oxydation chimique, biostimulation, désorption thermique in situ, BPR, vitrification)	• Coût potentiellement plus économique que les autres types de traitements (hors site et sur site) • Empreinte environnementale souvent faible	• Monitoring en cours de travaux pour évolution des rendements épuratoires • L'efficacité des traitements n'est pas de 100 % et peut induire un impact résiduel notamment pour les polluants inorganiques et/ou peu volatiles et/ou peu biodégradables • Stockage de produits potentiellement toxiques sur site (par exemple oxydants/réducteurs) • Durée importante des travaux de l'ordre de plusieurs mois à plusieurs années et par conséquent valorisation du site lente • Nécessite des essais en laboratoire et des essais pilotes • Efficacité intimement liée à l'homogénéité du milieu souterrain	**Non pertinent,** au regard de la nature métallique des impacts de pollution en présence
Confinement (par exemple traitement par confinement vertical/horizontal)	• Coûts fréquemment très performants, notamment lorsque les volumes à immobiliser/maitriser sont importants (par exemple cas des pollutions métalliques diffuses des sols de surface) • Mise en œuvre des travaux rapide • Techniques simples et fiables • Empreinte environnementale limitée principalement grâce à la suppression des émissions liées au transport	• Maintenance à envisager afin de garantir la pérennité de l'ouvrage • Suivi analytique nécessaire (sur eaux souterraines par exemple) pour prouver l'absence d'impact hors zone polluée • Le confinement sur site ne permet pas de s'affranchir de la pollution qui est maintenue en place, et donc de la responsabilité juridique associée • Nécessité de mettre en œuvre des servitudes	**Retenu :** technique adaptée aux volumes en jeu et aux caractéristiques de la pollution

Document provisoire

Synthèse des scénarios de gestion des PPC retenus :

Approche préliminaire par famille de traitement

Point de Pollution Concentrée	Objectif de gestion (enjeux)	Excavation puis évacuation et traitement (élimination) hors site	Traitement In-situ	Traitement sur site (on-site)	Confinement
PPC1 5 380 m^3	PPC sols Amélioration de la qualité des milieux Compatibilité sanitaire	✓	X	X	✓
PPC2 10 060 m^3		✓	X	X	✓
PPC3 1 435 m^3		✓	X	X	✓

✓ Scénario de gestion retenu après l'approche préliminaire par famille de traitement

X Scénario de gestion non-retenu après l'approche préliminaire par famille de traitement

Tableau 12 : Synthèse des scénarios de gestion des PPC retenus

Document pro

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

10.4.3 Bilan coûts / avantages des solutions identifiées

Le bilan coûts avantages consiste à présenter les différentes techniques de traitement applicables techniquement sur le site permettant de répondre aux objectifs fixés (garantir la compatibilité sanitaire avec le futur projet d'aménagement dans le temps, améliorer la qualité du milieu et maîtriser les impacts hors site), et à comparer leurs coûts et leurs avantages respectifs intégrant des critères techniques, environnementaux, délais et économiques.

Compte-tenu des arguments évoqués ci-avant, **deux (2) solutions de traitement sont envisageables pour la gestion des 3 PPC :**

- Scénario A : L'élimination hors site ;
- Scénario B : Le confinement sur site.

Ces deux solutions de traitement seront donc étudiées et comparées entre elles dans le cadre des paragraphes suivants pour analyser les avantages / inconvénients de chacune et retenir la solution la plus pertinente.

En première approche, il n'apparait pas pertinent d'étudier des scénarii mixte (traitement hors site pour une partie des PPC, et confinement pour d'autres).

10.4.3.1 Scénario A : Elimination hors site

Une opération de traitement hors site de matériaux pollués se décompose essentiellement en 3 étapes :

- Déblais des matériaux constitutifs des PPC ;
- Chargement et évacuation en filière hors site des matériaux ;
- Remblaiement à l'aide de matériaux d'apport extérieur.

Les matériaux pourront être déblayés à la pelle mécanique et directement chargés en semi-remorque pour transfert vers l'exutoire approprié. Au regard de la nature des pollutions et des exutoires identifiés à ce stade, il n'apparait pas pertinent d'aménager une zone de stockage temporaire afin de recaractériser les matériaux.

Néanmoins, il reste possible si cela s'avère nécessaire, d'aménager une zone de transit des terres polluées avant évacuation. Cette dernière sera constituée d'une plateforme imperméable et disposant d'un système de récupération des eaux de ruissellement afin d'éviter toute pollution de l'emprise utilisée.

Des campagnes de caractérisation plus fines, à réaliser par l'exploitant, selon les choix de valorisation et de tri, permettraient d'optimiser la répartition des volumes vers chacune des filières d'élimination.

Par ailleurs, une voie d'optimisation des tonnages à éliminer hors-site pourrait être déployée au travers d'un tri préalable des matériaux. En effet, au regard de leur nature et de la présence de nombreux blocs, déchets inertes (bois, bétons, gravats de démolition). Des essais de faisabilité et une estimation de la réduction du tonnage à traiter en découlant pourraient être appréhendés dans le cadre d'un Plan de Conception Travaux (PCT).

Document provisoire

La sélection des filières d'élimination hors site des matériaux pollués est dépendante de leur caractérisation physico-chimique, nature et caractéristiques organoleptiques.

Les seuils d'acceptation des filières autorisées les plus proches du site sont présentées ci-après.

Document provisoire

	Filière	Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI - K3)	Installation de Stockage de Déchets Inertes Aménagée (ISDIA - K3+)	Installation de Stockage de Déchets non Dangereux (ISDnD - K2) Bellegarde	Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD - K1) Bellegarde
Paramètre sur essai de lixiviation (mg/kg)	Définition des critères d'acceptation	Arrêté du 12 décembre 2014	Arrêté du 12 décembre 2014 (article 6)	Règlement interne à l'installation	Règlement interne à l'installation
	Fraction soluble	4 000	12 000	60 000	100 000
	Chlorures	800	2 400	15 000	25 000
	Sulfates	1 000	3 000	20 000	50 000
	Fluorures	10	30	150	500
	Antimoine	0,06	0,18	0,7	5
	Arsenic	0,5	1,5	2	25
	Baryum	20	60	100	300
	Cadmium	0,04	0,12	1	5
	Chrome	0,5	1,5	10	70
	Cuivre	2	6	50	100
	Mercure	0,01	0,03	0,2	2
	Molybdène	0,5	1,5	10	30
	Nickel	0,4	1,2	10	40
	Plomb	0,5	1,5	10	50
	Sélénium	0,1	0,3	0,5	7
	Zinc	4	12	50	200
	Carbone Organique Total (COT)	500	500	800	1 000
	Cyanures totaux (aisément libérables)	-	-	-	5
	Indice phénol	1	3	50	100
Paramètre sur brut	HCT (mg/kg)	500	500	2 000	50 000
	HAP (mg/kg)	50	50	100	5 000
	BTEX (mg/kg)	6	6	30	2 000
	PCB (mg/kg)	1	1	10	50
	COHV (mg/kg)	-	-	50	2 000
	Dioxines (µg/kg)	-	-	-	15
	Mercure sur brut (mg/kg)	-	-	7	100
Prix estimatif € HT / t (TGAP incluse, hors terrassement et hors transport)		**15**	**40**	**140**	**200**

Les cases « - » indiquent une absence de seuil, ces éléments n'étant pas censés être présents au sein des matériaux éliminés.

Tableau 13 : Seuils d'acceptation des filières les plus proches du site

Document provisoire

Il est à noter en complément que les ISDI et ISDIA refuse systématiquement tout matériau présentant des indices organoleptiques de pollution (mâchefers, métaux, déchets, …).

La ventilation des volumes de déblais relatifs aux 3 PPC à traiter, vers les différents exutoires et les estimations financières associées à l'opération de traitement hors site, sont présentées ci-après.

Document provisoire

Scenario A : Elimination hors site des PPC									
PPC	**Zones**	**Pollution à gérer**	**Sondages / échantillons concernés**	**Horizon considéré (m)**	**Volume estimé en place (m^3)**	**Tonnage estimé (densité = 1,8) (t)**	**Filières d'élimination hors site envisagées et paramètre déclassant**	**Coût prévisionnel d'élimination (€ HT / t) (hors transport, TGAP comprise)**	**Total (€ HT)**
PPC 1	Zone couverte de matériaux réfractaires	Chrome Cuivre Zinc	E42(0-0,3)	0-0,3	5 380	9 684	ISDD (K1) (chrome sur éluât)	200	1 936 800
PPC 2	Merlon constitué de matériaux de démolition et de déchets divers	Zinc	E46(0,2-0,7)	En surface : merlon de 1,7 m de hauteur En profondeur : 0 à 0,7 m de profondeur	10 060	18 108	ISDND (K2) (déchets de démolition au sein des matériaux)	140	2 535 120
PPC 3	Dépôts de déchets de démolition et de blocs	Chrome Cuivre	E59(0-0,1)	En surface : dépôts sous forme de merlons de 0,7 m de hauteur En profondeur : 0 à 0,3 m de profondeur	1 385	2 493	ISDND (K2) (déchets de démolition au sein des matériaux)	140	349 020
								Sous-total élimination hors site des PPC	**4 820 940**
Terrassement, transport et remblaiement									
						Volume estimé (m3)	**Tonnage estimé en (t)** *(densité : 1,8)*	**Coût prévisionnel à la T (€HT)**	**Total (€ HT)**
Terrassement des PPC (hors talutage, et hors dispositions spécifiques)						16 825	30 285	5	151 425
Transport des PPC vers les filières d'élimination						16 825	30 285	10	302 850
Remblaiement avec des matériaux d'apport						3 545	6 381	15	95 715
								Sous-total terrassement, transport et remblaiement	**549 990**
Etudes de conception et maîtrise d'œuvre							**10% du total de l'opération**		**537 093**
								TOTAL € HT	**5 908 023**
								Coût moyen à la tonne €HT	**195**

Tableau 14 : Répartition des terres polluées selon les filières et estimation de l'opération d'élimination hors site des PPC

Pour le scénario A, le montant estimé des coûts d'élimination hors site des PPC est estimé à environ 5 908 000 € HT.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

10.4.3.2 Scénario B : Confinement sur site

Le confinement sur site consiste à isoler physiquement les matériaux pollués.

Les matériaux constitutifs des PPC seront terrassés, chargés, et mis en œuvre au niveau de l'ouvrage de confinement.

De même que pour l'élimination hors-site :

- des campagnes de caractérisation complémentaires préalables à l'aide de sondages de sol, permettraient d'optimiser les volumes des PPC à gérer.
- une voie d'optimisation des tonnages à éliminer hors-site pourrait être déployée au travers d'un tri préalable des matériaux. En effet, au regard de leur nature et de la présence de nombreux blocs, déchets inertes (bois, bétons, gravats de démolition). Des essais de faisabilité et une estimation de la réduction du tonnage à traiter en découlant pourraient être appréhendés dans le cadre d'un Plan de Conception Travaux (PCT).

Dans le cadre de la réduction du périmètre ICPE d'ASCOMETAL, cette disposition peut s'inscrire au sein d'une opération de revalorisation sur site des matériaux selon l'article L541-32 du Code de l'Environnement.

A titre d'exemple, pour le présent scénario B, **nous retiendrons le confinement des matériaux issus des 3 PPC au sein d'un merlon permettant de matérialiser tout ou partie de la limite entre les emprises du site et de l'usine ASCOMETAL**.

Dans le cas d'un merlon d'une hauteur de 2 m, de talus 3H/2V, et d'un replat de 1 m en tête, tel que présenté à l'illustration suivante, un tel ouvrage pourrait être aménagé sur une longueur de 2,1 km.

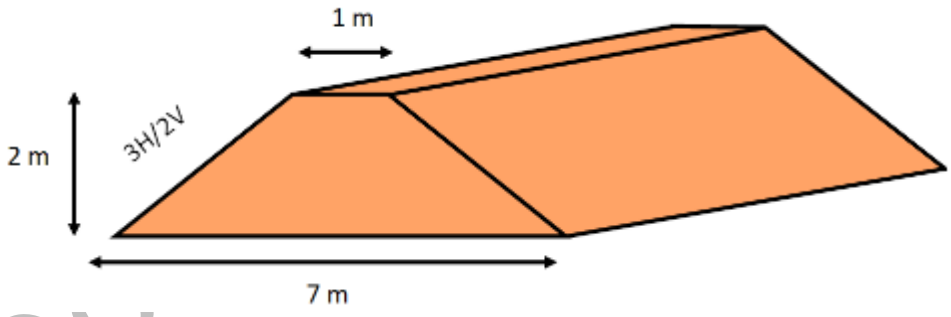


Illustration 24 : Exemple de géométrie de merlon de confinement

Le confinement des matériaux pollués vis-à-vis des milieux pourra être assuré par la mise en œuvre de géosynthétiques. A titre d'exemple, la coupe suivante présente le complexe d'étanchéité qui pourrait être mis en œuvre pour ce type d'ouvrage :

Document provisoire

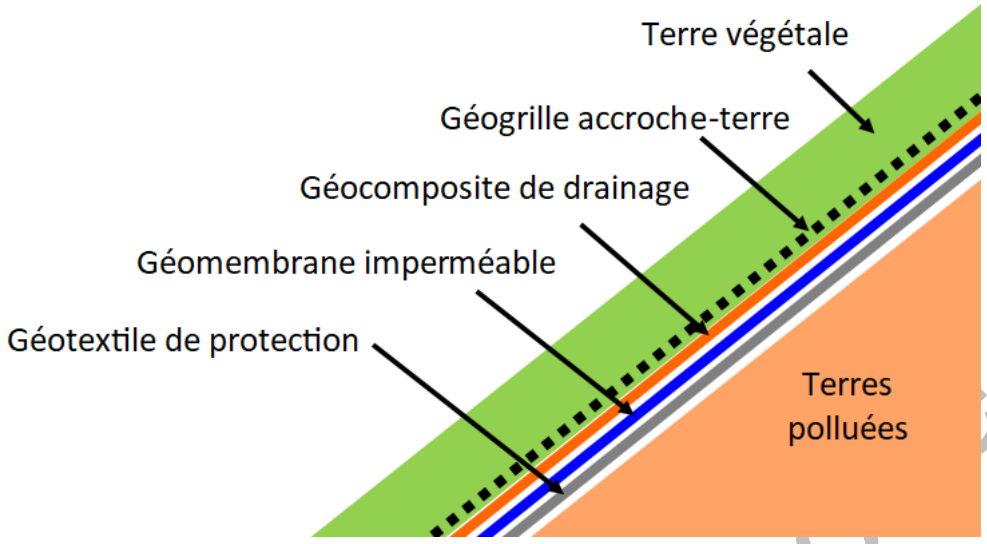


Illustration 25 : Exemple de complexe de géosynthétique pour un merlon de confinement

Cette opération devra préalablement faire l'objet d'une justification via un Porter A Connaissance (PAC) auprès des autorités compétentes pour présenter le projet et justifier notamment de son innocuité environnementale et sanitaire, tel que prévu par l'article L541.32 du Code de l'Environnement.

L'estimation financière de ces travaux est présentée au tableau suivant.

Scenario B : Confinement des PPC au sein d'un merlon étanche			
	Quantité	**Prix unitaire (€ HT)**	**Total (€ HT)**
Terrassement des PPC (hors talutage, et hors dispositions spécifiques)	16 825 m³ / 30 285 t	5 €/t	151 425
Transfert des matériaux et mise en œuvre sous forme de merlon	16 825 m³ / 30 285 t	5 €/t	151 425
Mise en œuvre d'un complexe d'étanchéité et d'une couverture végétale *	19 000 m²	30 €/m²	570 000
Remblaiement par matériaux d'apport des zones déblayées	3 545 m³ / 6 381 t	15 €/t	95 715
Sous-total confinement des matériaux pollués au sein d'un merlon étanche			**968 565**
Etudes de conception et maîtrise d'œuvre		10%	96 857
		TOTAL	1 065 422
		Coût moyen à la tonne €HT	35

* Hypothèse du merlon présenté aux illustrations précédentes

Tableau 15 : Estimation de l'opération de confinement

Pour le scénario B, le montant estimé des **coûts de confinement sur site des PPC est estimé à : 1 065 000 € HT**.

10.4.3.3 Conclusion du bilan coût-avantage

Le tableau ci-après synthétise les caractéristiques des 2 scénarii étudiés dans les paragraphes ci-avant, ainsi que leurs avantages et inconvénients.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Scénario	Description des solutions retenues	Coût estimatif	Durée	Etudes complémentaires nécessaires	Avantages	Inconvénients
Scénario A : élimination hors site	Excavation et élimination hors site des PPC vers des filières autorisées. Remblaiement des fouilles à l'aide de matériaux d'apport.	5 908 000 € HT	Conception et consultation : 3 à 6 mois Travaux : 3 mois	Diagnostic complémentaire pour affiner l'extension des PPC et optimiser la répartition des matériaux selon les filières d'élimination hors site. Calcul volumétrique du merlon (PPC2) et des dépôts (PPC3) pour consolider les volumes en jeu.	Elimination de la pollution Rapidité	Empreinte environnementale importante (transport), estimée à 210 tonnes de CO2* Coût
Scénario B : confinement sur site	Excavation et mise en merlon des matériaux pollués. Confinement par complexe de géosynthétiques. Remblaiement des fouilles à l'aide de matériaux d'apport.	1 065 000 € HT	Conception et consultation : 3 à 6 mois Travaux : 3 à 6 mois	Diagnostic complémentaire pour affiner l'extension des PPC. Calcul volumétrique du merlon (PPC2) et des dépôts (PPC3) pour consolider les volumes en jeu. Etude de conception de l'ouvrage de confinement. PAC de justification règlementaire du confinement (Cf. Article L541-32 du CE).	Coût Limitation de l'empreinte environnementale liée aux transports Revalorisation des matériaux	Maintien de la pollution sur site malgré la coupure des voies de transfert Etudes réglementaires complémentaires nécessaires Durée

Tableau 16 : Bilan coût avantage de comparaison des deux scénarii étudiés

Au regard de ces éléments, il convient de retenir le scénario B, à savoir le confinement sur site des PPC, comme scenario de gestion le plus pertinent.

De plus, des campagnes de caractérisation plus fines, à réaliser par l'exploitant, selon les choix de valorisation et de tri, permettraient d'optimiser les volumes des PPC à gérer. Une voie d'optimisation des tonnages à éliminer hors-site pourrait être déployée au travers d'un tri préalable des matériaux, au regard de leur nature et de la présence de nombreux blocs et déchets inertes (bois, bétons, gravats de démolition). Des essais de faisabilité et une estimation de la réduction du tonnage à traiter en découlant pourraient être appréhendés dans le cadre d'un Plan de Conception Travaux (PCT).

*hypothèses retenues :

Document provisoire

- émissions de 92 g/t.km pour le fret routier ;

- 59 km entre ASCOMETAL et l'ISD de Bellegarde ;

- 75 987 tonnes à transporter en 3 039 rotations de semi-remorques de 7 tonnes à vide et 32 tonnes plein

Document provisoire

10.5 Mesures de gestion des impacts environnementaux

Les mesures de gestion des PPC ne permettront pas d'éliminer en totalité la pollution des sols du site : des concentrations résiduelles seront toujours présentes dans les sols (en métaux et en dioxines furanes dans les sols, et en arsenic dans les eaux souterraines au niveau de PzE2).

Aussi, en complément des mesures de maîtrise des PPC, il est envisagé les mesures de maîtrise des impacts suivantes ;

- compléter le réseau de surveillance piézométrique du site afin de disposer d'ouvrages situés en amont et aval hydraulique, et ce au regard du sens d'écoulement mis en évidence au paragraphe 7.3 (différent du sens d'écoulement supposé).
- assurer une surveillance de la qualité des eaux souterraines selon un bilan quadriennal une fois les mesures de gestion des PPC mises en œuvre.

10.6 Mesures de gestion des impacts sanitaires

Sur site, des mesures de gestion simples et de « bon sens » seront mises en œuvre pour maitriser l'exposition des futurs usagers du site à la pollution résiduelle aux travers notamment, d'actions sur les voies de transfert :

- Restrictions d'usage : les usages suivants ne sont pas inclus dans le projet :
    - Réalisation de forages ou puits captant les eaux souterraines, de même que toute utilisation de ces eaux souterraines, à l'aplomb du site ;
    - Aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers / à baies en pleine terre.

- Dispositifs constructifs / aménagements particuliers :
    - Mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non perméables et non poreux, et installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place et remblaiement avec des matériaux sains.

Dès à présent, et via l'Analyse sanitaire des Risques Résiduel prospective présentée ci-après, la compatibilité sanitaire des mesures de gestion des PPC retenues avec l'usage du site, est confirmée sous réserve du respect des hypothèses retenues (développées dans le paragraphe 11).

Hors site, en l'absence d'impact majeur sur les eaux souterraines, il n'est pas envisagé de mesures de gestion hors site.

Document provisoire

11 Analyse sanitaire des Risques Résiduels prospective (ARR)

L'Analyse sanitaire des Risques Résiduels (ARR) prospective a pour but de valider que la qualité du sous-sol après mise en œuvre des mesures de gestion des PPC (dépollution, mesures constructives, restrictions d'usage) est compatible avec le futur usage.

L'étude réalisée est présentée en annexe 11.

11.1 Qualité résiduelle des milieux

La qualité résiduelle des milieux suite à la mise en œuvre des mesures de gestion de la pollution sera la suivante :

Substances	Concentrations maximales retenues dans les sols (mg/kg)	Source
DIOXINES ET DIBENZOFURANES		
Octa CDD	9,70E-05	E57(0-0.1)
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	E57(0-0.1)
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	E57(0-0.1)
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	E57(0-0.1)
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	E57(0-0.1)
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	E57(0-0.1)
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	E57(0-0.1)
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	E57(0-0.1)
METAUX		
Mercure	2,00E-01	Moyenne <1m
Cadmium (Cd)	9,33E-01	
Chrome (Cr) III[7]	2,32E+02	
Cuivre (Cu)	2,74E+01	
Vanadium (V)	2,77E+01	
Molybdène (Mo)	2,13E+01	

[7] Le chrome total ne dispose pas de VTR pour l'exposition par inhalation de poussières. Seules des VTR pour le chrome III et le chrome VI existent. Dans le cas présent de l'ARR de la zone Nord, le chrome VI n'ayant été quantifié sur aucun des échantillons analysés, la totalité du chrome total a été assimilée à du chrome III pour les calculs de risque sanitaire

Document provisoire

Antimoine	2,50E+00	
Baryum	3,76E+01	
Vanadium (V)	2,77E+01	
HAP		
Fluoranthène	1,00E-01	Moyenne <1m
Benzo(b)fluoranthène	1,50E-01	
DIOXINES ET DIBENZOFURANES		
Octa CDD	9,70E-05	Moyenne <1m
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	
PCB		
7 PCB	1,79E-01	Moyenne <1m

Tableau 17 : Concentrations résiduelles maximales retenues dans les sols

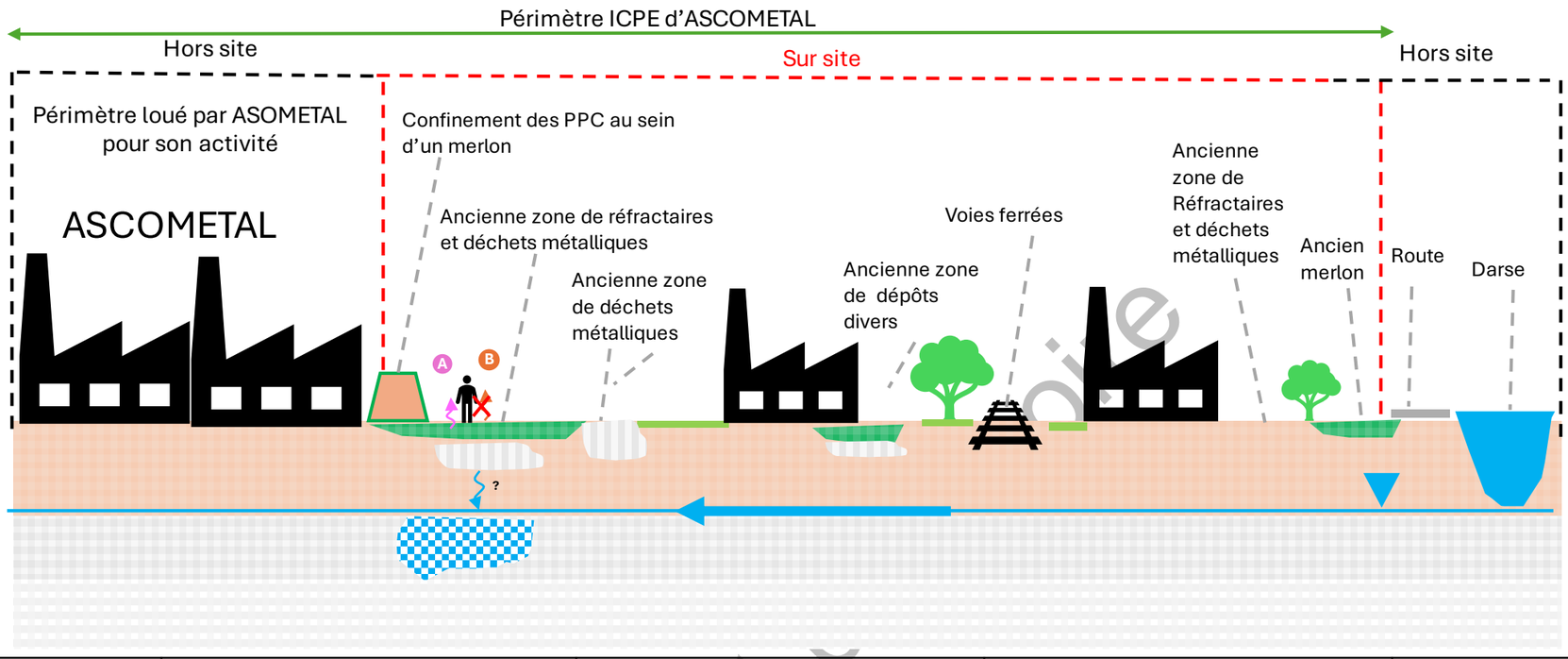
Document provisoire

11.2 Schéma conceptuel après déploiement des mesures de gestion des PPC

Suite à la mise en œuvre des mesures de gestion des PPC, les risques d'exposition en lien avec la qualité résiduelle des sols sont :

- Sur site : à l'inhalation de substances volatiles à la suite du dégazage des substances volatiles présentes dans les sols ;
- Hors site : aucune voie d'exposition retenue en l'état actuel des connaissances.

Le schéma conceptuel après déploiement des mesures de gestion des PPC est présenté ci-après.



Géologie/hydrogéologie :

- Sables fins brun/beige
- Sables limoneux/argileux gris
- Argiles grises
- Nappe phréatique
- Sens d'écoulement

Recouvrement des sols :

- Végétaux
- Route
- Matériaux sains en remblaiement des fouilles des PPC

Sources :

- Eaux souterraines impactée en arsenic
- Impact résiduel en métaux
- Sol impacté en HAP,PCB,BTEX,HCT, Métaux, COHV

Zones à risques (étude historique) :

- Dépôts surfacique (métal, déchets de démolition peinture)
- Réfractaires

Mécanismes de transferts :

- Volatilisation / dégazage
- Envol de poussières de sols contaminés / contact direct
- Migration verticale/latérale
- Voie de transfert supprimée

Voies d'exposition

- A Inhalation de substances volatiles
- B Inhalation de poussières et ingestion de sol

Cibles :

- Futurs usagers

Document non

Illustration 26 : Schéma conceptuel de l'état futur après mise en œuvre des mesures de gestion des PPC

11.3 Synthèse de l'Analyse sanitaire des Risques Résiduels prospective (ARR)

L'Analyse sanitaire des Risques Résiduels (ARR) prédictive a été réalisée sur la base :

- des hypothèses retenues, à savoir :
- Mesure de maitrise de pollution : purge à minima des sols superficiels impactés en ETM, notamment le chrome, le cuivre, le plomb et le mercure au droit du sondage E42 ;
- Usage futur envisagé : projet d'activités industrielles ;
- Usages non inclus dans le projet :
    - implantation d'établissements accueillant des populations sensibles au sens de la circulaire du 8 février 2007 (crèche, école maternelle, primaire, collège / lycée, établissement d'accueil des enfants handicapés) ;
    - réalisation de forages ou puits captant les eaux souterraines, de même que toute utilisation de ces eaux souterraines, à l'aplomb du site ;
    - aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre ;
- Dispositifs constructifs / aménagements particuliers : mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non perméables et non poreux (type tuyauterie multicouche), et installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place et remblaiement avec des matériaux sains ;
- et de l'état résiduel attendu après mesures de gestion de la pollution (PPC).

Au regard du schéma conceptuel après déploiement des mesures de gestion de la pollution (PPC), les futurs usagers (adultes employés) demeurent potentiellement exposés à la pollution résiduelle par inhalation de composés volatils et de poussières en extérieur et à l'intérieur des bureaux.

L'évaluation de l'exposition par inhalation de composés gazeux a été effectuée à l'aide du logiciel Modul'ERS, version 1.0.142[8], produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le ministère en charge de l'Environnement et à partir des teneurs maximales en composés volatils mesurées dans les sols.

L'étude démontre ainsi que l'usage futur projeté est compatible en termes de risques sanitaires avec l'état des milieux.

L'évaluation des incertitudes met en évidence le caractère globalement sécuritaire de l'étude réalisée.

Il a été recommandé au travers de l'ARR :

- De mettre à jour la présente étude sanitaire des risques résiduels en cas de modification des hypothèses prises en compte ou du projet ;
- De veiller à la mise en place de sols superficiels répondant a minima aux concentrations considérées au sein de la présente ARR ;
- De mettre en place, dans le cadre du réaménagement du site, des dispositifs réglementaires permettant de garantir dans le temps la mémoire et la pérennité des mesures de gestion comme par exemple des servitudes et restrictions d'usage.

[8] Il s'agit du numéro de version de la plateforme.

Document provisoire

12 Modalités de déploiement des travaux de dépollution

Le paragraphe suivant définit les grands principes de déploiement des travaux de dépollution des PPC. Ils pourront être affinés ultérieurement.

12.1 Diagnostic complémentaire de délimitation des PPC

Comme mentionné ci-avant, il est recommandé de procéder, préalablement aux travaux de dépollution (gestion des PPC), à une campagne complémentaire d'investigations des sols visant à compléter et à affiner les informations relatives à l'extension des PPC retenues dans le présent plan de gestion.

12.2 Remblaiement des fouilles des PPC

Le remblaiement des fouilles devra être réalisé à l'aide de matériaux d'apport extérieur, ou de matériaux issus du site dont l'impact sanitaire et environnemental est maitrisé.

12.3 Sécurité

Les mesures de protection adaptées seront mises en œuvre pour limiter les nuisances et risques (clôture du chantier, limitation des envols de poussières…). Les équipements individuels (casques, lunettes, bottes ou chaussures de sécurité, vêtements de travail et gants adaptés, casque anti-bruit pour les foreurs…) seront utilisés par l'ensemble du personnel intervenant.

De manière générale, les prescriptions de l'ouvrage « Protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués, INRS/ADEME – 2002 », seront respectées.

12.4 Suivi et réception des travaux

Il est recommandé de confier à un organisme certifié LNE dans le domaine des Sites et Sols Pollués indépendant une mission d'assistance / Maitrise d'œuvre pour l'encadrement du chantier, permettant de s'assurer de la bonne exécution des travaux conformément aux modalités du plan de gestion et de maîtrise de la compatibilité sanitaire (validation de l'atteinte des objectifs de dépollution, traçabilité des matériaux, actions à engager en cas de découverte de matériaux suspects, etc.).

Afin de confirmer la compatibilité sanitaire de la qualité résiduelle du sous-sol avec les usages, des analyses de réception seront à mener à l'issue des travaux de purge des matériaux pollués (PPC) via des prélèvements de fond et flancs de fouille pour analyses en laboratoire, afin d'identifier les teneurs résiduelles en composés (à adapter à chaque PPC) : chrome, cuivre et zinc.

Enfin, un rapport de fin de travaux reprendra le déroulement des travaux de dépollution, les éventuels constats/mesures, la synthèse des résultats de contrôle de la qualité du sous-sol résiduel et une ARR de fin de travaux (mise à jour de l'analyse sanitaire des risques résiduels avec les résultats obtenus si dépassement des valeurs observées).

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

13 Conclusion et recommandations

13.1 Conclusion

ASCOFIELDS (Groupe IDEC – Group Life) est propriétaire de 250 ha dont :

- 101 ha loués à ASCOMETAL ;
- 62 ha destinés à accueillir un industriel en partie nord, site sans activité (friche) ;
- 87 ha en partie Sud, site sans activité (friche) ;

Bien qu'occupant dans le cadre d'un bail seulement 101 ha, ASCOMETAL à une autorisation d'exploiter ICPE, sur un périmètre bien plus large, de 250 ha. Celui-ci doit être réduit et mis en cohérence avec le périmètre loué pour accueillir en partie Nord et Sud de nouveaux industriels.

Ces 62 ha ont déjà fait l'objet d'une étude de pollution des sols au travers du diagnostic environnemental d'ICF Environnement du 15/05/2018 (réf N°PACP170375-VP2). En dépit de la mise en évidence de sources de pollutions, aucune investigation environnementale complémentaire n'a été réalisée au droit de l'emprise du site d'étude

Au regard de ces éléments, ASCOFIELDS a sollicité EODD Ingénieurs Conseils pour la réalisation d'une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) comprenant :

- la mise à jour de l'étude historiques et documentaires ;
- la réalisation d'un diagnostic de la qualité des milieux (sol et eaux souterraines) ;
- la réalisation d'une EQRS ;
- la réalisation d'un Plan de Gestion (PG).

Ainsi, plusieurs sources potentielles de pollution ont été identifiées (dépôts d'activité sidérurgique, déchets, voies ferrées, traverses de chemin de fer, …). Ces éléments ont guidé une campagne d'investigations de sols ayant consisté en la réalisation de 19 sondages de sols à la pelle mécanique, de prélèvements et d'analyses en laboratoire.

Ces investigations sur les sols ont mis en évidence :

- L'absence d'impact en composés organiques au droit de l'ensemble du site d'étude ;
- Des anomalies en métaux (principalement en chrome, cuivre et zinc) au droit des échantillons E42(0-0,3), E44(0-0,2), E46 (0,2-0,7), E56(0-0,2), E59 (0-0,1).
- La détection de composés unitaires en dioxines de 29 ng/kg et de 26 ng/kg en furanes au droit de l'échantillon E57(0,1-1,6).

Une campagne de prélèvements et d'analyses d'eaux souterraines a également été réalisée au sein de 3 ouvrages nouvellement installés par EODD Ingénieurs conseils, et au sein de 4 ouvrages existants au sein de l'usine ASCOMETAL.

Ces investigations sur les eaux souterraines ont essentiellement mis en évidence :

- Quantification en arsenic en PZE, en chrome PZF supérieures aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, définies respectivement dans les Annexes 1 et 2 de l'Arrêté du 30 décembre 2022 ;
- Quantification en PZE2 en arsenic à une concentration supérieure aux valeurs guides de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), définies dans les Directives pour la qualité de l'eau de boisson – 2011 ;
- La quantification en PZB et PZE1 pour des valeurs calculées, mais l'absence de concentrations en dioxines furanes pour les composés unitaires.

Document provisoire

Dans le cadre du plan de gestion, cette caractérisation des milieux a permis de distinguer 3 zones de PPC pour la matrice sol, en raison de pollutions en : chrome (Cr), cuivre (Cu) et zinc (Zn).

Le volume total des PPC à traiter a été estimé à **16 825 m³**, soit **30 285 tonnes**.

Deux scénarii de gestion des PPC ont été étudiés, à savoir, pour le terrassement et l'élimination hors site, et le confinement sur site.

A l'issue du bilan coût avantage, **il a été retenu la solution de gestion de ces PPC par confinement au sein d'un merlon étanche. L'estimation à ce stade des travaux de confinement est de : 1 065 000 €HT (à titre indicatif préliminaire).**

A titre informatif, le coût de gestion des PPC dans le cadre du scénario de traitement hors-site s'élevait à environ 5 908 000 € HT.

Il est à noter que les solutions de gestion étudiées ne prennent pas en compte des opérations préalables d'optimisation de caractérisation et de traitement qui pourraient être abordées dans le cadre d'un Plan de Conception Travaux (PCT). En particulier, il pourrait être envisagé :

- La réalisation d'un diagnostic de caractérisation complémentaire permettant de définir avec plus de précision les emprises des PPC ;
- La réalisation d'un tri des matériaux issus des PPC, afin de traiter distinctement les éléments grossiers potentiellement inertes (déchets de démolition, blocs, bois, …) des sols pollués.

Ces mesures de gestion des PPC correspondent aux travaux de remise en état du site à mettre en œuvre par l'exploitant.

En parallèle de ces travaux, et dans le cadre de la réduction du périmètre ICPE du site, il est rappelé que l'exploitant a également à charge la gestion des opérations de mise en sécurité du site, consistant notamment en la gestion de l'ensemble des déchets présents sur l'emprise concernée, l'installation des clôtures et la gestion et sécurisation des réseaux (isolement, séparation, servitudes, etc…).

L'étude de risque sanitaire réalisée en parallèle du plan de gestion a mis en évidence l'absence de risque sanitaire inacceptable avec un usage industriel et ce dans le respect des hypothèses d'aménagement retenues.

Document provisoire

13.2 Observations

- Cette étude a pour but de faciliter les démarche pour l'exploitant MARCEGAGLIA afin de conduire la procédure de réduction de son périmètre ICPE afin d'accueillir les futurs industriels sur le site ASCOFIELDS .
- La procédure de réduction du périmètre ICPE doit faire l'objet d'une procédure « hybride » entre le Porter à Connaissance et la cessation partielle d'activités. Procédure qui a été convenue avec les services de l'Etat et de la DREAL et est définie dans le document au point 13.3.
- Dans le cadre de la démarche hybride convenue avec la DREAL l'exploitant aura à charge la réalisation d'ATTES mémoire et d'une ATTES travaux ;
- Aussi l'exploitant devra :
    - Affiner les la définition des volumes exacts à traiter dans les PPC et notamment pour certains matériaux sous-jacents à la décharge, qui n'ont pu être caractérisé lors de la présente campagne et l'amélioration des connaissances de la qualité des terrains par

rapport au chrome VI, et d'adapter les éventuelles mesures de gestion qui pourrait en résulter ;
- Réaliser une étude de conception de l'ouvrage de confinement via un Plan de Conception Travaux (PCT) ;
- Mettre à jour l'analyse sanitaire des risques résiduels en cas de modification des hypothèses prises en compte ou du projet ;
- Mettre en place, dans le cadre du réaménagement du site, des dispositifs réglementaires permettant de garantir dans le temps la mémoire et la pérennité des mesures de gestion comme par exemple des servitudes et restrictions d'usage.

13.3 Rappels de la procédure « hybride » retenue avec les services de l'état

La démarche suivante a été convenue avec les services de l'état :

1. Dépôt du Porter A Connaissance (PAC) de demande de réduction du périmètre ICPE par l'exploitant (MARCEGAGLIA), décrivant :

a) Pour la « remise en état du site » : une (étude) IEM permettant de qualifier le sol, le sous- sol et de définir les Points de Pollution Concentrée (PPC) ainsi que leurs mesures de gestion
b) Pour la « mise en sécurité du site », les mesures associées prévues par l'exploitant (MARCEGAGLIA).

Le PAC devra être accompagné d'une ATTES MEMOIRE

2. Arrêté prescrivant les travaux de remise en état et de mise en sécurité par la Préfecture.

3. Réalisation des travaux de « mise en sécurité » par l'exploitant (MARCEGAGLIA) et transmission des Dossiers des Ouvrages Exécutés (DOE) des travaux de « mise en sécurité du site » par l'exploitant (MARCEGAGLIA).

4. Réalisation des travaux de « remise en état du site » par l'exploitant (MARCEGAGLIA) – Remarque : il conviendra de s'assurer lors de ces opérations de la comptabilité sanitaire et environnementale notamment en chrome VI et de l'état du sous-sol sous le massif de la décharge. Transmission des DOE des travaux de « remise en état du site » par l'exploitant (MARCEGAGLIA) ;
Le DOE des travaux de « remise en état du site » devront être accompagnée d'une ATTES TRAVAUX, et validés par une visite de contrôle de la DREAL.

5. Arrêté Préfectoral modificatif de réduction du périmètre ICPE (après achèvement des travaux de « mise en sécurité » et de « remise en état du site ») et décrivant les mesures de suivi associées éventuelles.

Document provisoire

ANNEXE 1 : SOURCES DE DOCUMENTATIONS CONSULTEES

Les différentes sources d'information consultées dans le cadre de cette étude sont récapitulées dans le tableau suivant :

Arrêté Préfectoraux	• Arrêté n°2021-88-pc Imposant des prescription complémentaires à la société ASCOMETAL Fos-Sur-Mer, située sur le territoire de la commune de Fos-sur-Mer, relatives à la surveillance environnementale des retombées atmosphériques de dioxines et furanes d'origines industrielles en date du 17 août 2021 ; • Arrêté n°2021-142-PC fixant des prescriptions complémentaires à la société ASCOMETAL Fos-sur-Mer dans le cadre du projet JUPITER 1000 en date du 26 avril 2021 ; • Arrêté portant mise en demeure à l'encontre de la société ASCOMETAL Fos-sur-Mer pour l'exploitation de son usine sidérurgique de Fos-sur-Mer en date du 18 septembre 2020 ; • Arrêté portant prescriptions complémentaires concernant le changement d'exploitant au profit de la société ASCOMETAL Fos-sur-Mer SAS de l'usine sidérurgiques sise à Fos-sur-Mer en date du 4 mars 2019 ; • Arrête portant application de mesures d'urgence à la société Asco-Industries pour l'exploitation de ses installations situées sur la commune de Fos-sur-Mer à la suite de l'accident survenu le 6 juillet 2017 ; • Arrêté portant prescriptions complémentaires à la société Asco-Industries en date du 16 novembre 2017 ; • Arrêté portant prescriptions complémentaires à la société Asco-Industries dans le cadre d'une part, du changement d'exploitant à son profit de l'usine sidérurgiques sise sur le territoire des communes de Fos-sur-Mer et de Port Saint-Louis du Rhône et d'autre part, de l'actualisation des prescriptions de l'autorisation d'exploiter cette dernière pour tenir comptes des nouvelles rubriques actant la directive SEVESO, et de l'application de la directive IED en date du 16 novembre 2017 ; • Arrêté portant prescriptions complémentaires relatives aux émissions de poussières issues des installations industrielles de la société ASCOMETAL à Fos-sur-Mer en date du 18 juillet 2012 ; • Arrêté des prescriptions complémentaires à la société ASCOMETAL pour l'exploitation d'une aciérie à Fos-sur-Mer en date du 10 mai 2012 ; • Arrêté portant prescriptions complémentaires la société ASCOMETAL à Fos-sur-Mer en date du 17 août 2007 ;
Photographies aériennes	Base de données de photographies aériennes de l'Institut Géographique National (IGN) (http://www.geoportail.gouv.fr) et Google Earth – Photographies aériennes de : 1946 à 2018.
Sites internet	Réseau Natura 2000 : http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Natura-2000,2414-.html Portail Géoportail : http://www.geoportail.fr/,

Document provisoire

	Site Internet BRGM (BSS : Banque de données du Sous-Sol) : Infoterre http://infoterre.brgm.fr/ Inventaire historique des anciens sites industriels et Activités de service – BASIAS : http://basias.brgm.fr/ Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif : http://basol.developpement-durable.gouv.fr/ Inventaires des ICPE et cartographie des risques naturels et technologiques majeurs http://www.géorisques.gouv.fr/
Rapports	• Diagnostic environnemental d'ICF référencé PACP170375-VP2
Visite de site	Cf. Annexe 2

Tableau 18 : Sources de documentation consultées

Document provisoire

ANNEXE 2 : COMPTE-RENDU DE LA VISITE DE SITE

Document provisoire

COMPTE RENDU DE VISITE DE SITE

Réalisateur	MMO, FCO et NKU
Interlocuteur(s) présent(s)	
Date de(s) visite(s)	30/01/24
Document(s) remis	Aucun

1. Visite sur site

1.1. Localisation et identification

Désignation du site	ASCOFIELDS-Zone nord
Département	Bouches du Rhône
Commune	Fos sur mer (13)
Adresse	Route du Quai minéralier – Fos-sur-Mer (13)
Superficie approximative (m²)	62 ha
Topographie	Globalement plane

Propriétaire actuel	ASCOFIELDS
Exploitant actuel	Sans objet
Anciens propriétaires connus et dates (si connues)	Sans objet
Anciens exploitants connus et dates (si connues)	Sans objet

Site en activité	Oui ☐ Non☒	Remarques : *Friche industrielle*	
Type d'activité actuelle(s) et période d'activité (si connue)	*Activités*		*Années*
	Aucune		
Type d'activité passée(s) et période d'activité (si connue)	Aucune		
ICPE	Oui ☒ Non ☐ Ne sait pas ☐	Remarques : Le site d'étude est soumis à Autorisation car compris dans l'emprise ICPE du site d'ASCOMETAL, pour des activités sidérurgiques	

Document provisoire

Quelles sont les activité(s) ICPE identifiées ?	Sans objet

Type de population sur le site	Adultes	☒
	Enfants	☐
Fonction de la population sur le site	Résident	☐
	Salarié	☒
	Client	☐
	Passage	☐
	Autres :	☐
Nombre de passage		
Fréquence	Occasionnelle	☒
	Régulière	☐

Document provisoire

1.2. Description du site

Structures existantes						
Repère plan	**Type**	**Etat / stabilité**	**Utilisation**	**Niveau de sous-sol, vide sanitaire (oui/non)**	**Indices de pollution**	**Accès particuliers (Autorisation badge, libre…)**
	Sans objet					

Activités existantes et installations potentiellement polluantes (sauf stockages)				
Repère plan	**Activité ou installation existante potentiellement polluante**	**Etat (indices de pollution…)**	**Période d'activité**	**Autres remarques (accès machine, accident connu…)**
	Sans objet			

Stockages ou dépôts existants					
Repère plan	**Type (cuves/bidons, aérien/ souterrain, simple/double enveloppe…)**	**Volume (m3) ou quantité (L)**	**Produit contenu**	**Etat (indices de pollution…)**	**Autres Remarques (rétention, accès machine, accident connu, risques…)**
	Pots de peinture		*Peinture*		
	Ferrailles				
	Bidons				
	Matériaux de démolition				
	Traverse de chemins de fer				

Document provisoire

1.3. Plan de localisation des éléments mis en évidence lors de la visite de site



Figure : Occupation du site (Source fond de plan : Géoportail®)

1.4. Type de chauffage actuel et passé

Type de chauffage actuel	Non concerné	
Type de chauffage passé	Non concerné	
Type d'alimentation en eau actuelle	Non concerné	
Type d'alimentation en eau passée	Non concerné	
Présence de transformateurs	Oui ☐ Non☒	Remarques (nombre/localisation) :
Appareils au PCB actuels ou passés		

1.5. Conditions d'accès pour un atelier de forage/Pelle mécanique

Conditions d'accès au site	Le site est clôturé et accessible par un poste de garde après vérification d'identité	
Présence de plusieurs niveaux	Oui ☐ Non ☒	Remarques :
Présence de marches	Oui ☐ Non ☒	
Accessibilité des machines de sondage	Privilégié l'accès avec un pelle mécanique en raison de la végétation importante	
Hauteur de plafond la plus basse identifiée (m) et largeur limitée des accès	Non concerné	
Prévoir un carottier portatif	Oui ☐ Non ☒	
Accès des véhicules intervenants	Pas de contrainte	
Personnes à rencontrer en cas d'investigations	Michel Nègre	
Disponibilité d'eau / électricité	Non	
Autres remarques		

1.6. Autres remarques générales sur le site

Informations sur les réseaux enterrés ou non présents sur site :			
Disponibilité d'un plan des réseaux sur site	Oui ☒ Non ☐	Remarques :	
Repérage des regards sur plan	Oui ☐ Non ☒	Remarques :	
Autres remarques			
Type de couverture des espaces en % :			
Bâti : 0 %	Chaussé : 0.%	Surfaces découvertes : …100..%	Cours / plan d'eau : …..%
Systèmes de collectes :			
Système de collecte des eaux de ruissellement	Oui ☐ Non ☒	Remarques :	
Décanteur / déshuileur	Oui ☐ Non ☒	Remarques :	
Stockage des eaux d'incendie	Oui ☐ Non ☒	Remarques :	
Remblais d'origine diverse sur le site (terrains remaniés, tas matériaux,…) : Oui			
Présence de remblais	Oui ☒ Non ☐		

Document provisoire

De quelle nature (remblais, autre ?)	Réfractaire	
Présence d'indice de pollution	Oui	
Rejets liés à l'activité du site (liquides, atmosphériques,…)		
Actuels	Sans objet	
Passés	Sans objet	
Accidents connus sur site :		
RAS		
Matériaux dangereux sur site :		
Présence de matériaux amiantés	Oui ☐ Non ☒	Remarques :
Présence de matériaux radioactifs	Oui ☐ Non ☒	Remarques :
Présence de matériaux toxiques	Oui ☐ Non ☒	Remarques :
Présence d'un risque pour les interventions futures	Oui ☐ Non ☒	
Bombardements :		
Bombardements connus sur site (demande accompagnateur/client)	Oui ☐ Non ☒	
Ouvrages :		
Présence de piézomètres, forages, puits sur site	Oui ☒ Non ☐	Remarques : l'ouvrage PZ13 est présent au droit de la zone d'étude. Son niveau statique est de 1,83m et sa profondeur de 5,9m
		Remarques :
Espèce végétale protégée ou invasive :		
Présence d'espèces végétales protégées ou invasives	Oui ☐ Non ☒	Remarques :

1.7. Etudes précédentes sur site

Objectif de l'étude	Date de l'étude	Plan
Sans objet		

Document provisoire

2. Visite de l'environnement du site

2.1. Identification des activités et usages au voisinage du site

Rayon approximatif de la visite des abords du site réalisée (m) :

Activités et usages au voisinage du site	Présence (oui/non)	Distance et position par rapport au site	Amont (amt) ou Aval (avl) hydraulique	Remarques générales
Agricole/forestier	Non	Sans objet		
Industriel	Oui	Bordure sud	Aval	Zone industrielle
Commercial	Non	Sans objet		
Etablissements sensibles (crèches, établissements scolaires ou sportifs, parcs et jardins publics)	Non	Sans objet		
Habitations résidentielles/individuelles	Non	Sans objet		
Habitations collectives	Non	Sans objet		
Axes routiers, ferroviaires…	Oui	Voies ferrées en bordure et sur site		Voie ferrée
Autres (Station de lavage, station-service, cheminée d'incinération, garage automobile,…)	Non	Sans objet		

Présence de puits identifiés à proximité : **OUI**☐ **NON**☒

2.1. Milieu(x) naturel(s) identifiés à proximité du site

Milieu naturel	Présence (oui/non)	Nom usuel et description	Distance et position par rapport au site	Remarques générales
Cours d'eau	Oui	La mer Méditerranée via la darse	Bordure Est	
Sources	Non	Sans objet		
Zone naturelle protégée	Oui	ZNIEFF de type I et de type II	Dans un rayon de 2km autour du site	
Captages d'eau	Non	Sans objet		
Autres	Non	Sans objet		

Document provisoire

3. Mesures de mise en sécurité à prendre

Actions	Oui / Non	Degré d'urgence	Commentaires
Enlèvement de fûts, bidons, autres déchets	Oui	**Urgent**	
Excavations de terres	Non		
Stabilisation de produits ou de sources (bassins, dépôts…)	Non		
Mise en œuvre d'un confinement ou d'un recouvrement des sols	Non		
Restrictions d'accès au site (clôture, surveillance) Site squatté ?	Non		
Evacuation du site	Non		
Création de réseau de surveillance des eaux souterraines	Non		
Tests d'épreuve d'étanchéité sur cuves/canalisations	Non		
Démolitions de superstructures (bâtiments, réseaux aériens,…)	Non		
Comblement de vides	Non		
Balisage de zones dangereuses (risque d'effondrement toiture, structure, trous, fosses, risque de noyade ..)	Non		
Autres	Non		

Document provisoire

4. Autres points remarquables

5. Questions spécifiques au site :

ANNEXE 3 : ENSEMBLE DES DOCUMENTS HISTORIQUES ET PHOTOGRAPHIES AERIENNES (IGN)

Document provisoire


1963
Légende
Limite de site
0
250
500 m


1977
77 FR 2904/200
Légende
Limite de site
0
250
500 m


2003
Légende
Limite de site
0
250
500 m


2010
Légende
Limite de site
0
250
500 m


2020
Légende
Limite de site
0
250
500 m


2023
Légende
Limite de site
0
250
500 m

ANNEXE 4 : COUPES LITHOLOGIQUES DES SONDAGES

Document provisoire

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 10:02	**Sondage N°E42**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir : GPS de terrain			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées : x : 849036,825	y :	6262986,294
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐ estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp	
Cote repère :	NGF	Nature repère : TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique	

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type : MiniRAE 3000	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
						~~Echantillon analysé~~	C
0							0
	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2		0 ppm			~~E42 (0-0,3)~~	
1	Sable fin peu limoneux (sauf quelques passages) beige et humide avec rare graves	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E42 (0,3-1,4)	1
2	Argile legerement limoneuse grise et peu humide et compact avec beaucoup de petits coquillages	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E42 (1,4-2,5)	2
	Fin de sondage Effondrement de la fouille						
3							3
4							4
5							5

Document provisoire

Cuttings :	☑ utilisés en remblai ☐ stockés sur site ☐ éliminés vers filière adaptée	~~Equipement PEHD / PVC / Inox Ø…..... ; …… m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : …… mm ; Foration Ø……~~

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 10:36	**Sondage N°E43**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir : GPS de terrain			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849133,075	y : 6263168,193
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère : TN (sol)		Machine / méthode :	Pelle mécanique

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type : MiniRAE 3000	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
						Echantillon analysé	C
0							0
1	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm				1
2	Argile grise et humide avec quelques racines	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E43 (0-1,5)	2
	Fin de sondage - nappe					E43 (2-2,6)	
3							3
4							4
5							5

Cuttings :
- ☑ utilisés en remblai
- ☐ stockés sur site
- ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ;
…… m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : …… mm ; Foration Ø……

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 10:54	**Sondage N°E44**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir : GPS de terrain			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849042,139	y : 6263189,318
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère : TN (sol)		Machine / méthode :	Pelle mécanique

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
						~~Echantillon analysé~~	C
0	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur , aucune imprégnation				~~E44 (0-0,2)~~	
1	Sable fin legerement limoneux beige	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E44 (0,2-2,1)	
2	Argile limoneuse gris humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E44 (2,1-2,6)	
3	Fin de sondage - nappe						
4							
5							

Cuttings :
- ☑ utilisés en remblai
- ☐ stockés sur site
- ☐ éliminés vers filière adaptée

~~Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; ..... m de tube plein et ..... m crépine ; Ouverture crépine : ..... mm ; Foration Ø.....~~

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur :	CIBLEX	Date et heure de livraison :	06/03/2024
Laboratoire :	Wessling		
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 11:17	**Sondage N°E45**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir : GPS de terrain			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849019,489	y : 6263342,637
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère : TN (sol)		Machine / méthode :	Pelle mécanique

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite — Echantillon analysé	C
0	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2		0				
1	Sable fin beige et peu humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E45 (0,1-1,6)	
2	Argile tres plastique noiratre et humide avec racines	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E45 (1,6-2,1)	
	Argile tres plastique grise et très humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E45 (2,1-2,6)	
3	Fin de sondage - nappe						
4							
5							

Cuttings :
- ☑ utilisés en remblai
- ☐ stockés sur site
- ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; ..... m de tube plein et ..... m crépine ; Ouvertures crépine : ..... mm ; Foration Ø.....

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités

Affaire: N°	P08588	Nom :	Zone nord	Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date :	03/06/2024	Heure :	10:51
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir :			**Sondage N°E46**
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x :	849120,044 y : 6263636,869
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
						~~Echantillon analysé~~	C
0							0
	Terre végétale sableuse bruns sec avec quelques racines	Pas d'odeur , aucune imprégnation					
	Sable fin claire beige avec graves	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E46 (0,2-0,7)	
1	Sable fin bruns et peu humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E46 (0,7-1,9)	1
2	Argile limoneuse gris humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E46 (1,9-2,5)	2
	Sable limoneux gris et nappe	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E46 (2,5-2,8)	
3	Fin de sondage - nappe						3
4							4
5							5

Document provisoire

Cuttings :
- ☑ utilisés en remblai
- ☐ stockés sur site
- ☐ éliminés vers filière adaptée

~~Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ;~~
~~…….. m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine :~~
~~…….. mm ; Foration Ø……~~

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur :	Ciblex	Date et heure de livraison :	07/03/2024

Laboratoire : Wessling

Analyses prévues :

Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 06/03/2024	Heure : 11:12	**Sondage N°E47**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir :			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849121,241	y : 6263542,025
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type : MiniRAE 3000	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
						~~Echantillon analysé~~	C
0	Terre végétale						
1	Sable fin beige et frais	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E47 (0,3-1,8)	
2	Argile grise humide avec traces d'oxydoreduction	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E47 (1,8-2,8)	
3	Sable limoneux gris et très humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm	V			
	Fin de sondage - nappe						
4							
5							

Cuttings : ☑ utilisés en remblai ☐ stockés sur site ☐ éliminés vers filière adaptée

~~Equipement PEHD / PVC / Inox Ø…… ; …… m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : …… mm ; Foration Ø……~~

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : Ciblex	Date et heure de livraison : 07/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom :	Zone nord	Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date :	06/03/2024	Heure :	10:05
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir :			**Sondage N°E48**
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x :	849274,556 y : 6263309,725
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite — Echantillon analysé	C
0							0
1	Sable beige frais quelques graves	Pas d'odeur , aucune imprégnation					1
2						E48 (0-1,5)	2
	Argile grisâtre humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E48 (2,2-2,9)	
3	Sable limoneux gris nappe	Pas d'odeur , aucune				E48	3
	Fin de sondage - nappe						
4							4
5							5

Cuttings : ☑ utilisés en remblai ☐ stockés sur site ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; ..... m de tube plein et ..... m crépine ; Ouvertures crépine : ..... mm ; Foration Ø.....

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur :	Ciblex	Date et heure de livraison :	07/03/2024
Laboratoire :	Wessling		
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom :	Zone nord	Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date :	03/06/2024	Heure :	09:43
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir :			**Sondage N°E49**
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x :	849311,513 y : 6263568,882
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type : MiniRAE 3000	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
						~~Echantillon analysé~~	C
0							0
1	Sable beige sec avec quelques graves	Pas d'odeur , imprégnation huileuse				E49 (0-1,4)	1
2	Sable fin bruns et sec avec graves et galets (⊗ 10/15 cm)	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E49 (1,4-2,6)	2
3	Argile gris très humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E49 (2,6-3)	3
	Fin de sondage						
4							4
5							5

Observations de terrain :

Cuttings : ☑ utilisés en remblai ☐ stockés sur site ☐ éliminés vers filière adaptée

~~Equipement PEHD / PVC / Inox Ø…… ; …… m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : ……. mm ; Foration Ø……~~

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur :	Ciblex	Date et heure de livraison :	07/03/2024
Laboratoire :	Wessling		
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10] dioxines furanes		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 03/06/2024	Heure : 09:26	**Sondage N°E50**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir :			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849344,596	y : 6263522,69
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type : MiniRAE 3000	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
						~~Echantillon analysé~~	C
0							0
1	Sable fin bruns et sec avec graves et galets	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E50 (0-1,1)	1
2	Sable fin legerement limoneux beige sec quelques graves	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E50 (1,1-2,1)	2
3	Argile noiratre et peu humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E50 (2,1-3)	3
	Fin de sondage						
4							4
5							5

Cuttings :
- ☑ utilisés en remblai
- ☐ stockés sur site
- ☐ éliminés vers filière adaptée

~~Equipement PEHD / PVC / Inox Ø…….. ;~~
~~…….. m de tube plein et …….. m crépine ; Ouvertures crépine : ……..... mm ; Foration Ø……~~

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur :	Ciblex	Date et heure de livraison :	07/03/2024
Laboratoire :	Wessling		
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom :	Zone nord	Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date :	03/06/2024	Heure :	09:12
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir :			**Sondage N°E51**
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849310,05	y : 6263456,867
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
						Echantillon analysé	C
0							0
1	Sable fin beiges frais	Pas d'odeur , aucune imprégnation					1
2	Argile gris humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E51 (0-1,5)	2
3	Sable limoneux gris saturé en eau	Pas d'odeur , aucune				E51 (2,2-2,8)	3
	Fin de sondage						
4							4
5							5

Cuttings :
- ☑ utilisés en remblai
- ☐ stockés sur site
- ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ;
…….. m de tube plein et …… m crépiné ; Ouvertures crépine : ……. mm , Foration Ø……

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : Ciblex	Date et heure de livraison :	07/03/2024	
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10], Chrome VI		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 13:16	**Sondage N°E52**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir : GPS de terrain			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849259,246	y : 6263195,763
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐ estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp	
Cote repère :	NGF	Nature repère : TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique	

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite — Echantillon analysé	C
0							
1	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E52 (0-1,5)	
2	Argile tres plastique noiratre et très humide avec matiere organique	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E52 (1,5-2)	
	Sable limoneux gris et très humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation	00 ppm			E52 (2-2,4)	
3	Fin de sondage - nappe						
4							
5							

Observations de terrain :

Cuttings : ☑ utilisés en remblai ☐ stockés sur site ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; …….. m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : ……. mm ; Foration Ø……

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 13:46	**Sondage N°E53**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir : GPS de terrain			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849297,126	y : 6263110,312
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐ estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp	
Cote repère :	NGF	Nature repère : TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique	

Observations de terrain :			PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique				Echantillon analysé	C
0							0
1	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E53 (0-1,5)	1
	Sable limoneux grise et très humide avec racines, morceaux de bois, coquillage	Odeur de vase , aucune imprégnation	0 ppm			E53 (1,5-1,9)	
2	Argile grise et très humide avec rare racines	Odeur de vase , aucune imprégnation	0 ppm			E53 (1,9-2,5)	2
	Fin de sondage - nappe						
3							3
4							4
5							5

Document provisoire

Cuttings :	☑ utilisés en remblai ☐ stockés sur site ☐ éliminés vers filière adaptée	~~Equipement PEHD / PVC / Inox Ø…… ; …… m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : …… mm ; Foration Ø……~~

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 14:15	**Sondage N°E54**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir : GPS de terrain			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées : x : 849238,196	y :	6263056,723
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐ estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp	
Cote repère :	NGF	Nature repère : TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique	

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type : MiniRAE 3000	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
						Echantillon analysé	C
0							0
1	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E54 (0-1,5)	1
2	Sable limoneux gris et humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E54 (1,8-2,2)	2
	Argile grise, noiratre et très humide avec racines	Odeur de vase , aucune imprégnation	0 ppm			E54 (2,2-2,8)	
3	Fin de sondage - nappe						3
4							4
5							5

Document provisoire

Cuttings : ☑ utilisés en remblai ☐ stockés sur site ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; ..... m de tube plein et ..... m crépine ; Ouvertures crépine : ..... mm ; Foration Ø.....

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 14:41	**Sondage N°E55**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir : GPS de terrain			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849434,903	y : 6262873,286
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère : TN (sol)		Machine / méthode :	Pelle mécanique

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite — Echantillon analysé	C
0							
1	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E55 (0-1,6)	
2	Argile gris et humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E55 (1,6-2,7)	
3	Fin de sondage						
4							
5							

Document provisoire

Cuttings :
- ☑ utilisés en remblai
- ☐ stockés sur site
- ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; …… m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : …… mm ; Foration Ø……

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10], Chrime VI		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 15:16	**Sondage N°E56**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir : GPS de terrain			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées : x : 849441,095	y :	6262766,679
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐ estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp	
Cote repère :	NGF	Nature repère : TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique	

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite — Echantillon analysé	C
0							
	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E56 (0-0,2)	
1	Sable fin bruns et peu humides avec racines	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E56 (0,2-1,6)	
2	Argile legerement limoneuse gris et humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E56 (1,6-2,7)	
	Fin de sondage - nappe						
3							
4							
5							

Document provisoire

Cuttings :
- ☑ utilisés en remblai
- ☐ stockés sur site
- ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; …….. m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : ……. mm ; Foration Ø……

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 15:35	**Sondage N°E57**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir :	GPS de terrain		
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849525,064	y : 6262820,169
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite — Echantillon analysé	C
0							0
	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur	0 ppm			E57 (0-0,1)	
1	Sable fin beige et humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E57 (0,1-1,6)	1
2	Argile grise et humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E57 (1,6-2,8)	2
3	Fin de sondage - nappe						3
4							4
5							5

Observations de terrain :

Cuttings : ☑ utilisés en remblai ☐ stockés sur site ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø…..... ; …… m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : ……..... mm ; Foration Ø…..…

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10], dioxines furanes		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 09:30	**Sondage N°E58**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir : GPS de terrain			
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 848923,981	y : 6262893,301
Cote sol z :	2 m	mesuré ☐	estimé ☑	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère : TN (sol)		Machine / méthode :	Pelle mécanique

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite — Echantillon analysé	C
0							
1	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E58 (0-1,3)	
2	Argile gris très humides	Pas d'odeur , aucune imprégnation					
3	Fin de sondage eboulement						
4							
5							

Cuttings :
- ☑ utilisés en remblai
- ☐ stockés sur site
- ☐ éliminés vers filière adaptée

~~Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; ..... m de tube plein et ..... m crépine ; Ouvertures crépine : ..... mm ; Foration Ø.....~~

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom : Zone nord		Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date : 05/03/2024	Heure : 09:02	**Sondage N°E59**	
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir :	GPS de terrain		
Système de coordonnées :		Lambert 93	Coordonnées :	x : 849096,229	y : 6262460,976
Cote sol z :	2 m	mesuré	estimé	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite — Echantillon analysé	C
0							0
	Sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur , aucune imprégnation				~~E59 (0-0,1)~~	
1	Sable fin bruns et peu humide avec quelques graves	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E59 (0,1-1)	1
2	Argile gris et humide	Pas d'odeur , aucune imprégnation				E59 (1-2,3)	2
	Fin de sondage - nappe						
3							3
4							4
5							5

Observations de terrain :

Cuttings : utilisés en remblai / stockés sur site / éliminés vers filière adaptée

~~Equipement PEHD / PVC / Inox Ø…..... ; …… m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : …….. mm ; Foration Ø…..…~~

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur : CIBLEX	Date et heure de livraison : 06/03/2024		
Laboratoire : Wessling			
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10], dioxines furanes		

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités					
Affaire: N°	P08588	Nom :	Zone nord	Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MGR/GFN	Date :	05/03/2024	Heure :	08:45
Météo :	Soleil, vent	Localisation à partir :	GPS de terrain		**Sondage N°E71**
Système de coordonnées :	Lambert 93	Coordonnées :	x : 849166,481	y :	6262273,948
Cote sol z :	2 m	mesuré	estimé	Nom sous-traitant :	Mbstp
Cote repère :	NGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	Pelle mécanique

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite — Echantillon analysé	C
0							
1	sable fin beige frais avec racines entre 0 et 0,2	Pas d'odeur , aucune imprégnation	0 ppm			E71 (0-1,4)	
2	Argile limoneuse gris et humide	Très légère odeur de vase, aucune imprégnation				E71 (1,4-2,3)	
	Fin de sondage - nappe						
3							
4							
5							

Observations de terrain :

Cuttings : utilisés en remblai / stockés sur site / éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; …….. m de tube plein et …… m crépine ; Ouvertures crépine : ……. mm ; Foration Ø……

Document provisoire

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement des flacons :	Glacière réfrigérée		Blanc de transport : Non
Transporteur :	CIBLEX	Date et heure de livraison :	06/03/2024
Laboratoire :	Wessling		
Analyses prévues :	Pack ISDI, 15 métaux sur brut (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Co, V, Fe), 3 métaux sur éluât (Co, V, Fe) HCT C5-C10]		

ANNEXE 5 : BORDEREAUX DES RESULTATS D'ANALYSES SUR LES SOLS

Document provisoire

Accréditation n°1-364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

EODD INGENIEURS CONSEILS
Monsieur Montaigne MOMPHILE
Batiment Henri Poincaré - Domaine du Petit Arbois Avenue
Louis Philibert
13100 AIX EN PROVENCE

N° rapport d'essai	ULY24-014181-1
N° commande	ULY-06063-24
Interlocuteur (interne)	J. Moncorgé
Téléphone	+33 474 999 633
Courrier électronique	Jonathan.Moncorge@wessling.fr
Date	29.05.2024

Rapport d'essai

P08588 SOL

ment provisoire



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
La portée d'accréditation DAKKS n° D-PL-14162-01-00 des laboratoires WESSLING Allemands est disponible sur le site www.dakks.de pour les résultats accrédités par ces laboratoires.
Le COFRAC/DAKKS sont signataires des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-02**	**24-030361-03**	**24-030361-04**	**24-030361-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E71(0-1.4)***	***E71(1.4-2.3)***	***E59 (0-0.1)***	***E59 (0-0.1)***
Analyse physique					
Matières sèches - DIN ISO 11465 (1996-12) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)					
Matière sèche	% masse MB				87,9
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche	% masse MB	82,8 (A)	76,9 (A)	87,2 (A)	
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	5880	16000	17000	
Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Somme des C5	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)	
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)	
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale	MS	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)	
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Vanadium (V)	mg/kg MS	12 (A)	18 (A)	260 (A)	
Chrome (Cr)	mg/kg MS	13 (A)	18 (A)	3800 (A)	
Fer (Fe)	mg/kg MS	11000 (A)	17000 (A)	120000 (A)	
Cobalt (Co)	mg/kg MS	5,0 (A)	7,0 (A)	12 (A)	
Nickel (Ni)	mg/kg MS	14 (A)	23 (A)	160 (A)	
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	4,0 (A)	12 (A)	350 (A)	
Zinc (Zn)	mg/kg MS	29 (A)	48 (A)	660 (A)	
Arsenic (As)	mg/kg MS	6,0 (A)	7,0 (A)	37 (A)	
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	110 (A)	
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)	<0,4 (A)	0,6 (A)	
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	4,0 (A)	
Baryum (Ba)	mg/kg MS	15 (A)	43 (A)	240 (A)	
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	0,2 (A)	
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<10 (A)	16 (A)	92 (A)	

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-02**	**24-030361-03**	**24-030361-04**	**24-030361-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E71(0-1.4)***	***E71(1.4-2.3)***	***E59 (0-0.1)***	***E59 (0-0.1)***

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-02**	**24-030361-03**	**24-030361-04**	**24-030361-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E71(0-1.4)***	***E71(1.4-2.3)***	***E59 (0-0.1)***	***E59 (0-0.1)***

Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)

Dioxines polychlorés dans les sols - DIN 38414-S 24 mod. (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDD	ng/kg MS				<1,0 (A)
1,2,3,7,8 PeCDD	ng/kg MS				<2,0 (A)
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg MS				<3,0 (A)
1,2,3,6,7,8 HxCDD	ng/kg MS				<3,0 (A)
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg MS				<3,0 (A)
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	ng/kg MS				19 (A)
Octa CDD	ng/kg MS				51 (A)
Somme des tetra CDD	ng/kg MS				<10 (A)
Somme des penta CDD	ng/kg MS				<20 (A)
Somme des Hexa CDD	ng/kg MS				<30 (A)
Somme des hepta CDD	ng/kg MS				39 (A)
Somme des TCDD restants	ng/kg MS				<10 (A)
Somme des PeCDD restants	ng/kg MS				<20 (A)
Somme des HxCDD restants	ng/kg MS				<30 (A)
Somme des HpCDD restants	ng/kg MS				20 (A)

Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)

Furanes polychlorés dans les sols - DIN 38414-S 24 mod. (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDF	ng/kg MS				3,6 (A)
1,2,3,7,8 PeCDF	ng/kg MS				2,4 (A)
2,3,4,7,8 PeCDF	ng/kg MS				3,6 (A)
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg MS				5,3 (A)
1,2,3,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS				4,6 (A)
2,3,4,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS				6,2 (A)
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg MS				<3,0 (A)
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	ng/kg MS				31 (A)
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg MS				<15 (A)
Octa CDF	ng/kg MS				<50 (A)
Somme des tetra CDF	ng/kg MS				51 (A)
Somme des penta CDF	ng/kg MS				44 (A)
Somme des Hexa CDF	ng/kg MS				49 (A)
Somme des Hepta CDF	ng/kg MS				44 (A)
Somme des TCDF restants	ng/kg MS				47 (A)
Somme des PeCDF restants	ng/kg MS				38 (A)
Somme des HxCDF restants	ng/kg MS				33 (A)
Somme des HpCDF restants	ng/kg MS				13 (A)

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-02**	**24-030361-03**	**24-030361-04**	**24-030361-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E71(0-1.4)***	***E71(1.4-2.3)***	***E59 (0-0.1)***	***E59 (0-0.1)***

Valeurs calculées

Valeurs calculés de dioxines et furanes polychlorés dans les sols - DIN 38414 S24 (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Somme PCDD (tetra-octa)	ng/kg MS				90 (A)
Somme PCDF (tetra-octa)	ng/kg MS				190 (A)
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	ng/kg MS				280 (A)
I-TE (OTAN CCMS) excl. LOQ	ng/kg MS				4,5 (A)
I-TE (OTAN CCMS) incl. LOQ	ng/kg MS				7,9 (A)
I-TE (OTAN CCMS) incl. ½ LOQ	ng/kg MS				6,2 (A)
TEQ (OMS 1997) excl. LOQ	ng/kg MS				4,4 (A)
TEQ (OMS 1997) incl. LOQ	ng/kg MS				8,8 (A)
TEQ (OMS 1997) incl. ½ LOQ	ng/kg MS				6,6 (A)
TE-BGA excl. LOQ	ng/kg MS				4,3 (A)
TE-BGA incl. LOQ	ng/kg MS				7,5 (A)
Somme I du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS				0,00724 (A)
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	ng/kg MS				3,65 (A)
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	ng/kg MS				8,01 (A)
Somme II du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS				0,0258 (A)
Somme III du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS				0,127 (A)
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	ng/kg MS				5,83 (A)

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	79 (A)	74 (A)	79 (A)	
Masse de la prise d'essai	g	20 (A)	21 (A)	21 (A)	
Refus >4mm	g	3,8 (A)	58 (A)	52 (A)	

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		9,4 à 20°C (A)	9 à 20°C (A)	11 à 20°C (R146)	
Conductivité [25°C]	µS/cm	67 (A)	130 (A)	220 (A)	

Document

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-02**	**24-030361-03**	**24-030361-04**	**24-030361-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E71(0-1.4)***	***E71(1.4-2.3)***	***E59 (0-0.1)***	***E59 (0-0.1)***

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	<100 (A)	180 (A)	210 (A)	

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,3 (A)	0,3 (A)	0,3 (A)	

Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	<1,8 (A)	4,7 (A)	<1,8 (A)	

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	84 (A)	
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	44 (A)	
Fer (Fe)	mg/l E/L	0,13 (A)	0,39 (A)	<0,05 (A)	
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)	
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0 (A)	5,0 (A)	<3,0 (A)	
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)	11 (A)	25 (A)	
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0 (A)	7,0 (A)	20 (A)	
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	0,1 (A)	
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-02**	**24-030361-03**	**24-030361-04**	**24-030361-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E71(0-1.4)***	***E71(1.4-2.3)***	***E59 (0-0.1)***	***E59 (0-0.1)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	0,001	

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<18,0	47,0	<18,0	

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	<100	<100	

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	1800	2100	

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	3,0	3,0	3,0	
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,84	
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,44	
Fer (Fe)	mg/kg MS	1,3	3,9	<0,5	
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	0,05	<0,03	
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	0,07	0,2	
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	0,11	0,25	
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	3*250ml VBrun WES002	3*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11	11	11	11
Début des analyses :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	10.04.2024
Fin des analyses :	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024	19.04.2024

Rapport provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-05**	**24-030361-06**	**24-030361-07**	**24-030361-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E58(0-1.3)***	***E42(0-0.3)***	***E43(0-1.5)***	***E43(2-2.6)***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	88,6 (A)	88,2 (A)	87,5 (A)	71,7 (A)

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	7280	22500	7770	40300

Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Somme des C5	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale	MS	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	14 (A)	770 (A)	18 (A)	36 (A)
Chrome (Cr)	mg/kg MS	120 (A)	8000 (A)	63 (A)	44 (A)
Fer (Fe)	mg/kg MS	24000 (A)	200000 (A)	17000 (A)	32000 (A)
Cobalt (Co)	mg/kg MS	8,0 (A)	7,0 (A)	7,0 (A)	16 (A)
Nickel (Ni)	mg/kg MS	54 (A)	120 (A)	21 (A)	51 (A)
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	29 (A)	200 (A)	11 (A)	37 (A)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	44 (A)	1300 (A)	150 (A)	110 (A)
Arsenic (As)	mg/kg MS	8,0 (A)	9,0 (A)	6,0 (A)	24 (A)
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)	4,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	7,0 (A)	70 (A)	3,0 (A)	4,0 (A)
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)	1,0 (A)	0,7 (A)	<0,4 (A)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)	2,0 (A)	<1,0 (A)	1,0 (A)
Baryum (Ba)	mg/kg MS	19 (A)	640 (A)	35 (A)	77 (A)
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)	0,4 (A)	<0,1 (A)	0,1 (A)
Plomb (Pb)	mg/kg MS	12 (A)	110 (A)	41 (A)	48 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-05**	**24-030361-06**	**24-030361-07**	**24-030361-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E58(0-1.3)***	***E42(0-0.3)***	***E43(0-1.5)***	***E43(2-2.6)***

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-05**	**24-030361-06**	**24-030361-07**	**24-030361-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E58(0-1.3)***	***E42(0-0.3)***	***E43(0-1.5)***	***E43(2-2.6)***

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	94 (A)	97 (A)	82 (A)	74 (A)
Masse de la prise d'essai	g	21 (A)	21 (A)	20 (A)	20 (A)
Refus >4mm	g	28 (A)	60 (A)	19 (A)	53 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		9 à 20°C (A)	11,6 à 20°C (R146)	9,2 à 19,9°C (A)	8,5 à 19,5°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	56 (A)	750 (A)	63 (A)	1200 (A)

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	<100 (A)	480 (A)	<100 (A)	880 (A)

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	59 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10 (A)	18 (A)	<10 (A)	520 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,4 (A)	1,3 (A)	0,6 (A)	6,0 (A)

Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	<1,8 (A)	<1,8 (A)	<1,8 (A)	4,7 (A)

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	25 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	1 300 (A)	12 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	0,24 (A)	<0,05 (A)	0,63 (A)	<0,05 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	6,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	16 (A)	35 (A)	35 (A)	33 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0 (A)	92 (A)	<5,0 (A)	22 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	0,2 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

ment provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-05**	**24-030361-06**	**24-030361-07**	**24-030361-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E58(0-1.3)***	***E42(0-0.3)***	***E43(0-1.5)***	***E43(2-2.6)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	0,002	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<18,0	<18,0	<18,0	47,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	180	<100	5200

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	4800	<1000	8800

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	4,0	13	6,0	60
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	590

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05	0,25	<0,05	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	13	0,12	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	2,4	<0,5	6,3	<0,5
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	0,06
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	0,92	<0,05	0,22
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	0,16	0,35	0,35	0,33
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11	11	11	11
Début des analyses :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Fin des analyses :	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024

Rapport provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-09**	**24-030361-10**	**24-030361-11**	**24-030361-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E44(0-0.2)***	***E45(0.1-1.6)***	***E52(0-1.5)***	***E52(1.5-2)***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	90,3 (A)	90,1 (A)	90,5 (A)	65,5 (A)

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	12800	8500	6890	105000

Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Somme des C5	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale	MS	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	47 (A)	13 (A)	11 (A)	33 (A)
Chrome (Cr)	mg/kg MS	530 (A)	15 (A)	13 (A)	28 (A)
Fer (Fe)	mg/kg MS	37000 (A)	14000 (A)	11000 (A)	30000 (A)
Cobalt (Co)	mg/kg MS	5,0 (A)	6,0 (A)	5,0 (A)	12 (A)
Nickel (Ni)	mg/kg MS	29 (A)	18 (A)	15 (A)	37 (A)
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	27 (A)	6,0 (A)	5,0 (A)	26 (A)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	290 (A)	36 (A)	30 (A)	80 (A)
Arsenic (As)	mg/kg MS	5,0 (A)	5,0 (A)	4,0 (A)	25 (A)
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	16 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	7,0 (A)
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,9 (A)	<0,4 (A)	<0,4 (A)	<0,4 (A)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Baryum (Ba)	mg/kg MS	84 (A)	18 (A)	14 (A)	42 (A)
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	mg/kg MS	56 (A)	12 (A)	<10 (A)	35 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-09**	**24-030361-10**	**24-030361-11**	**24-030361-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E44(0-0.2)***	***E45(0.1-1.6)***	***E52(0-1.5)***	***E52(1.5-2)***

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-09**	**24-030361-10**	**24-030361-11**	**24-030361-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E44(0-0.2)***	***E45(0.1-1.6)***	***E52(0-1.5)***	***E52(1.5-2)***

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	98 (A)	72 (A)	73 (A)	70 (A)
Masse de la prise d'essai	g	21 (A)	21 (A)	21 (A)	20 (A)
Refus >4mm	g	52 (A)	21 (A)	20 (A)	51 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		11,3 à 19,7°C (R146)	9,1 à 19,7°C (A)	8,9 à 19,7°C (A)	8,2 à 19,8°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	360 (A)	52 (A)	47 (A)	420 (A)

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	280 (A)	<100 (A)	<100 (A)	320 (A)

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	96 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,6 (A)	0,4 (A)	0,4 (A)	0,5 (A)

Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	4,2 (A)	<1,8 (A)	<1,8 (A)	4,3 (A)

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	78 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	230 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	<0,05 (A)	0,3 (A)	0,08 (A)	<0,05 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	16 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	15 (A)	<10 (A)	<10 (A)	49 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	29 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	16 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-09**	**24-030361-10**	**24-030361-11**	**24-030361-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E44(0-0.2)***	***E45(0.1-1.6)***	***E52(0-1.5)***	***E52(1.5-2)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	42,0	<18,0	<18,0	43,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	<100	<100	960

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	2800	<1000	<1000	3200

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	6,0	4,0	4,0	5,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	0,78	<0,05	<0,05	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	2,3	<0,05	<0,05	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	<0,5	3,0	0,8	<0,5
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,16	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,29	<0,05	<0,05	0,16
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	0,15	<0,1	<0,1	0,49
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Rapport provisoire

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	3*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	3*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11	11	11	11
Début des analyses :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Fin des analyses :	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-13**	**24-030361-14**	**24-030361-15**	**24-030361-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E53(0-1.5)***	***E53(1.9-2.5)***	***E54(0-1,5)***	***E55(0-1.6)***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche	% masse MB	74,3 (A)	69,1 (A)	87,2 (A)	92,5 (A)
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	7610	36800	7630	10000
Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Somme des C5	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale	MS	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)
Eléments					
Chrome (VI) (prise d'essai 2g) - Méthode interne : CrVI-SPECTROMETRIE - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (VI)	mg/kg MS				<5,0 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-13**	**24-030361-14**	**24-030361-15**	**24-030361-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E53(0-1.5)***	***E53(1.9-2.5)***	***E54(0-1,5)***	***E55(0-1.6)***

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	11 (A)	25 (A)	11 (A)	11 (A)
Chrome (Cr)	mg/kg MS	12 (A)	24 (A)	11 (A)	12 (A)
Fer (Fe)	mg/kg MS	10000 (A)	24000 (A)	11000 (A)	11000 (A)
Cobalt (Co)	mg/kg MS	4,0 (A)	11 (A)	5,0 (A)	4,0 (A)
Nickel (Ni)	mg/kg MS	14 (A)	34 (A)	14 (A)	14 (A)
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	6,0 (A)	21 (A)	7,0 (A)	4,0 (A)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	97 (A)	73 (A)	86 (A)	26 (A)
Arsenic (As)	mg/kg MS	4,0 (A)	14 (A)	5,0 (A)	6,0 (A)
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)	<0,4 (A)	<0,4 (A)	<0,4 (A)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)	2,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Baryum (Ba)	mg/kg MS	20 (A)	46 (A)	25 (A)	13 (A)
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	mg/kg MS	11 (A)	32 (A)	13 (A)	<10 (A)

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Document Provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-13**	**24-030361-14**	**24-030361-15**	**24-030361-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E53(0-1.5)***	***E53(1.9-2.5)***	***E54(0-1,5)***	***E55(0-1.6)***

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	0,27 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	0,23 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	0,26 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,1 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,06 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,08 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,06 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	0,77	-/-	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	62 (A)	70 (A)	68 (A)	69 (A)
Masse de la prise d'essai	g	21 (A)	21 (A)	21 (A)	21 (A)
Refus >4mm	g	19 (A)	52 (A)	15 (A)	18 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		8,9 à 19,7°C (A)	8,6 à 19,7°C (A)	8,6 à 19,7°C (A)	8,9 à 19,8°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	38 (A)	350 (A)	140 (A)	240 (A)

Document

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-13**	**24-030361-14**	**24-030361-15**	**24-030361-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E53(0-1.5)***	***E53(1.9-2.5)***	***E54(0-1,5)***	***E55(0-1.6)***
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration	mg/l E/L	<100 (A)	270 (A)	<100 (A)	130 (A)
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10 (A)	34 (A)	<10 (A)	36 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10 (A)	33 (A)	48 (A)	17 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	<0,1 (A)	0,5 (A)	0,4 (A)	0,4 (A)
Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	<1,8 (A)	6,2 (A)	<1,8 (A)	<1,8 (A)
Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	0,32 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	0,07 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)	13 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	8,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0 (A)	6,0 (A)	6,0 (A)	<5,0 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-13**	**24-030361-14**	**24-030361-15**	**24-030361-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E53(0-1.5)***	***E53(1.9-2.5)***	***E54(0-1,5)***	***E55(0-1.6)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<18,0	62,0	<18,0	<18,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	330	480	170

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	2700	<1000	1300

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	5,0	4,0	4,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	340	<100	360

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	3,2	<0,5	<0,5	0,7
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	0,06	0,06	<0,05
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	0,13	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	0,08	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11	11	11	11
Début des analyses :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Fin des analyses :	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024

Rapport provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-17**	**24-030361-18**	**24-030361-19**	**24-030361-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E55(1.6-2.7)***	***E56(0-0.2)***	***E56(1.6-2.7)***	***E57(0-0.1)***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche	% masse MB	71,0 (A)	92,1 (A)	67,8 (A)	79,5 (A)
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	89600	16900	78100	39000
Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Somme des C5	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)	29 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale	MS	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)	13/03/2024 (A)
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Vanadium (V)	mg/kg MS	18 (A)	20 (A)	36 (A)	23 (A)
Chrome (Cr)	mg/kg MS	18 (A)	66 (A)	32 (A)	72 (A)
Fer (Fe)	mg/kg MS	17000 (A)	23000 (A)	33000 (A)	28000 (A)
Cobalt (Co)	mg/kg MS	8,0 (A)	7,0 (A)	14 (A)	7,0 (A)
Nickel (Ni)	mg/kg MS	25 (A)	38 (A)	43 (A)	33 (A)
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	12 (A)	24 (A)	34 (A)	23 (A)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	47 (A)	250 (A)	99 (A)	430 (A)
Arsenic (As)	mg/kg MS	9,0 (A)	8,0 (A)	35 (A)	10 (A)
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 (A)	3,0 (A)	1,0 (A)	3,0 (A)
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)	0,5 (A)	<0,4 (A)	1,5 (A)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	1,0 (A)
Baryum (Ba)	mg/kg MS	37 (A)	63 (A)	56 (A)	40 (A)
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	mg/kg MS	13 (A)	38 (A)	41 (A)	57 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-17**	**24-030361-18**	**24-030361-19**	**24-030361-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E55(1.6-2.7)***	***E56(0-0.2)***	***E56(1.6-2.7)***	***E57(0-0.1)***

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,07 (A)
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	0,10 (A)
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,07 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	0,15 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,07 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,06 (A)
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	0,25

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	0,043 (A)	<0,01 (A)	0,013 (A)
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	0,054 (A)	<0,01 (A)	0,013 (A)
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	0,054 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	0,15	-/-	0,025

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-17**	**24-030361-18**	**24-030361-19**	**24-030361-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E55(1.6-2.7)***	***E56(0-0.2)***	***E56(1.6-2.7)***	***E57(0-0.1)***

Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)

Dioxines polychlorés dans les sols - DIN 38414-S 24 mod. (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDD	ng/kg MS				<1,0 (A)
1,2,3,7,8 PeCDD	ng/kg MS				<2,0 (A)
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg MS				<3,0 (A)
1,2,3,6,7,8 HxCDD	ng/kg MS				<3,0 (A)
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg MS				<3,0 (A)
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	ng/kg MS				<15 (A)
Octa CDD	ng/kg MS				97 (A)
Somme des tetra CDD	ng/kg MS				<10 (A)
Somme des penta CDD	ng/kg MS				<20 (A)
Somme des Hexa CDD	ng/kg MS				<30 (A)
Somme des hepta CDD	ng/kg MS				29 (A)
Somme des TCDD restants	ng/kg MS				<10 (A)
Somme des PeCDD restants	ng/kg MS				<20 (A)
Somme des HxCDD restants	ng/kg MS				<30 (A)
Somme des HpCDD restants	ng/kg MS				29 (A)

Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)

Furanes polychlorés dans les sols - DIN 38414-S 24 mod. (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDF	ng/kg MS				8,6 (A)
1,2,3,7,8 PeCDF	ng/kg MS				4,6 (A)
2,3,4,7,8 PeCDF	ng/kg MS				11 (A)
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg MS				55 (A)
1,2,3,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS				7,7 (A)
2,3,4,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS				13 (A)
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg MS				<3,0 (A)
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	ng/kg MS				93 (A)
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg MS				<15 (A)
Octa CDF	ng/kg MS				<50 (A)
Somme des tetra CDF	ng/kg MS				52 (A)
Somme des penta CDF	ng/kg MS				49 (A)
Somme des Hexa CDF	ng/kg MS				130 (A)
Somme des Hepta CDF	ng/kg MS				120 (A)
Somme des TCDF restants	ng/kg MS				43 (A)
Somme des PeCDF restants	ng/kg MS				33 (A)
Somme des HxCDF restants	ng/kg MS				56 (A)
Somme des HpCDF restants	ng/kg MS				26 (A)

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-17**	**24-030361-18**	**24-030361-19**	**24-030361-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E55(1.6-2.7)***	***E56(0-0.2)***	***E56(1.6-2.7)***	***E57(0-0.1)***

Valeurs calculées

Valeurs calculés de dioxines et furanes polychlorés dans les sols - DIN 38414 S24 (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Somme PCDD (tetra-octa)	ng/kg MS				130 (A)
Somme PCDF (tetra-octa)	ng/kg MS				350 (A)
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	ng/kg MS				480 (A)
I-TE (OTAN CCMS) excl. LOQ	ng/kg MS				15 (A)
I-TE (OTAN CCMS) incl. LOQ	ng/kg MS				19 (A)
I-TE (OTAN CCMS) incl. ½ LOQ	ng/kg MS				17 (A)
TEQ (OMS 1997) excl. LOQ	ng/kg MS				15 (A)
TEQ (OMS 1997) incl. LOQ	ng/kg MS				20 (A)
TEQ (OMS 1997) incl. ½ LOQ	ng/kg MS				17 (A)
TE-BGA excl. LOQ	ng/kg MS				12 (A)
TE-BGA incl. LOQ	ng/kg MS				16 (A)
Somme I du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS				0,0195 (A)
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	ng/kg MS				12,8 (A)
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	ng/kg MS				17,3 (A)
Somme II du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS				0,100 (A)
Somme III du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS				0,290 (A)
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	ng/kg MS				15,1 (A)

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	96 (A)	83 (A)	69 (A)	69 (A)
Masse de la prise d'essai	g	21 (A)	20 (A)	21 (A)	21 (A)
Refus >4mm	g	73 (A)	45 (A)	49 (A)	17 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		7,9 à 19,8°C (A)	8,8 à 19,8°C (A)	8,4 à 19,9°C (A)	8,2 à 19,8°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	4000 (A)	88 (A)	520 (A)	220 (A)

Document

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-17**	**24-030361-18**	**24-030361-19**	**24-030361-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E55(1.6-2.7)***	***E56(0-0.2)***	***E56(1.6-2.7)***	***E57(0-0.1)***
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration	mg/l E/L	4100 (A)	<100 (A)	460 (A)	140 (A)
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl)	mg/l E/L	450 (A)	<10 (A)	21 (A)	10 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	2000 (A)	<10 (A)	82 (A)	19 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,8 (A)	0,1 (A)	0,8 (A)	0,1 (A)
Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	4,0 (A)	4,9 (A)	7,0 (A)	6,0 (A)
Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	<0,05 (A)	0,94 (A)	0,15 (A)	0,27 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	30 (A)	<10 (A)	26 (A)	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	17 (A)	8,0 (A)	11 (A)	10 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-17**	**24-030361-18**	**24-030361-19**	**24-030361-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E55(1.6-2.7)***	***E56(0-0.2)***	***E56(1.6-2.7)***	***E57(0-0.1)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	40,0	49,0	70,0	60,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	20000	<100	820	190

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	41000	<1000	4600	1400

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	8,0	1,0	8,0	1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	4500	<100	210	100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05	0,05	<0,05	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	<0,5	9,4	1,5	2,7
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,17	0,08	0,11	0,1
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	0,3	<0,1	0,26	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*	*05.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	3*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11	11	11	11
Début des analyses :	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024	08.03.2024
Fin des analyses :	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024	26.03.2024

Rapport provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-21**	**24-031955-01**	**24-031955-02**	**24-031955-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E57(0.1-1.6)***	***E51(0-1,5)***	***E50(1,1-2,1)***	***E50(2,1-3)***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	85,2 (A)	92,8 (A)	90,4 (A)	72,0 (A)

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	13000	7960	6570	22500

Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Somme des C5	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)	<20 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale	MS	13/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)

Eléments

Chrome (VI) (prise d'essai 2g) - Méthode interne : CrVI-SPECTROMETRIE - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (VI)	mg/kg MS		<5,0 (A)		

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-21**	**24-031955-01**	**24-031955-02**	**24-031955-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E57(0.1-1.6)***	***E51(0-1,5)***	***E50(1,1-2,1)***	***E50(2,1-3)***

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	12 (A)	14 (A)	14 (A)	25 (A)
Chrome (Cr)	mg/kg MS	13 (A)	16 (A)	16 (A)	26 (A)
Fer (Fe)	mg/kg MS	12000 (A)	14000 (A)	14000 (A)	27000 (A)
Cobalt (Co)	mg/kg MS	5,0 (A)	6,0 (A)	6,0 (A)	11 (A)
Nickel (Ni)	mg/kg MS	16 (A)	18 (A)	19 (A)	37 (A)
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	5,0 (A)	6,0 (A)	7,0 (A)	19 (A)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	35 (A)	35 (A)	37 (A)	76 (A)
Arsenic (As)	mg/kg MS	7,0 (A)	6,0 (A)	6,0 (A)	16 (A)
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)	<0,4 (A)	<0,4 (A)	<0,4 (A)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Baryum (Ba)	mg/kg MS	16 (A)	18 (A)	22 (A)	40 (A)
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<10 (A)	10 (A)	11 (A)	35 (A)

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Document Provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-21**	**24-031955-01**	**24-031955-02**	**24-031955-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E57(0.1-1.6)***	***E51(0-1,5)***	***E50(1,1-2,1)***	***E50(2,1-3)***

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	71 (A)	97 (A)	66 (A)	71 (A)
Masse de la prise d'essai	g	21 (A)	21 (A)	21 (A)	20 (A)
Refus >4mm	g	25 (A)	9,5 (A)	18 (A)	51 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		8,3 à 19,8°C (A)	9 à 20,6°C (A)	8,7 à 20,5°C (A)	8,4 à 20,5°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	750 (A)	50 (A)	78 (A)	170 (A)

Document

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-21**	**24-031955-01**	**24-031955-02**	**24-031955-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E57(0.1-1.6)***	***E51(0-1,5)***	***E50(1,1-2,1)***	***E50(2,1-3)***
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration	mg/l E/L	620 (A)	<100 (A)	<100 (A)	240 (A)
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl)	mg/l E/L	78 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	190 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,8 (A)	0,3 (A)	0,3 (A)	<0,4 (A)
Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	<1,8 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	0,08 (A)	1,7 (A)	0,91 (A)	0,13 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0 (A)	3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	12 (A)	6,0 (A)	7,0 (A)	14 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-030361-21**	**24-031955-01**	**24-031955-02**	**24-031955-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E57(0.1-1.6)***	***E51(0-1,5)***	***E50(1,1-2,1)***	***E50(2,1-3)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<18,0	<30,0	<30,0	<30,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	1900	<100	<100	<100

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	6200	<1000	<1000	2400

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	8,0	3,0	3,0	<4,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	780	<100	<100	<100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	0,8	17	9,1	1,3
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,12	0,06	0,07	0,14
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Rapport provisoire

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	08.03.2024	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*05.03.2024*	*06.03.2024*	*06.03.2024*	*06.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11	11.3	11.3	11.3
Début des analyses :	08.03.2024	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024
Fin des analyses :	26.03.2024	20.03.2024	20.03.2024	20.03.2024

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	90,7 (A)	93,8 (A)	97,1 (A)	89,1 (A)

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	7340	7270	3450	3370

Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Somme des C5	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)	<10,0 (A)

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)	<20 (A)	27 (A)	<20 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale	MS	14/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)	14/03/2024 (A)

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	14 (A)	15 (A)	2,7 (A)	11 (A)
Chrome (Cr)	mg/kg MS	15 (A)	16 (A)	3,0 (A)	12 (A)
Fer (Fe)	mg/kg MS	13000 (A)	15000 (A)	4300 (A)	11000 (A)
Cobalt (Co)	mg/kg MS	6,0 (A)	6,0 (A)	1,0 (A)	5,0 (A)
Nickel (Ni)	mg/kg MS	18 (A)	19 (A)	4,0 (A)	14 (A)
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	7,0 (A)	7,0 (A)	5,0 (A)	5,0 (A)
Zinc (Zn)	mg/kg MS	62 (A)	43 (A)	5500 (A)	44 (A)
Arsenic (As)	mg/kg MS	6,0 (A)	6,0 (A)	2,0 (A)	4,0 (A)
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)	<0,4 (A)	1,4 (A)	<0,4 (A)
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)	<1,0 (A)
Baryum (Ba)	mg/kg MS	20 (A)	18 (A)	24 (A)	14 (A)
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<10 (A)	12 (A)	25 (A)	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)	<0,05 (A)
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,031 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,093 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,051 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,093 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,072 (A)	<0,01 (A)
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)	<0,01 (A)	0,021 (A)	<0,01 (A)
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	0,36	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)

Dioxines polychlorés dans les sols - DIN 38414-S 24 mod. (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDD	ng/kg MS	<1,0 (A)			
1,2,3,7,8 PeCDD	ng/kg MS	<2,0 (A)			
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,6,7,8 HxCDD	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	ng/kg MS	<15 (A)			
Octa CDD	ng/kg MS	<50 (A)			
Somme des tetra CDD	ng/kg MS	<10 (A)			
Somme des penta CDD	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des Hexa CDD	ng/kg MS	<30 (A)			
Somme des hepta CDD	ng/kg MS	<30 (A)			
Somme des TCDD restants	ng/kg MS	<10 (A)			
Somme des PeCDD restants	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des HxCDD restants	ng/kg MS	<30 (A)			
Somme des HpCDD restants	ng/kg MS	<30 (A)			

Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)

Furanes polychlorés dans les sols - DIN 38414-S 24 mod. (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDF	ng/kg MS	<2,0 (A)			
1,2,3,7,8 PeCDF	ng/kg MS	<2,0 (A)			
2,3,4,7,8 PeCDF	ng/kg MS	<2,0 (A)			
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS	<3,0 (A)			
2,3,4,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg MS	<3,0 (A)			
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	ng/kg MS	<15 (A)			
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg MS	<15 (A)			
Octa CDF	ng/kg MS	<50 (A)			
Somme des tetra CDF	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des penta CDF	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des Hexa CDF	ng/kg MS	<30 (A)			
Somme des Hepta CDF	ng/kg MS	<60 (A)			
Somme des TCDF restants	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des PeCDF restants	ng/kg MS	<20 (A)			
Somme des HxCDF restants	ng/kg MS	<30 (A)			
Somme des HpCDF restants	ng/kg MS	<60 (A)			

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Valeurs calculées

Valeurs calculés de dioxines et furanes polychlorés dans les sols - DIN 38414 S24 (2000-10) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Somme PCDD (tetra-octa)	ng/kg MS	-/- (A)			
Somme PCDF (tetra-octa)	ng/kg MS	-/- (A)			
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	ng/kg MS	-/- (A)			
I-TE (OTAN CCMS) excl. LOQ	ng/kg MS	-/- (A)			
I-TE (OTAN CCMS) incl. LOQ	ng/kg MS	6,0 (A)			
I-TE (OTAN CCMS) incl. ½ LOQ	ng/kg MS	3,0 (A)			
TEQ (OMS 1997) excl. LOQ	ng/kg MS	-/- (A)			
TEQ (OMS 1997) incl. LOQ	ng/kg MS	6,9 (A)			
TEQ (OMS 1997) incl. ½ LOQ	ng/kg MS	3,4 (A)			
TE-BGA excl. LOQ	ng/kg MS	-/- (A)			
TE-BGA incl. LOQ	ng/kg MS	5,8 (A)			
Somme I du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS	-/- (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	ng/kg MS	-/- (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	ng/kg MS	6,44 (A)			
Somme II du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS	-/- (A)			
Somme III du décret allemand sur l'interdiction de produits chimiques	µg/kg MS	-/- (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	ng/kg MS	3,22 (A)			

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	71 (A)	66 (A)	75 (A)	84 (A)
Masse de la prise d'essai	g	21 (A)	21 (A)	21 (A)	21 (A)
Refus >4mm	g	42 (A)	16 (A)	0,00 (A)	0,00 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		8,8 à 20,4°C (A)	8,4 à 20,5°C (A)	8,4 à 20,6°C (A)	8,7 à 20,6°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	52 (A)	130 (A)	55 (A)	51 (A)

Document

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	<100 (A)	240 (A)	<100 (A)	140 (A)

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10 (A)	14 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10 (A)	15 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,1 (A)	0,3 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)

Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	µg/l E/L	16 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	1,0 (A)	0,48 (A)	0,05 (A)	0,12 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	190 (A)	290 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	5,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	140 (A)	130 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-04**	**24-031955-05**	**24-031955-06**	**24-031955-07**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E49(0-1,4)***	***E48(0-1,5)***	***E46(0,2-0,7)***	***E46(0,7-1,9)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	150	<100	<100

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	0,16	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	2400	<1000	1400

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	1,0	3,0	<1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	140	<100	<100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	10	4,8	0,5	1,2
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	1,9	2,9
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,05	<0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	1,4	1,3
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Rapport provisoire

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*	*Sol*	*Sol*	*Sol*
Date de prélèvement :	*06.03.2024*	*06.03.2024*	*06.03.2024*	*06.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002	2*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11.3	11.3	11.3	11.3
Début des analyses :	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024
Fin des analyses :	20.03.2024	20.03.2024	20.03.2024	20.03.2024

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E47(0,3-1,8)***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	89,9 (A)			

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méthode interne : COT calc. - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	7730			

Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Somme des C5	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5			
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS	<10,0 (A)			

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20 (A)			
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20			

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - NF EN ISO 54321 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale	MS	14/03/2024 (A)			

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	12 (A)			
Chrome (Cr)	mg/kg MS	14 (A)			
Fer (Fe)	mg/kg MS	12000 (A)			
Cobalt (Co)	mg/kg MS	5,0 (A)			
Nickel (Ni)	mg/kg MS	17 (A)			
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	6,0 (A)			
Zinc (Zn)	mg/kg MS	33 (A)			
Arsenic (As)	mg/kg MS	5,0 (A)			
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 (A)			
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 (A)			
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,4 (A)			
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 (A)			
Baryum (Ba)	mg/kg MS	15 (A)			
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<10 (A)			

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E47(0,3-1,8)***

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Toluène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Cumène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1 (A)			
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	-/-			

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Acénaphtylène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Acénaphtène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Fluorène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Chrysène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	<0,05 (A)			
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-			

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01 (A)			
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01 (A)			
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-			

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E47(0,3-1,8)***

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon	g	73 (A)
Masse de la prise d'essai	g	20 (A)
Refus >4mm	g	27 (A)

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH		8,4 à 20,6°C (A)
Conductivité [25°C]	µS/cm	250 (A)

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	230 (A)

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	27 (A)
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	41 (A)
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,3 (A)

Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	µg/l E/L	34 (A)

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/L E/L	<3,0 (A)

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	<0,05 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	6,0 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)

Document provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-031955-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***E47(0,3-1,8)***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<30,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	410

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	0,34

Fraction soluble - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	2300

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	3,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	270

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	mg/kg MS	<0,05
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05
Fer (Fe)	mg/kg MS	<0,5
Cobalt (Co)	mg/kg MS	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,06
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	11.03.2024
Type d'échantillon :	*Sol*
Date de prélèvement :	*06.03.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*
Récipient :	2*250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	11.3
Début des analyses :	11.03.2024
Fin des analyses :	20.03.2024

Rapport provisoire

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

Commentaires retirant l'accréditation de vos résultats d'analyses :

R146 : pH hors méthode car supérieur a 10

Informations sur vos résultats d'analyses :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Limite de quantification augmentée en raison du résultat de blanc de lixiviation supérieur à la limite de quantification de la méthode :
-Carbone organique total (COT), Carbone organique total (COT) : Valable pour les échantillons 24-030361-02, -04, -05, -06, -07, -10, -11, -13, -15, -16, -21 et 24-031955-01, -02, -03, -04, -05, -06, -07, -08

Valeur vérifiée :
-Résidu sec après filtration à 105+/-5°C : Valable pour les échantillons 24-030361-06 et 24-031955-01, -02, -06, -07

Valeurs significativement différentes entre le résidu sec et la conductivité dû à la nature chimique de la matrice. :
-Résidu sec après filtration à 105+/-5°C : Valable pour l'échantillon 24-030361-06

Valeur vérifiée et confirmée par une contre analyse :
-Métaux dissous (ICP/MS), Chrome (Cr) total : Valable pour les échantillons 24-030361-06, -09

Limite de quantification augmentée en raison d'interférences chimiques. :
-Anions dissous (filtration à 0,2 µm), Fluorures (F) : Valable pour l'échantillon 24-031955-03

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10.

Suite à votre demande écrite, ce rapport est une version modifiée qui annule et remplace le rapport d'essai n°ULY24-0080001-1 et ULY24-007511-1 que nous vous demandons de détruire afin d'éviter toute utilisation malencontreuse.

Motif de l'amendement : Regroupement des échantillons 24-030361-02 à 21 (du rapport ULY24-056090-1) et des échantillons 24-031955-01 à 08 (du rapport ULY24-06063-1)

Document

Approuvé par :
Alexandra GUTTIN
Responsable Qualité et Sécurité

ANNEXE 6 : COUPES TECHNIQUES DES PIEZOMETRES

Document provisoire

COUPE DE SONDAGE
Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités

Affaire: N°	P08588	Nom :	Zone nord	Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MMO	Date :	20/02/2024	Heure :	**SONDAGE N°PZE1**
Météo :	Soleil + vent	Localisation à partir :	Relevé GPS Géomètre		
Système de coordonnées :	RGF 93 conique conforme 44 (CC44)	Coordonnées :	x : 1848996.01	y :	3141200.03
Cote sol z :	2,85 m NG	mesuré ☑	estimé ☐	Nom sous-traitant :	solum
Cote repère :	Tube 3,34 mNGF	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	EMCI 7.5 Odex

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique :	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite
					Capot hors sol	Echantillon prélevé / C
0	Réfracraires				ciment / Bentonite	0
1	Sables fins gris					1
2						2
3	Argiles grises				Massif filtrant	3
4	Sables fins gris					4
5						5

Document provisoire

COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique :	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage		
						Echantillon prélevé	C	
5								5
6	Sables fins gris avec coquillages				Massif filtrant 1/2mm Massif filtrant Bouchon			6
7								7
8								8
9								9
10								10

Document provisoire

Cuttings : ☐ utilisés en remblai ☐ stockés sur site ☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ; ..... m de tube plein et ..... m crépiné ; Ouvertures crépine : .. mm ; Foration Ø.....

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des supports : glacières réfrigérées : ☐	autre : ☐	Blanc de transport : ☐	
Transport assuré par EODD : Oui ☐ Non ☑		Transport par navette : ☐	
Laboratoire d'analyses :		Transporteur express : ☐	
Date et heure de livraison au :	Transporteur ☐ Laboratoire ☐	xx/xx/xxxx	00:00:00

Analyses prévues / support :

COUPE DE SONDAGE
Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités

Affaire: N°	P08588	Nom :	Zone nord	Client :	**ASCOFIELDS**
Opérateur	MMO	Date :	19/02/2024	Heure :	**SONDAGE N°PZE2**
Météo :	Soleil + vent	Localisation à partir :	Relevé GPS Géomètre		
Système de coordonnées :	RGF 93 conique conforme 44 (CC44)	Coordonnées :	x : 1848963.9	y :	3140589.07
Cote sol z :	1,89 m NGF	mesuré ☑	estimé ☐	Nom sous-traitant :	solum
Cote repère :	Tube 2,27	Nature repère :	TN (sol)	Machine / méthode :	EMCI 7.5 Odex

Observations de terrain :

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique :	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
					Capot hors sol	Echantillon prélevé	C
0							0
	Réfracraires				ciment / Bentonite		
1							1
2	Sables fins gris						2
3					Massif filtrant		3
4							4
5							5

Document provisoire

COUPE DE SONDAGE
Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Cote	Description et interprétation	Indice organoleptique :	PID Type :	Eau	Equipement	Echantillonnage		
						Echantillon prélevé	C	
5								5
6	Sables fins gris				Massif filtrant / Massif filtrant			6
7					Bouchon			7
8								8
9								9
10								10

Document provisoire

Cuttings : ☐ utilisés en remblai
☐ stockés sur site
☐ éliminés vers filière adaptée

Equipement PEHD / PVC / Inox Ø..... ;
..... m de tube plein et ..... m crépiné ; Ouvertures crépine : .. mm ; Foration Ø.....

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des supports :	glacières réfrigérées : ☐	autre : ☐	Blanc de transport : ☐
Transport assuré par EODD Oui ☐	Non ☑	Transport par navette : ☐	
Laboratoire d'analyses :		Transporteur express : ☐	
Date et heure de livraison au :	Transporteur ☐	Laboratoire ☐	xx/xx/xxxx 00:00:00

Analyses prévues / support :

ANNEXE 7 : FICHES DE PRELEVEMENTS DES EAUX SOUTERRAINES

Document provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	zone nord	PZE1
Date :	25/03/24			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1848996,01 y : 3141200,03

Altitude (+ précision) : 3,34 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

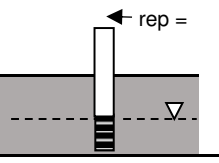
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Tube PVC

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 2,71 m/rep

PT= 7,69 m/rep

Point particulier :

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage :	10,57 l/min	Volume minimum à renouveler (norme) :	31,71 litres
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique	
Durée : 15 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 15 litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant : oui : ☐ non : ☑ Niveau surnageant : m/rep Niveau interface : m/rep

Présence de plongeant : oui : ☐ non : ☑ Niveau plongeant : m/rep

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		
Temps de purge [min]		1	3	5	8	10	13		
Volume pompé [L]		1,5	4,5	7,5	12	15	19,5		
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM	NM	NM		
Température [°c]		15,3	15,6	15,7	15,6	15,6	15,7		
pH		7,86	7,72	7,66	7,62	7,58	7,54		
Conductivité [µS/cm]		14600	14690	14840	13001	14820	14810		
Potentiel redox [mV]		-50	-75	-33	-43	-79	-90		
Redox corrigé - Eh [mV]		162	137	179	169	133	122		
O_2 dissous :	[mg/L]	1,37	0,20	0,62	0,74	0,22	0,22		
	[%]	0,15	1,9	7,4	7,5	2,6	2,3		
Couleur		Grise	Grise	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide		
Turbidité		Chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée		
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur		

Prélèvement

Heure début : 10:02 Heure fin : 10:07

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : 3,71 m/rep

Type de flacons / qté : Flaconnages WESSLING/NR

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux : Non filtrés

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	26/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express

Analyses prévues : HCT, PCB,HAP,Métaux, Dioxines furanes

Document provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	zone nord	PZE2
Date :	25/03/24			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1848963,9 y : 3140589,07

Altitude (+ précision) : 2,27 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

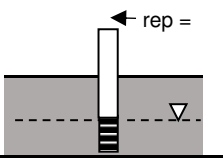
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Tube PVC

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 1,27 m/rep

PT= 5,85 m/rep

Point particulier :

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage : 9,72 l/min		Volume minimum à renouveler (norme) : 29,16 litres	
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique	
Durée : 11 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 11 litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau surnageant : m/rep	Niveau interface : m/rep	
Présence de plongeant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau plongeant : m/rep		

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5			
Temps de purge [min]		2	3	6	8	10			
Volume pompé [L]		3	4,5	9	12	15			
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM	NM			
Température [°c]		14,9	15	15	14,9	15			
pH		8,85	8,23	7,81	7,71	7,59			
Conductivité [µS/cm]		1290	1512	1668	1683	1705			
Potentiel redox [mV]		-105	-98	-95	-97	-100			
Redox corrigé - Eh [mV]		107	114	117	115	112			
O_2 dissous :	[mg/L]	3,76	1,67	1,20	1,07	1,03			
	[%]	39	17,65	12,6	10,7	10,4			
Couleur		Ocre	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide			
Turbidité		Peu chargée	Non chargée	Non chargée	Non chargée	Non chargée			
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur			

Prélèvement

Heure début : 10:58		Heure fin : 10:58	
Type de prélèvement :	ponctuel : ☑	composite : ☐	passif : ☐
Type de préleveur : Pompe péristaltique			
Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : 3 m/rep			
Type de flacons / qté : Flaconnages WESSLING/NR			
Dispositions / observations particulières: Filtration métaux : Non filtrés			

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	26/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express
Analyses prévues : HCT, PCB,HAP,Métaux			

Document Provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	Ascométal	**PZ13**
Date :	25/03/24			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1849029,72 y : 3140039,95

Altitude (+ précision) : 2,71 mNGF

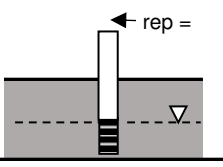
Type d'ouvrage ou point de mesure :

- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 1,66 m/rep

PT= 5,89 m/rep

Point particulier :

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage :	8,98	l/min	Volume minimum à renouveler (norme) :	26,94	litres		
Mode de purge :	Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge :	Pompe péristaltique			
Durée :	5	minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait :	5	litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau surnageant :	m/rep	Niveau interface : m/rep
Présence de plongeant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau plongeant :	m/rep	

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5				
Temps de purge [min]		1	4	8	10				
Volume pompé [L]		1,5	6	12	15				
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM				
Température [°c]		16,2	15,9	15,9	15,8				
pH		7,29	7,44	7,49	7,5				
Conductivité [µS/cm]		9739	9827	9877	9820				
Potentiel redox [mV]		-59	-74	-81	-89				
Redox corrigé - Eh [mV]		153	138	131	123				
O_2 dissous :	[mg/L]	2,42	0,82	0,91	0,33				
	[%]	28,6	8,3	8	3,4				
Couleur		Limpide	Limpide	Limpide	Limpide				
Turbidité		Chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée				
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur				

Prélèvement

Heure début :	11:32	Heure fin :	11:37

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : m/rep

Type de flacons / qté :

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux : Non filtrés

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	26/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express

Analyses prévues :

HCT, PCB,HAP,Métaux

Document provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	Ascométal	**PZ1**
Date :	25/03/2024			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1849820 y : 3140102,88

Altitude (+ précision) : 3,24 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

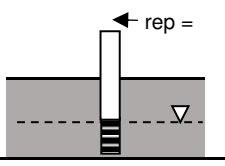
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Socle béton

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 2,65 m/rep

PT= 8,2 m/rep

Point particulier : particules ocres + odeur de rouille

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage : 11,78 l/min		Volume minimum à renouveler (norme) : 35,34 litres	
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique	
Durée : 14 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 14 litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau surnageant : m/rep	Niveau interface : m/rep	
Présence de plongeant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau plongeant : m/rep		

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Temps de purge [min]		1	4	8	12	16	20	24	26
Volume pompé [L]		1,5	6	12	18	24	30	36	39
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM	NM
Température [°c]		17,6	17,1	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
pH		8,88	8,25	8,24	7,93	5,07	4,48	4,40	7,65
Conductivité [µS/cm]		6425	6548	6602	6610	6580	6589	6581	6562
Potentiel redox [mV]		-233	-264	-190	-243	-38	152	-108	-270
Redox corrigé - Eh [mV]		-21	-52	22	-31	174	364	104	-58
O_2 dissous :	[mg/L]	1,92	0,13	0,76	0,33	0,33	0,23	21	11
	[%]	25,2	1,4	8,5	3,6	3,8	2,6	2,3	1,2
Couleur		Grise	Grise	Grise	Grise	Grise	Grise	Limpide	Limpide
Turbidité		Chargée	Chargée	Chargée	Chargée	Chargée	Chargée	Peu chargée	Peu chargée
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur

Prélèvement

Heure début : 12:30 Heure fin : 12:34

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : m/rep

Type de flacons / qté :

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux :

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	26/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express

Analyses prévues :

HCT, PCB,HAP,Métaux

Document provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	Ascométal	PZE
Date :	25/03/24			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1849369,19 y : 3139650,65

Altitude (+ précision) : 2,8 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

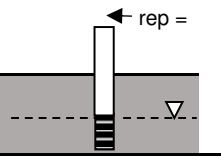
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Tube PVC

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 1,48 m/rep

PT= 2,6 m/rep

Point particulier : Moins de 1m d'eau mais bonne recharge

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage :	4,88 l/min	Volume minimum à renouveler (norme) :	10,26 litres
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique	
Durée : 7 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 7 litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant : oui : ☐ non : ☑ Niveau surnageant : m/rep Niveau interface : m/rep

Présence de plongeant : oui : ☐ non : ☑ Niveau plongeant : m/rep

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5				
Temps de purge [min]		1	3	5	6				
Volume pompé [L]		1,5	4,5	7,5	9				
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM				
Température [°c]		16,6	16,2	16,2	16,2				
pH		8,24	8,14	8,02	6,78				
Conductivité [µS/cm]		1134	1131	1125	1122				
Potentiel redox [mV]		-164	-197	-200	-106				
Redox corrigé - Eh [mV]		48	15	12	106				
O_2 dissous :	[mg/L]	2,29	0,71	0,4	0,32				
	[%]	26,9	7,9	4,2	3,4				
Couleur		Grise	Limpide	Limpide	Limpide				
Turbidité		Chargée	Peu chargée	Peu chargée	Peu chargée				
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur				

Prélèvement

Heure début : 14:21 Heure fin : 14:27

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : m/rep

Type de flacons / qté :

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux :

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	26/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express

Analyses prévues :

HCT, PCB,HAP,Métaux

Document provisoire

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	zone nord	**PZF**
Date :	25/03/24			

Conditions de prélèvement					
Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	17,2	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1849997,42 y : 3140081,57

Altitude (+ précision) : 3,32 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

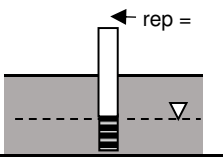
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Tube PVC

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 2,69 m/rep

PT= 4,22 m/rep

Point particulier :

Purge préalable :	☑ oui	☐ non			
Capacité en eau de l'ouvrage :	4,36 l/min	Volume minimum à renouveler (norme) :	10,65 litres		
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique			
Durée : 7 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 7 litres		Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep	

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant : oui : ☐ non : ☑ Niveau surnageant : m/rep Niveau interface : m/rep

Présence de plongeant : oui : ☐ non : ☑ Niveau plongeant : m/rep

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5			
Temps de purge [min]		0	2	4	5	7			
Volume pompé [L]		0	3	6	7,5	10,5			
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM	NM			
Température [°c]		16	16	15,9	15,9	15,9			
pH		8,18	8,03	7,48	7	7,29			
Conductivité [µS/cm]		984	1068	1174	1305	1406			
Potentiel redox [mV]		23	40	84	100	84			
Redox corrigé - Eh [mV]		235	252	296	312	296			
O_2 dissous :	[mg/L]	5,37	5,18	5,41	5,16	5,2			
	[%]	54,4	51,9	54,4	52,1	52,5			
Couleur		Limpide	Limpide	Limpide	Limpide	Limpide			
Turbidité		Non chargée	Non chargée	Non chargée	Non chargée	Non chargée			
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur			

Prélèvement

Heure début : 14:58 Heure fin : 15:03

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : m/rep

Type de flacons / qté :

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux :

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons : Glacières réfrigérées

Laboratoire d'analyses : wessling

Date et heure de livraison : 26/03/2024

Transport assuré par : Transporteur express

Analyses prévues :

HCT, PCB,HAP,Métaux

Document non contractuel

PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES

Feuille de terrain et rendu

EODD ingénieurs conseils

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P8588	Client :	Ascofields	
Opérateur :	MMO et CDV	Site :	zone nord	**PZB**
Date :	26/03/24			

Conditions de prélèvement

Météo du jour :	soleil	T° extérieure :	16,8	Météo 3 derniers jours :	soleil

Description point de mesure

Localisation du point de mesure :

Système de coordonnées :

Coordonnées GPS CC44 1849472,48 y : 3139957,35

Altitude (+ précision) : 3,08 mNGF

Type d'ouvrage ou point de mesure :

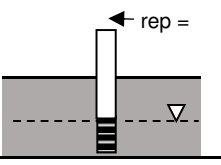
- puits ☐
- forage ☐
- piézomètre ☑
- autre ☐

Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)

Repère utilisé : Tube PVC

Diamètre de l'ouvrage : 52/60 mm

Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))



NS= 2 m/rep

PT= 4,72 m/rep

Point particulier :

Purge préalable : ☑ oui ☐ non

Capacité en eau de l'ouvrage :	5,77 l/min	Volume minimum à renouveler (norme) :	17,31 litres
Mode de purge : Pompage électrique		Matériel utilisé pour la purge : Pompe péristaltique	
Durée : 9 minutes	Débit : 1,5 l/min	Volume extrait : 9 litres	Niveau d'eau fin de purge : NM m/rep

Mesures in-situ et observations

Présence de surnageant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau surnageant : m/rep	Niveau interface : m/rep
Présence de plongeant :	oui : ☐	non : ☑	Niveau plongeant : m/rep	

Mesure		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Débit [l/min]		1,5	1,5	1,5	1,5				
Temps de purge [min]		2	4	6	8				
Volume pompé [L]		3	6	9	12				
Niveau dynamique [m/rep]		NM	NM	NM	NM				
Température [°c]		16,1	16	16	16				
pH		8,62	8,24	8	7,96				
Conductivité [µS/cm]		2254	2231	2270	2275				
Potentiel redox [mV]		1	24	29	37				
Redox corrigé - Eh [mV]		213	236	241	249				
O_2 dissous :	[mg/L]	3,49	2,20	1,13	1,46				
	[%]	35,3	22,8	11,7	14,8				
Couleur		Limpide	Limpide	Limpide	Limpide				
Turbidité		Peu chargée	Peu chargée	Non chargée	Non chargée				
Odeur		Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur	Pas d'odeur				

Prélèvement

Heure début : 09:33	Heure fin : 09:43

Type de prélèvement : ponctuel : ☑ composite : ☐ passif : ☐

Type de préleveur : Pompe péristaltique

Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : m/rep

Type de flacons / qté :

Dispositions / observations particulières:

Filtration métaux :

Transport et livraison au laboratoire

Conditionnement des flacons :	Glacières réfrigérées	Laboratoire d'analyses :	wessling
Date et heure de livraison :	27/03/2024	Transport assuré par :	Transporteur express

Analyses prévues :

HCT, PCB,HAP,Métaux, Dioxines furanes

Document Provisoire

ANNEXE 8 : BORDEREAUX DES RESULTATS D'ANALYSES SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Document provisoire

Accréditation n°1-364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

EODD INGENIEURS CONSEILS
Madame Montaigne MOMPHILE
Batiment Henri Poincaré - Domaine du Petit Arbois Avenue
Louis Philibert
13100 AIX EN PROVENCE

N° rapport d'essai	ULY24-014170-1
N° commande	ULY-08641-24
Interlocuteur (interne)	J. Moncorgé
Téléphone	+33 474 999 633
Courrier électronique	Jonathan.Moncorge@wessling.fr
Date	29.05.2024

Rapport d'essai

P08588 ASCOFIELDS EAUX

ment provisoire



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
La portée d'accréditation DAKKS n° D-PL-14162-01-00 des laboratoires WESSLING Allemands est disponible sur le site www.dakks.de pour les résultats accrédités par ces laboratoires.
Le COFRAC/DAKKS sont signataires des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-01**	**24-044775-02**	**24-044775-03**	**24-044775-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE1***	***PZE2***	***PZE13***	***PZ1***

Analyse physique

pH - NF EN ISO 10523 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH	E/L	7,3 (#)	7,2 (#)	7,4 (#)	6,2 (#)
Température de mesure du pH	°C E/L	19,5	19,5	19,4	19,6

Paramètres globaux / Indices

Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Indice Hydrocarbures volatils - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg/l E/L	<50,0 (A)	<50,0 (A)	<50,0 (A)	<50,0 (A)
Somme des C5	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C6	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C7	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C8	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C9	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C10	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0

Eléments

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	21 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	3,9 (A)	9,6 (A)	2,7 (A)	16 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	5,0 (A)	18 (A)	6,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	100 (A)	<10 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	240 (A)	35 (A)	81 (A)	150 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Document de travail

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-01**	**24-044775-02**	**24-044775-03**	**24-044775-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE1***	***PZE2***	***PZE13***	***PZ1***

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,04 (A)
Acénaphtylène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Acénaphtène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,08 (A)
Fluorène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,09 (A)
Phénanthrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,17 (A)
Anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,03 (A)
Fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,12 (A)
Pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	0,08 (A)
Benzo(a)anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Chrysène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Benzo(b)fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Benzo(k)fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Benzo(a)pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	-/-
Somme des 6 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	0,12
Somme des HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	0,57

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - NF EN ISO 6468 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 52	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 101	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 118	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 138	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 153	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
PCB n° 180	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)
Somme des 7 PCB	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	-/-

Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)

Dioxines polychlorées - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDD	pg/l E/L	<0,2 (A)			
1,2,3,7,8 PeCDD	pg/l E/L	<0,4 (A)			
1,2,3,4,7,8-HxCDD	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,6,7,8 HxCDD	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,7,8,9-HxCDD	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	pg/l E/L	<3,00 (A)			
Octa CDD	pg/l E/L	<10,0 (A)			
Somme des tetra CDD	pg/l E/L	<2,00 (A)			
Somme des penta CDD	pg/l E/L	<4,00 (A)			
Somme des Hexa CDD	pg/l E/L	<6,00 (A)			
Somme des hepta CDD	pg/l E/L	<6,00 (A)			

Document

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-01**	**24-044775-02**	**24-044775-03**	**24-044775-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE1***	***PZE2***	***PZE13***	***PZ1***

Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)

Furanes polychlorés dans l'eau / lixiviat - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDF	pg/l E/L	<0,4 (A)			
1,2,3,7,8 PeCDF	pg/l E/L	<0,4 (A)			
2,3,4,7,8 PeCDF	pg/l E/L	<0,4 (A)			
1,2,3,4,7,8-HxCDF	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,6,7,8 HxCDF	pg/l E/L	<0,6 (A)			
2,3,4,6,7,8 HxCDF	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,7,8,9-HxCDF	pg/l E/L	<0,6 (A)			
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	pg/l E/L	<3,00 (A)			
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	pg/l E/L	<3,00 (A)			
Octa CDF	pg/l E/L	<10,0 (A)			
Somme des tetra CDF	pg/l E/L	<4,00 (A)			
Somme des penta CDF	pg/l E/L	<4,00 (A)			
Somme des Hexa CDF	pg/l E/L	<6,00 (A)			
Somme des Hepta CDF	pg/l E/L	<12,0 (A)			

Valeurs calculées

Valeurs calculées pour dioxines et furanes polychlorés dans eau - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Somme PCDD (tetra-octa)	pg/l E/L	-/- (A)			
Somme PCDF (tetra-octa)	pg/l E/L	-/- (A)			
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	pg/l E/L	-/- (A)			
I-TE (OTAN CCMS) excl. LOQ	pg/l E/L	-/- (A)			
I-TE (OTAN CCMS) incl. LOQ	pg/l E/L	1,19 (A)			
TEQ (OMS 1997) excl. LOQ	pg/l E/L	-/- (A)			
TEQ (OMS 1997) incl. LOQ	pg/l E/L	1,37 (A)			
TEQ (OMS 1997) incl. ½ LOQ	pg/l E/L	0,686 (A)			
TE-BGA excl. LOQ	pg/l E/L	-/- (A)			
TE-BGA incl. LOQ	pg/l E/L	-/- (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	pg/l E/L	-/- (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	pg/l E/L	1,29 (A)			
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	pg/l E/L	0,644 (A)			

E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-01**	**24-044775-02**	**24-044775-03**	**24-044775-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE1***	***PZE2***	***PZE13***	***PZ1***

Informations sur les échantillons

Date de réception :	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024
Type d'échantillon :	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*
Date de prélèvement :	*04.04.2024*	*04.04.2024*	*04.04.2024*	*04.04.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	3*1000ml Verre WES900+250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112	250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112	250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112	250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112
Température à réception (C°) :	9,9	9,9	9,9	9,9
Début des analyses :	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024
Fin des analyses :	19.04.2024	19.04.2024	19.04.2024	19.04.2024

Document pr

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-05**	**24-044775-06**	**24-044775-09**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE***	***PZF***	***PZB***

Analyse physique

pH - NF EN ISO 10523 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH	E/L	7,7 (#)	7,5 (#)	7,4 (#)
Température de mesure du pH	°C E/L	19,2	19,6	20,6

Paramètres globaux / Indices

Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1

Indice Hydrocarbures volatils - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg/l E/L	<50,0 (A)	<50,0 (A)	<50,0 (A)
Somme des C5	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C6	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C7	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C8	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C9	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0
Somme des C10	µg/l E/L	<8,0	<8,0	<8,0

Eléments

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Vanadium (V)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0 (A)	67 (A)	<5,0 (A)
Fer (Fe)	mg/l E/L	3,1 (A)	0,11 (A)	<0,05 (A)
Cobalt (Co)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50 (A)	<50 (A)	<50 (A)
Arsenic (As)	µg/l E/L	110 (A)	<3,0 (A)	<3,0 (A)
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10 (A)	210 (A)	15 (A)
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5 (A)	<1,5 (A)	<1,5 (A)
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0 (A)	<5,0 (A)	<5,0 (A)
Baryum (Ba)	µg/l E/L	43 (A)	85 (A)	75 (A)
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1 (A)	<0,1 (A)	<0,1 (A)
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10 (A)	<10 (A)	<10 (A)

Document non contractuel

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-05**	**24-044775-06**	**24-044775-09**	
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE***	***PZF***	***PZB***	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Acénaphtylène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Acénaphtène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Fluorène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Phénanthrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Benzo(a)anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Chrysène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Benzo(b)fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Benzo(k)fluoranthène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Benzo(a)pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l E/L	<0,02 (A)	<0,02 (A)	<0,02 (A)	
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Somme des 6 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Somme des HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - NF EN ISO 6468 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 52	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 101	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 118	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 138	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 153	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
PCB n° 180	µg/l E/L	<0,003 (A)	<0,003 (A)	<0,003 (A)	
Somme des 7 PCB	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)					
Dioxines polychlorées - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)					
2,3,7,8 TCDD	pg/l E/L			<0,2 (A)	
1,2,3,7,8 PeCDD	pg/l E/L			<0,4 (A)	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,6,7,8 HxCDD	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	pg/l E/L			<3,00 (A)	
Octa CDD	pg/l E/L			<10,0 (A)	
Somme des tetra CDD	pg/l E/L			<2,00 (A)	
Somme des penta CDD	pg/l E/L			<4,00 (A)	
Somme des Hexa CDD	pg/l E/L			<6,00 (A)	
Somme des hepta CDD	pg/l E/L			<6,00 (A)	

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-05**	**24-044775-06**	**24-044775-09**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE***	***PZF***	***PZB***

Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)

Furanes polychlorés dans l'eau / lixiviat - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

2,3,7,8 TCDF	pg/l E/L			<0,4 (A)	
1,2,3,7,8 PeCDF	pg/l E/L			<0,4 (A)	
2,3,4,7,8 PeCDF	pg/l E/L			<0,4 (A)	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,6,7,8 HxCDF	pg/l E/L			<0,6 (A)	
2,3,4,6,7,8 HxCDF	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	pg/l E/L			<0,6 (A)	
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	pg/l E/L			<3,00 (A)	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	pg/l E/L			<3,00 (A)	
Octa CDF	pg/l E/L			<10,0 (A)	
Somme des tetra CDF	pg/l E/L			<4,00 (A)	
Somme des penta CDF	pg/l E/L			<4,00 (A)	
Somme des Hexa CDF	pg/l E/L			<6,00 (A)	
Somme des Hepta CDF	pg/l E/L			<12,0 (A)	

Valeurs calculées

Valeurs calculées pour dioxines et furanes polychlorés dans eau - DEV V F33 (2002 Liefer. 52) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

Somme PCDD (tetra-octa)	pg/l E/L			-/- (A)	
Somme PCDF (tetra-octa)	pg/l E/L			-/- (A)	
Somme PCDD + PCDF (tetra-octa)	pg/l E/L			-/- (A)	
I-TE (OTAN CCMS) excl. LOQ	pg/l E/L			-/- (A)	
I-TE (OTAN CCMS) incl. LOQ	pg/l E/L			1,19 (A)	
TEQ (OMS 1997) excl. LOQ	pg/l E/L			-/- (A)	
TEQ (OMS 1997) incl. LOQ	pg/l E/L			1,37 (A)	
TEQ (OMS 1997) incl. ½ LOQ	pg/l E/L			0,686 (A)	
TE-BGA excl. LOQ	pg/l E/L			-/- (A)	
TE-BGA incl. LOQ	pg/l E/L			-/- (A)	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	pg/l E/L			-/- (A)	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	pg/l E/L			1,29 (A)	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	pg/l E/L			0,644 (A)	

E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

N° d'échantillon		**24-044775-05**	**24-044775-06**	**24-044775-09**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZE***	***PZF***	***PZB***

Informations sur les échantillons

Date de réception :	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024
Type d'échantillon :	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*
Date de prélèvement :	*04.04.2024*	*04.04.2024*	*04.04.2024*
Heure de prélèvement :	*00:00*	*00:00*	*00:00*
Récipient :	250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112	250ml Verre WES020+2*40ml HS WES138+60ml PE WES101+250ml V/H2SO4 WES203+60ml PE/HNO3 WES112	3*1 L V vert WES905+250ml V/H2SO4 WES203+250ml Verre WES020+60ml PE/HNO3 WES112+60ml PE WES101+2*40ml HS WES138
Température à réception (C°) :	9,9	9,9	9,9
Début des analyses :	05.04.2024	05.04.2024	05.04.2024
Fin des analyses :	19.04.2024	19.04.2024	19.04.2024

Document p

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 29.05.2024

Commentaires retirant l'accréditation de vos résultats d'analyses :

: Le délai de mise en analyse par rapport au prélèvement est supérieur aux exigences normatives, ce qui peut potentiellement impacter l'exactitude du résultat.

Informations sur vos résultats d'analyses :

Pour parfaire la lecture de vos résultats, les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".
Les résultats des échantillons reçus à une température supérieure à 8°C sont rendus avec réserve.

Suite à votre demande écrite, ce rapport est une version modifiée qui annule et remplace le rapport d'essai n°ULY24-010616-1 que nous vous demandons de détruire afin d'éviter toute utilisation malencontreuse.

Motif de l'amendement : Retrait des échantillons 24-044775-07, 08, 10, 11, 12, 13, 14 et 15 du rapport d'analyse

Document provisoire

Approuvé par :
Alexandra GUTTIN
Responsable Qualité et Sécurité

ANNEXE 9 : LIMITE DE QUANTIFICATION DES SUBSTANCES PROPOSEES DANS LE CADRE DE LA A130

Document provisoire

Normes analytiques de référence et performances minimales exigées pour la gestion des sites et sols pollués

C.1 Normes analytiques relatives au milieu sol

Méthodes possibles : protocole d'analyse ou norme proposée en l'absence de normes mentionnant la substance à analyser.

	Famille chimique selon le référentiel SANDRE	Code Sandre	Normes pour le prétraitement de l'échantillon	Norme pour la mise en solution et/ou l'analyse	LQ	Unité	Commentaires
Matière sèche (MS)		1307	NF EN 16179	NF ISO 11465 ou NF EN 15934	/	%	
Méthanol	Alcools et polyols	2052	NF EN 16179 § 5.5		10	mg/kg de MS	
ter-Butyl alcool	Alcools et polyols	2583	NF EN 16179 § 5.5		10	mg/kg de MS	
Aniline	Anilines et dérivés	2605	NF EN 16179	Méthode possible : selon EPA 8131 extraction par ultrasons avec dichlorométhane/acétone (1:1) et analyse par GC/NPD ou GC/MS (selon EPA 8270D)	40	µg/kg de MS	
Chlorates	Autres éléments minéraux	1752	NF EN 16179	NF EN 13457-2 et NF EN ISO 10304-4	1	mg/kg de MS	
Cyanures aisément libérables	Autres éléments minéraux	1084	NF EN 16179	NF EN ISO 17380	1	mg/kg de MS	
Cyanures totaux	Autres éléments minéraux	1390	NF EN 16179	NF EN ISO 17380	1	mg/kg de MS	
Perchlorates	Autres éléments minéraux	6219	NF EN 16179	ISO/DIS 20295	0,2	mg/kg de MS	
2,4,6-Trinitrophénol	Autres phénols	6196	NF EN 16179 ou NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	Méthodes possibles : NF ISO 11916-1 ; NF ISO 11916-2	0,5	mg/kg de MS	
Crésol (o, m, p)	Autres phénols	6341 (somme) 1640 (ortho) 5855 (m+p)	NF EN 16179 §5.5	ISO/TS 17182	0,5	mg/kg de MS	
Phénol	Autres phénols	5515	NF EN 16179 §5.5	ISO/TS 17182	0,5	mg/kg de MS	
1,2,4-Triméthylbenzène	Benzène et dérivés	1609	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,3,5-Triméthylbenzène	Benzène et dérivés	1509	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
2,4,6-Trinitrotoluène	Benzène et dérivés	2736	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	0,1	mg/kg de MS	
2,4-Dinitrotoluène	Benzène et dérivés	1578	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	0,1	mg/kg de MS	
2,6-Dinitrotoluène	Benzène et dérivés	1577	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	0,1	mg/kg de MS	
Benzène	Benzène et dérivés	1114	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,05	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Éthylbenzène	Benzène et dérivés	1497	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Nitrobenzène	Benzène et dérivés	2614	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	NF ISO 11916-1 ou NF ISO 11916-2	0,1	mg/kg de MS	
Toluène	Benzène et dérivés	1278	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Xylène ortho	Benzène et dérivés	1292	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Xylènes méta + para	Benzène et dérivés	2925	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2-Dichlorobenzène	Chlorobenzène et mono-aromatiques halogénés	1165	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,3-Dichlorobenzène	Chlorobenzène et mono-aromatiques halogénés	1164	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,4-Dichlorobenzène	Chlorobenzène et mono-aromatiques halogénés	1166	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Chlorobenzène	Chlorobenzène et mono-aromatiques halogénés	1467	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur.Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Normes analytiques de référence et performances minimales exigées pour la gestion des sites et sols pollués

C.1 Normes analytiques relatives au milieu sol

Méthodes possibles : protocole d'analyse ou norme proposée en l'absence de normes mentionnant la substance à analyser.

1,1,1-Trichloroéthane	COHV, solvants chlorés, fréons	1284	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2-Dichloroéthane	COHV, solvants chlorés, fréons	1161	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2-Dichloroéthylène	COHV, solvants chlorés, fréons	1163	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2-Dichloroéthylène CIS	COHV, solvants chlorés, fréons	1456	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2-Dichloroéthylène TRANS	COHV, solvants chlorés, fréons	1727	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Chlorure de vinyle	COHV, solvants chlorés, fréons	1753	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Dichlorométhane	COHV, solvants chlorés, fréons	1168	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Tétrachloroéthylène (PCE)	COHV, solvants chlorés, fréons	1272	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,2	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Tétrachlorométhane	COHV, solvants chlorés, fréons	1276	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Tribromométhane	COHV, solvants chlorés, fréons	1122	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur.Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Trichloréthylène (TCE)	COHV, solvants chlorés, fréons	1286	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Trichlorométhane (chloroforme)	COHV, solvants chlorés, fréons	1135	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2 de la norme NF EN ISO 22155), le laboratoire doit ajouter un traceur. Le laboratoire doit réaliser un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2575	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2596	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2597	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2571	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2591	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2572	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2692	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2573	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2597	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,7,8-PeCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2569	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
1,2,3,7,8-PeCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2588	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2593	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
2,3,4,7,8-PeCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2589	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
2,3,7,8-TeCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2562	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
2,3,7,8-TeCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2586	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	1	ng/kg de MS	
OCDD	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	2566	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	2	ng/kg de MS	
OCDF	Dioxines, Furanes (PCDD, PCDF)	5248	NF EN 16179 § 5.6	XP CEN/TS 16190	2	ng/kg de MS	
DIPE : éther diisopropylique	Divers (autres organiques)	5264	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	nd		Pas dans le domaine d'application de la norme NF EN ISO 22155 : il appartient au laboratoire de valider l'analyse de ce composé suivant cette norme.
ETBE : éthyle tert-butyl éther	Divers (autres organiques)	2673	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pas dans le domaine d'application de la norme NF EN ISO 22155 : il appartient au laboratoire de valider l'analyse de ce composé suivant cette norme.
MTBE : méthyl tert-butyl éther	Divers (autres organiques)	1512	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	

Normes analytiques de référence et performances minimales exigées pour la gestion des sites et sols pollués

C.1 Normes analytiques relatives au milieu sol

Méthodes possibles : protocole d'analyse ou norme proposée en l'absence de normes mentionnant la substance à analyser.

1 -Nitronaphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	absent	NF EN 16179	Méthodes possibles : NF EN 16181 ; NF ISO 18287 ; NF ISO 11916-1 ; NF ISO 11916-2	nd		
1, 5 -Dinitronaphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	6189	NF EN 16179	Méthodes possibles : NF EN 16181 ; NF ISO 18287 ; NF ISO 11916-1 ; NF ISO 11916-2	nd		
1, 8-Dinitronaphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	6190	NF EN 16179	Méthodes possibles : NF EN 16181 ; NF ISO 18287 ; NF ISO 11916-1 ; NF ISO 11916-2	nd		
2-Nitronaphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	absent	NF EN 16179	Méthodes possibles : NF EN 16181 ; NF ISO 18287 ; NF ISO 11916-1 ; NF ISO 11916-2	nd		
Acénaphtène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1453	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Acénaphtylène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1622	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Anthracène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1458	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Benzo[a]anthracène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1082	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Benzo[a]pyrène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1115	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Benzo[b]fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	5250	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Benzo[g,h,i]pérylène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1118	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Benzo[k]fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1117	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Chrysène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1476	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Dibenzo[a,h]anthracène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1621	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Fluoranthène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1191	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Fluorène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1623	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1204	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Naphtalène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1517	NF EN 16179 § 5.5	NF EN ISO 22155	0,1	mg/kg de MS	Pour le prélèvement en flacon prérempli de méthanol (§ 6.2), il est recommandé que le laboratoire ajoute un traceur. Il est également recommandé que le laboratoire réalise un blanc laboratoire tous les 15 échantillons au minimum.
Phénanthrène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1524	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Pyrène	HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	1537	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN 16181 ou NF ISO 18287	0,1	mg/kg de MS	
Dibenzothiophène	HAP (Hydrocarbures aromatiques, polycycliques, pyrolytiques et dérivés)	3004	NF EN 16179	Méthode possible : NF EN 16181	10	mg/kg de MS	
HCT C10-C40	Hydrocarbures et indices liés	3319	NF EN 16179 § 5.6 ; séchage à l'air possible	NF EN ISO 16703 ; XP CEN ISO/TS 16558-2	20	mg/kg de MS	Séparation en fractions aliphatiques et aromatiques (selon XP CEN ISO/TS 16558-2 § 9.2.2) uniquement si mentionnée par le demandeur.
HCT C5-C10	Hydrocarbures et indices liés	3332	NF EN 16179 §5.5	NF EN ISO 16558-1	10	mg/kg de MS	
Antimoine	Métaux et métalloïdes	1376	NF EN 16179	Mise en solution à l'eau régale (NF EN 16174) ou par attaque « totale » (NF ISO 14869-1)	1	mg/kg de MS	Contexte SSP : privilégier NF EN 16174. La méthode d'analyse est laissée à l'appréciation du laboratoire pour autant qu'il s'agisse d'une méthode normalisée et qu'elle respecte les exigences de performances.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

ANNEXE 10 : ANALYSE SANITAIRE DES RISQUES RESIDUELS

Document provisoire

Site ASCOFIELDS, Fos-sur-Mer (13) - Zone nord

Analyse des Risques Résiduels (ARR) prospective

Prestation A320 selon la norme NF X31-620

EODD ingénieurs conseils

ASCOFIELDS

Certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués et établissement d'Attestations réglementaires
AGENCES LYON, MARSEILLE, TOULOUSE
PARIS ET METZ
www.lne.fr

FICHE DE SYNTHESE

Analyse des risques résiduels (Zone Nord)				
ASCOFIELDS		37 Avenue Pierre 1er de Serbie 75 008 Paris		
	Mme Gaëlle NICAISE			
		06 45 43 95 03		g.nicaise@groupeidec.com

VOS CONTACTS EODD

Responsable de projet	Nicolas KUNGLER n.kungler@eodd.fr 06 02 15 63 25	
Supervision	Cécilia ELLUL	
Rédacteur	Ababacar NDIAYE	Agence de Lyon contact@eodd.fr I Tél : 04.72.76.06.90



Document provisoire

CONTRAT EODD N° P08588

Date	Indice	Modifications
29/05/2024	1	Edition initiale

SOMMAIRE

Liste des acronymes 6

Cadre normatif selon NF X31-620 8

Résumé non technique 9

1. Introduction 10

2. Schéma conceptuel (état futur) 12

2.1. Hypothèses retenues 12

2.2. Projet d'aménagement 12

2.3. Les sources de pollution résiduelles 12

2.4. Vecteurs de transfert, voies d'exposition et cibles retenues 12

3. Sélection des substances « traceurs du risque » et concentrations retenues 16

3.1. Inhalation d'air intérieur (gaz) 16

3.1.1. Substances retenues 16

3.1.2. Concentrations retenues 17

3.2. Inhalation de poussières 17

3.2.1. Substances retenues 17

3.2.2. Concentrations retenues 18

4. Relations dose/effets des substances 20

4.1. Valeurs toxicologiques de référence 20

4.2. ADAF 20

5. Evaluation des expositions 22

5.1. Détermination des concentrations dans l'air ambiant 22

5.1.1. Transfert vers l'air intérieur (volatil) 22

5.1.2. Transfert vers l'air extérieur (volatil) 25

5.1.3. Transfert vers l'air intérieur / extérieur sous forme de poussières 25

5.2. Quantification de l'exposition 27

5.3. Paramètres d'exposition 27

6. Caractéristiques des risques 28

6.1. Méthodologie de quantification des risques sanitaires 28

6.1.1. Méthodologie appliquée 28

6.1.2. Quantification des risques pour les effets à seuil 28

6.1.3. Quantification des risques pour les effets sans seuil 28

6.2. Niveaux de risques sanitaires 29

6.3. Evaluation des incertitudes 31

7. Conclusions et recommandations 32

7.1. Conclusions 32

7.2. Recommandations 32

1.1 Stratégie d'investigations 39

Document provisoire

1.2 Méthode de forage et de prélèvement 39
1.3 Analyses en laboratoire 40
3.1 Choix des milieux 41
➢ Inhalation de composés volatils 41
➢ Inhalation de poussières 41
3.2 Choix des substances et concentrations retenues 41
➢ Inhalation de composés volatils 41
➢ Inhalation de poussières 41
3.3 Caractéristiques des substances retenues 42
6.1 Type de sol (zone non saturée) retenu pour la source sol et profondeur 45
6.2 COT retenu pour la source sol 45
6.3 Type de sol retenu pour la couche de forme sous la dalle des bâtiments 45
7.1 Dimension des pièces 46
7.2 Epaisseur de la dalle 46
7.3 Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol 46
7.4 Taux de de renouvellement de l'air 46
7.5 Rayon de fissures 47

ANNEXES

ANNEXE 1 : Principales caractéristiques physico-chimiques - toxicologiques des substances 34
ANNEXE 2 : Valeurs toxicologiques de référence 35
ANNEXE 3 : Calculs des risques sanitaires 38
ANNEXE 4 : Evaluation des incertitudes 39
ANNEXE 5 : Limites de l'étude 49

TABLEAUX

TABLEAU 1 : VOIES DE TRANSFERT, CIBLES ET VOIE D'EXPOSITION SUR SITE - USAGE ET AMENAGEMENT FUTUR 14
TABLEAU 2 : CONCENTRATIONS RETENUES POUR LA MODELISATION DANS L'AIR AMBIANT INTERIEUR 17
TABLEAU 3 : CONCENTRATIONS RETENUES POUR L'INHALATION DE POUSSIERES 19
TABLEAU 4 : SYNTHESE DES PARAMETRES D'ENTREE – DEGAZAGE VERS L'AIR INTERIEUR 23
TABLEAU 5 : SYNTHESE DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION OBTENUES – DEGAZAGE VERS L'AIR INTERIEUR D'UN BUREAU 24
TABLEAU 6 : CONCENTRATIONS MODELISEES DANS LES POUSSIERES DANS L'AIR EXTERIEUR ET INTERIEUR .. 26
TABLEAU 7 : PARAMETRES D'EXPOSITION 27

Document provisoire

TABLEAU 8 : PRESENTATION DES NIVEAUX DE RISQUES 29

ILLUSTRATIONS

ILLUSTRATION 1 : DEMARCHE ETUDE DES ENJEUX SANITAIRES (EODD) 10

ILLUSTRATION 3 : ARBRE DECISIONNEL SIMPLIFIE POUR L'APPLICATION D'ADAF (SOURCE : INERIS, RAPPORT 203525 - 2704768 - V2.0 DU 19/01/2023) 21

ILLUSTRATION 4 : CONTRIBUTION DES SUBSTANCES AU QUOTIENT DE DANGER (ADULTES EMPLOYES) 30

ILLUSTRATION 5 : CONTRIBUTION DES SUBSTANCES A L'EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL (ADULTES EMPLOYES)30

Document provisoire

Liste des acronymes

ORDRE ALPHABETIQUE	ACRONYME	SIGNIFICATION
A	ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
	ARR	Analyse des Risques Résiduels
	ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
B	BCF	Facteurs de bioconcentration
	BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
	BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène
C	COHV	Composés Organo-Halogénés Volatils
	CAV	Composés aromatiques volatils
	CV	Chlorure de vinyle
D	DCE	Dichloroéthylène
E	ECETOC	European Chemical Industry Ecology and Toxicology Center
	EQRS	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
	ERI	Excès de Risques Individuel
	ERUo ERUi	Excès des Risques Unitaires pour la voie orale Excès des Risques Unitaires pour la voie inhalation
	ETM	Eléments traces métalliques
H	HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
	HC C5-C10	Hydrocarbures volatils (C5-C10)
	HC C10-C40 ou HCT	Hydrocarbures totaux (C10-C40)
	HCSP	Haut Conseil de la santé publique
	HESP	Human Exposure to Soil Pollutants
I	IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
	INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
	INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
O	OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
	OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
P	PCB	Polychlorobiphényles
	PCE	Tétrachloroéthylène
	PG	Plan de gestion
	PPC	Point de Pollution Concentrée
Q	QD	Quotient de Danger
	QSAR	Quantitative Structure-Activity Relationship
R	RDC	Rez-de-chaussée
	RfC	Reference concentration
	RfD	Reference dose
	RIVM	Institut néerlandais de santé publique et de l'environnement

Document provisoire

ORDRE ALPHABETIQUE	ACRONYME	SIGNIFICATION
	R-1	Niveau de sous-sol « -1 »
T	TCE	Trichloroéthylène
U	US EPA	Agence de protection de l'environnement des États-Unis
V	VTR	Valeur Toxicologique de Référence

Document provisoire

Cadre normatif selon NF X31-620

Prestation(s) globale(s) du domaine A	
☐ AMO Etudes	Assistance à maîtrise d'ouvrage en phase Etudes
☐ LEVE	Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués
☐ INFOS	Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité
☐ DIAG	Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats
☐ PG	Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site
☐ IEM	Interprétation de l'état des milieux
☐ SUIVI	Surveillance environnementale
☐ BQ	Bilan quadriennal
☐ CONT	Contrôle de la mise en œuvre du programme d'investigation ou de surveillance ou des mesures de gestion
☐ XPER	Expertise dans le domaine des sites et sols pollués
☐ VERIF	Vérifications en vue d'évaluer le passif environnemental lors d'un projet d'acquisition d'une entreprise
Prestation(s) élémentaire(s) du domaine A	
☐ A100	Visite de site
☐ A110	Etudes historiques, documentaires et mémorielles
☐ A120	Etudes de vulnérabilité des milieux
☐ A130	Elaboration d'un programme d'investigations
☐ A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols
☐ A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux
☐ A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments
☐ A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol
☐ A240	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques
☐ A250	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires y compris eau du robinet
☐ A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses les terres excavées ou à excaver
☐ A270	Interprétation des résultats d'investigations
☐ A300	Analyse des enjeux sur les ressources en eaux
☐ A310	Analyse des enjeux sur les ressources environnementales
☒ **A320**	**Analyse des enjeux sanitaires**
☐ A330	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages
☐ A400	Dossiers de restriction d'usage, de servitudes

Document provisoire

Résumé non technique

ASCOFIELDS (Groupe IDEC) a mandaté le bureau d'études EODD ingénieurs conseils pour la mise en œuvre d'un plan de gestion de la pollution. Les mesures de gestion proposées sur la zone Nord ne permettront pas d'éliminer en totalité la pollution du site, et des concentrations résiduelles seront toujours présentes dans le sous-sol.

Considérant la qualité chimique résiduelle du site et le projet d'aménagement (activités industrielles)[1], les futurs usagers (adultes employés) demeurent potentiellement exposés par :

- l'inhalation de composés volatils dégazant dans l'air ambiant depuis les sols ;
- l'inhalation de poussières contaminées au droit des espaces extérieurs non recouverts (sols impactés laissés à nu).

Ainsi, pour ces voies d'exposition, une analyse des risques résiduels (ARR) prédictive a été réalisée afin de valider que la qualité chimique du site, après mise en œuvre des mesures de gestion, est compatible avec le futur usage. Le contenu et le déroulé de cette étude sont codifiés par la norme NFX 31-620.

Les calculs des risques ont été réalisés par modélisation du transfert des polluants volatils à l'aide du logiciel Modul'ERS produit par l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques).

L'étude conclut que **l'état chimique résiduel attendu du site est compatible en termes de risques sanitaires avec un usage industriel**. Cette conclusion est rendue à condition que les hypothèses prises en compte (gestion de la pollution, projet d'aménagement, mesures constructives, etc.) ne soient pas modifiées. Dans le cas contraire l'étude devra être mise à jour.

Par ailleurs, outre les mesures constructives détaillées dans le plan de gestion relatives aux canalisations d'eau potable, il conviendra également de respecter la réglementation en matière de ventilation minimale permanente des locaux des futurs bâtiments.

Document provisoire

[1] A noter qu'il n'est pas prévu dans le projet :
- d'établissements accueillant des populations sensibles au sens de la circulaire du 8 février 2007 (crèche, école maternelle, primaire, collège / lycée, établissement d'accueil des enfants handicapés) ;
- d'utilisation des eaux souterraines à l'aplomb du site ;
- d'aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre.

1. Introduction

Contexte et objectifs

ASCOFIELDS (Groupe IDEC) a mandaté EODD Ingénieurs conseils pour la mise en œuvre d'un plan de gestion sur la zone Nord conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017.

Ainsi, le présent rapport qui constitue l'annexe 10 du plan de gestion, présente l'analyse des risques résiduels (ARR) associée aux substances résiduelles suite à la mise en œuvre des mesures de gestion, en vue de valider, à titre prospectif, la compatibilité sanitaire du site avec un usage industriel.

Démarche mise en œuvre

Afin de répondre aux objectifs, fixés, conformément à la méthodologie en vigueur, la démarche suivante a été mise en œuvre :

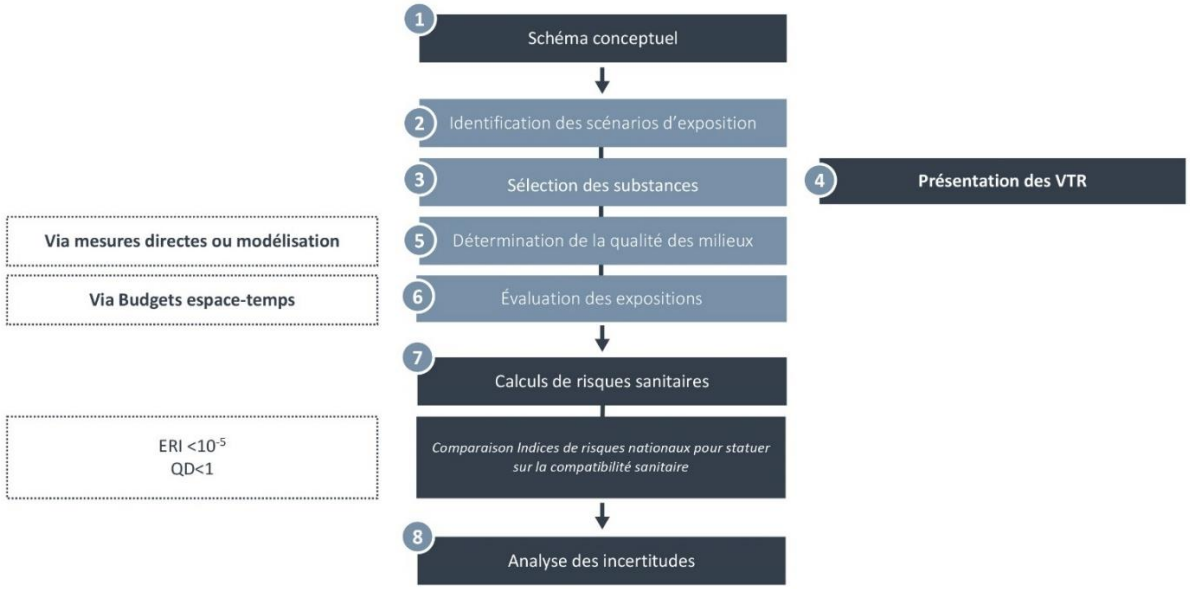


Illustration 1 : Démarche étude des enjeux sanitaires (EODD)

Cadre normatif et réglementaire

La présente étude a été réalisée selon les référentiels suivants :

- les outils méthodologiques de la circulaire du 8 février 2007 révisée en avril 2017 - relatifs à la politique nationale de gestion des sites et des sols pollués ;
- la norme NF X 31-620-2 - Qualité du sol « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) ».

Elle s'inscrit dans le domaine de prestation A : Etudes / Assistance / Contrôle décrit au sein de la norme NF X 31-620-2.

Document

Sources d'informations pour réaliser le rapport

Emetteur	Nom du document	Reference	Date
ANTEA group	Mise à jour de l'étude de dangers	Rapport n°112665 /Version 0 –	Août 2021
SCHMOLZ + BICKENBACH GROUP	Mesure de retombées de poussières sédimentables, rapport annuel 2019	-	Juin 2020
ICF	Diagnostic environnemental	PACP170375.V1	15/05/2018

Le présent rapport expose les résultats de l'ARR prospective et fait partie intégrante du plan de gestion.

Document provisoire

2. Schéma conceptuel (état futur)

L'objet du schéma conceptuel est de représenter de façon synthétique tous les scénarios d'exposition directe ou indirecte pour les futurs usagers du site (activités industrielles). Il identifie les enjeux sanitaires et environnementaux à considérer dans la gestion du site et traduit le concept « source-vecteur-cible ».

2.1. Hypothèses retenues

Le schéma conceptuel a été établi sur la base des hypothèses suivantes :

- Mesure de maitrise de pollution : purge à minima des sols superficiels impactés en ETM, notamment le chrome, le cuivre, le plomb et le mercure au droit du sondage E42 ;
- Usage futur envisagé : projet d'activités industrielles ;
- Usages non inclus dans le projet :
  - implantation d'établissements accueillant des populations sensibles au sens de la circulaire du 8 février 2007 (crèche, école maternelle, primaire, collège / lycée, établissement d'accueil des enfants handicapés) ;
  - réalisation de forages ou puits captant les eaux souterraines, de même que toute utilisation de ces eaux souterraines, à l'aplomb du site ;
  - aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre ;
- Dispositifs constructifs / aménagements particuliers : mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non perméables et non poreux (type tuyauterie multicouche) ou installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place et remblaiement avec des matériaux sains ;

2.2. Projet d'aménagement

Il est prévu au droit de la zone d'étude l'installation d'activités industrielles (production de e-carburants ou autres énergies)

2.3. Les sources de pollution résiduelles

Les investigations réalisées ont permis de caractériser la qualité du sous-sol avec principalement des sols résiduels, présentant des anomalies en métaux, dioxines et furanes sur les sols de surface et dans une moindre mesure les PCB et HAP.

La synthèse des résultats d'analyses est disponible au chapitre 7du rapport de plan de gestion.

2.4. Vecteurs de transfert, voies d'exposition et cibles retenues

Au regard de la nature des polluants identifiés dans les sols et des hypothèses d'aménagement retenues, les cibles étudiées dans la présente étude sont les futurs usagers du site exposés par inhalation de volatils et de poussières et dont l'exposition est la plus pénalisante, à savoir les futurs employés.

Les futurs travailleurs en phase chantier ne sont pas considérés comme cible compte tenu d'une exposition non chronique (limitée à la durée du chantier) et étant donné qu'ils doivent être équipés de moyens de protection adaptés à l'intervention sur sites pollués (cf. guide de l'INRS relatif à la protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation des sites pollués).

Document provisoire

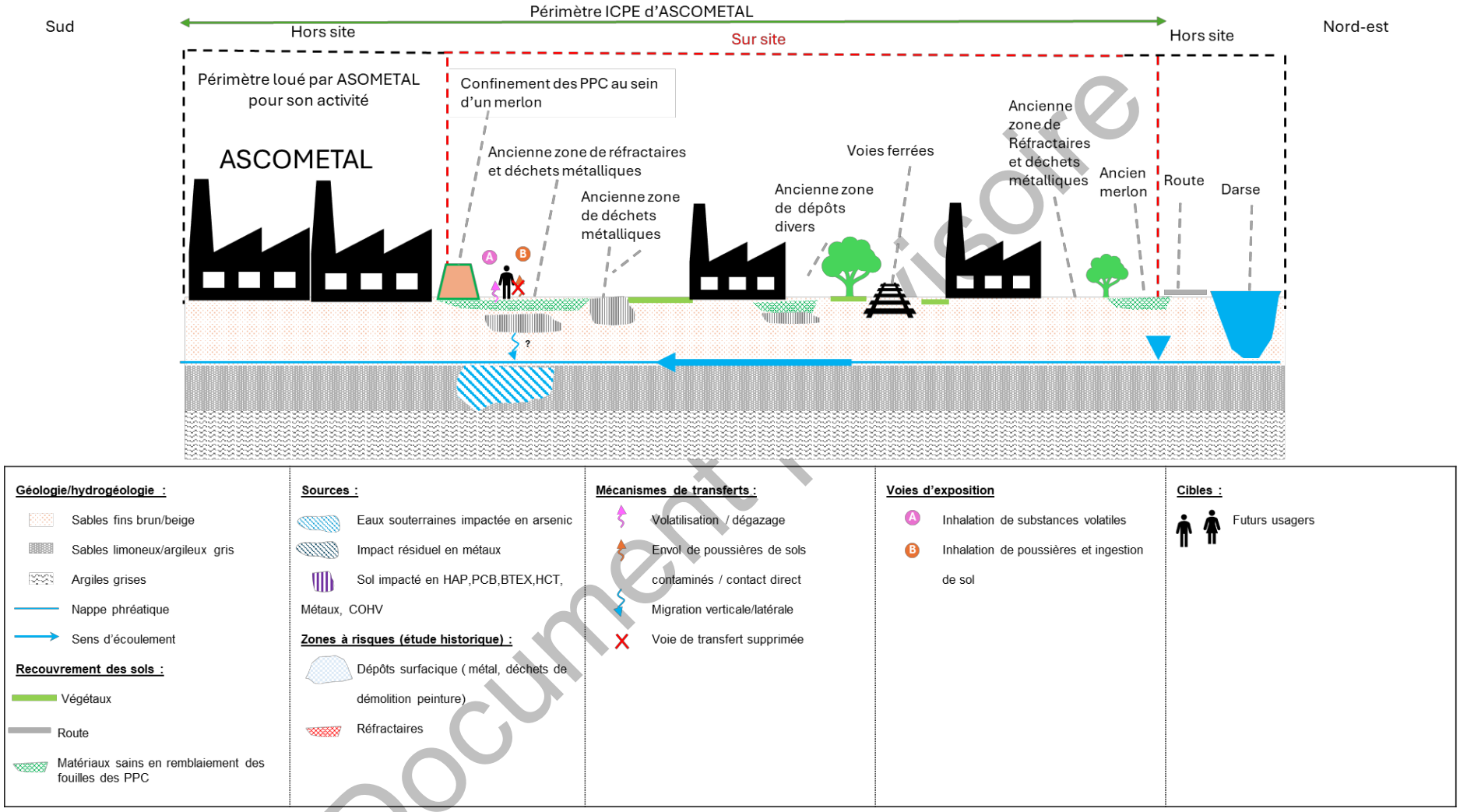
Au regard de la nature des polluants identifiés dans les sols et des hypothèses d'aménagement retenues, les scénarios d'exposition au droit du site sont décrits dans le tableau en page suivante :

Document provisoire

	Zone contaminée/ source	Voie de transfert	Milieux d'exposition	Cibles	Voie d'exposition	Retenue (Oui/Non) et cause du rejet si non retenue
Sur site	Les sols, gaz du sol et eaux souterraines	Envol, contact direct avec le sol	Sols et envols de poussières extérieur et intérieur	Futurs usagers du site (employés)	inhalation de particules de sols. L'ingestion de particule est négligeable pour les adultes employés	**Oui**
		Dégazage	Air ambiant intérieur et extérieur	Futurs usagers du site (employés)	Inhalation de composés volatils	**Oui :** présence de composés volatils dans les sols
		Bioaccumulation dans les végétaux	*Produits comestibles issus de plantations*	Futurs usagers du site (employés)	*Ingestion de végétaux impactés*	***Non :** Absence de plantations/jardins potagers en pleine terre*
		Perméation	*Eau de distribution*	Futurs usagers du site (employés)	*Ingestion d'eau*	***Non :** Isolation des canalisations par des remblais sains ou utilisation de canalisations non perméables non poreuses (type tuyauterie multicouche)*
		Eaux souterraines	*Eaux souterraines*	Futurs usagers du site (employés)	*Ingestion d'eau, de légumes arrosés…*	***Non** : Absence de puits sur site*
Hors site	Eaux souterraines	*Eaux souterraines*	*Eaux souterraines sur site utilisées à des fins de consommation*	*Usagers de puits privés (adultes et enfants)*	*Ingestion d'eau et de légumes arrosés par l'eau potentiellement contaminée*	***Non :** Absence d'anomalie de concentrations dans les eaux / absence d'usage*
		Dégazage	*Air ambiant*	*Riverain*	*Inhalation de composés volatils*	***Non** : Absence d'anomalie de concentrations dans les eaux*
		Migration	*Eau superficielle à usage récréatif (baignade, pêche)*	*Usagers du cours d'eau (population en général, pêcheurs…)*	*Ingestion d'eau, de poisson…*	***Non** : Absence d'anomalie de concentration dans les eaux*

Tableau 1 : Voies de transfert, cibles et voie d'exposition sur site - usage et aménagement futur

Document visio



Document provisoire

Illustration 2 : Schéma conceptuel – Etat futur

3. Sélection des substances « traceurs du risque » et concentrations retenues

Les substances « traceurs du risque » ont été sélectionnées parmi les polluants retrouvés lors des différents diagnostics menés sur site.

Les critères principaux de sélection des substances sont :

- La concentration dans les milieux (anomalies de concentration) ;
- La toxicité reconnue des substances ;
- L'existence d'une valeur toxicologique de référence (VTR) ;
- Les possibilités de transferts dans les différents compartiments environnementaux et d'exposition des populations. Les principales caractéristiques physico-chimiques des substances rencontrées sur le site, influençant leur comportement (transfert) dans les milieux et leur niveau de risque sanitaire, sont présentées en annexe 1 ;
- Pour les composés organiques volatils dans les sols, les substances dont les concentrations sont supérieures aux valeurs seuils de niveau 1 (approche nationale) définies dans le guide de valorisation hors site des terres excavées dans des projets d'aménagement (avril 2020)2 ;
- Pour les métaux[3], les substances dont les concentrations moyennes sont supérieures à la gamme de valeurs ordinaires (programme ASPITET de l'INRA).

Les substances retenues sont choisies sur la base de l'ensemble des données disponibles. Aucune spatialisation des données n'a été réalisée.

3.1. Inhalation d'air intérieur (gaz)

3.1.1. Substances retenues

Au regard des résultats d'analyses, les substances « traceurs du risques » vis-à-vis de l'inhalation de substances sous forme gazeuse à l'intérieur des bâtiments sont les substances volatiles présentes dans les sols et susceptibles de dégazer vers l'air ambiant soit :

- Les dioxines (Octa CDD) ;
- Les furanes (1,2,3,7,8-Penta CDF, 2,3,4,7,8-Penta CDF, 2,3,7,8-Tétra CDF, 1,2,3,4,7,8-Hexa CDF, 1,2,3,6,7,8-Hexa CDF, 2,3,4,6,7,8-Hexa CDF et 1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF).

Document provisoire

[2] Guide du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire – Valeurs seuils de niveau 1 permettant de garantir le respect de la condition C « Compatibilité sanitaire des terres d'apport avec l'usage futur du site »

[3] Inhalation de poussières

3.1.2. Concentrations retenues

Dans le cadre de la réalisation de cette analyse prospective des risques résiduels, les concentrations maximales mesurées dans les sols en dioxines et furanes considérés volatils, quelle que soit la localisation des prélèvements ont été considérées.

Le mercure n'a pas été étudié dans la présente analyse, considérant ce dernier non volatil au regard des valeurs faibles proches des limites de quantification (0,1 mg/kg) relevées dans les sols avec 2 détections à 0,1 et 0,2 mg/kg sur 27 échantillons analysés.

Les données d'entrées étudiées pour l'exposition en intérieur sont présentées dans le tableau suivant :

Substances	Concentrations maximales retenues dans les sols (mg/kg)	Source
DIOXINES ET DIBENZOFURANES		
Octa CDD	9,70E-05	E57(0-0.1)
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	E57(0-0.1)
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	E57(0-0.1)
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	E57(0-0.1)
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	E57(0-0.1)
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	E57(0-0.1)
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	E57(0-0.1)
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	E57(0-0.1)

Tableau 2 : Concentrations retenues pour la modélisation dans l'air ambiant intérieur

Document provisoire

3.2. Inhalation de poussières

3.2.1. Substances retenues

Au regard des résultats d'analyses, les substances « traceurs du risques » vis-à-vis de l'inhalation de poussières sont les substances effectivement mises en évidence dans les sols superficiels (0-1 m) à savoir :

- les métaux dont les concentrations moyennes[4] sont supérieures aux gammes de teneurs observées dans les sols ordinaires ont été retenues : cas du mercure, cadmium, chrome, cuivre, vanadium, molybdène, antimoine et baryum ;

[4] Limites de quantification non comprises

- certains HAP (Fluoranthène et Benzo(b)fluoranthène) ;
- les dioxines (Octa CDD) ;
- les furanes (1,2,3,7,8-Penta CDF, 2,3,4,7,8-Penta CDF, 2,3,7,8-Tétra CDF, 1,2,3,4,7,8-Hexa CDF, 1,2,3,6,7,8-Hexa CDF, 2,3,4,6,7,8-Hexa CDF et 1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF);
- Les polychlorobiphényles (PCB).

3.2.2. Concentrations retenues

Les concentrations prises en compte pour chaque substance sont les concentrations moyennes[5] des sols superficiels (0 à 1 m) compte-tenu que les personnes pourront se déplacer sur le site (zone nord).

Les données d'entrées étudiées pour l'exposition par inhalation de poussières sont présentées dans le tableau suivant :

Substances	Concentrations moyennes dans les sols (mg/kg)	Source
METAUX		
Mercure	2,00E-01	Moyenne <1m
Cadmium (Cd)	9,33E-01	
Chrome (Cr) III[6]	2,32E+02	
Cuivre (Cu)	2,74E+01	
Vanadium (V)	2,77E+01	
Molybdène (Mo)	2,13E+01	
Antimoine	2,50E+00	
Baryum	3,76E+01	
Vanadium (V)	2,77E+01	
HAP		
Fluoranthène	1,00E-01	Moyenne <1m
Benzo(b)fluoranthène	1,50E-01	
DIOXINES ET DIBENZOFURANES		

Document provisoire

[5] Calcul effectué sans les LQ.

[6] Le chrome total ne dispose pas de VTR pour l'exposition par inhalation de poussières. Seules des VTR pour le chrome III et le chrome VI existent. Dans le cas présent de l'ARR de la zone Nord, le chrome VI n'ayant été quantifié sur aucun des échantillons analysés, la totalité du chrome total a été assimilée à du chrome III pour les calculs de risque sanitaire.

Substances	Concentrations moyennes dans les sols (mg/kg)	Source
Octa CDD	9,70E-05	Moyenne <1m
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	
PCB		
7 PCB	1,79E-01	Moyenne <1m

Tableau 3 : Concentrations retenues pour l'inhalation de poussières

Document provisoire

4. Relations dose/effets des substances

4.1. Valeurs toxicologiques de référence

En ce qui concerne les relations dose/effets des substances, deux types de valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont distinguées :

- pour les substances à effet à seuil, les effets néfastes apparaissent à partir d'une certaine concentration d'exposition. Les VTR recherchées correspondent à des RfD (« reference dose ») pour l'ingestion, ou RfC (« reference concentration ») pour l'inhalation, qui représentent des niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes pour l'homme ;
- pour les substances à effet sans seuil, il n'existe pas de niveau sans risque. Les valeurs d'Excès des Risques Unitaires (ERU) font la relation entre le niveau d'exposition et le risque de développer l'effet cancérigène. Elles sont définies pour la voie orale (ERUo) et/ou pour l'inhalation (ERUi).

Les recommandations de la note d'information du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ont été prises en compte, notamment « de retenir par défaut les VTR de l'Anses lorsqu'elles sont disponibles ».

Les VTR des substances retenues sont présentées en annexe 2.

4.2. ADAF

Dans son rapport du 19 janvier 2023 sur « l'état de l'art pour l'évaluation des risques de substances à effets sans seuil pour les enfants », l'INERIS recommande d'évaluer la sensibilité des enfants aux effets sans seuil des substances mutagènes. Pour ce faire, elle préconise l'utilisation de la méthode proposée par l'US EPA, à savoir l'emploi de facteurs d'ajustement de l'âge dits « ADAF », lors des calculs de risques :

- Risque pendant la période 0-2 ans : ADAF = 10 ;
- Risque pendant la période 3-16 ans : ADAF = 3 ;
- Risque pendant la période 17-70 ans : ADAF = 1.

Les calculs de risque ont donc été réalisés en retenant ces facteurs pour les substances mutagènes pour les employés (facteur 1).

Document provisoire

Les substances retenues comme mutagènes et le choix d'appliquer un ADAF[7] sont présentés en annexe 2. L'arbre décisionnel simplifié pour l'application d'ADAF dans les calculs de risques proposé par l'INERIS est présenté dans l'illustration suivante :

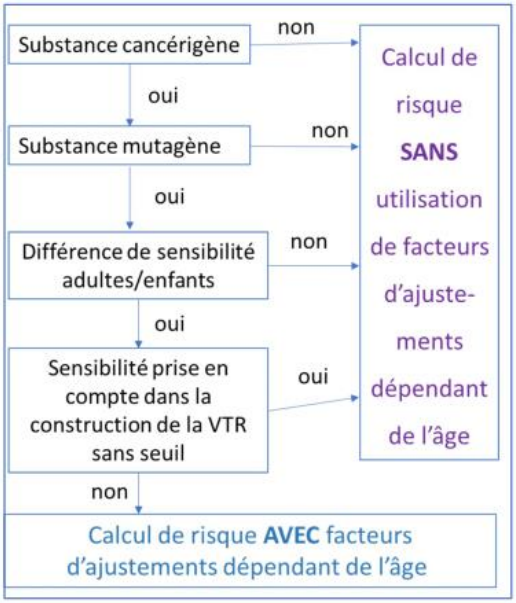


Illustration 3 : Arbre décisionnel simplifié pour l'application d'ADAF (source : INERIS, rapport 203525 - 2704768 - v2.0 du 19/01/2023)

Document provisoire

[7] Car pour certaines substances mutagènes, la construction de la VTR sans seuil (ERU) tient compte de la sensibilité des enfants dans l'étude utilisée pour la construction de la VTR sans seuil. Dans ce cas, les ADAF ne seront pas appliqués lors de calcul de risque.

5. Evaluation des expositions

5.1. Détermination des concentrations dans l'air ambiant

5.1.1. Transfert vers l'air intérieur (volatil)

L'évaluation de l'exposition aux composés volatils dans les futurs bâtiments est effectuée à l'aide du logiciel Modul'ERS, version 1.0.142[8], produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le Ministère en charge de l'Environnement. Le modèle de transport des gaz estime les émissions à l'intérieur du bâtiment depuis une source « gaz du sol », « sol » ou « eaux souterraines » située sous celui-ci.

Le modèle de dégazage des sols est basé sur les équations de Johnson et Ettinger[9]. Il combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers les sols avec un modèle simple de transport à travers les fondations d'un bâtiment.

En l'absence d'information sur le mode de construction du bâtiment, la modélisation du transfert des polluants volatils dans les bâtiments depuis les sols a été réalisée avec le modèle Johnson et Ettinger (approche sécuritaire pour un bâtiment neuf).

Le transfert de polluants au sein des bâtiments a été modélisé pour le scénario représentant les typologies de pièces de petit volume vouées à être occupées de manière régulière, à savoir un bureau.

Le tableau ci-après synthétise les paramètres d'entrée du logiciel Modul'ERS pour un bureau en rez-de-chaussée de plain-pied.

Paramètre	Unité	Bureau	Source
		Valeur	
Bâtiment			
Surface	m^2	10	Surface standard en l'absence de donnée client (par défaut)
Hauteur	m	2,5	Hauteur sous plafond standard en l'absence de donnée client (par défaut)
Taux de renouvellement de l'air	h^{-1}	1	D'après la réglementation (ventilation minimale de 25 m^3/h par personne fonctionnant 24h/24).
Epaisseur de la dalle	m	0,13	Epaisseur minimale de dalle par défaut (majorant)
Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol	m	0,13	EODD, valeur par défaut égale à l'épaisseur de la dalle

[8] Il s'agit du numéro de version de la plateforme

[9] Heuristic model for predicting the intrusion rate of contaminant vapors into buildings (1991) et du guide de l'utilisateur de l'US EPA de 2004

Document provisoire

Paramètre	Unité	Bureau	Source
		Valeur	
Rayon de fissures	cm	0,1	Valeur recommandée par Johnson et Ettinger
Dépression entre l'intérieur du bâtiment et le sol	$kg.m^{-1}.s^{-2}$	4	Valeur sécuritaire conseillée par le modèle de Johnson et Ettinger
Perméabilité intrinsèque des sols sous dallage	m²	9,92E-12	D'après Johnson et Ettinger pour des sables
Caractéristiques du hérisson sous la dalle			
Porosité totale	cm^3/cm^3	0,375	Johnson et Ettinger pour des sables (observation de terrain)
Teneur en eau	cm^3/cm^3	0,054	Johnson et Ettinger pour des sables (observation de terrain)
Epaisseur	m	0,15	Correspondant à l'épaisseur de la couche de forme sous dalle (hypothèse standard)
Caractéristiques des sols en zone non saturée : "sables limoneux"			
Porosité totale	cm^3/cm^3	0,39	Johnson et Ettinger pour des sables limoneux (observation de terrain)
Teneur en eau	cm^3/cm^3	0,158	Moyenne calculée à partir des valeurs de matières sèches disponibles (données terrain)
COT	-	0,022	Moyenne calculée à partir des données terrain disponibles
Distance entre la source sol et la base du bâtiment	m	0,15	Correspondant à l'épaisseur de la couche de forme sous dalle (hypothèse standard)

Tableau 4 : Synthèse des paramètres d'entrée – dégazage vers l'air intérieur

Document provisoire

Le tableau suivant synthétise pour les composés volatils étudiés, les concentrations d'exposition obtenues dans le type de bâtiment considéré (bureau en rez-de-chaussée de plain-pied).

Substances	Concentrations retenues dans les sols (mg/kg)	Concentrations modélisées à partir des sols dans l'air intérieur (mg/m³)	Concentrations modélisées retenues dans l'air intérieur (mg/m³)
DIOXINES ET DIBENZOFURANES			
Octa CDD	9,70E-05	**6,51E-14**	**6,51E-14**
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	**2,63E-14**	**2,63E-14**
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	**1,37E-13**	**1,37E-13**
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	**4,20E-13**	**4,20E-13**
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	**8,31E-13**	**8,31E-13**
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	**1,73E-14**	**1,73E-14**
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	**4,05E-14**	**4,05E-14**
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	**5,75E-17**	**5,75E-17**

Tableau 5 : Synthèse des concentrations d'exposition obtenues – Dégazage vers l'air intérieur d'un bureau

Document pr

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

5.1.2. Transfert vers l'air extérieur (volatil)

L'exposition des futurs usagers par inhalation en air extérieur n'a pas fait l'objet d'une modélisation car un temps d'exposition majorant et une modélisation plus pénalisante que l'exposition en air extérieur ont été retenus (une augmentation de 2 h sur le temps d'exposition en intérieur a été appliquée).

5.1.3. Transfert vers l'air intérieur / extérieur sous forme de poussières

Les concentrations dans l'air ambiant extérieur et intérieur sous forme de poussières sont calculées sur la base d'une équation simplifiée issue du modèle HESP (Human Exposure to Soil Pollutants), conçu par Shell Internationale Petroleum et publié à l'origine par le groupement européen ECETOC (European Chemical Industry Ecology and Toxicology Center), faisant intervenir la concentration en polluant dans le sol superficiel, la quantité de particules en suspension dans l'air ambiant extérieur[10] et la fraction de sol dans ces particules en suspension.

Cpart = Cs x TSP x fr x frs

AvecCpart : concentration de polluant sous forme particulaire (mg/m^3)
Cs : concentration dans les sols de surface (mg/kg)
TSP : concentration de particules en suspension (kg/m^3)
fr : fraction des poussières présentes dans l'air pouvant être réellement inhalées
frs : fraction de sol dans les poussières (-)

Les valeurs considérées par le modèle HESP, d'après Veerkamp (1994), sont les suivantes :

- Quantité de particules en suspension dans l'air ambiant extérieur : 70 µg/m^3 ;
- Fraction de sol dans les particules en suspension dans l'air ambiant extérieur et intérieur : 0,5.

Le tableau suivant synthétise les concentrations dans l'air extérieur et intérieur sous forme de poussières pour les composés étudiés.

Document provisoire

[10] On considère que l'exposition par inhalation sous forme de poussière en intérieur est identique à celle mesurée en extérieur (approche sécuritaire)

Substances	Concentrations retenues dans les sols (mg/kg)	Concentrations de poussières dans l'air (mg/m³)
METAUX		
Mercure (Hg)	2,00E-01	7,00E-09
Cadmium (Cd)	9,33E-01	3,27E-08
Chrome (Cr) III	2,32E+02	8,10E-06
Cuivre (Cu)	2,74E+01	9,58E-07
Vanadium (V)	2,77E+01	9,71E-07
Molybdène (Mo)	2,13E+01	7,45E-07
Antimoine (Sb)	2,50E+00	8,75E-08
Baryum (Ba)	3,76E+01	1,32E-06
Vanadium (V)	2,77E+01	9,71E-07
HAP		
Fluoranthène	1,00E-01	3,50E-09
Benzo(b)fluoranthène	1,50E-01	5,25E-09
DIOXINES ET DIBENZOFURANES		
Octa CDD	9,70E-05	3,40E-12
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	1,61E-13
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	3,85E-13
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	3,01E-13
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	1,93E-12
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	2,70E-13
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	4,55E-13
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	3,26E-12
PCB		
7 PCB	1,79E-01	6,27E-09

Tableau 6 : Concentrations modélisées dans les poussières dans l'air extérieur et intérieur

Document provis

5.2. Quantification de l'exposition

Dans le cadre d'une exposition par inhalation, celle-ci est quantifiée par le biais de la concentration moyenne inhalée. Les concentrations moyennes inhalées sont déterminées suivant la formule ci-dessous :

$$CIk = (\sum_i (Cik \times tik)) \times \frac{Tk \times Fk}{Tm}$$

Avec :

- CIk : concentration moyenne inhalée pour le milieu k (µg/m^3) ;
- Cik : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant le temps ti (µg/m^3) pour le milieu k ;
- tik : fraction de temps d'exposition à la concentration Cik pendant la journée ;
- Tk : durée d'exposition au milieu k (années) ;
- Fk : fréquence d'exposition au milieu k (jours/an) ;
- Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours).

Pour les effets à seuil des substances, Tm est égale à Tk.

Pour les effets sans seuil des polluants, Tm sera assimilée à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans).

5.3. Paramètres d'exposition

Le tableau suivant présente les paramètres d'exposition des différents récepteurs étudiés.

Paramètres	Unité	Adultes employés	
Durée d'exposition	an	43	Assimilée à la durée de cotisation pour l'obtention de la retraite. Prise égale à 43 ans quel que soit le type de travail effectué.
Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée	an	70	Correspond à la durée de la vie entière (valeur par défaut)
Inhalation de composés volatils et de poussières			
Fréquence d'exposition	j/an	220	Correspondant au nombre de jours classique d'un temps plein
Taux d'exposition à l'intérieur	h/j	10	Correspond à une exposition de 8 h à l'intérieur des bureaux et 2 h en extérieur appliqué en intérieur, hypothèse sécuritaire

Tableau 7 : Paramètres d'exposition

Document provisoire

6. Caractéristiques des risques

6.1. Méthodologie de quantification des risques sanitaires

6.1.1. Méthodologie appliquée

Afin de quantifier le risque sanitaire que génèrent l'usage futur et les pollutions résiduelles au droit du site, EODD a considéré l'additivité des risques induits par chacune des substances (approche sécuritaire pour les quotients de danger QD qui rappelons le, doivent être additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible).

6.1.2. Quantification des risques pour les effets à seuil

Pour les effets à seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible s'exprime par un quotient de risque QD, défini tel que :

$$QD_{inh} = \frac{CI}{RfC}$$

Lorsque cet indice, pour le même effet, pour le même organe cible et le même mécanisme d'action, est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable (terme utilisé dans la terminologie de l'INERIS, dans son sens non statistique). Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.

Bien que l'indice de risque ne représente pas une probabilité, il faudra considérer que la possibilité de survenue d'un effet toxique sera fonction de la somme des indices de risque liés aux différentes voies d'administration du polluant et aux différentes substances à seuil d'effet.

Un risque inacceptable sera donc défini par une somme des QD supérieure à 1.

6.1.3. Quantification des risques pour les effets sans seuil

Pour les effets sans seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible s'exprime par un excès de risque, défini tel que :

$$ERI_{inh} = CI \times ERU_{inh}$$

Aux faibles expositions, l'hypothèse est faite d'une relation linéaire entre l'effet et l'exposition, l'ERU est donc constant pour chaque substance.

L'ERI représente la probabilité d'occurrence que la cible a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

La possibilité supplémentaire de développer l'effet par rapport à l'exposition de fond étant exprimée sous la forme d'une probabilité, un ERI global, pour chaque scénario d'exposition défini initialement, pourra être calculé en faisant :

- pour chaque substance, la somme des risques liés à chacune des voies d'exposition qui concernent l'individu du scénario considéré,
- la somme des risques liés à chacune des substances cancérigènes du site ou issues du site,
- la somme des risques liés aux différentes durées d'exposition (chronique) qui peuvent concerner un individu.

Un risque inacceptable sera donc défini par une somme des ERI supérieure à 10^{-5}.

Document provisoire

6.2. Niveaux de risques sanitaires

Le tableau suivant présente la synthèse des niveaux de risque toxiques et cancérigènes obtenus sur la base des concentrations effectivement retenues au chapitre 3.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Inhalation de substances volatiles à l'intérieur d'un bureau au rez-de-chaussée de plain pied et en extérieur	9,65E-06	1,00E-09
Inhalation de poussières en extérieur et extérieur	2,60E-02	2,66E-09
Somme	2,61E-02	3,66E-09
Valeur de référence	<1	$<10^{-5}$

Tableau 8 : Présentation des niveaux de risques

Les indices de risques calculés sont inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement, au regard des hypothèses considérées et des teneurs retenues mesurées dans les sols.

Les substances qui contribuent le plus aux indices de risques sont :

- pour le quotient de danger (QD), le chrome à hauteur de 86 % ;
- pour l'excès de risque individuel (ERI), le 1,2,3,4,7,8-Hexa CDF et le 2,3,4,7,8-Penta CDF, respectivement à hauteur de 44 et 24 %.

Document provisoire

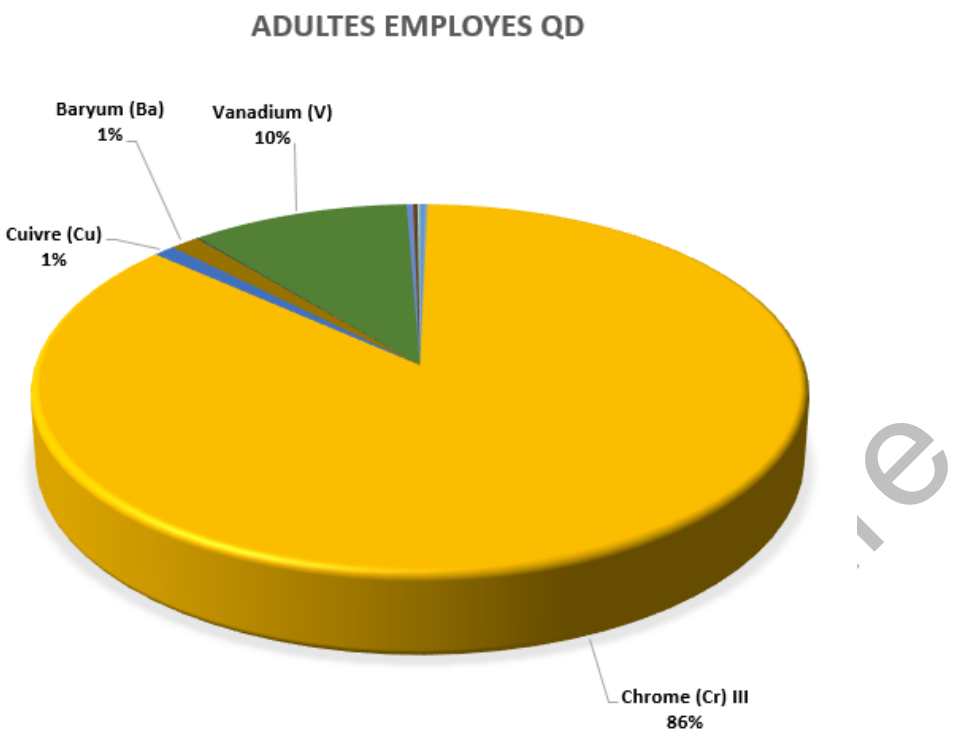


Illustration 4 : Contribution des substances au quotient de danger (adultes employés)

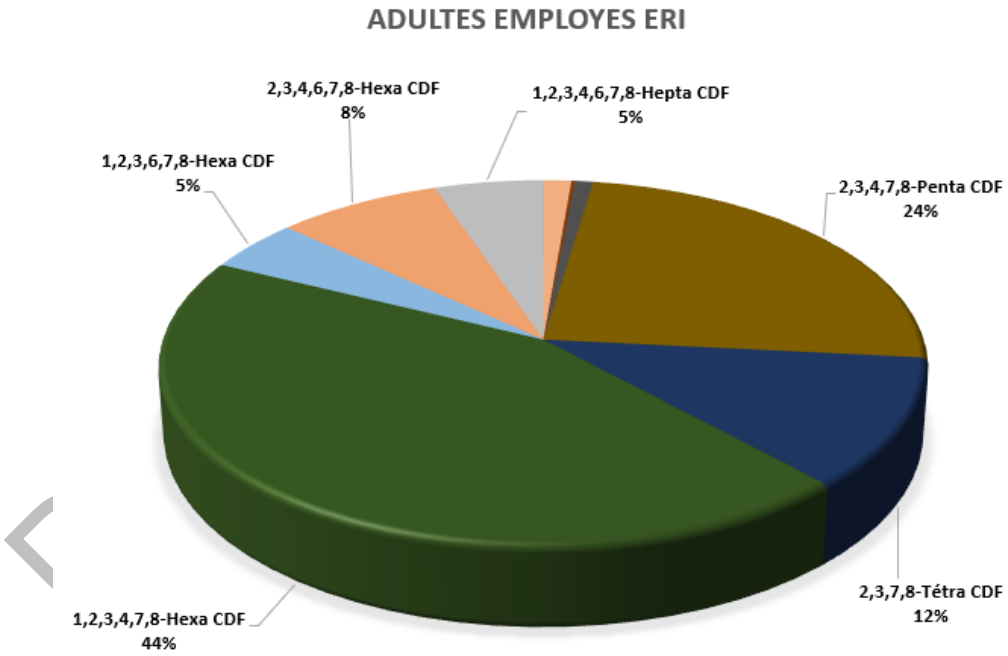


Illustration 5 : Contribution des substances à l'excès de risque individuel (adultes employés)

6.3. Evaluation des incertitudes

Au vu des nombreuses hypothèses nécessairement effectuées dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, des imprécisions et incertitudes existent. Celles-ci font l'objet d'une évaluation afin de pouvoir nuancer le propos et conclure sur la fiabilité de l'étude (cf. Annexe 4).

Cette évaluation des incertitudes met en évidence le caractère fiable et globalement sécuritaire de l'étude réalisée sur la base des données disponibles.

Par ailleurs, afin d'assurer la compatibilité sanitaire du site avec le projet, il conviendra également de prendre en considération les dispositifs constructifs et aménagement particuliers suivants spécifiques à la problématique de pollution des milieux :

- la mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non poreux et non perméables, ou installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place puis remblaiement par des matériaux sains ;
- l'aménagement de jardins potagers et la plantation d'arbres fruitiers ou baie en pleine terre sont exclus.

Document provisoire

7. Conclusions et recommandations

7.1. Conclusions

L'analyse des risques résiduels (ARR) prédictive a été réalisée sur la base :

- des hypothèses retenues, à savoir :
  - Mesure de maitrise de pollution : purge à minima des sols superficiels impactés en ETM, notamment le chrome, le cuivre, le plomb et le mercure au droit du sondage E42 ;
  - Usage futur envisagé : projet d'activités industrielles ;
  - Usages non inclus dans le projet :
    - implantation d'établissements accueillant des populations sensibles au sens de la circulaire du 8 février 2007 (crèche, école maternelle, primaire, collège / lycée, établissement d'accueil des enfants handicapés) ;
    - réalisation de forages ou puits captant les eaux souterraines, de même que toute utilisation de ces eaux souterraines, à l'aplomb du site ;
    - aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre ;
  - Dispositifs constructifs / aménagements particuliers : mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non perméables et non poreux (type tuyauterie multicouche) ou installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place et remblaiement avec des matériaux sains ;
- et de l'état résiduel attendu après mesures de gestion.

Au regard du schéma conceptuel après mesures de gestion, les futurs usagers (adultes employés) demeurent potentiellement exposés à la pollution résiduelle par inhalation de composés volatils et de poussières en extérieur et à l'intérieur des bureaux.

L'évaluation de l'exposition par inhalation de composés gazeux a été effectuée à l'aide du logiciel Modul'ERS, version 1.0.142[11], produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le ministère en charge de l'Environnement et à partir des teneurs maximales en composés volatils mesurées dans les sols.

L'étude démontre ainsi que l'usage futur projeté est compatible en termes de risques sanitaires avec l'état des milieux.

L'évaluation des incertitudes met en évidence le caractère globalement sécuritaire de l'étude réalisée.

7.2. Recommandations

EODD Ingénieurs Conseils recommande :

- De mettre à jour la présente analyse des risques sanitaires en cas de modification des hypothèses prises en compte ou du projet ;
- De veiller à la mise en place de sols superficiels répondant a minima aux concentrations considérées au sein de la présente ARR

[11] Il s'agit du numéro de version de la plateforme

Document provisoire

- De mettre en place, dans le cadre du réaménagement du site, des dispositifs réglementaires permettant de garantir dans le temps la mémoire et la pérennité des mesures de gestion comme par exemple des servitudes et restrictions d'usage.

Document provisoire

ANNEXE 1 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES - TOXICOLOGIQUES DES SUBSTANCES

Métaux lourds :

Non volatils excepté le mercure métal, solubles à non solubles en fonction de leur espèce, état/spéciation et des conditions environnementales, potentiel d'adsorption dans les sols généralement fort, potentiel de bioaccumulation dans les végétaux généralement fort, toxicité moyenne à forte variable suivant l'espèce avec effets cancérigènes pour certains (As, Cd, Cr VI, Pb).

HAP :

Volatil pour le naphtalène, peu à non volatils pour les autres HAP, peu à très peu solubles, plus denses que l'eau, fort potentiel d'adsorption sur les sols, fort potentiel de bioaccumulation dans les végétaux, toxicité moyenne à forte avec effets cancérigènes pour tous.

PCB :

Peu à très peu volatils, peu solubles, plus denses que l'eau, fort potentiel d'adsorption sur les sols, fort potentiel de bioaccumulation dans les végétaux, toxicité forte avec effets cancérigènes.

Dioxines / Dibenzofuranes :

Très peu volatils, très peu solubles, lipophiles (bioaccumulables dans la chaine alimentaire – principale source d'exposition) et très stables chimiquement. Forte toxicité reconnue pour certaines molécules, dont la plus toxique est la 2,3,7,8-TCDD. Certaines molécules sont également cancérigènes.

Document provisoire

ANNEXE 2 : VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Document provisoire

Substances	N° CAS	Substance à seuil		Organe cible	Facteur de sécurité		Substance sans seuil		Type de cancer	Composé Mutagène	Utilisation d'ADAF nécessaire dans les calculs de risque
		Inhalation (mg/m^3)	Organisme de référence et date de mise à jour				Inhalation $(mg/m^3)^{-1}$	Organe de référence et date de mise à jour			
		Exposition chronique					Exposition chronique				
METAUX											
Mercure	7439-97-6	3,00E-05	OEHHA 2008 (choix INERIS 2019)	Système neurologique	300		-	-	-	Non	Non
Cadmium (Cd)	7440-43-9	3,00E-04	ANSES 2012	Système respiratoire	25		-	Aucune VTR retenue (approche INERIS)	Système respiratoire	Muta 2	Oui
Chrome (Cr) III (sels solubles)	16065-83-1	1,00E-04	Santé Canada 2021 (choix INERIS)	Système respiratoire	-		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
Cuivre (Cu)	7440-50-8	1,00E-03	RIVM 2001 (choix INERIS 2019)	Système respiratoire, système immunitaire	600		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
Vanadium (V)	7440-62-2	1,00E-04	ATSDR 2012 (choix INERIS 2023)	Epithélium de l'épiglotte	30		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
Molybdène (Mo)	7439-98-7	1,20E-02	RIVM 2001 (choix ANSES 2018)	Poids	1000		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
Antimoine	7440-36-0	3,00E-04	ATDSR 2019 (choix INERIS 2022)	Système respiratoire	30		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
Baryum	7440-39-3	1,00E-03	RIVM 2001 (choix ANSES 2015)	Absence d'effet	100		-	-	-	Non	Pas de VTR sans seuil
HAP											
Fluoranthène	206-44-0	-	-	-	-		6,00E-04	INERIS 2018 (choix INERIS 2019)	-	Non	Oui
Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	-	-	-	-		6,00E-02	INERIS 2018 (choix INERIS 2019)	-	Muta 2	Oui
DIOXINES ET DIBENZOFURANES											
Octa CDD	3268-87-9	4,00E-08	OEHHA 2000 (choix INERIS 2019)	Thyroide	-		1,10E+01	OEHHA 2011 (choix INERIS 2019)	Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
1,2,3,7,8-Penta CDF	57117-41-6	4,00E-08		Thyroide	-		1,10E+03		Adénome et carcinome hépatique	Muta 2	Oui
2,3,4,7,8-Penta CDF	57117-31-4	4,00E-08		Thyroide	-		1,10E+04		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Substances	N° CAS	Substance à seuil		Organe cible	Facteur de sécurité		Substance sans seuil		Type de cancer	Composé Mutagène	Utilisation d'ADAF nécessaire dans les calculs de risque
		Inhalation (mg/m^3)	Organisme de référence et date de mise à jour				Inhalation $(mg/m^3)^{-1}$	Organe de référence et date de mise à jour			
		Exposition chronique					Exposition chronique				
2,3,7,8-Tétra CDF	51207-31-9	4,00E-08		Thyroide	-		3,80E+03		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	70648-26-9	4,00E-08		Thyroide	-		3,80E+03		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	57117-44-9	4,00E-08		Thyroide	-		3,80E+03		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	60851-34-5	4,00E-08		Thyroide	-		3,80E+03		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	67562-39-4	4,00E-08		Thyroide	-		3,80E+02		Adénome et carcinome hépatique	Non	Oui
PCB											
7 PCB	1336-36-3	5,00E-04	RIVM 2001 (choix INERIS 2018)	Foie, reproduction, développement	-		-	Aucune VTR retenue (approche ANSES/INERIS)	-	Non	Pas de VTR sans seuil

Document provisoire

ANNEXE 3 : CALCULS DES RISQUES SANITAIRES

Inhalation de volatils :

Exposition en intérieur d'un bureau de plain-pied							
Adultes employés							
Substances	Concentration d'exposition en intérieur	DJA inh substances à seuil	DJA inh subtances sans seuil	RfC	ERU	QD inh air intérieur	ERI inh air intérieur
	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	(mg/m³)⁻¹		
DIOXINES ET DIBENZOFURANES							
Octa CDD	6,51E-14	1,63E-14	1,00E-14	4,00E-08	1,10E+01	4,08E-07	1,10E-13
1,2,3,7,8-Penta CDF	2,63E-14	6,61E-15	4,06E-15	4,00E-08	1,10E+03	1,65E-07	4,47E-12
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,37E-13	3,45E-14	2,12E-14	4,00E-08	1,10E+04	8,62E-07	2,33E-10
2,3,7,8-Tétra CDF	4,20E-13	1,06E-13	6,48E-14	4,00E-08	3,80E+03	2,64E-06	2,46E-10
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	8,31E-13	2,09E-13	1,28E-13	4,00E-08	3,80E+03	5,22E-06	4,87E-10
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	1,73E-14	4,33E-15	2,66E-15	4,00E-08	3,80E+03	1,08E-07	1,01E-11
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	4,05E-14	1,02E-14	6,25E-15	4,00E-08	3,80E+03	2,54E-07	2,38E-11
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	5,75E-17	1,44E-17	8,86E-18	4,00E-08	3,80E+02	3,61E-10	3,37E-15
					Somme	9,65E-06	1,00E-09
					Valeur de référence	<1	<10-5

Inhalation de poussières :

Exposition en extérieur et intérieur (inhalation de poussières)								
Adultes employés								
Substances	Concentrations sols retenues (mg/kg MS)	Concentrations de poussières dans l'air (mg/m³)	DJA inh substances à seuil (mg/kg)	DJA inh substances sans seuil (mg/kg)	RfC (mg/m³)	ERU (mg/m³)⁻¹	QD inh poussière	ERI inh poussière
METAUX								
Mercure	2,00E-01	7,00E-09	1,76E-09	1,08E-09	3,00E-05	-	5,86E-05	-
Cadmium (Cd)	9,33E-01	3,27E-08	8,20E-09	5,04E-09	3,00E-04	-	2,73E-05	-
Chrome (Cr) III	2,32E+02	8,10E-06	2,04E-06	1,25E-06	1,00E-04	-	2,04E-02	-
Cuivre (Cu)	2,74E+01	9,58E-07	2,41E-07	1,48E-07	1,00E-03	-	2,41E-04	-
Vanadium (V)	2,77E+01	9,71E-07	2,44E-07	1,50E-07	1,00E-04	-	2,44E-03	-
Molybdène (Mo)	2,13E+01	7,45E-07	1,87E-07	1,15E-07	1,20E-02	-	1,56E-05	-
Antimoine	2,50E+00	8,75E-08	2,20E-08	1,35E-08	3,00E-04	-	7,32E-05	-
Baryum	3,76E+01	1,32E-06	3,31E-07	2,03E-07	1,00E-03	-	3,31E-04	-
Vanadium (V)	2,77E+01	9,71E-07	2,44E-07	1,50E-07	1,00E-04	-	2,44E-03	-
HAP								
Fluoranthène	1,00E-01	3,50E-09	8,79E-10	5,40E-10	-	6,00E-04	-	3,24E-13
Benzo(b)fluoranthène	1,50E-01	5,25E-09	1,32E-09	8,10E-10	-	6,00E-02	-	4,86E-11
DIOXINES ET DIBENZOFURANES								
Octa CDD	9,70E-05	3,40E-12	8,53E-13	5,24E-13	4,00E-08	1,10E+01	2,13E-05	5,76E-12
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,60E-06	1,61E-13	4,04E-14	2,48E-14	4,00E-08	1,10E+03	1,01E-06	2,73E-11
2,3,4,7,8-Penta CDF	1,10E-05	3,85E-13	9,67E-14	5,94E-14	4,00E-08	1,10E+04	2,42E-06	6,53E-10
2,3,7,8-Tétra CDF	8,60E-06	3,01E-13	7,56E-14	4,64E-14	4,00E-08	3,80E+03	1,89E-06	1,76E-10
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	5,50E-05	1,93E-12	4,83E-13	2,97E-13	4,00E-08	3,80E+03	1,21E-05	1,13E-09
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	7,70E-06	2,70E-13	6,77E-14	4,16E-14	4,00E-08	3,80E+03	1,69E-06	1,58E-10
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	1,30E-05	4,55E-13	1,14E-13	7,02E-14	4,00E-08	3,80E+03	2,86E-06	2,67E-10
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	9,30E-05	3,26E-12	8,17E-13	5,02E-13	4,00E-08	3,80E+02	2,04E-05	1,91E-10
PCB								
7 PCB	1,79E-01	6,27E-09	1,57E-09	9,67E-10	5,00E-04	-	3,15E-06	-
						Somme	2,60E-02	2,66E-09
						Valeur de référence	<1	<10-5

Document révision

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

ANNEXE 4 : EVALUATION DES INCERTITUDES

Conformément à la méthodologie de l'évaluation des risques sanitaires, la discussion des incertitudes est une étape nécessaire pour interpréter les résultats et permettre une gestion optimale des risques.

Elle a pour objectif d'apprécier dans quelle(s) mesure(s) et selon quelle sensibilité, l'ensemble des différentes hypothèses, facteurs ou termes de calcul pris en compte dans l'étude peuvent influencer l'évaluation des risques.

Ainsi, les hypothèses et paramètres déterminants sont discutés dans cette annexe afin d'apprécier la sensibilité et de vérifier leur influence sur les résultats de l'analyse des risques.

Certains éléments d'incertitude étant difficilement quantifiables, seul un jugement qualitatif sera rendu dans ce cas-là.

Document provisoire

1. Caractérisation des sources de pollution

1.1 Stratégie d'investigations

Les investigations EODD ont consisté à caractériser les zones à risque d'un point de vue environnemental identifiées à l'issue de l'étude historique par la réalisation de 16 sondages à la pelle mécanique et de 3 piézomètres sur la zone Nord.

Compte-tenu notamment de la nature des polluants mises en évidence dans les sols et de la localisation des sondages, les investigations sont représentatives du futur projet.

De plus, les investigations de terrain étant la plupart du temps ponctuelles dans l'espace, les résultats sont donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut, comme souvent dans le milieu souterrain, être relativement importante.

Qualification de l'hypothèse : Ces incertitudes sont difficiles à quantifier

1.2 Méthode de forage et de prélèvement

Les précautions prises pour limiter les biais associés aux méthodes de forage et de prélèvement sont :

- le nettoyage du matériel de forage et de prélèvement (prélèvement des eaux souterraines d'amont vers l'aval par exemple) pour éviter les pollutions croisées ;
- le mode de conservation (échantillons stockés en glacières de terrain réfrigérées) et de transport des échantillons (acheminés au laboratoire dans les 24h).
- l'équipement des piézomètres : utilisation de tubes PVC.

Qualification de l'hypothèse : réaliste

La technique de forage utilisée par EODD était la pelle mécanique (méthode de forage destructive).

Qualification de l'hypothèse : sous-estimation potentielle	*Influence du paramètre : forte*

1.3 Analyses en laboratoire

Les analyses ont été réalisées par un laboratoire accrédité par le COFRAC.

Cette accréditation ainsi que les normes et standards internes suivies par le laboratoire impliquent des contrôles qui garantissent la qualité des analyses et donc permettent de réduire les incertitudes associées.

Qualification de l'hypothèse : réaliste

2. Scénarios d'exposition étudiés

Compte tenu des caractéristiques physico-chimiques des polluants présents dans les sols, les récepteurs sont susceptibles d'être exposés par inhalation de composés sous forme gazeuse issus du dégazage des sols et de l'inhalation de poussières.

Les voies d'exposition non prises en compte sont :

- l'ingestion de sols compte tenu du cible étudié (adulte employés) ;
- le contact cutané, en l'absence de VTR cutanée. De plus, la note d'information du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des VTR pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre d'étude d'impact interdit la transposition de voie à voie pour passer d'une VTR inhalation à la VTR cutanée ;
- l'ingestion de végétaux en l'absence de jardin potager et/ou arbre fruitier/à baie en pleine terre sur le site ;
- l'ingestion et l'adsorption d'eau, en l'absence d'usage des eaux souterraines au droit du site et compte tenu des hypothèses prises en compte concernant les éventuels réseaux d'amenée d'eau potable (en matériaux non poreux/non perméables ou mise en place dans des terrains sains).

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

A titre indicatif, un calcul de risque a tout de même été réalisé en retenant l'ingestion de sol. Les indices de risques calculés en retenant ces VTR sont présentés ci-après. Ils demeurent inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Somme sans ingestion de sol	2,61E-02	3,66E-09
Somme avec ingestion de sol	**9,62E-02**	**1,51E-07**
Valeur de référence	<1	$<10^{-5}$

Document provisoire

A noter par ailleurs la prise en compte de l'additivité des voies d'exposition pour chacun des récepteurs étudiés sans prise en considération des organes cibles concernés.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

3. Choix des substances et milieux (sol, gaz du sol ou eaux souterraines)

3.1Choix des milieux

➢ Inhalation de composés volatils

Le milieu sol a été considéré dans la présente étude, compte tenu de l'absence de données sur les gaz du sol et de l'absence de volatils dans les eaux souterraines au droit de la zone nord.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

➢ Inhalation de poussières

Le milieu sol a été retenu, celui-ci étant adapté à l'étude des voies d'exposition par inhalation de poussières.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

3.2 Choix des substances et concentrations retenues

➢ Inhalation de composés volatils

Les concentrations maximales des substances quantifiées dans les sols et possédant une VTR ont été retenues pour l'évaluation des risques sanitaires.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

➢ Inhalation de poussières

Les concentrations moyennes dans les sols superficiel 0-1m, prélevés en 2024, ont été retenues.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

Document provisoire

3.3 Caractéristiques des substances retenues

Les transferts de polluants d'un compartiment de l'environnement à l'autre dépendent des caractéristiques intrinsèques des polluants. Celles-ci sont susceptibles de varier d'une base de données à l'autre, d'une étude à l'autre. Les valeurs prises en compte sont :

- celles proposées par défaut par le modèle de modélisation, a priori réalistes ou majorantes ;
- celles proposées sur les bases de données officielles de l'INERIS.

Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante	*Influence du paramètre : forte*

4. Valeurs toxicologiques de référence (VTR)

L'évaluation de la toxicité des substances a été réalisée à partir des valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles dans les bases de données consultées. Ces VTR sont données :

- Pour une voie d'exposition (inhalation) ;
- Pour une durée d'exposition (chronique).

EODD a retenu les VTR soit sur la base des constructions ou sélections de VTR réalisées par les organismes nationaux (INERIS, ANSES), soit conformément à la note d'information du 31 octobre 2014.

Qualification de l'hypothèse : réaliste, répondant à l'état de l'art

Cas du chrome :

Aucune VTR n'est disponible pour le chrome total. Celle-ci du chrome 3 a donc été choisie considérant que 100 % du chrome total est disponible sous la forme trivalente.

Cas des VTR sans seuils non retenues par l'ANSES/l'INERIS

Pour certains composés, l'INERIS et/ou l'ANSES préconisent de ne pas retenir de VTR pour des effets sans seuil :

- Par voie d'inhalation dans le cas des 7 PCB, considérant l'existence probable d'un seuil pour les effets cancérogènes.
- Par voie d'inhalation dans le cas du cadmium, considérant l'existence probable d'un seuil d'effet pour les effets cancérogènes via cette voie.

Les VTR retenues pour la présente étude se conforment à ces préconisations.

Document provisoire

Toutefois, un calcul de risque a tout de même été réalisé en retenant des VTR inhalation[12] proposées par d'autres organismes. Les VTR retenues pour ce calcul sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Substance	VTR Inhalation (mg/m^3) $^{-1}$	Organisme de référence	VTR Ingestion (mg/kg) $^{-1}$	Organisme de référence
Cadmium	4,2E0	OEHHA 2002 (choix INERIS 2009)	-	-
7 PCB	5,7E-4	OEHHA 1999	2	US EPA 1997

Les indices de risques calculés en retenant ces VTR sont présentés ci-après. Ils demeurent inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Somme sans VTR inhalation pour les effets sans seuil	2,61E-02	3,66E-09
Somme avec VTR inhalation/ingestion pour les effets sans seuil	2,61E-02	2,48E-08
Valeur de référence	<1	$<10^{-5}$

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : modérée*

Cas des dioxines et furanes :

Pour les effets à seuil, la VTR retenue pour l'inhalation (4,0E-08 mg/m^3) est une valeur proposée par OEHHA. Bien que dérivée d'un transfert de voie, cette VTR a été sélectionnée car retenue par l'INERIS en 2015.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : négligeable*

Document provisoire

5. Choix du programme de modélisation du transfert des composés gazeux vers l'air ambiant

Le logiciel MODUL'ERS permet de déterminer des flux gazeux à la surface du sol à partir des concentrations dans les sols/eaux souterraines/gaz du sol, en prenant en compte les caractéristiques

[12] Dans ce cas les VTR sont choisies conformément à la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14

du sol telles que la porosité totale et la teneur en eau (possibilité d'intégrer plusieurs couches de sol ayant des caractéristiques différentes).

Deux modèles de transferts de polluants depuis une source « gaz du sol », « sol » ou « eaux souterraines » vers l'air intérieur d'un bâtiment, sont intégrés au logiciel MODULERS :

- Johnson et Ettinger qui combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers les sols avec un modèle simple de transport à travers les fondations d'un bâtiment ;
- Volasoil qui combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers les sols avec un modèle simple de transport à travers le plancher d'un bâtiment.

En l'absence d'information sur le mode de construction du bâtiment, la modélisation du transfert des polluants volatils dans les bâtiments depuis les sols a été réalisé avec le modèle **Johnson et Ettinger** (approche sécuritaire pour un bâtiment neuf).

Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante

Le modèle Johnson et Ettinger du logiciel MODUL'ERS prend en compte les phénomènes de diffusion et de convection, suivant les principales hypothèses ci-dessous :

- les polluants sous forme vapeur pénètrent dans le bâtiment principalement à travers les fissures et ouvertures des fondations ;
- le transport convectif des polluants se fait principalement dans la zone d'influence du bâtiment (et devient rapidement nul dès qu'on s'éloigne du bâtiment) ;
- le transport entre la source de contamination et la zone d'influence du bâtiment est essentiellement diffusif ;
- toutes les vapeurs émises sous le bâtiment vont entrer à l'intérieur du bâtiment, à moins que les sols et les murs soient complètement étanches à la vapeur ;
- le polluant est réparti de manière homogène au niveau de la zone de contamination ;
- le modèle ne prend pas en compte les processus de transformation des polluants (biodégradation, hydrolyse…) ;
- la perméabilité de la couche de sol en contact avec la dalle et les murs est considérée comme homogène ;
- la ventilation du bâtiment et le différentiel de pression entre l'intérieur du bâtiment et le sol sont considérés comme constants.

Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante

A noter que les modélisations réalisées dans la version de MODUL'ERS utilisée prennent en considération une source infinie, qui ne s'épuise pas au cours du temps au fur et à mesure de sa volatilisation.

Qualification de l'hypothèse : majorante

Document provisoire

6. Caractéristiques du milieu sol et eaux souterraines utilisées dans les modélisations de transfert des composés gazeux vers l'air ambiant (intérieur et extérieur)

6.1Type de sol (zone non saturée) retenu pour la source sol et profondeur

Dans le cas présent, les calculs ont été réalisés sur la base des valeurs de porosité totale associées par Johnson et Ettinger à un sol de type sable limoneux (0,39), correspondant aux caractéristiques des horizons présents au droit du site.

Quant à la teneur en eau, celle-ci a été définie à partir des résultats d'analyses (moyenne) obtenus sur la matière sèche.

Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante	*Influence du paramètre : modérée*

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur une source sol située à -0,15 m sous les bâtiments (épaisseur de la couche de forme sous la dalle).

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

6.2COT retenu pour la source sol

Les calculs ont été réalisés sur la base d'une moyenne des teneurs en COT mesurées dans les sols.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

6.3Type de sol retenu pour la couche de forme sous la dalle des bâtiments

Dans le cas présent, les calculs ont été réalisés sur la base des valeurs d'une perméabilité intrinsèque de 9,92.10-8 cm^2 associée à un sol de type sable.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

Document provisoire

7. Caractéristiques des bâtiments utilisées dans la modélisation du transfert des composés gazeux vers l'air intérieur

7.1Dimension des pièces

Les dimensions des pièces (bureaux) correspondent à des données standard EODD utilisées par défaut (approche majorante).

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : modérée*

7.2 Epaisseur de la dalle

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur une épaisseur de dallage de 13 cm, correspondant à l'épaisseur nominale de dallage fixée par la norme applicable pour ce type de bâtiments (DTU 13.3).

Une épaisseur plus importante conduirait à des teneurs en intérieur plus faibles donc des niveaux de risque moins élevés.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : modérée*

7.3 Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sur la partie logement sont basés 0,13 m de profondeur, correspondant à l'épaisseur de la dalle retenue.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

7.4 Taux de de renouvellement de l'air

Pour les bureaux, nous avons retenu un taux de renouvellement de 1 vol/h, valeur basée sur la réglementation (ventilation minimale de 25 m^3/h par personne fonctionnant 24h/24).

Le code du travail prévoit, pour les locaux ventilés mécaniquement, un débit minimal d'air neuf par occupant de 25 m^3/h pour un bureau ou un local sans travail physique. La norme NF X 35-102 recommande par ailleurs de façon précise les dimensions des espaces de travail en bureau et un espace minimum de 10 m^2 pour 1 personne seule, 11 m^2 par personne dans un bureau collectif (soit 22 m^2 pour 2 personnes ou 33 m^2 pour 3, etc.), 15 m^2 par personne dans un espace collectif bruyant (si les tâches nécessitent des communications téléphoniques par exemple). Le bureau considéré, d'une surface de 10 m^2 ne peut donc abriter qu'un seul occupant selon cette norme.

Dans ce cadre, le débit minimal d'air neuf demeurera de 25 m^3/h, ce qui correspond à la valeur considérée qui s'avère donc conforme aux recommandations réglementaires et normatives à minima.

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

Document provisoire

7.5 Rayon de fissures

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur un rayon de fissures de 0,1 cm (valeur recommandée par Johnson et Ettinger). Cette démarche est majorante car la valeur recommandée par l'USEPA pour un sous-sol est de 0,05 cm.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

8. Incertitudes liées à l'envol des poussières

Les calculs relatifs à l'inhalation de poussières en extérieur ont été réalisés sur la base d'équations simplifiées, issues des modèles CSOIL et HESP et basées sur des données empiriques en matière de taux de poussières dans l'air ambiant extérieur (données en zone urbaine) et de quantité de ces poussières provenant des sols superficiels, établies par ECETOC (1990), Van den Berg (1994) et Veerkamp et ten Berge (1992).

Cette équation simplifiée fait normalement également intervenir un facteur de rétention des particules dans les poumons, fixé à 0,75 par Veerkamp et ten Berge (1992). Dans un principe de précaution, ce facteur a été pris égal à 1 dans le cadre de la présente étude.

D'autres modèles (« Soil Screening Guidance » (SSG, 1996) et « Risk Assessment Guidance for Superfund » (RAGS, 1991), US EPA) suivent une approche basée sur un facteur d'émission particulaire (PEF) fixe, exprimé en m^3/kg, avec des valeurs par défaut respectives de $1{,}32.10^9$ m^3/kg pour le modèle SSG et $4{,}63.10^9$ m^3/kg pour le modèle RAGS. La concentration en poussières est alors obtenue en divisant la concentration dans le sol par le PEF. La prise en compte de ces facteurs d'émission de poussières conduit à des teneurs dans l'air ambiant sous forme de poussières plus faibles que celles prises en compte dans l'étude, donc à des niveaux de risque inférieurs à ceux estimés sur la base des modèles CSOIL et HESP.

Les essais de validité conduits sur ces différents modèles dits « rigides » car non adaptables aux particularités des sites étudiés, ont mis en évidence :

- Pour le modèle RAGS, testé sur de grands sites, un caractère majorant par rapport aux mesures réelles des concentrations sous forme de poussières ;
- Pour les modèles CSOIL et HESP, testés sur de petits sites : un caractère à priori très majorant ?

Dans ce cadre, l'INERIS considère que l'utilisation des modèles CSOIL et HESP pour quantifier l'exposition liée aux poussières constitue un indicateur valable si le risque obtenu est acceptable.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

Document provisoire

9. Caractéristiques de l'exposition retenue

On considère que les futurs travailleurs passeront au total 10 h/24 sur leur lieu de travail, dont 8 h en intérieur, 2 h en extérieur appliquées en intérieur, hypothèse sécuritaire 220 jours par an, pendant 42 ans.

Ces durées correspondent à une durée annuelle du travail de 1 760 heures et à une personne qui travaillerait toute sa vie active sur le même lieu de travail.

D'après des études statistiques récentes (Publication de la direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (Dares Analyses – Juillet 2013 – n°047), la durée annuelle effective du travail par salarié à temps complet en 2011 s'établissait en moyenne à 1683 heures (1603 heures pour les femmes et 1741 heures pour les hommes).

Ces valeurs correspondent aux durées de travail hebdomadaires habituelles déclarées par les salariés (supérieures à la durée légale du travail et intégrant les heures supplémentaires « structurelles » ou le travail des cadres en forfait jour avec des durées quotidiennes de travail plus longues).

Par ailleurs, s'il n'était pas rare il y a quelques années ou dizaines d'années, de réaliser toute sa vie professionnelle dans la même entreprise, le temps passé aujourd'hui dans un même emploi et une même entreprise s'est considérablement raccourci. A titre d'exemple, la durée moyenne d'un emploi en France (données OCDE – durées moyennes d'ancienneté) se situe actuellement autour de 12 ans.

Qualification de l'hypothèse : majorante	*Influence du paramètre : forte*

10. Evaluation des risques des substances à effets sans seuil

L'INERIS recommande d'évaluer la sensibilité des enfants aux effets sans seuil des substances mutagènes. Pour ce faire, elle préconise l'utilisation de la méthode proposée par l'US EPA, à savoir l'emploi de facteurs d'ajustement de l'âge dits « ADAF », lors des calculs de risques d'exposition pour les usagers enfants :

- Risque pendant la période 0-2 ans : ADAF = 10 ;
- Risque pendant la période 3-16 ans : ADAF = 3 ;
- Risque pendant la période 1-70 ans : ADAF = 1.

Les calculs de risque ont donc été réalisés pour l'unique cible adultes en appliquant les ADAF

à l'ERI (pour les substances concernées).

Qualification de l'hypothèse : réaliste	*Influence du paramètre : forte*

Document provisoire

ANNEXE 5 : LIMITES DE L'ETUDE

L'évaluation des risques est une discipline relativement récente dans le domaine des sites et sols pollués et en constante évolution. Elle s'appuie sur une méthodologie, les connaissances scientifiques et techniques et les données propres au site, disponibles au moment de l'étude.

Des modifications de la méthodologie ou des connaissances scientifiques, une évolution du contexte environnemental ou industriel peuvent apparaître à l'issue de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.

Ces dernières ne sont valables qu'au moment de la réalisation des rapports et de l'évaluation des risques et peuvent être révisées en cas de modification des conditions initiales.

Ce rapport, et notamment les illustrations, tableaux, annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite du rapport.

Document provisoire

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

ANNEXE 11 : LIMITES DE L'ETUDE

Les conclusions relatives à cette étude sont limitées à l'emprise du site telle que décrite dans le présent document. Elles ne préjugent pas du niveau de pollution qui pourrait exister alentour.
Les conclusions de cette étude sont basées sur les informations recueillies auprès des différentes sources qu'elles soient internes ou externes à l'entreprise. Ces informations ont fait l'objet, autant que faire se peut, de vérifications de la part du chargé d'étude mais restent dépendantes des éventuelles erreurs, omissions ou fausses informations.
Les contraintes et difficultés d'accès à certaines zones peuvent également induire des lacunes dans le diagnostic, non imputables à notre société.

Les moyens proposés pour cette étude et notamment les éventuelles reconnaissances de terrain sont calées en fonction de la problématique, du niveau d'étude prescrite et du budget disponible.
On ne peut prétendre à un niveau d'information plus important que les moyens mis en œuvre ne le permettent. La représentativité des mesures notamment est fonction du nombre de ces dernières même si les points de mesures ont été implantés de façon à optimiser la représentativité. De plus, les investigations de terrain étant la plupart du temps ponctuelles dans l'espace, les résultats obtenus sont donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut, comme souvent dans le milieu souterrain, être relativement importante.

Des modifications de la méthodologie, des connaissances scientifiques, ou une évolution du contexte environnemental ou industriel peuvent apparaître à l'issue de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.
Ces dernières ne sont valables qu'au moment de la réalisation des rapports et peuvent être révisées en cas de modification des conditions initiales.

Ce rapport, et notamment les illustrations, tableaux, Annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite des rapports de diagnostic approfondi, d'évaluation détaillée des risques.

Document provisoire

Rapport V1 n° 643 – HY – 25

03 septembre 2025

ETUDE HYDRAULIQUE

RAPPORT

Etang de l'Oiseau

Port-Saint-Louis-du-Rhône (13230)



Adressé à :

GMPP

13230 FOS

ELYSE ENERGY

91 rue de la part-Dieu

69003 LYON

Agence – Technopole du Petit Arbois – Avenue Louis Philibert, 13 100 Aix-en-Provence
Tél : +33 (0)6 79 46 89 91 – Mail : contact@hydratis.com
SIRET - S.A.S.U. au capital de 30000 €

Table des matières

Introduction 5
1. Contexte et objectifs de l'étude 6
1.1. Contexte général et problématique de l'étude 6
1.2. Contexte géographique 7
1.3. Définition du terme « zone humide » 8
1.4. Objectifs spécifiques de l'étude hydraulique 8
2. Historique du lieu 9
2.1. Contexte historique 9
2.1.1. Évolution paysagère et aménagements 9
2.1.2. Analyse visuelle et reconstitution historique 10
2.2. Origines de la salinité 10
2.3. Occupations des sols/usage historique 12
3. Contexte géologique et topographique 13
3.1. Limites topographiques 13
3.2. Contexte géologique et géomorphologique 16
3.3. Risques naturels 18
4. Climat et météo local 18
4.1. Caractéristiques générales 19
4.2. Saisonnalité et implications locales 20
4.3. Le vent et le rôle du mistral 20
5. Hydraulique et hydrologie de la zone 21
5.1. Apports et pertes hydriques 21
5.2. Contraste entre eau douce et saumâtre 26
5.3. Complexité du réseau et rôle des ouvrages 27
5.4. Observations terrain 28
5.5. Alternance inondation/sécheresse 28
5.6. Gestion anthropique 28
5.7. Synthèse hydraulique 36
6. Modélisation hydraulique de l'étang de l'Oiseau 36
6.1. Présentation du logiciel et objectifs de la modélisation 36
6.2. Outils et données utilisées 37
6.3. Phase de tests et paramétrage 37
6.4. Résultats principaux du modèle 37

6.5. Cartes 42
6.5.1. Zone projetées 42
7. Pertes d'eau verticales 49
7.1. Evaporation 49
7.2. Perméabilité des sols. 51
8. Conclusion 52
Glossaire 53
Annexes 55
Bibliographie 65

Table des Figures

Figure 1 : Localisation des parcelles compensatoires en blanc 6
Figure 2 : Carte de situation 7
Figure 3 : Extrait de la carte des sols (source : geoportail.gouv.fr) 11
Figure 4 : Carte d'occupation des sols (source : sit.pnrsud.fr) 13
Figure 5 : profil altimétrique N-S 14
Figure 6 : profil altimétrique Nord 15
Figure 7 : profil altimétrique Sud 16
Figure 8 : Extrait de la carte géologique (source : Infoterre) 18
Figure 9 : Graphique des températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000) 20
Figure 10 : Comparaison des sondes et des précipitations 22
Figure 11 : Hauteurs d'eau issues du Marégraphe de Marseille pour le mois de Mars 22
Figure 12 : localisation du piézomètre 23
Figure 13 : Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Mars) 23
Figure 14 : Comparaison des sondes et des précipitations 24
Figure 15 : Image radar de cumul de pluie (source : meteociel) 24
Figure 16 : Hauteurs d'eau issues du Marégraphe de Marseille pour le mois de Mai 25
Figure 17 : Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Mai) 25
Figure 18 : Carte des surfaces hydrographiques 26
Figure 19 : Carte de conductivité en ms/cm² et d'ouvrages hydrauliques 27
Figure 20 : Photos de la sonde Nord (dates : 14/03/25 – 26/05/25) 28
Figure 21 : Plaque de la pompe 29
Figure 22 : Ouvrage de traversée de la voie ferrée 29
Figure 23 : Tracé des eaux pompées 30
Figure 24 : Photos du canal Ouest-Est au merlon aménagé 31
Figure 25 : Photos 1958 et report des surfaces concernées 32
Figure 26 : Refoulement des sols et eaux de mer 33
Figure 27 : Dragueuses le 6 juin 1981 et vue actuelle 34
Figure 28 : Sel rejeté, sondes et zones projetées 35
Figure 29 : Suivi comparé des deux sondes et de la pluviométrie – Données enregistrées sur la période d'étude 38
Figure 30 : Comparaison des hauteurs d'eau simulées et observées de la sonde Nord 39
Figure 31 : Comparaison des hauteurs d'eau simulées et observées de la sonde Sud 40
Figure 32 : Modélisation des hauteurs d'eau avec HEC-RAS 41
Figure 33 : Modélisation des vitesses d'eau avec Hec-Ras 41
Figure 34 : Vanne et canal 43
Figure 35 : Canal nouvellement créé 43
Figure 36 : Hauteur et Vitesses – Nord de la zone Ouest 44
Figure 37 : Hauteur et Vitesses – Centre de la zone Ouest 44
Figure 38 : Hauteur et Vitesses – Sud de la zone Ouest 45
Figure 39 : Vitesses sur zones projetées 46
Figure 40 : Vitesses en période pluvieuse 47
Figure 41 : Hauteurs en période pluvieuse 48
Figure 42 : Caractéristiques du calcul ETP 50
Figure 43 : Courbes ETP 51

Tableaux

Tableau 1 : Températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000) 19
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des runs effectué et des valeurs des indicateurs 39

Introduction

Dans le cadre du projet NéoCarb, porté par la société Elyse Energy, une étude de faisabilité a été engagée afin d'évaluer la possibilité de réaménager deux parcelles situées à proximité de l'étang de l'Oiseau en zones humides à vocation compensatoire. Ces aménagements ont pour objectif de compenser la destruction de milieux naturels humides liée à l'implantation d'un projet industriel de plus grande ampleur.

Le présent rapport constitue la première étape de cette démarche. Il s'agit d'un diagnostic hydraulique, fondé sur :

- des observations de terrain,
- des données topographiques, climatiques et géologiques disponibles,
- une revue bibliographique.

À ce stade, les espèces ciblées par les futures mesures compensatoires ainsi que les modalités de gestion hydrologique (remise en eau temporaire, restauration partielle ou totale de l'étang, etc.) ne sont pas encore définies. De ce fait, aucune hypothèse d'aménagement n'est modélisée dans ce document.

L'objectif de ce diagnostic est donc de :

- caractériser le fonctionnement hydraulique actuel des parcelles et de leur environnement immédiat (étang de l'Oiseau, canaux, nappe phréatique, etc.) ;
- analyser les dynamiques d'écoulement (stagnation, infiltration, concentration) ;
- identifier les contraintes physiques et anthropiques susceptibles d'influencer de futurs aménagements (relief, infrastructures, ouvrages hydrauliques, etc.) ;
- évaluer les interactions possibles avec les milieux en aval, notamment vis-à-vis de la gestion des eaux et du risque de submersion ;
- proposer des premières pistes d'interprétation et de questionnement en vue d'une phase ultérieure d'étude intégrant les volets écologiques et réglementaires.

Ce travail s'inscrit dans une démarche interdisciplinaire et multi-échelle, en articulation avec d'autres études du projet menées par des partenaires spécialisés en écologie et en planification territoriale. Il constitue une étape préalable indispensable pour documenter l'état initial hydraulique du secteur et éclairer toute décision d'aménagement futur.

1. Contexte et objectifs de l'étude

1.1. Contexte général et problématique de l'étude

La mise en œuvre d'aménagements compensatoires en zones humides s'inscrit dans un cadre réglementaire strict visant à préserver la biodiversité et les fonctions écologiques des milieux naturels. Dans le cas présent, le projet NéoCarb de la société Elyse Energy nécessite la création de zones humides de substitution afin de compenser la destruction d'habitats liés à l'implantation industrielle envisagée.

L'enjeu principal est de déterminer si les deux parcelles situées à proximité de l'étang de l'Oiseau présentent un potentiel hydraulique suffisant pour être aménagées en zones humides fonctionnelles. Cette question est d'autant plus importante que le secteur est marqué par :

- une forte anthropisation (remblaiements, digues, ouvrages hydrauliques),
- une salinité résiduelle élevée,
- des dynamiques hydrologiques complexes influencées par la proximité de la mer, du Rhône et des canaux.



Figure 1 : Localisation des parcelles compensatoires en blanc

1.2. Contexte géographique

La zone d'étude se situe sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône (13230), en basse Camargue, au sein d'anciens marécages littoraux. Elle est délimitée par :

- au Nord : le canal du Rhône à Fos,
- au Sud : la route N268 et la zone industrialo-portuaire,
- à l'Ouest : la voie ferrée,
- à l'Est : les salins du Caban.

Ce secteur se caractérise par une topographie basse et compartimentée, avec des zones remblayées et des dépressions qui accentuent la sensibilité aux variations hydrauliques et aux intrusions salines.

Concernant l'hydrogéologie, la plaine voisine de la Crau est alimentée par une nappe phréatique dont certains exutoires sont connus dans les marais et plans d'eau situés plus au nord (Landre, Tremblants, Grand Clos). En revanche, aucune donnée disponible ne permet d'établir de lien direct entre la nappe de la Crau et l'étang de l'Oiseau.

Le site est placé sous la juridiction du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) et intégré dans une Zone de Protection Spéciale (ZPS) au titre de Natura 2000 (« Rapport_n°2 RP52902 », s. d.).

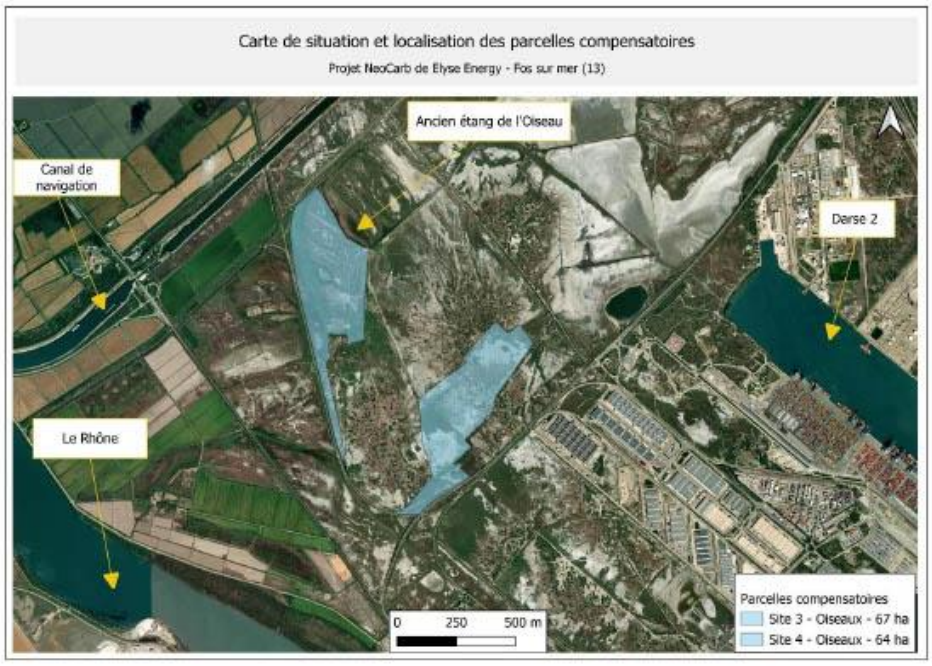


Figure 2 : Carte de situation

1.3. Définition du terme « zone humide »

Selon l'article L211-1 du Code de l'environnement, les zones humides sont définies comme :

« Des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » (« Article L211-1 - Code de l'environnement - Légifrance », s. d.)

Dans le secteur de Port-Saint-Louis-du-Rhône, et plus particulièrement autour de l'ancien étang de l'Oiseau, cette définition s'applique à des zones humides littorales saumâtres. Leur fonctionnement hydraulique résulte de plusieurs facteurs :

- la proximité immédiate du Rhône et de la mer, qui conditionne l'équilibre entre apports en eau douce et intrusions salines ;
- la topographie très basse et compartimentée, qui favorise des alternances entre inondations temporaires et phases de sécheresse ;
- la présence d'ouvrages anthropiques (digues, remblais, canaux, pompes) qui modifient les flux hydriques naturels.

Ces zones présentent un caractère lagunaire et saumâtre : l'alternance eau douce / eau salée y engendre des sols souvent salés (présence d'efflorescences de sel observées en surface) et une végétation adaptée, composée d'espèces halophiles et hygrophiles.

Enfin, au-delà de leur valeur écologique, ces milieux jouent un rôle hydraulique local non négligeable : stockage temporaire des eaux pluviales, ralentissement des écoulements et maintien d'habitats de transition dans un contexte fortement anthropisé par les activités portuaires et industrielles.

1.4. Objectifs spécifiques de l'étude hydraulique

Les objectifs poursuivis par cette étude hydraulique sont de :

- établir une **cartographie fonctionnelle** des entrées et sorties d'eau (précipitations, roubines, pompages, évaporation, infiltration) ;
- analyser le **fonctionnement hydrologique des parcelles** dans leur contexte élargi (étang de l'Oiseau, Rhône, mer Méditerranée, canaux et digues) ;
- évaluer l'**influence des contraintes climatiques** locales (saisonnalité méditerranéenne, mistral, sécheresse estivale) sur la dynamique hydraulique ;
- identifier les **principaux facteurs de gestion anthropique** (ouvrages hydrauliques existants, pompes, barrages, digues) ;
- Créer un **modèle hydraulique** visant à simuler le fonctionnement de l'état initial.

2. Historique du lieu

2.1. Contexte historique

La recherche documentaire et les informations contenues dans (« PGEN_2012-2018_A.pdf », s. d.) ont permis de comprendre l'évolution paysagère du secteur. Ces sources permettent de retracer les grands changements ayant façonné la zone d'étude autour de l'étang de l'Oiseau, tout en identifiant les éléments particulièrement pertinents pour l'analyse hydraulique.

2.1.1. Évolution paysagère et aménagements

Aménagements routiers et hydrauliques (1968-1974) :

- L'ancienne route de Port-Saint-Louis, qui traversait la zone des darses, est remplacée par un tracé plus au nord, ralentissant l'écoulement des eaux du Vigueirat et du Colmatage.
- Cette modification entraîne une augmentation générale du niveau d'eau des marais de Crau et un changement de végétation : les pelouses à Molinie régressent au profit des marais à marisques.
- Les coussouls et forêts de chêne vert sont fragmentés par l'expansion du réseau routier, tandis que les surfaces salinières et agricoles au nord et à l'ouest restent globalement stables.

Création de la Zone Industrielle et Portuaire (1974-1998) :

- Développement progressif des implantations industrielles à Fos, avec l'inauguration de l'usine ICI en 1969, du terminal méthanier Gaz de France en 1972, du complexe sidérurgique Solmer en 1973 et de l'unité Ugine Kuhlman en 1978.
- Remblaiement massif des marais et étangs du Malebarge et de l'Oiseau ainsi que de la bordure sud de Gloria. Ces zones resteront essentiellement inexploitées jusqu'au milieu des années 1990, avant l'aménagement de la zone de Distriport.
- Construction du canal du Rhône à Fos en 1983, qui coupe l'espace salinier et marque l'arrêt de l'exploitation des salins.
- Transformation des anciens étangs en baisses saumâtres ou en steppes à saladelles, tandis que certains relais sont convertis en marais pâturés ou remblayés.
- Disparition progressive de la riziculture et passage à des cultures sèches, jachères et pelouses pâturées.

Ces transformations montrent l'importance de la **gestion anthropique et des infrastructures hydrauliques** dans la structuration du paysage actuel et dans le contrôle des flux d'eau et de salinité dans le secteur.

2.1.2. Analyse visuelle et reconstitution historique

Pour compléter cette approche documentaire, une **reconstitution historique du paysage** a été réalisée à partir d'images satellites disponibles via **Géoportail – Remonter le temps** (1934 à aujourd'hui). Cette analyse visuelle permet de :

- visualiser les modifications de l'organisation du territoire et du réseau hydrographique ;
- identifier les zones remblayées et les secteurs encore humides autour de l'étang de l'Oiseau ;
- mieux comprendre la présence actuelle de sels en surface et les dynamiques hydrologiques associées.

La **présentation PowerPoint complète**, réalisée à partir de ces images satellites, illustre de manière synthétique les étapes majeures ayant façonné le paysage et les caractéristiques actuelles du site. Cette frise est disponible et téléchargeable via le lien suivant :

https://docs.google.com/presentation/d/1AE1-p8DjdIX2xDL_HvTwwByh_74TGvNg/edit?usp=sharing&ouid=106910142526703511008&rtpof=true&sd=true

2.2. Origines de la salinité

Les observations réalisées sur le terrain dans la zone de l'ancien étang de l'Oiseau confirment la forte empreinte saline qui caractérise cet espace littoral. La flore en place, dominée par des communautés halophiles telles que les sansouires, les prés salés, les steppes à saladelles, ainsi que les jonchaies et roselières, traduit des teneurs en sels importantes dans le sol. Lorsqu'ils sont asséchés, plusieurs secteurs présentent des horizons blanchâtres et fissurés, phénomène typique des milieux soumis à une évaporation intense et à une remontée capillaire des sels. Les données cartographiques de Géoportail classent la zone dans les sodidalisols (cf figure 3), une catégorie pédologique qui désigne des sols riches en sodium, souvent issus de dépôts fins deltaïques. Ces caractéristiques sont cohérentes avec un héritage d'anciens milieux lagunaires et marins, dont les sédiments conservent une signature saline durable (*Gis Sol » Carte Des Sols Sur Le Géoportail*, s. d.). La présence, lors du retrait des sondes, de taches noires accompagnées d'odeurs soufrées pourrait d'ailleurs suggérer la présence d'horizons réducteurs riches en sulfures (comme la pyrite), un marqueur fréquent de dépôts lagunaires salés, même si cette hypothèse nécessiterait d'être confirmée par des analyses.

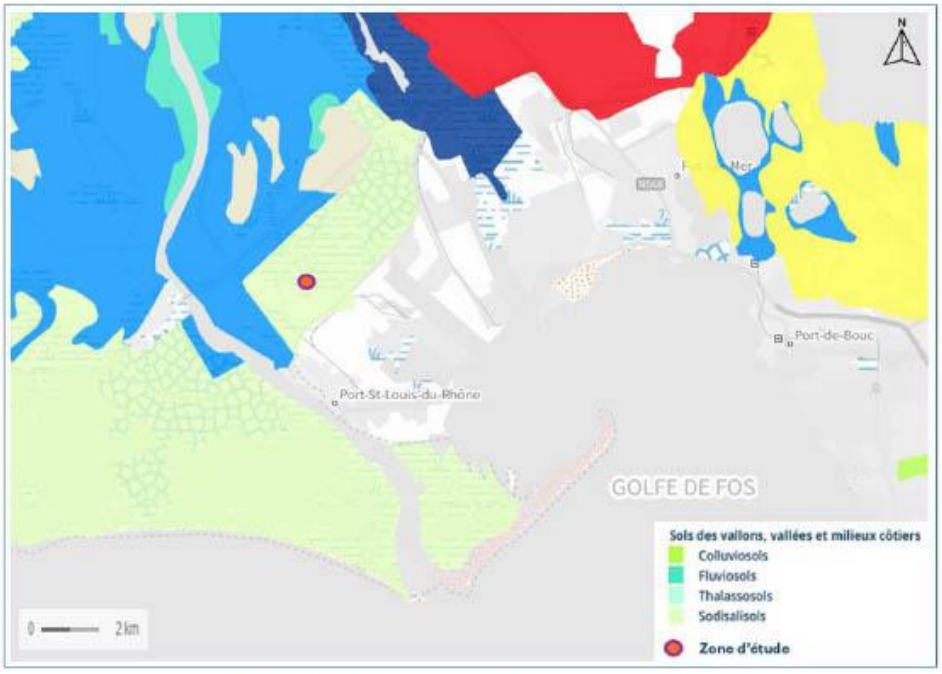


Figure 3 : Extrait de la carte des sols (source : geoportail.gouv.fr)

Sur le plan hydrogéologique, la vulnérabilité du site à la salinité s'explique par plusieurs processus. D'abord, la topographie extrêmement basse et la proximité immédiate de la mer favorisent la remontée saline et la concentration de sels dans le sol par évaporation. De nombreuses études conduites en Camargue ((de MONTETY, s. d.)) ont montré l'existence d'un biseau salé en profondeur et d'un aquifère captif dont la salinité est proche de celle de la Méditerranée. Ce système est hérité en grande partie des intrusions marines anciennes, notamment lors de la transgression holocène, mais il reste actif : les transferts de pression entre mer, Rhône et réseaux hydrauliques sont rapides dans ce delta, tandis que le transport des sels dans les sédiments demeure lent, ce qui explique la persistance de la salinité dans le temps. Par ailleurs, les intrusions peuvent se produire aussi bien par la nappe que par les réseaux de canaux et de roubines connectés à la mer, en l'absence de dispositifs anti-retour. La présence de clapets anti-sel/trappes dans certaines roubines, ainsi qu'au niveau du petit Rhône au nord-est du site, témoigne de la nécessité de contrôler ces échanges pour limiter les intrusions salines actuelles.

L'origine de la salinité dans le secteur de l'Oiseau résulte donc d'une combinaison de facteurs naturels et anthropiques. L'héritage d'anciens milieux lagunaires, la très faible altitude, les intrusions anciennes et actuelles, ainsi que le climat méditerranéen évaporant favorisent l'expression de la salinité en surface. Les aménagements hydrauliques (darses, canaux, remblais) et certaines pratiques de gestion des eaux ont pu amplifier localement ces phénomènes. L'ensemble de ces éléments explique la végétation halophile observée et doit être intégré dans toute réflexion future sur la gestion hydraulique et écologique de la zone.

2.3. Occupations des sols/usage historique

L'occupation des sols dans le secteur de l'ancien étang de l'Oiseau résulte d'une superposition d'usages traditionnels et contemporains, façonnés par le contexte hydrosalin propre au delta du Rhône. Selon le Plan de Gestion des Étangs et Marais du Narbonnais (PGEN 2012-2018) et les documents du comité de gestion 2018, cette zone relève du domaine foncier du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), mais elle conserve une forte dimension écologique, paysagère et cynégétique.

Historiquement, le site a servi de support aux activités de chasse, d'élevage extensif et à des aménagements hydrauliques liés aux étangs et roubines. Ces usages se poursuivent aujourd'hui, comme en témoignent les observations de terrain : présence de chevaux lors des dernières campagnes, réseau dense de barrières, grillages, portillons et panneaux de chasse. Ces éléments traduisent une gestion multifonctionnelle qui combine les intérêts cynégétiques, pastoraux et de conservation.

Les cartes d'occupation des sols du Parc naturel régional de Camargue (PNRC) confirment la diversité des habitats humides présents : la parcelle nord-ouest accueille principalement des jonchaies, roselières, sansouires et marais ouverts, tandis que la parcelle sud présente une mosaïque dominée par la sansouire, les prairies naturelles et des zones marécageuses ouvertes (cf figure 4). Cette différenciation s'explique en partie par les contrastes topographiques entre les compartiments nord et sud, mais aussi par les pratiques de gestion foncière et hydraulique.

Enfin, d'après (« CR2 Comité gestion 2018 », s. d.), la zone est placée sous la responsabilité de plusieurs acteurs : le GPMM pour la vocation industrielle et foncière, et notamment M. Colombet pour l'exploitation pastorale (élevage extensif). Ces usages interagissent avec la dynamique hydrosaline : le pâturage et la chasse, en maintenant des paysages ouverts et en limitant l'embroussaillement, contribuent indirectement à la persistance d'une végétation halophile et d'habitats adaptés aux sols salés.

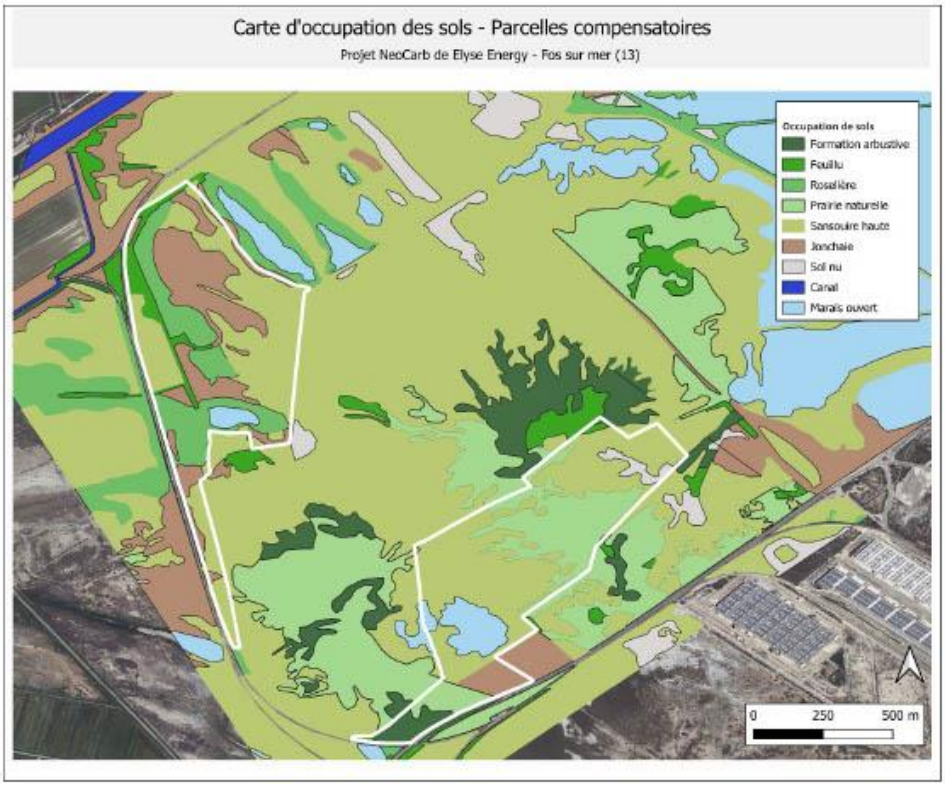


Figure 4 : Carte d'occupation des sols (source : sit.pnrsud.fr)

Cette articulation entre usages et conditions naturelles prépare ainsi la transition avec l'analyse géologique et topographique qui suit, essentielle pour comprendre les contraintes et potentialités de gestion de ce territoire.

3. Contexte géologique et topographique

3.1. Limites topographiques

Le secteur de l'ancien étang de l'Oiseau présente une topographie contrastée, marquée par une compartimentation nette entre la zone nord-ouest et la partie sud (cf figure 5). L'analyse du MNT et des profils altimétriques issus de HEC-RAS montre que la parcelle nord-ouest, non remblayée, se situe en moyenne environ 1,50 m plus bas que la parcelle sud. Elle comprend plusieurs dépressions fermées, aux allures de petits plans d'eau temporaires, dont certaines atteignent des altitudes inférieures au niveau de la mer, jusqu'à –0,40 m NGF (cf figure 6). L'altitude générale de ce compartiment tourne autour de 0,40 m NGF.

La zone sud, en revanche, a fait l'objet d'aménagements et de remblais qui l'ont surélevée : son altitude générale avoisine 1,80 m NGF selon le modèle altimétrique (cf figure 7). Cette topographie basse et globalement plane est caractéristique des secteurs deltaïques littoraux ; elle conditionne fortement la dynamique hydraulique et la vulnérabilité du site aux remontées de nappe et intrusions salines.

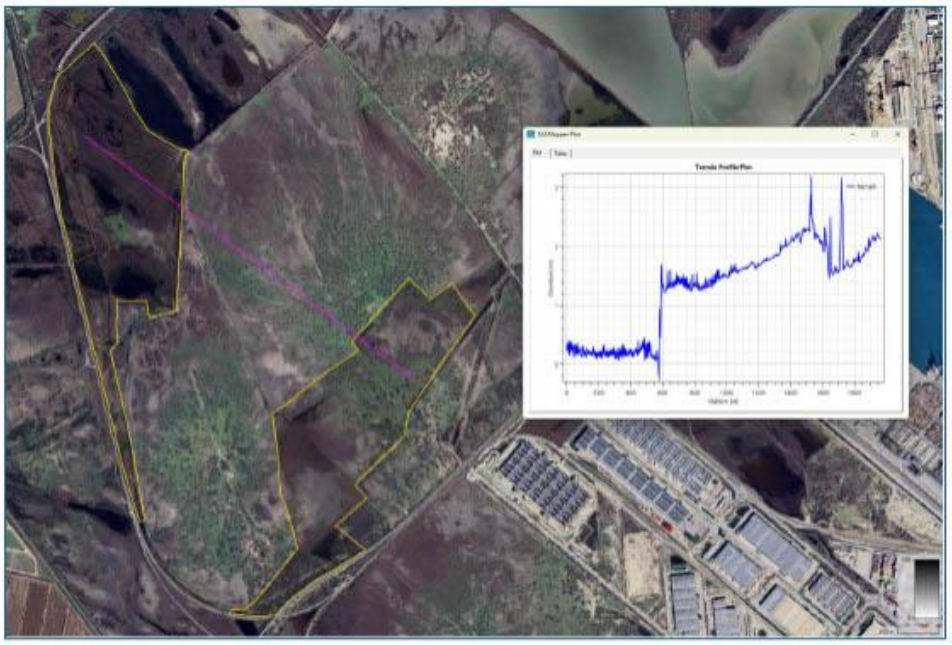


Figure 5 : profil altimétrique N-S

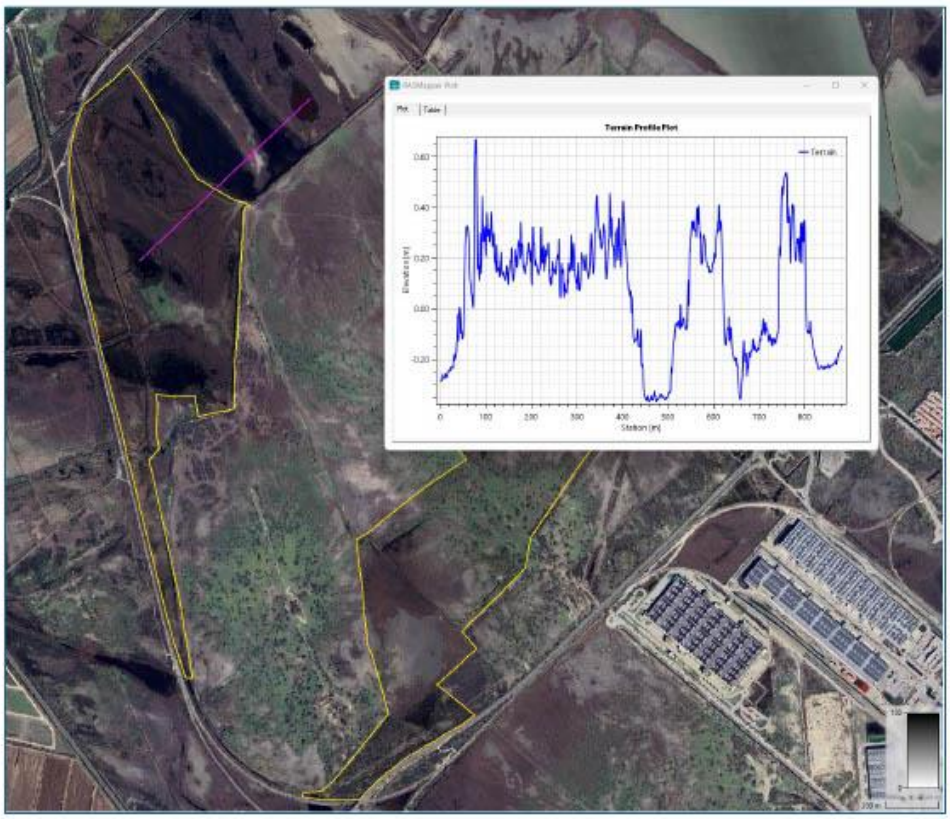


Figure 6 : profil altimétrique Nord

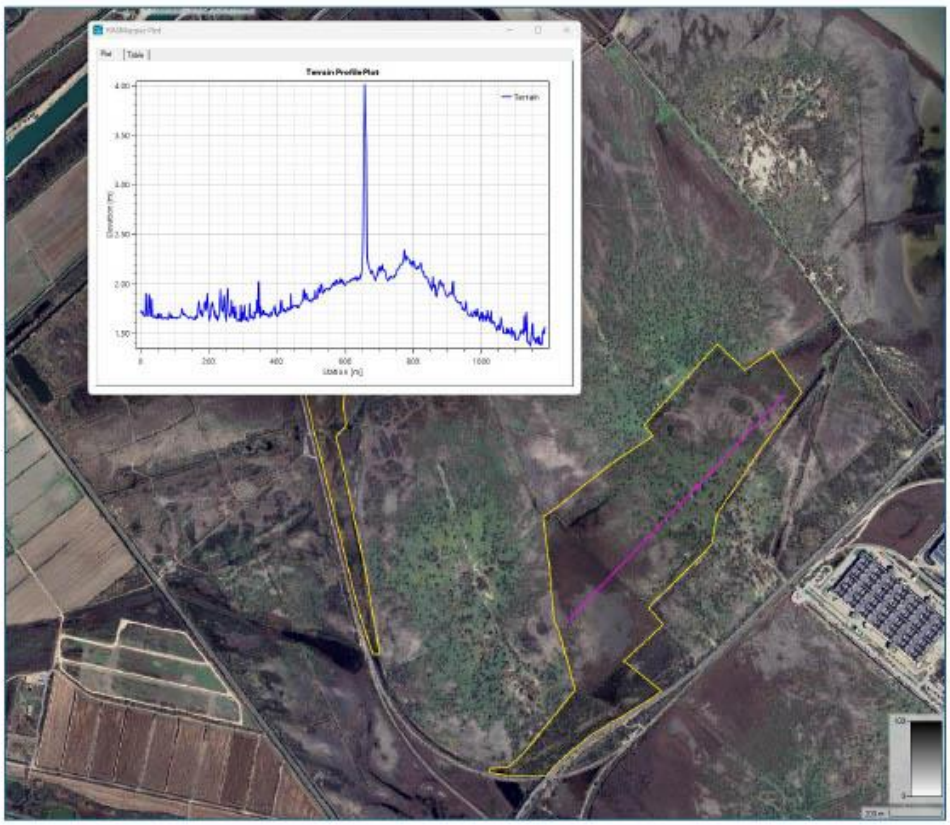


Figure 7 : profil altimétrique Sud

3.2. Contexte géologique et géomorphologique

Le site de l'Oiseau s'inscrit dans la plaine deltaïque du Rhône, formée au cours du Quaternaire par l'alternance de phases de progradation du delta, de dérive littorale et de comblement lagunaire. Les dépôts sont constitués de sédiments fins à moyens déposés dans des environnements fluvio-lagunaires. La très faible pente et la proximité marine expliquent la présence d'anciens milieux lagunaires et de zones humides fossiles, facteurs qui jouent un rôle dans la salinité actuelle des sols.

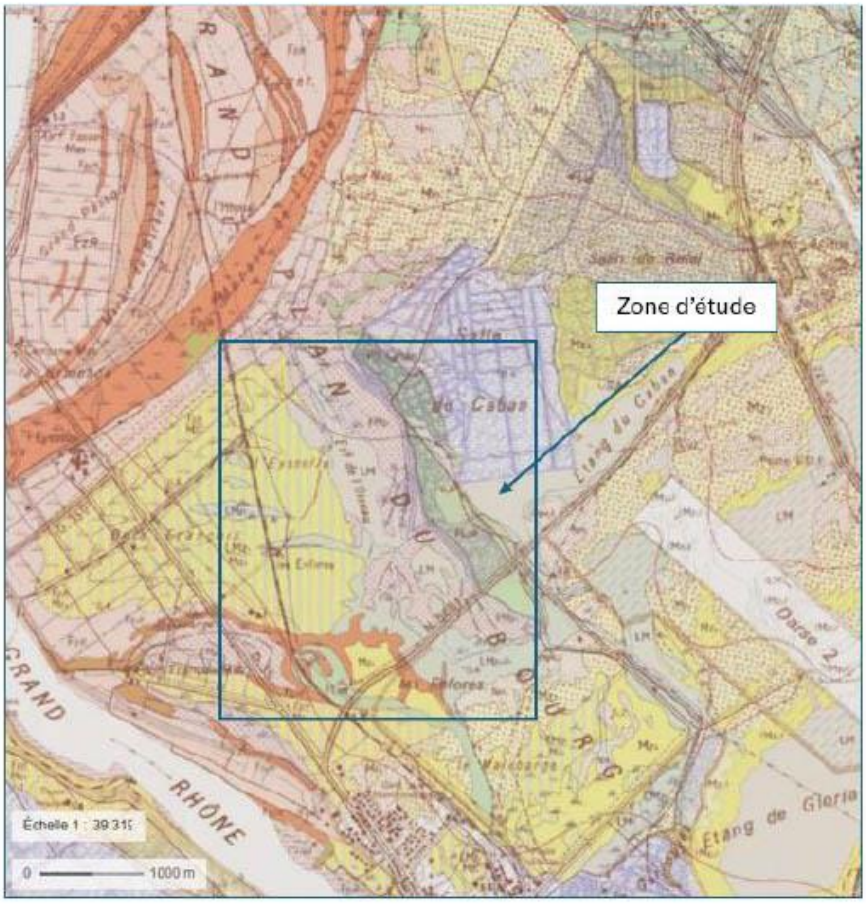
Selon la carte géologique (InfoTerre) et les données du sondage BSS002JGBY, la stratigraphie locale se compose de dépôts alluviaux du Würm :

- 0 à 1,2 m : limons gris clair, d'origine alluviale récente.
- 1,2 à 5,15 m : sables gris foncé à granulométrie moyenne.
- 5,15 à 11,85 m : sables fins limoneux gris foncé.
- 11,85 à 22,4 m : limons gris foncé sableux.

- 22,4 à 23,95 m : cailloutis gris.
- 23,95 à 27,4 m : alternances de cailloutis, sable et argile jaunâtre indurée.

Cette alternance de limons, sables et niveaux graveleux est typique des dépôts deltaïques et lagunaires hérités des variations du niveau marin et des divagations anciennes du Rhône. Elle explique la variabilité latérale des faciès rencontrés et conditionne les circulations d'eau souterraine. La présence de faciès riches en matière organique ou en sulfures (comme les pyrites, supposées lors de nos observations de terrain) est fréquente dans les anciens milieux lagunaires ; leur oxydation peut générer des colorations noires et des odeurs soufrées, et contribue localement à la salinité et à l'acidité des sols.

Ainsi, la combinaison d'une topographie basse, d'un contexte deltaïque et de dépôts fins à moyens peu perméables explique la forte sensibilité du secteur aux intrusions salines et à la stagnation des eaux de surface.



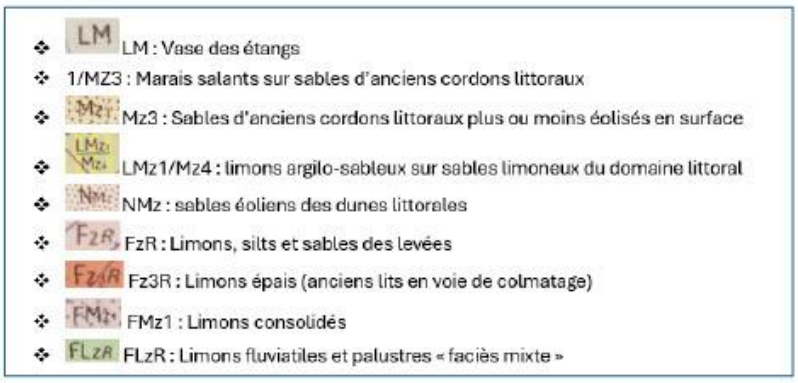


Figure 8 : Extrait de la carte géologique (source : Infoterre)

3.3. Risques naturels

La topographie très basse du secteur et la nature des dépôts deltaïques conditionnent directement sa vulnérabilité aux aléas hydriques. D'après le portail officiel Géorisques (rapport complet et cartes en annexe), le site de l'ancien étang de l'Oiseau est exposé à plusieurs risques :

- Remontée de nappe et inondation lente : la zone est classée en *zone potentiellement sujette aux débordements de nappe*, avec un niveau de fiabilité *moyen*. Le Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) approuvé le 21/06/2016 couvre l'aléa d'inondation par crue lente de cours d'eau, lié à la proximité du Rhône et au réseau de roubines/canaux. La commune fait partie du Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI FRD_TRI_DELTA) avec une intensité d'aléa qualifiée de *forte probabilité*.
- Submersion marine : le PPRN intègre également le risque de submersion marine, du fait de la proximité immédiate de la mer et de la très faible altitude de certains compartiments (altitudes négatives relevées en plusieurs points). Ce risque s'exprime surtout lors des tempêtes et surcotes marines.
- Risque géotechnique : selon Géorisques, le site présente un niveau 2/3 de *retrait-gonflement des argiles*. Ce phénomène, lié aux variations de teneur en eau des sols argileux, peut engendrer des mouvements différentiels et affecter la stabilité des constructions et des ouvrages enterrés. Des obligations constructives spécifiques s'appliquent dans ce cadre.

La combinaison de ces facteurs (topographie basse, dépôts deltaïques fins et environnement littoral) explique la sensibilité du secteur à ces aléas. Ces informations sont détaillées et cartographiées dans le rapport Géorisques joint en annexe, qui permet de justifier et illustrer ces données.

4. Climat et météo local

Le secteur de Port-Saint-Louis-du-Rhône est soumis à un climat méditerranéen typique, classé Csa selon la classification de Köppen-Geiger. Ce régime climatique se caractérise par des étés chauds et secs, des hivers doux et relativement humides, et une forte variabilité interannuelle et saisonnière des

précipitations. Ces contrastes conditionnent directement la dynamique hydrologique locale, les usages agricoles et la gestion des zones humides.

4.1. Caractéristiques générales

La température moyenne annuelle se situe autour de **14,7 °C**, avec des amplitudes marquées entre l'hiver et l'été (près de 17 °C d'écart entre le mois le plus froid et le plus chaud). Les précipitations annuelles moyennes atteignent environ **606 mm**, mais leur répartition est très irrégulière : une grande partie de ces pluies se concentre en automne et au début de l'hiver, souvent sous forme d'épisodes orageux intenses. À l'inverse, la période estivale connaît une sécheresse quasi systématique, ce qui accroît les besoins en irrigation pour le maintien de l'humidité dans les zones naturelles et agricoles.

Le tableau ci-dessous synthétise les données climatiques moyennes mensuelles (période de référence 1971-2000, station Météo-France d'Istres, représentative du secteur) :

Mois	Température moyenne (°C)	Précipitations moyennes (mm)
Janvier	6,8	62
Février	7,9	48
Mars	10,3	47
Avril	12,6	56
Mai	16,7	40
Juin	20,6	37
Juillet	23,9	15
Août	23,7	31
Septembre	20,1	64
Octobre	15,5	99
Novembre	10,3	54
Décembre	7,8	56
Année	**14,7**	**606**

Tableau 1 : Températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000)

Cette répartition illustre clairement la **double saisonnalité méditerranéenne** : un maximum pluviométrique automnal (octobre est le mois le plus arrosé, près de 100 mm), un minimum estival très marqué (juillet < 20 mm), et des températures estivales atteignant en moyenne 24 °C.

4.2. Saisonnalité et implications locales

L'analyse du régime climatique montre qu'en **automne et au début de l'hiver**, les précipitations cumulées peuvent représenter près de 40 % du total annuel. Ces épisodes pluvieux sont souvent intenses et brefs, ce qui favorise le ruissellement et limite l'infiltration, avec un impact direct sur le risque d'inondation et de submersion dans les zones basses.

En **été**, la sécheresse est accentuée par les fortes températures et l'ensoleillement important, ce qui accroît l'évapotranspiration. Sans apport artificiel en eau (irrigation, gestion hydraulique des marais et salins), de nombreuses zones humides s'assèchent, augmentant la salinité et modifiant les habitats naturels. Cette variabilité impose donc une gestion hydrologique fine pour maintenir les équilibres écologiques locaux.

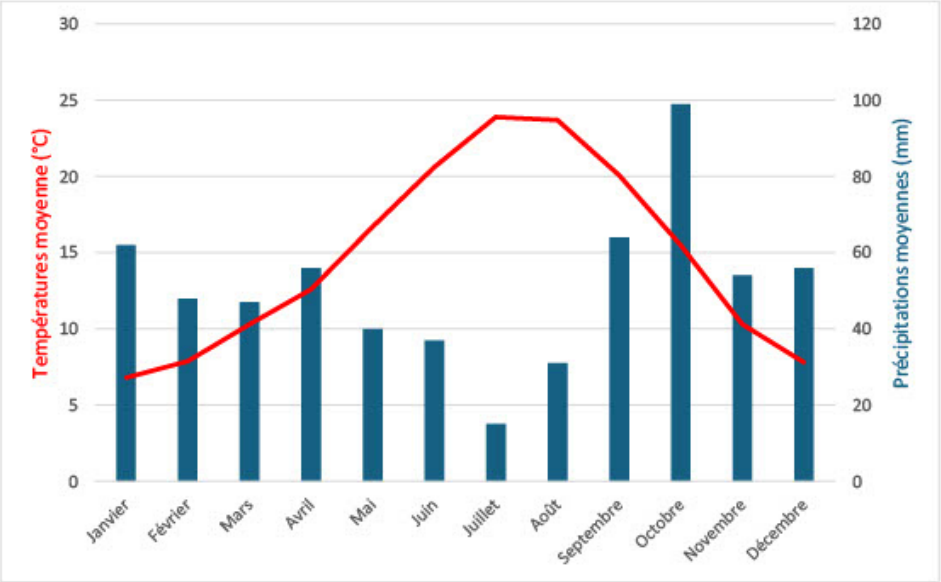


Figure 9 : Graphique des températures et précipitations moyennes de la station d'Istres (période : 1971-2000)

4.3. Le vent et le rôle du mistral

Outre la température et les précipitations, **le vent est un facteur climatique majeur dans le delta du Rhône**. Le secteur connaît une fréquence importante de jours ventés (plus de 150 jours par an tous vents confondus), dominés par le **mistral**, vent de secteur nord à nord-ouest. Le mistral est un vent froid et sec, canalisé dans la vallée du Rhône et accéléré sous forme de « vent de couloir ». Il souffle régulièrement en

rafales à plus de 50 km/h, principalement en hiver et au début du printemps. Selon les critères retenus, le mistral souffle environ **80 jours par an** dans la région.

Ce régime venteux a plusieurs implications :

- **Évaporation accrue** : le vent, combiné à l'ensoleillement et à la chaleur, favorise le dessèchement estival des sols et des milieux aquatiques.
- **Modélisation paysagère** : le mistral façonne la végétation (arbres penchés, haies brise-vent) et participe à la dispersion des poussières et des embruns salés.
- **Effets hydrologiques et marins** : le vent peut contribuer au refroidissement des eaux de surface et provoquer des phénomènes d'upwelling, qui influencent la salinité et la productivité des lagunes et salins.

À côté du mistral, des vents de mer (secteur E–SE) apportent ponctuellement humidité et douceur, notamment en été grâce à la brise marine qui peut modérer les effets du vent sec de terre.

5. Hydraulique et hydrologie de la zone

Le secteur de l'ancien étang de l'Oiseau présente un système hydraulique complexe, caractérisé par un équilibre fragile entre apports et pertes d'eau, influencé à la fois par les caractéristiques naturelles (topographie, type de sol, remontées de nappe) et les aménagements anthropiques. La faible pente générale et la compartimentation des parcelles accentuent cette complexité.

5.1. Apports et pertes hydriques

Les principaux apports d'eau dans la zone proviennent de plusieurs sources. Les précipitations constituent l'apport de base, particulièrement important en période humide. Les observations de terrain et les mesures de conductivité suggèrent également des apports ponctuels depuis le réseau de canaux et de roubines, et éventuellement par remontée de nappe ou par influence du biseau salé proche de la mer. La présence d'un canal où l'eau est pompée, avec une conductivité de 7,94 µS/cm, pourrait correspondre à un canal d'irrigation ou d'assainissement alimentant la parcelle nord-ouest, en lien avec des activités agricoles (rizières, anciennes activités salicoles au Caban) et des aménagements hydrauliques.

Les pertes sont principalement liées à l'évapotranspiration, très influencée par la végétation clairsemée et basse, et à l'exfiltration éventuelle.

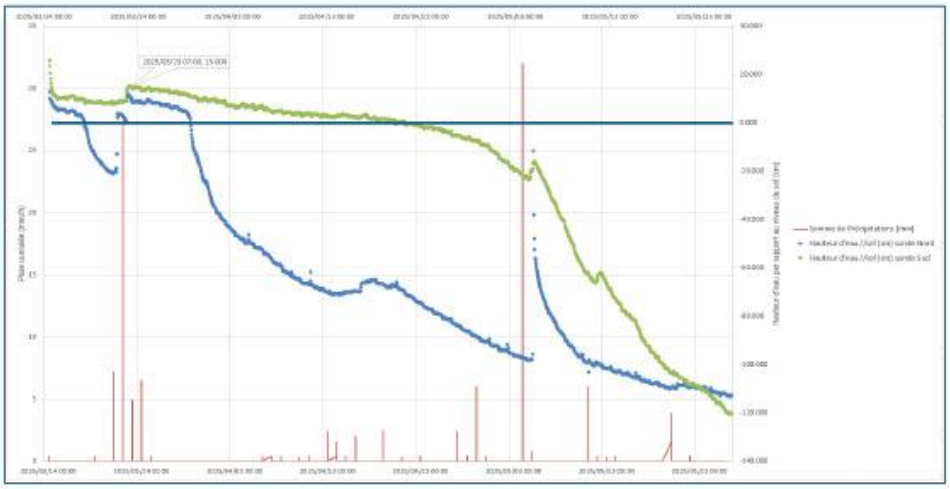


Figure 10 : Comparaison des sondes et des précipitations

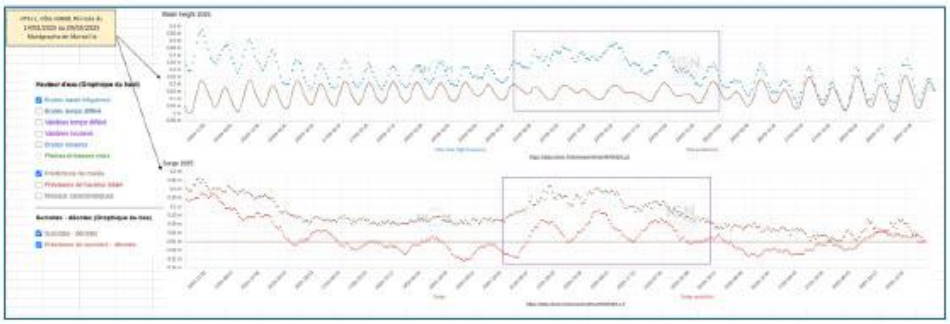


Figure 11 : Hauteurs d'eau issues du Marégraphe de Marseille pour le mois de Mars

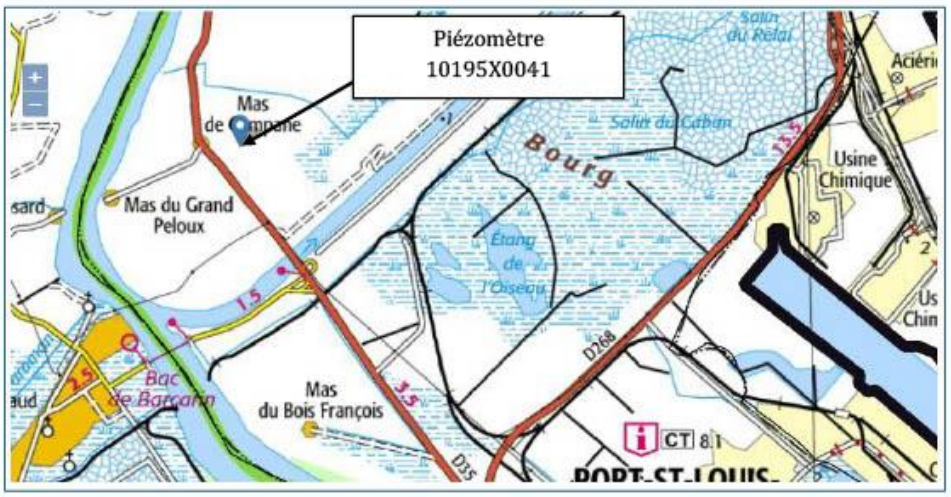


Figure 12 : localisation du piézomètre

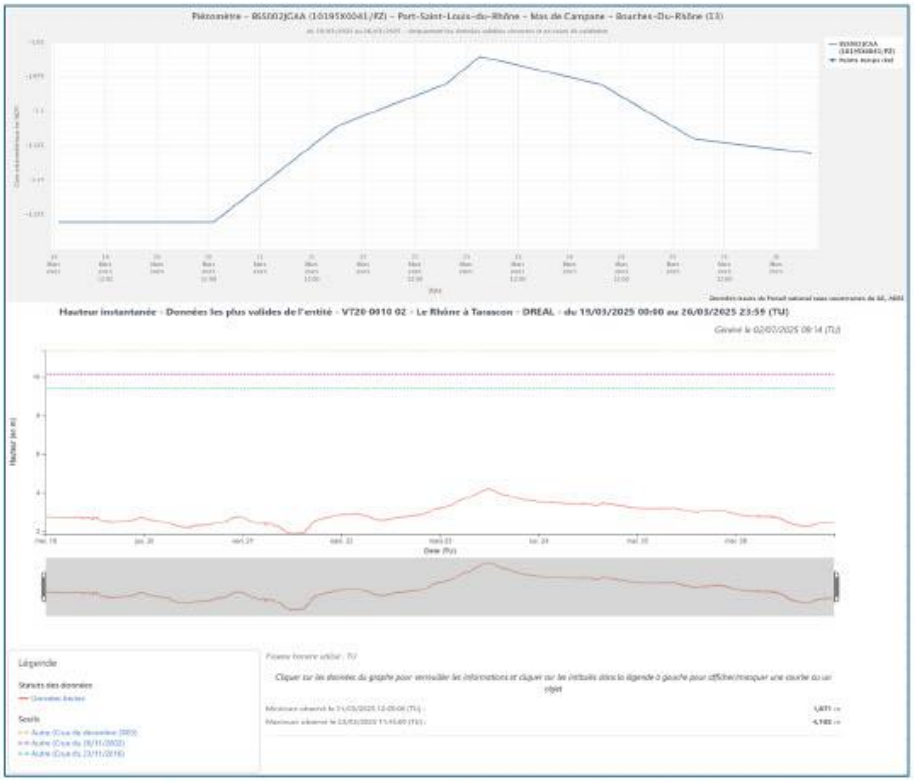


Figure 13 : Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Mars)

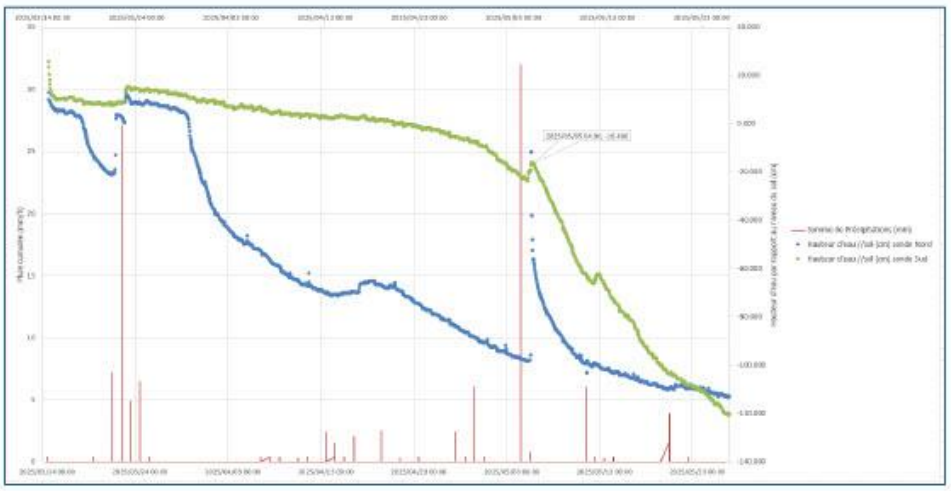


Figure 14 : Comparaison des sondes et des précipitations

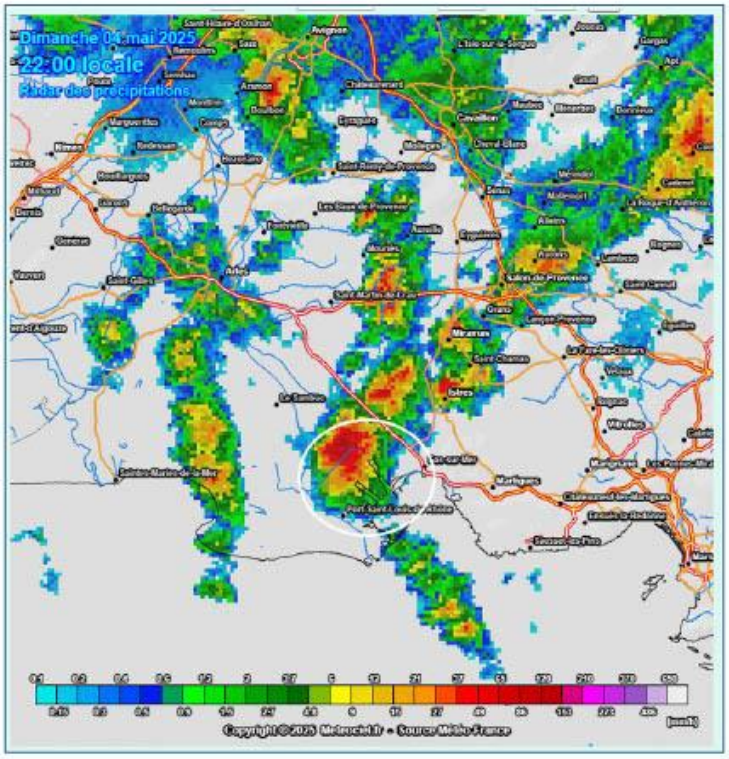
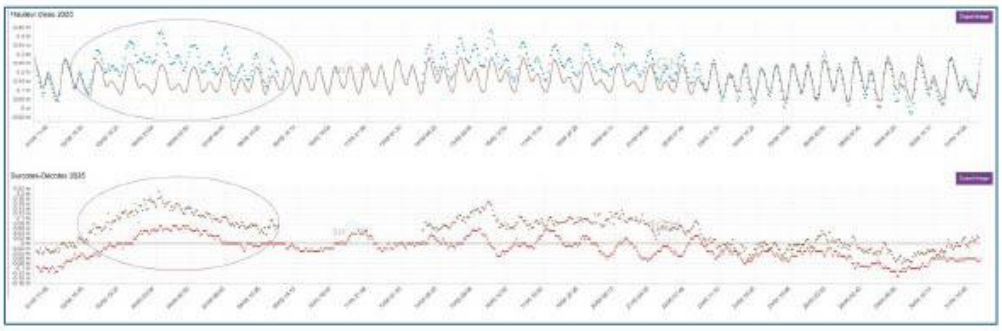


Figure 15 : Image radar de cumul de pluie (source : meteociel)





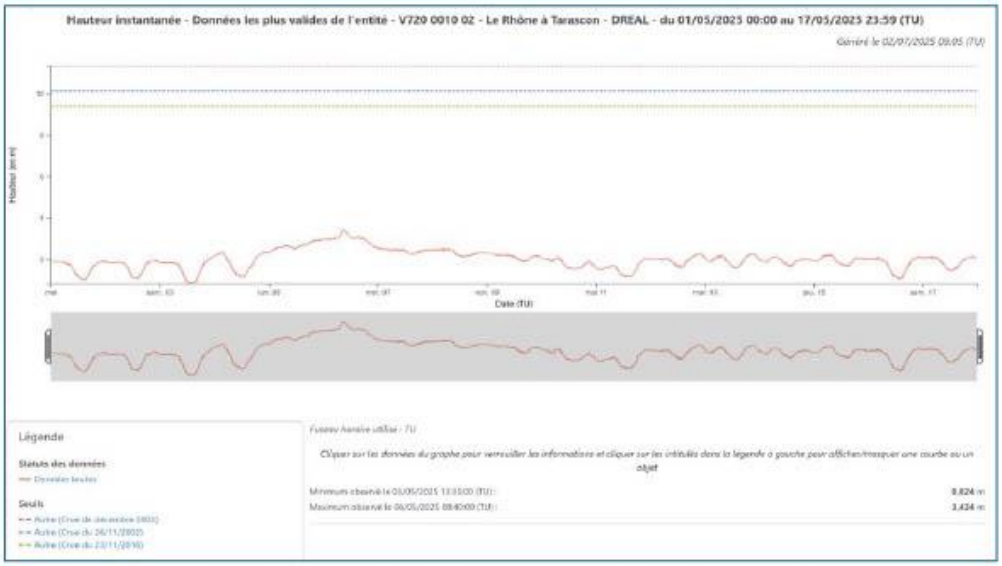


Figure 17 : Niveau piézométrique de la nappe et niveau du Rhône à Beaucaire (Mai)

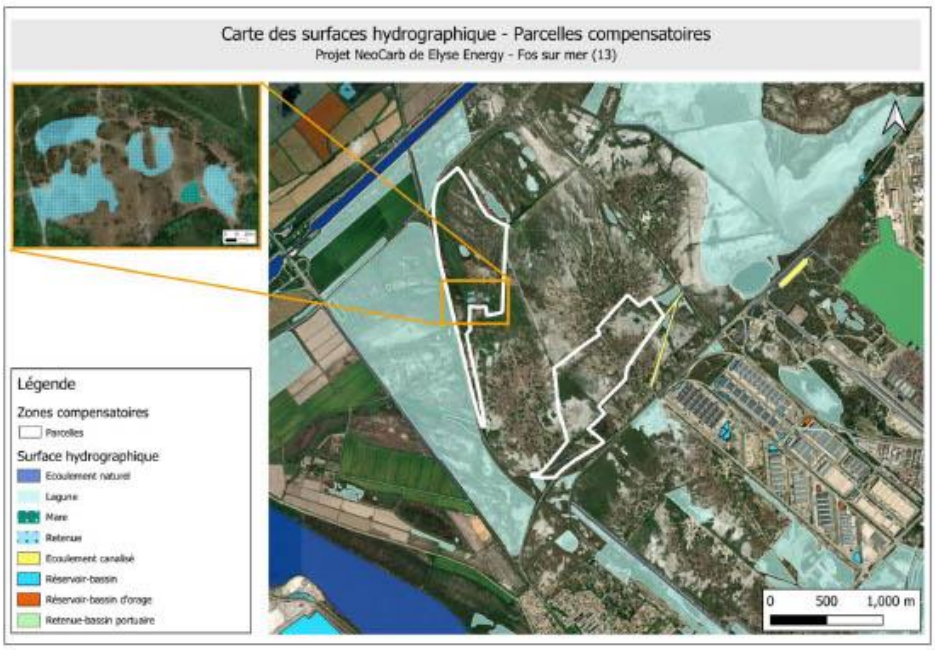


Figure 18 : Carte des surfaces hydrographiques

5.2. Contraste entre eau douce et saumâtre

Les mesures de conductivité réalisées le 31 juillet permettent de caractériser la nature de l'eau dans différents points du réseau : le canal au nord présentait 21,7 µS/cm, le Rhône 4,42 µS/cm, le réseau de roubine variait entre 6,6 et 9 µS/cm, le canal barré 14,65 µS/cm, l'ancien étang de l'Oiseau 5,7 µS/cm et la retenue au sud-est sur le secteur du Caban 99,8 µS/cm. Ces valeurs indiquent que la majorité du réseau se situe dans une gamme **eau douce à légèrement saumâtre**, tandis que certaines retenues ponctuelles, notamment au sud-est, présentent des valeurs nettement plus élevées, témoignant d'une accumulation de sels ou d'apports anciens d'eau saumâtre.



Figure 19 : Carte de conductivité en ms/cm² et d'ouvrages hydrauliques

5.3. Complexité du réseau et rôle des ouvrages

Le réseau de surface de l'ancien étang est partiellement connu et comprend canaux, roubines et ouvrages hydrauliques variés (barrages anti-sel, buses, trappes). La prospection terrain a révélé que certains canaux ne sont pas continus et que la mise en eau varie selon la période de l'année et les usages. Cette complexité pourrait résulter de plusieurs facteurs hypothétiques :

- **Endiguement et fermeture du secteur**, protégeant des activités passées comme la saliculture au Caban dans les années 1970 ;
- **Réseau de roubines** servant à l'irrigation ou à l'assainissement, selon les zones et la saison ;
- **Ouvrages créés pour l'élevage extensif ou la chasse**, permettant de maintenir des mares temporaires ou zones de pâturage ;
- **Restaurations d'anciennes zones humides naturelles**, influençant les niveaux d'eau locaux.

Ces hypothèses permettent d'expliquer la variabilité observée des niveaux d'eau et de la salinité sur le site, et soulignent l'importance de considérer la gestion anthropique dans toute modélisation hydraulique.

5.4. Observations terrain

Les observations réalisées montrent des contrastes importants selon la localisation et la période : le sol est parfois complètement inondé (mars), et à d'autres moments sec et blanc (mai), témoignant de l'influence de la saisonnalité sur la disponibilité de l'eau. La végétation, notamment les jonchaies, roselières et sansouires, confirme la présence de zones périodiquement inondées et la persistance de conditions salines dans certains secteurs.

5.5. Alternance inondation/sécheresse

La topographie faible et plane, combinée au climat méditerranéen, entraîne des variations importantes du niveau d'eau selon les saisons et l'exposition au vent. Les secteurs non irrigués artificiellement alternent entre périodes humides et épisodes de sécheresse estivale, ce qui favorise l'accumulation de sel dans les sols et la végétation halophile. L'évapotranspiration intense, notamment sous l'effet du mistral, accentue ce phénomène et influence la durée d'inondation des zones basses.



Figure 20 : Photos de la sonde Nord (dates : 14/03/25 – 26/05/25)

5.6. Gestion anthropique

La présence d'ouvrages de pompage, de barrages et de digues montre clairement une gestion hydraulique anthropique, dont l'étendue exacte reste partiellement inconnue. Les aménagements sont particulièrement visibles au nord, où un canal pourrait récupérer l'eau du Rhône ou d'un réseau de

drainage, acheminée ensuite vers la parcelle ouest via un barrage anti-sel. Cette gestion permettrait d'irriguer de manière potentiellement permanente certains vestiges de l'ancien étang. Même lorsque les pompes ne sont pas actives, l'eau subsiste au niveau de la voie ferrée, suggérant l'existence d'autres canaux non identifiés.

Il existe une station de pompage à la position de la projection Lambert 93 X=843897 Y=6260594.2.

Cette pompe a une plaque partiellement lisible.



Figure 21 : Plaque de la pompe

Il s'agit du modèle Cabezal S30, d'un débit théorique de 52.8 l/min, plus proche des 47.5 l/min si l'on intègre les pertes de charge.

Elle alimente un canal récent, puis l'eau passe sous la voie ferrée vers la zone Nord-Ouest des « oreilles ».

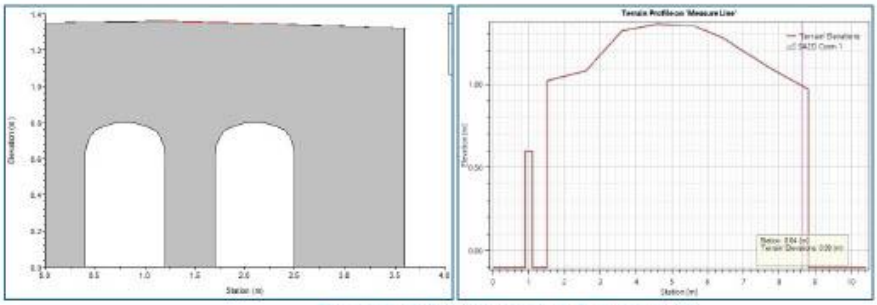


Figure 22 : Ouvrage de traversée de la voie ferrée

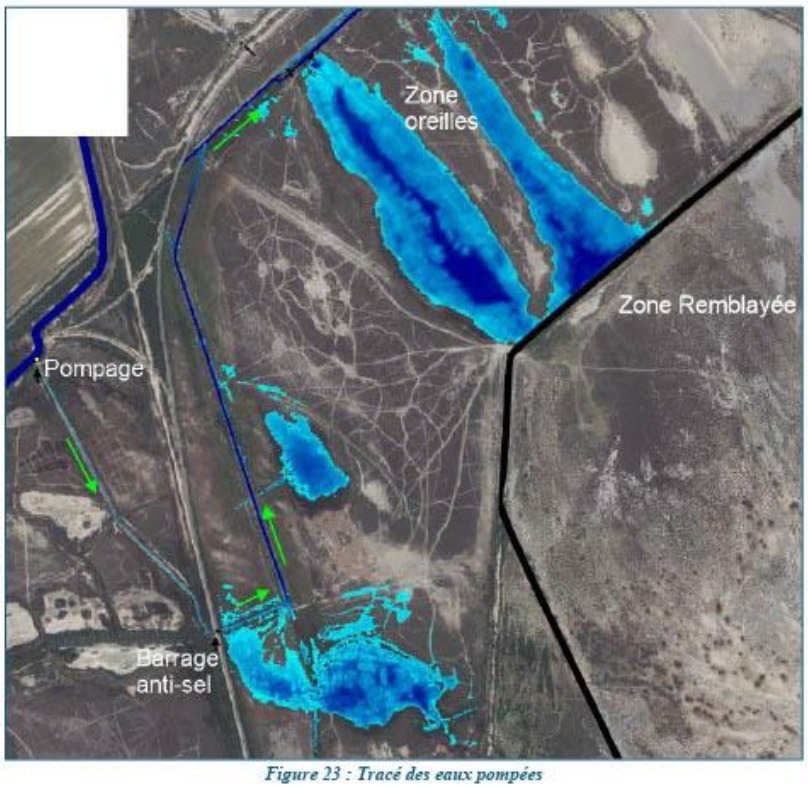


Figure 23 : Tracé des eaux pompées

A partir de là, un aménagement sous forme d'un merlon, datant d'une année à peine, coupe le fossé historique. Du côté Ouest, la conductivité est 5,57 ms/cm (2,8 g/l) et en partie Est de 14,64 ms/cm, c'est-à-dire 7,5 g/l.

Nous sommes donc sur un aménagement qui cherche visiblement à porter des eaux du Rhône à la place d'une eau saumâtre dont le canal fini par s'assécher en 2 mois. Cette eau du Rhône est ensuite envoyée dans les deux « oreilles », dépressions restantes de ce qui reste de l'étang de l'oiseau.



Figure 24 : Photos du canal Ouest-Est au merlon aménagé

Sur la partie Est, il est la question de l'alimentation du canal à l'eau saumâtre au nord des Oreilles. Le jeu de canaux mène à l'étang du Caban, au salin du Caban, car historiquement la grande quantité de salins présents est claire. Sur l'image suivante, les « oreilles sont reconnaissables. A l'époque, le canal de Fos n'existe pas et les casiers sont très proches. Il est donc normal de voir, qu'au cours des écoulements existants, le sel soit bien présent au sol.

Enfin au minimum en 1958, l'alimentation de l'étang de l'oiseau était clairement reliée au canal destiné à apporter le sel aux salins.



Il existait en 1958 une zone de salins située exactement entre les deux surfaces de compensation

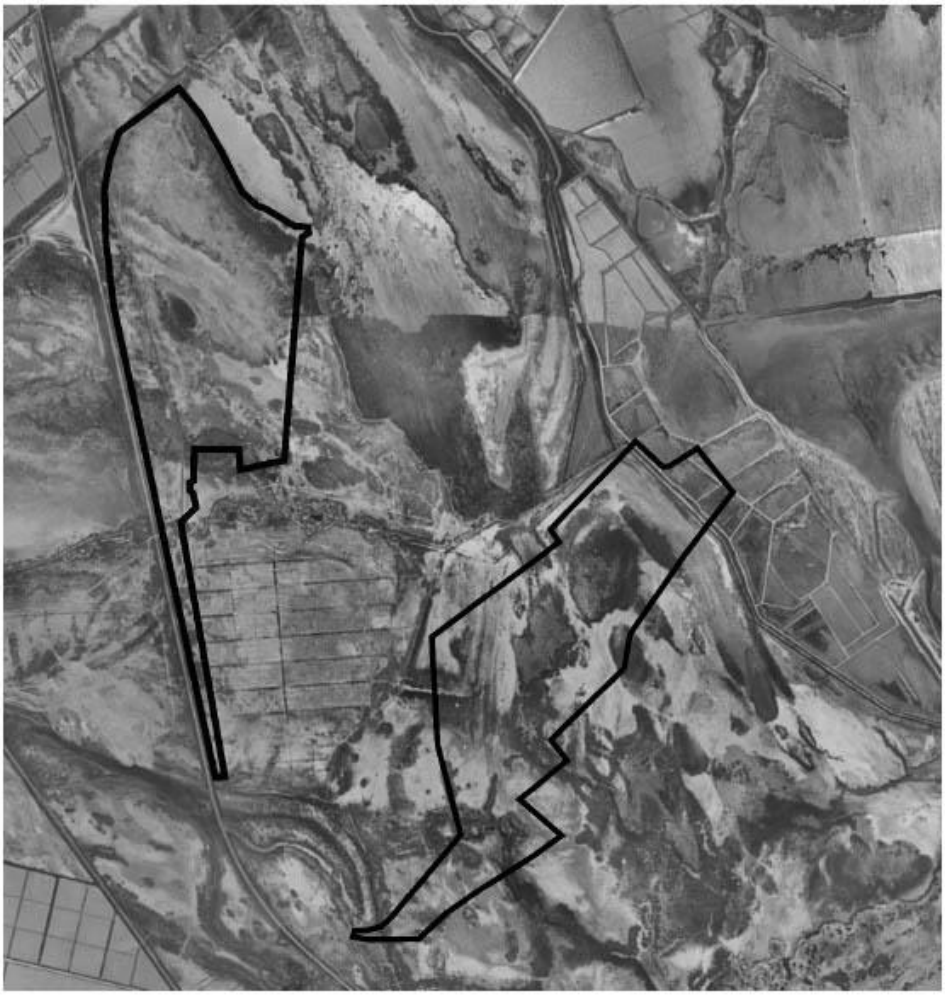


Figure 25 : Photos 1958 et report des surfaces concernées

Au-delà des photos et de l'historique, il est toujours intéressant de découvrir des secteurs d'activité aujourd'hui recouverts par des remblais. Cela explique pourquoi le sel est omniprésent sur ce secteur.

Dans la chronologie, il arrive au début des années 1980 le creusement du canal du Rhône à Fos.

Dans les archives photographiques, le 15 septembre 1979 le remblai et le canal n'existent pas, le 6 juin 1981 la plateforme qui comble une grande partie de l'étang de l'oiseau est réalisée, le canal est en cours de creusement. Ce que l'on a donc en termes de sol au niveau des parcelles comblées sont les éléments excavés du canal. Il s'agit d'un mélange de sables et de vase. Cette consistance est effectivement retrouvée lors de la pose des capteurs. La parcelle sud dans le projet et constituée de ce sol sur un minimum d'un mètre d'épaisseur.

Mais hydrauliquement, il y a quelques photos qui interrogent et mériterait que le sujet soit mis au jour. Le 6 juin 1981, une photo montre un passage d'une canalisation au-dessus de la route départementale. En suivant les traces et les photos voisines, on s'aperçoit qu'il s'agit d'une conduite ramifiée destinée à la répartition d'eaux salées en direction du remblai tout entier. Les traces caractéristiques d'écoulement répartis le montre clairement.



Figure 26 : Refoulement des sols et eaux de mer

Le principe fut le suivant :

En 1980, une drague suceuse à désagrégateur (CSD) fut chargée de découper le fond, pomper et envoyer vers les casiers de remblais de l'étang de l'Oiseau.

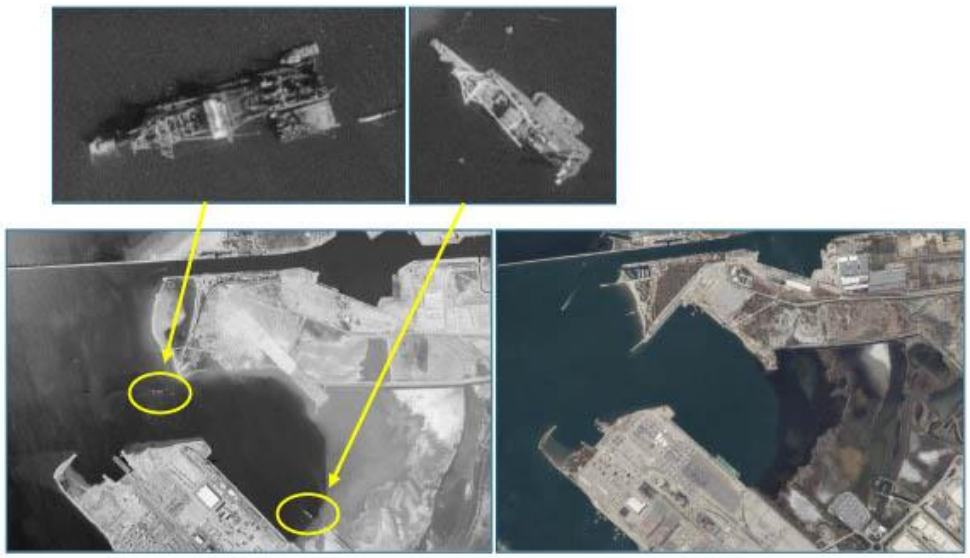


Figure 27 : Dragueuses le 6 juin 1981 et vue actuelle

Le sol de la parcelle au projet la plus au sud est donc constituée d'un sol déposé naturellement, puis lors du percement du canal du Rhône à Fos, un casier de 3.5 km² a été créé avec des apports importants d'au moins une drageuse suceuse à désagrégateur (CSD). Cet apport en sédiments a provoqué un apport très important de sel sur la partie sud du casier. C'est pourquoi aujourd'hui, lorsque l'on est sur la partie sud, le sel est clairement visible alors qu'il ne l'est pas au nord. Tout le secteur entre le sud de l'étang de l'Oiseau a été modifié par ces rejets de sédiments retirés devant le quai Gloria et l'eau de mer.

Le report des sondes, des limites de zones projetées et de l'image la plus parlante du rejet de sel depuis la drageuse en 1980 montre bien toute la problématique salée sur le terrain sud.

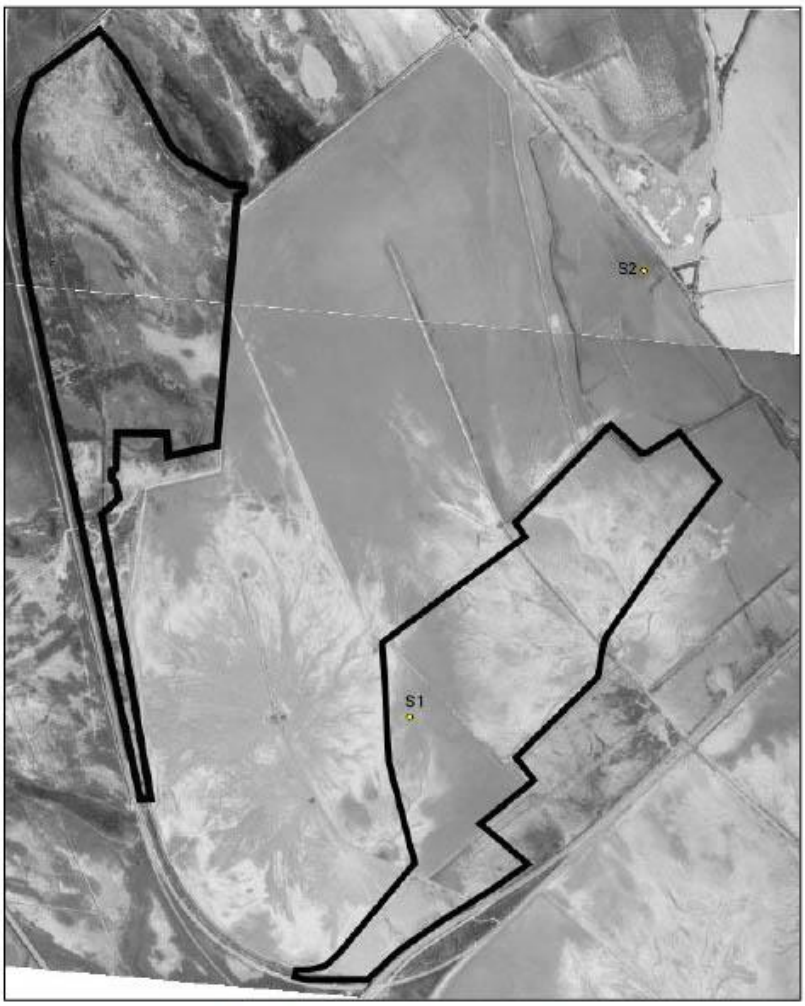


Figure 28 : Sel rejeté, sondes et zones projetées

Pour conclure sur ce chapitre, il est clair que la problématique du sel sera bien différente entre les deux zones de compensation projetée et moins complexe à gérer dans la zone hors remblais.

5.7. Synthèse hydraulique

L'analyse combinée des apports, pertes, conductivités et observations terrain suggère que le secteur fonctionne comme un **système hydraulique semi-clos**, dont l'équilibre est fortement modulé par :

- la topographie basse et compartimentée,
- les connexions avec le réseau de surface et la mer,
- la nature des sols et leur perméabilité,
- les apports climatiques (pluie, événements ponctuels),
- et la gestion anthropique (pompes, ouvrages, endiguements).

Cette hétérogénéité devra être intégrée dans toute modélisation future et dans l'évaluation des risques liés à la salinisation, à l'eutrophisation ou à la stagnation d'eau.

	Structures	
	K max. (cm/s)	K min. (cm/s)
Sables	$8 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$
Sables limoneux	$6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Limons sableux	$4 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$
Limons	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$
Limons argileux	$2 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-5}$
Argiles limoneuses	$9 \cdot 10^{-4}$	0
Argiles limoneuses à argile	$1 \cdot 10^{-4}$	0

Figure : Estimation des perméabilités des sédiments quaternaires modernes (Griolet, 1976).

6. Modélisation hydraulique de l'étang de l'Oiseau

6.1. Présentation du logiciel et objectifs de la modélisation

Le logiciel HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System), développé par l'US Army Corps of Engineers, constitue un outil de référence pour la modélisation des écoulements en rivière et sur les zones inondables. Il permet notamment de simuler des écoulements bidimensionnels (2D) sur des maillages issus de Modèles Numériques de Terrain (MNT), ce qui le rend adapté pour analyser des sites complexes combinant zones humides, canaux et ouvrages anthropiques.

Dans le cadre de notre étude, HEC-RAS a été utilisé pour reproduire l'état hydraulique initial de l'étang de l'Oiseau et tester la réponse de la zone à différents épisodes pluvieux. L'objectif était de caractériser les écoulements internes, localiser les exutoires naturels et artificiels, identifier les zones de stagnation et de faible renouvellement, et comprendre les interactions entre la topographie, le réseau hydraulique et les apports climatiques. Ces simulations fournissent également un cadre pour tester des hypothèses sur la circulation de l'eau dans le site et sur la vulnérabilité de certaines parcelles.

6.2. Outils et données utilisées

Le modèle s'appuie sur un MNT haute résolution issue du LIDAR HD de l'IGN, préparé pour être compatible avec HEC-RAS. La zone étudiée inclut les anciennes parcelles de l'étang, le réseau de roubines et le Rhône, maillé à 15 m pour garantir un compromis entre précision et temps de calcul.

Le réseau d'ouvrages hydrauliques (fossés, digues, vannes, pompe) a été intégré et géoréférencé, et des points de suivi ont été positionnés aux emplacements des sondes pour extraire directement les séries temporelles simulées et les comparer aux observations de terrain. Les données météorologiques utilisées proviennent des stations Météo-France d'Istres (précipitations au pas de temps de 3 minutes) et de Marseille (vent horaire).

L'occupation du sol a été utilisée pour attribuer les coefficients de rugosité de Manning et les paramètres d'infiltration. Pour certaines simulations, la méthode du Curve Number (CN) a été appliquée afin de relier l'occupation et la nature du sol au potentiel d'infiltration avec la méthode du SCS, ce qui permet de mieux représenter les vitesses d'écoulement et la capacité d'infiltration de chaque parcelle.

6.3. Phase de tests et paramétrage

Avant d'introduire les conditions réelles, une série de simulations préliminaires a été effectuée avec une pluie théorique de 1 mm sur quelques heures. Cette étape avait pour objectif de vérifier la stabilité numérique du modèle, d'identifier les premiers exutoires et de tester le comportement hydraulique global.

La simulation suivante a utilisé une chronique pluvieuse réelle de trois jours, extraite de la station d'Istres, comprenant deux épisodes successifs. Cette configuration permet à la fois d'évaluer la phase transitoire d'initialisation et de tester un comportement hydraulique plus représentatif des conditions stabilisées. Les flux intermittents provenant du Rhône via les roubines et la pompe ont été intégrés comme hypothèses d'apports temporaires, tandis que la mer et la nappe lenticulaire n'ont pas été considérées comme entrées certaines.

Le paramétrage du modèle a été affiné au fil des simulations : taille des mailles dans les zones sensibles, intervalle de temps de calcul, conditions initiales sèches ou humides, coefficients hydrauliques et occupation du sol. Chaque simulation a été évaluée quantitativement grâce aux indicateurs classiques : BIAS (erreur moyenne), RMSE (Root Mean Square Error) et NSE (Nash-Sutcliffe Efficiency). Ces indicateurs permettent d'analyser l'adéquation entre les données simulées et les observations de terrain.

Au fur et à mesure, le modèle a été enrichi par l'ajout des ouvrages identifiés sur le terrain et des ajustements des paramètres hydrologiques pour mieux reproduire les écoulements observés. L'intégration des conditions d'occupation du sol et de l'infiltration a permis de simuler plus fidèlement le comportement hydraulique des différentes surfaces (zones inondables, sols nus, canaux, vestiges de l'étang). Les séries temporelles simulées ont été comparées aux relevés de sondes afin de minimiser les écarts et ajuster les paramètres de rugosité et les niveaux d'eau initiaux.

Cette approche a également permis de tester l'effet de différents niveaux d'eau initiaux et d'inclure l'influence du vent sur le comportement des surfaces inondées, bien que ces effets restent simplifiés dans le modèle actuel.

6.4. Résultats principaux du modèle

Les chroniques issues des sondes Nord et Sud mettent en évidence des comportements hydrologiques contrastés. Dès le début de la période d'observation, une différence initiale de l'ordre de dix centimètres

apparaît entre les deux capteurs. Cette divergence peut s'expliquer par des conditions locales particulières. La sonde Sud a été installée dans une zone plus végétalisée, avec un recouvrement herbacé typique des sansouires, ce qui favorise la structuration du sol par les racines et la bioturbation. La sonde Nord, en revanche, se situe dans une zone non végétalisée, au milieu des sansouires, et le tube de mesures est plus petit que le trou, formant un espace de surveillance du niveau de l'eau. Ces différences d'implantation semblent avoir amplifié les contrastes de réponse : la sonde Nord réagit de manière plus vive aux précipitations, avec des hausses rapides et des décrues accentuées, alors que la sonde Sud enregistre des variations plus amorties et une décrue particulièrement rapide dans les premiers centimètres de sol, ce qui suggère un horizon superficiel perméable reposant sur des couches plus fines. Le graphique de corrélation des données des sondes et de la pluie est représenté dans la figure 4.

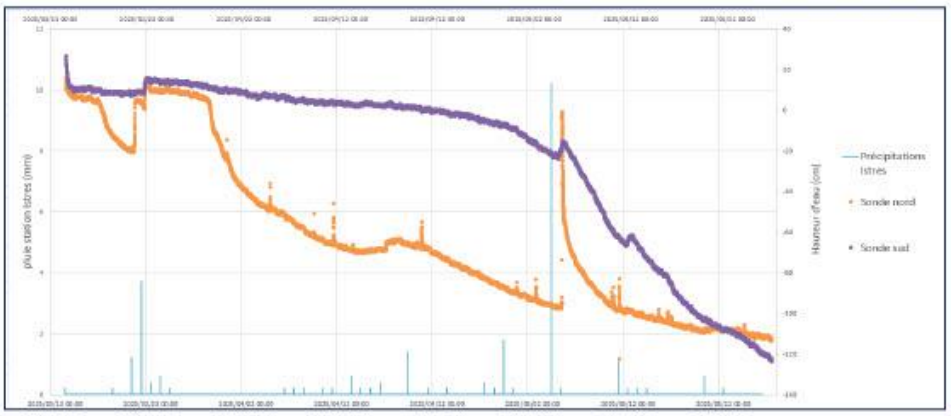


Figure 29 : Suivi comparé des deux sondes et de la pluviométrie – Données enregistrées sur la période d'étude

Les perméabilités estimées à partir des données confirment cette hétérogénéité. Autour de la sonde Nord, la valeur calculée est de $K = 4{,}65 \times 10^{-5} m/s$ alors que la sonde Sud présente une perméabilité plus faible, de l'ordre de $K = 6{,}96 \times 10^{-6} m/s$ Ces résultats s'accordent avec les descriptions de la Banque du Sous-Sol (BSS), qui indiquent une alternance de sables et de limons : selon les sondages, on observe tantôt une fine couche de limon intercalée entre deux niveaux sableux, tantôt un recouvrement limoneux plus épais et irrégulier. La réponse plus rapide de la sonde Nord semble cohérente avec une dominance sableuse, tandis que l'amortissement observé au Sud pourrait refléter une plus grande proportion de limons.

La modélisation réalisée avec HEC-RAS 2D permet de mieux comprendre ces dynamiques. Différents jeux de paramètres ont été testés afin d'évaluer leur influence sur la restitution des hauteurs d'eau observées. Lorsque le modèle est initialisé sans condition préalable, la première réaction est atténuée et sous-estimée, tandis que l'introduction d'un état de sol humide en début de simulation (hotstart) améliore nettement le calage des premiers événements. De même, la représentation géométrique a montré son importance : l'introduction d'un raffinement autour des merlons et des roubines permet une meilleure redistribution de l'eau en surface, là où une grille homogène tend à lisser les micro-reliefs. Enfin, l'activation du forçage par le vent s'est révélée déterminante : sans ce paramètre, le modèle sous-estime

les hauteurs d'eau, tandis qu'avec le vent les valeurs simulées peuvent être localement surestimées, ce qui traduit bien le rôle mécanique du vent dans l'accumulation et le déplacement des masses d'eau en surface.

L'ensemble de ces essais a permis de comparer les runs (simulations) selon plusieurs critères de performance (BIAS, RMSE, NSE) (cf figure 5). Si chacun présente ses limites, le Run 5 apparaît comme le meilleur compromis, en restituant plus fidèlement la dynamique des deux sondes. Il constitue à ce stade la simulation la plus satisfaisante, même si elle demeure le résultat d'un ajustement progressif des paramètres, et donc d'un forçage du modèle.

Sonde	Run	Bias (m)	RMSE (m)	NSE	Paramètres	Pluie	CLC	Vent	Humidité	Option 2D	Géométrie
Nord	Run1	0.195	0.195	-0.354		oui	oui	non	non	non	non
Nord	Run2	0.196	0.196	-0.609		oui	non	oui	non	non	non
Nord	Run3	0.195	0.195	-0.928		oui	non	non	non	non	non
Nord	Run4	0.201	0.201	-0.356		oui	oui	non	non	oui	oui
Nord	Run5	0.192	0.192	0.259		oui	oui	oui	oui	oui	oui
Sud	Run1	-0.079	0.079	-18.313		oui	oui	non	non	non	non
Sud	Run2	-0.074	0.074	-1.191		oui	non	oui	non	non	non
Sud	Run3	-0.083	0.083	-14.113		oui	non	non	non	non	oui
Sud	Run4	-0.080	0.080	-2.703		oui	oui	non	non	oui	oui
Sud	Run5	-0.050	0.050	0.018		oui	oui	oui	oui	oui	oui

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des runs effectué et des valeurs des indicateurs

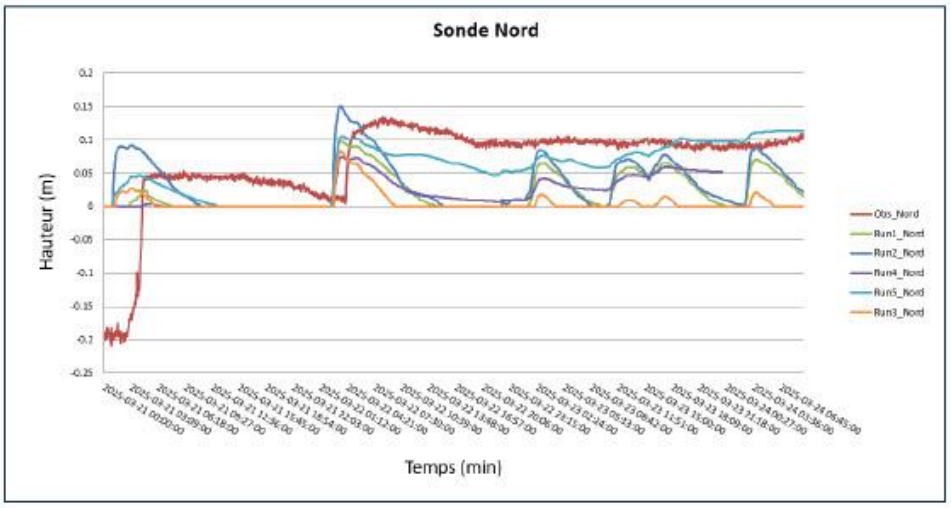


Figure 30 : Comparaison des hauteurs d'eau simulées et observées de la sonde Nord

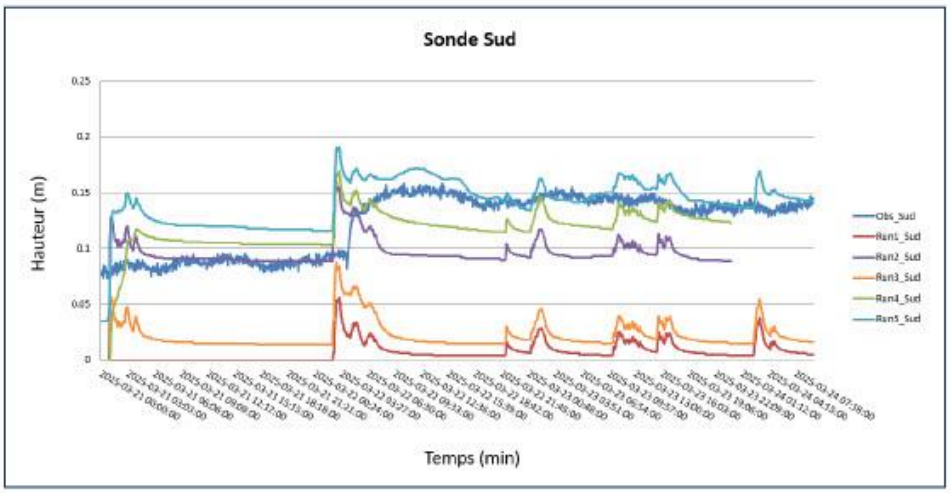


Figure 31 : Comparaison des hauteurs d'eau simulées et observées de la sonde Sud

Ces résultats invitent toutefois à la prudence. Le modèle HEC-RAS reste avant tout un outil de modélisation hydraulique de surface, qui ne prend pas directement en compte l'évapotranspiration, les échanges souterrains, ni la complexité des horizons pédologiques. La résolution spatiale choisie, bien qu'opérationnelle, simplifie les microtopographies pourtant essentielles dans ce type de milieu. De plus, les observations elles-mêmes ne reposent que sur deux sondes, dont les conditions d'installation et d'environnement sont très variées, ce qui limite leur représentativité à l'échelle du site et la spatialisation à l'échelle du site. L'interprétation doit donc rester relative : si le modèle permet de reproduire les grandes tendances, il ne saurait refléter avec exactitude la dynamique hydrique réelle du sol.

Le modèle offre également une représentation visuelle et dynamique des écoulements. La figure 8 illustre la répartition spatiale des hauteurs d'eau simulées lors des épisodes pluvieux, ce qui permet de localiser les zones d'accumulation et de stagnation. De son côté, la figure 9 présente les vitesses d'écoulement, mettant en évidence les axes préférentiels de circulation de l'eau en surface et l'influence des micro-reliefs et des ouvrages hydrauliques. Ces cartes constituent un support précieux pour interpréter les résultats, puisqu'elles traduisent en images les dynamiques discutées à partir des séries temporelles

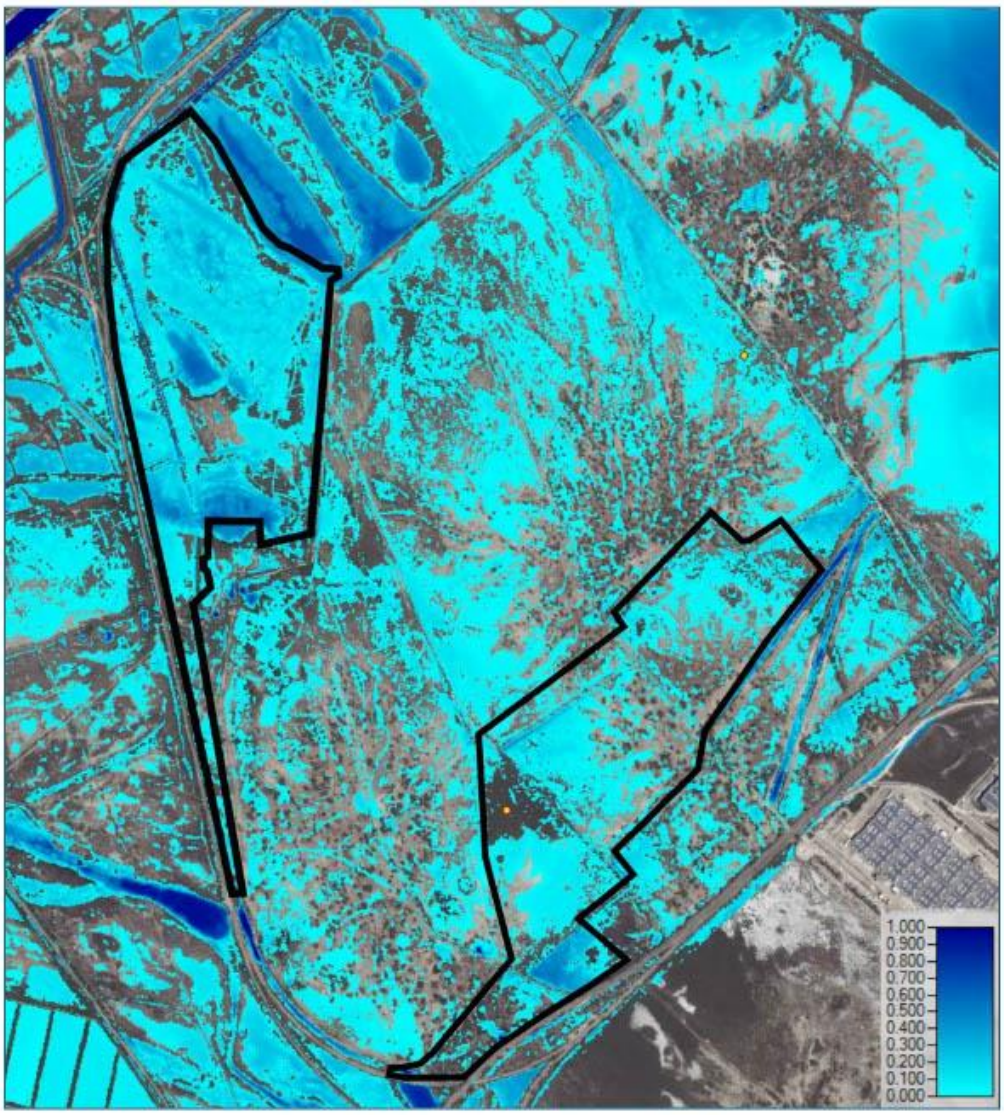


Figure 32 : Modélisation des hauteurs d'eau avec HEC-RAS

Figure 33 : Modélisation des vitesses d'eau avec Hec-Ras

En définitive, cette première approche fournit une base de travail solide. Elle montre que l'intégration de paramètres comme le vent, l'humidité initiale ou le raffinement géométrique permet de mieux représenter les réponses locales observées. Toutefois, l'usage de ce type de modélisation doit rester critique : d'une part parce que le calage repose sur une succession d'ajustements, d'autre part parce que la complexité du milieu (variabilité pédologique, végétation, micro-reliefs, processus de surface et

souterrains entremêlés) dépasse le cadre strict d'un modèle hydraulique. Les simulations produites constituent donc un support d'exploration, utile pour tester des hypothèses et comparer des scénarios, mais qui devra être complété par des investigations supplémentaires, notamment sur les bilans d'infiltration, de stockage et de ruissellement.

6.5. Cartes

6.5.1. Zone projetées

Sur les 2 zones à projet, il est à comprendre les directions des eaux à différents niveaux. Il y a 3 paramètres qui influent sur la direction des eaux. Le premier est la présence de canaux, portant directement et de façon concentré une masse d'eau vers une zone donnée. Puis, il est la pente du terrain et enfin le vent.

Deux autres directions sont également à prendre en compte, la direction du sous-sol par infiltration et la direction verticale par l'évaporation. Ces directions peuvent paraître surprenantes au premier abord mais il faut bien prendre conscience que chaque direction participe au cycle de l'eau.

Vouloir détailler les deux zones projetées sans prendre en compte le fonctionnement périphérique mènerait à des erreurs grossières. L'étendue du secteur modélisé intègre de potentielles montée des eaux du Rhône et de la mer de part des évènements ponctuels, d'origine météorologiques.

Il est un autre questionnement, celui de la montée du niveau marin provoqué par le réchauffement climatique. Sur ce dernier point, l'évolution du niveau moyen de la mer par son augmentation est acquise et étayée dans des hypothèses d'échéances dans les rapports successifs du GIEC. Cependant, ce sont des extrapolations avec une augmentation de l'incertitude au fur et à mesure de l'éloignement des dates.

Ainsi, nous sommes plutôt partis sur le fait que personne ne sait quels seront les niveaux marins, comme par exemple à 2050, 2010. Dans cette incertitude, il est plus judicieux à notre sens d'évaluer, non pas les niveaux extrapolés dans les échéances, mais plutôt directement de futurs niveaux supérieurs dont au final personne ne sait lorsque qu'ils seront atteints. Tout le monde sait que l'augmentation du niveau de la mer va impacter la quantité de sel dans le Rhône dans un premier temps durant les phases estivales, puis à échéance indéterminée le reste de l'année. Mais ce scénario est un état projeté et ici nous sommes dans l'étude de l'état initial uniquement.

Le Rhône alimente un canal parallèle au canal de navigation du Rhône à Fos. Il est large d'environ 10 m et de 2 mètres de profondeur via une vanne dont son état est très dégradé pour ne pas dire non fonctionnelle. Un appareil de mesure du niveau VEGA est pourtant récent.



Figure 34 : Vanne et canal

Mais ce canal historique a été coupé par la voie ferrée, d'où l'idée pour permettre de d'alimenter au-delà de cette voie ferrée, d'utiliser le seul passage sous la voie en créant un fossé en direction du canal sur lequel est installé la pompe.

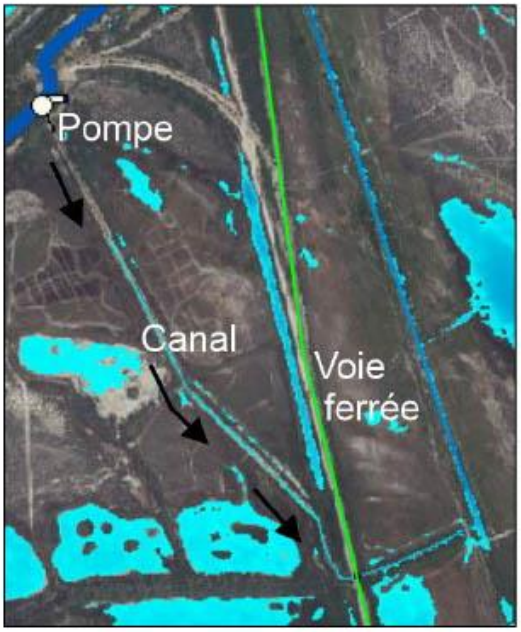


Figure 35 : Canal nouvellement créé

L'eau en surface est portée par ces apports concentrés de canaux. Elle remplit les dépressions historiques.

Les images suivantes reprennent les limites des zones projetées avec une marge de manière à bien intégrer la périphérie.

Les secteurs en eau des chemins sont liés aux déplacements d'animaux pédestres.

Les profondeurs d'eau sont au maximum de 40 cm. Sans le vent, les vitesses de déplacement sont extrêmement faibles de l'ordre de 0,5 mm/s.

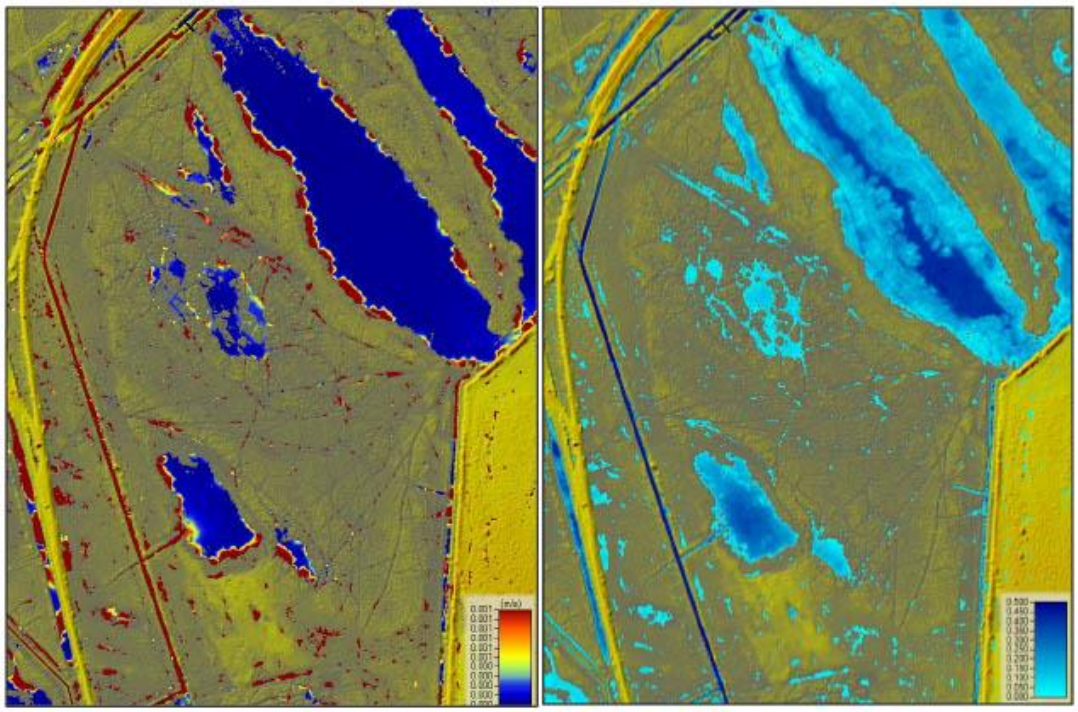


Figure 36 : Hauteur et Vitesses – Nord de la zone Ouest

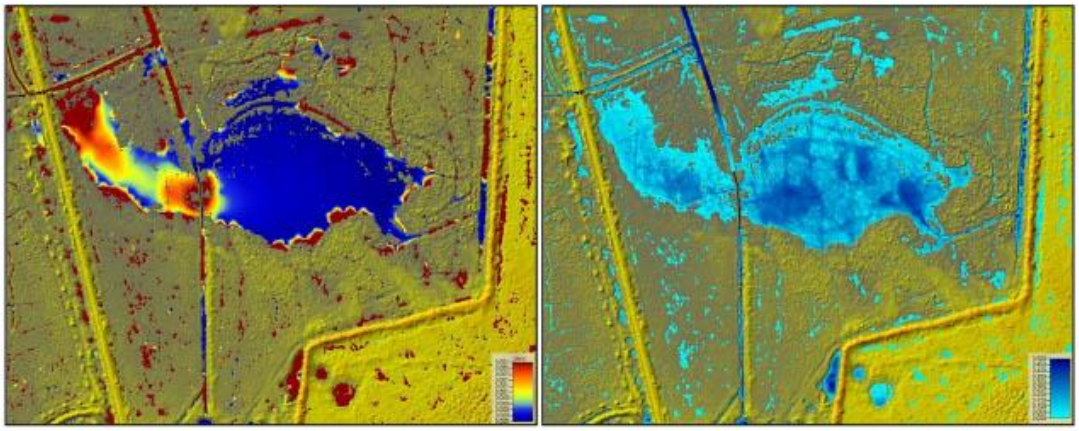


Figure 37 : Hauteur et Vitesses – Centre de la zone Ouest

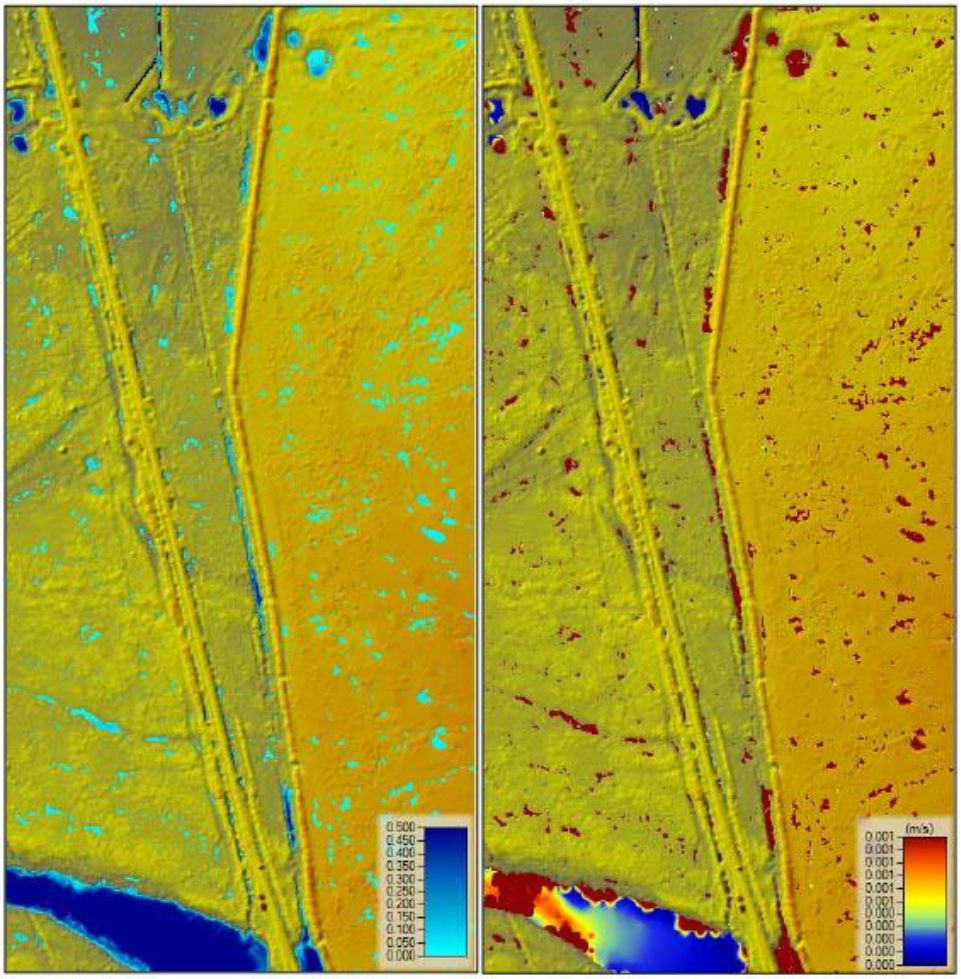


Figure 38 : Hauteur et Vitesses – Sud de la zone Ouest

D'un point de vue global et en reportant les zones modélisées sur une seule cartographie, il est clair que dans une saison sèche les zones qui ont encore de l'eau sont celle située à l'ouest du remblai.

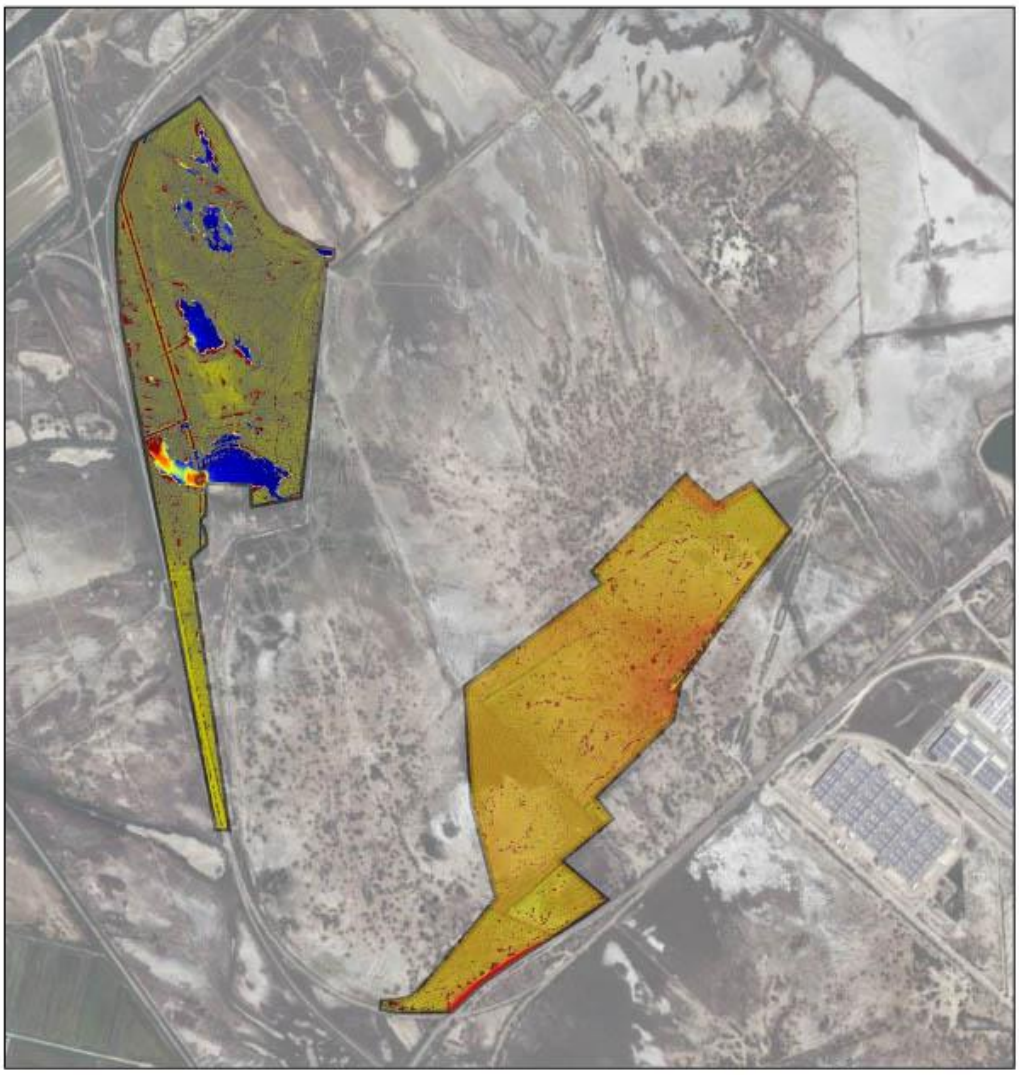


Figure 39 : Vitesses sur zones projetées

D'un point de vue global, on constate que sur des périodes plutôt sèches, les étendues d'eau sont du côté Ouest. De part la configuration et surtout la mise en place du remblai en 1980-81 les canaux et zones humides qui existaient ont été comblées.

Sur les périodes humides, une part des surfaces se retrouve inondée de façon très importante et pour une durée d'environ 2 à 3 mois.

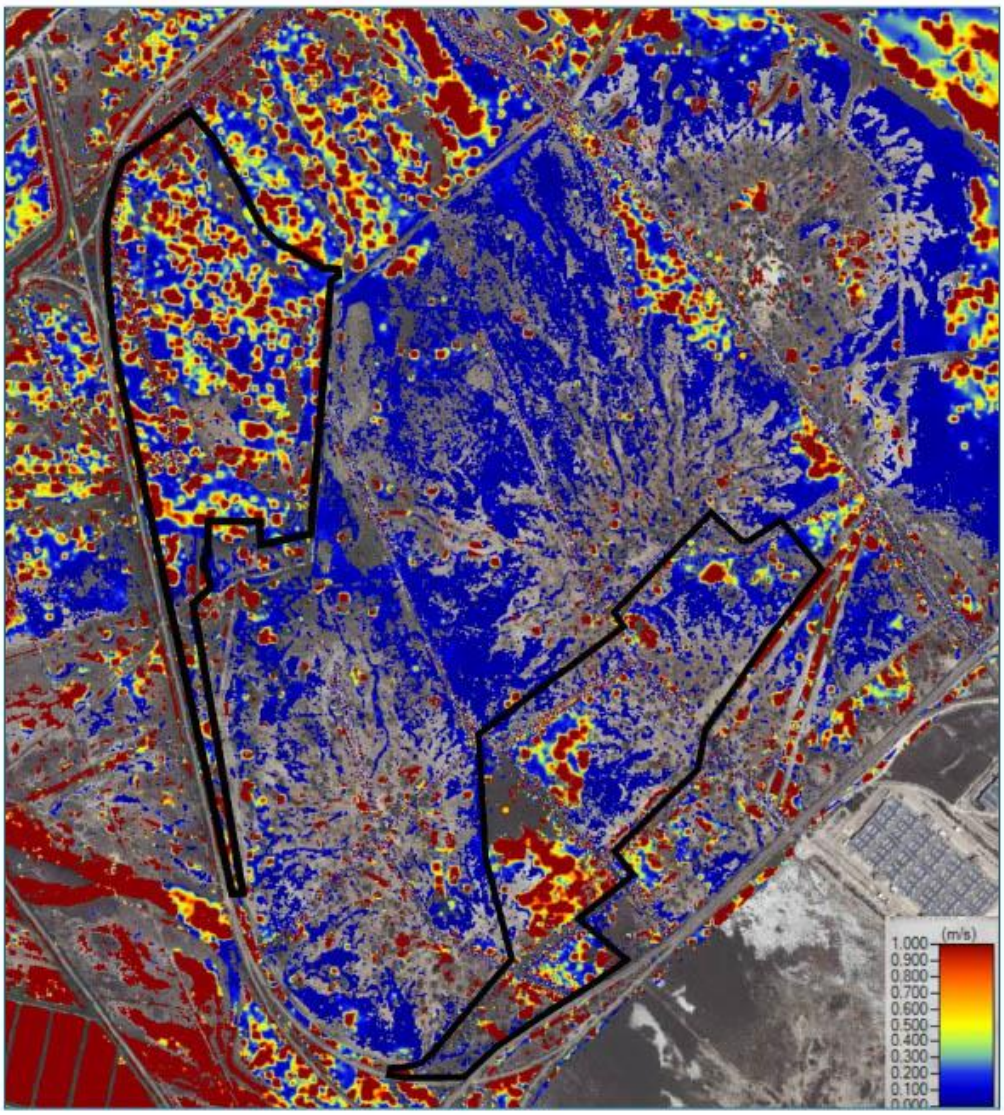


Figure 40 : Vitesses en période pluvieuse

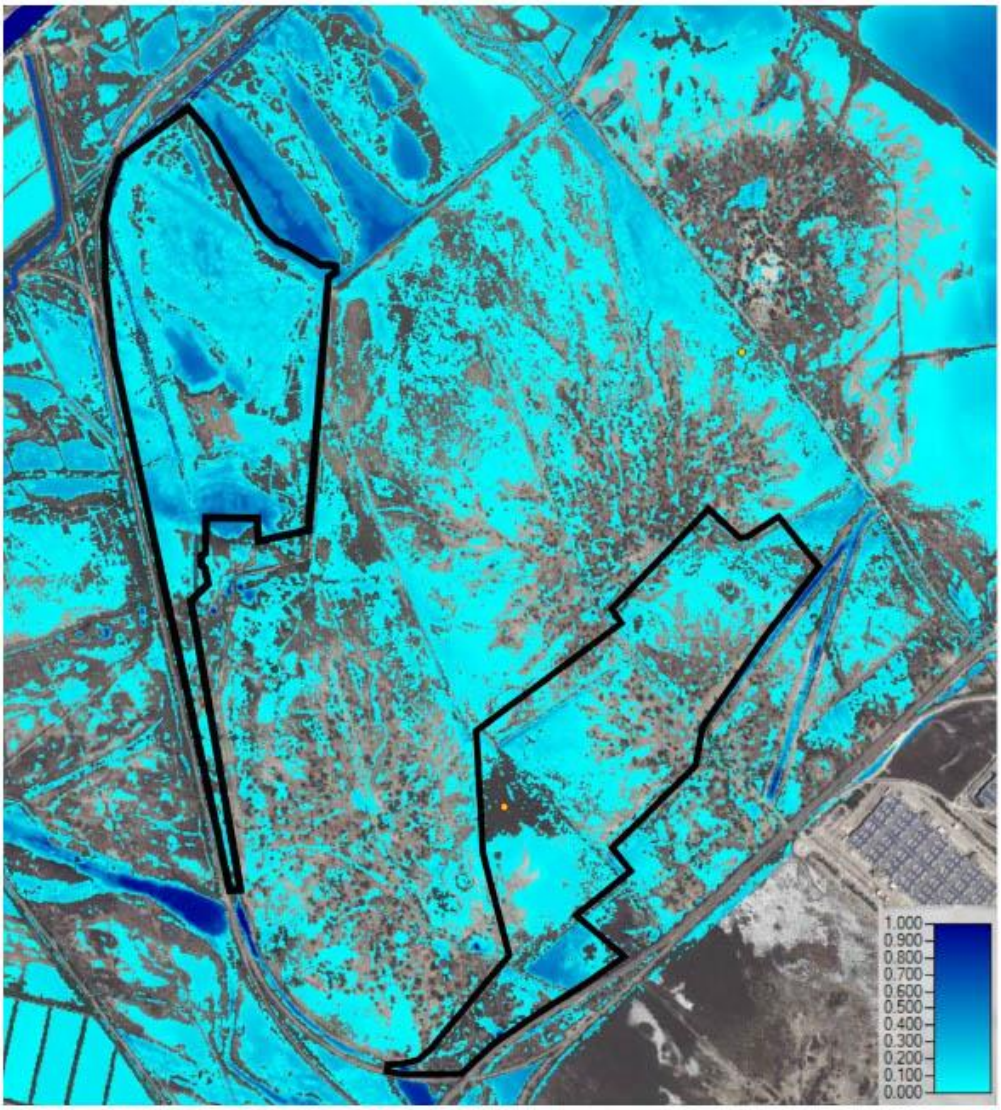


Figure 41 : Hauteurs en période pluvieuse

C'est à ce moment-là, que la zone remblayée de la zone Est est uniquement en eau. Il est à compter en moyenne1 cm d'eau infiltrée et évaporée en 3 jours.

Si aujourd'hui la pluviométrie qui est donc une eau douce recouvre les espaces de sédiments salés, il est à constater que 45 ans après le dépôt de ces sédiments, le sol est toujours blanc de sel. Ce dernier restera en place malgré toute l'eau douce que l'on pourrait y apporter par exemple avec des canaux.

7. Pertes d'eau verticales

7.1. Evaporation

Lorsque le niveau des eaux accumulées pendant la pluie finit par se réduire c'est à cause de l'infiltration et de l'évaporation. Cette évaporation est accentuée par le vent.

Le calcul de répartition entre l'infiltration et l'évaporation est basé sur une période d'absence de pluie et d'observation de la réduction du niveau de l'eau jusqu'à la base du sol.

Cette période se situe entre le 25 mars à 3h00 jusqu'au 6 avril 3h également, c'est-à-dire 12 jours, soit 1036800 secondes. Le niveau zéro du niveau de l'eau est atteint le 20 avril pour la sonde sud. Ce qui veut dire que la période considérée est intégrable pour la sonde sud.

Mais les deux sondes vont relever deux réactions bien différentes. La sonde nord enregistre le niveau zéro le 29 mars à 3h, soit un temps de 4 jours ou 345600 secondes.

La configuration d'évaporation étant globalement localement, l'écart est à mettre au compte de la perméabilité du sol.

A partir de là, la descente du niveau (sur chacune des deux sondes) est impactée par l'évaporation qui est définie dans le calcul suivant :

es(T)	1.073	
ETP : évapotranspiration potentielle calculée (mm/j)	1.136	
Δ : pente de la courbe de pression de vapeur à la température moyenne de l'air (kPa.K-1)	0.07	
Rn : rayonnement net (W.m-2)	2.95E+02	
	α : albedo de surface	0.2
	ε : émissivité/absorptivité de la surface dans l'infrarouge	0.95
	σ : constante de Stefan (W.m-2.K-4)	5.67E-08
	RG : rayonnement solaire incident (W.m-2)	600
	RA : rayonnement infrarouge descendant (W.m-2)	400
	TS : température de surface (K)	320
ρ : masse volumique de l'air à pression constante (kg.m-3)	1.2	
Cp : capacité thermique de l'air humide à pression constante (J.kg-1.K-1)	1013	
δe : différence entre la pression de vapeur saturante es et la pression de vapeur effective ea (kPa)	0.57	
	es(TA) (kPa)	1.15
	ea (kPa)	0.57
	TA : température de surface (K)	282.15
	hA : humidité relative de l'air (-)	50.00%
ra : résistance aérodynamique (s.m-1)	26.747	
	zm : hauteur de mesure de la vitesse du vent (m)	10
	z0m : longueur de rugosité influençant le transfert de quantité de mouvement (m)	0.1
	zh : hauteur de mesure de l'humidité de l'air (m)	10
	z0h : longueur de rugosité influençant le transfert de chaleur (m)	0.01
	d : hauteur de déplacement (m)	0.5
	k : constante de Von Karman (-)	0.41
	V : vitesse du vent à l'altitude zm (m.s-1)	6.9
	V : vitesse du vent à l'altitude zm (km/h)	25
LE : flux de chaleur latente de vaporisation de l'eau (J.kg-1)	3.25E+01	
λ : chaleur latente de vaporisation de l'eau (J.kg-1)	2.47E+06	
γ : constante psychométrique (kPa.K-1)	0.067381125	
QA : humidité spécifique de l'air (kg .kg-1)	0.00353134	
P : Pression atmosphériques (kPa)	101.325	
rs : résistance opposée par les stomates au passage du flux de vapeur, sur l'ensemble de la surface foliaire (s.m-1)	500	
G : flux de chaleur dans le sol (W.m-2)	30	
T : température (°C)	8	
CORREC	1	

Figure 42 : Caractéristiques du calcul ETP

La température extérieure a été mesurée entre 8 et 18 degrés et le vent entre 20 et 25 km/h sur la période du 25 au 29 mars 2025.

Selon les données estimées pour parvenir à la valeur de l'ETP de Monteith (la plus adaptée dans ce cas) et les températures du moment la valeur de l'ETP est entre 1.13 et 2.15 mm/j.

Température degré C	EPT Turc (mm/j)	ETP Monteith (mm/j)	ETP Météo France (mm/j)	Moyenne
1	0.5	0.5	5.1	2.1
5	2.1	0.7	6.0	2.9
10	3.4	1.0	7.0	3.8
15	4.2	1.3	7.9	4.5
20	4.8	1.8	8.8	5.1
25	5.3	2.3	9.6	5.8
30	5.6	3.1	10.4	6.4
35	5.9	4.0	11.0	7.0
40	6.1	5.2	11.5	7.6
45	6.3	6.5	12.0	8.3
50	6.5	8.2	12.4	9.0
55	6.6	10.2	12.8	9.9
60	6.8	12.4	13.2	10.8

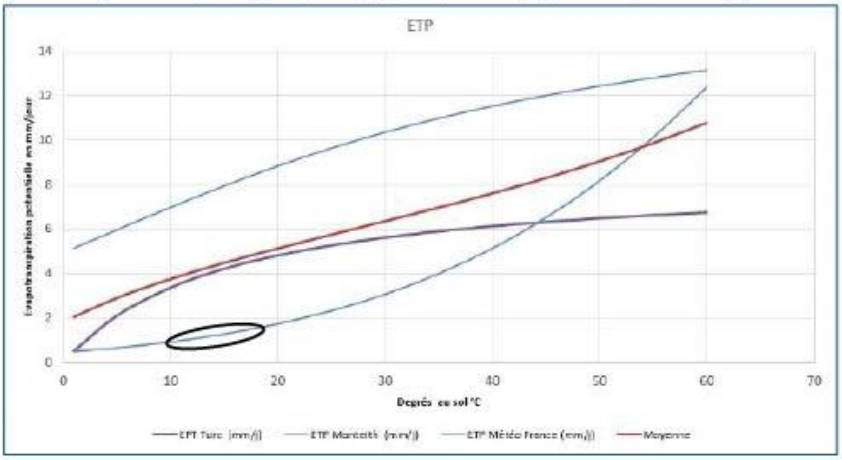


Figure 43 : Courbes ETP

7.2. Perméabilité des sols.

Le calcul indique donc une évaporation de 0.656 cm pour ces 4 jours. Le niveau est descendu en totalité de 4,765 cm. L'évaporation représente donc 13,8%. Ce qui permet de connaître la valeur de perméabilité par m^2. Elle est de **1.19^{E}10-7 m/s** sur ce secteur Nord.

Sur le secteur de la sonde sud le principe est le même avec cette fois 8.4 cm d'eau sur une période de 12 jours d'infiltration avant d'atteindre le niveau Zéro au sol. La perméabilité est de **8.1^{E}-08 m/s.**

8. Conclusion

Ce rapport défini l'état initial du secteur de l'étang de l'oiseau et plus spécifiquement pour deux zones projetées.

Les activités de salins et les aménagements passés dans les années 80 ont un impact sur les circulations hydrauliques. L'écologie du site a été impacté clairement par des apports de sel très importants.

Les circulations hydrauliques ont été modifiées et continuent de l'être par les acteurs locaux comme le manadier et les chasseurs. Il est une impression de mouvement perpétuel dont le but est inconnu.

Ces circulations par canaux sont à l'Ouest et au nord de l'étang de l'Oiseau.

Le potentiel hydraulique est plus important sur la zone projetée Ouest.

Malgré tout sur la zone projetée Est, seule la pluie vient agrémenter les sols. Les valeurs de perméabilité faibles provoquent, sur la base de la durée des tests réalisés, un sol en surface inondé durant une bonne partie de la saison hydrologique allant suivant les secteurs de quelques jours à plus de 50 jours.

Dans le sous-sol proche, l'eau reste quelques semaines.

Dans cet environnement où le sel a été apporté par l'Homme ces cent dernières années, il y aura à termes des remontées salines de plus en plus proches de la surface.

Il sera donc à construire le projet sur ces deux zones en intégrant ces différences hydrauliques et de consistance du sol de part les aménagements des années 80 et ce sel omniprésent.

Glossaire

Biais (Bias) : Indicateur statistique mesurant la tendance d'un modèle à surestimer ou sous-estimer les observations.

CN (Curve Number) : Méthode développée par le SCS (Soil Conservation Service) permettant d'estimer le ruissellement en fonction des caractéristiques du sol, de l'occupation du sol et de l'humidité initiale.

ERC (Éviter – Réduire – Compenser) : Principe de la réglementation environnementale visant à hiérarchiser les mesures à prendre lorsqu'un projet impacte l'environnement.

G2 / G5 : Phases d'étude géotechnique définies par la norme NF P 94-500. La G2 correspond aux études de conception et dimensionnement des fondations, la G5 aux études de diagnostic et aux solutions de réparation ou de confortement.

GEO5 : Logiciel de calcul géotechnique utilisé pour dimensionner les fondations, vérifier la stabilité des sols et analyser les descentes de charges.

Georadar (GPR, Ground Penetrating Radar) : Méthode géophysique utilisant des ondes électromagnétiques pour détecter des structures ou hétérogénéités dans le sol.

Radargramme : Image produite par un géoradar, représentant la réflexion des ondes dans le sous-sol et permettant d'interpréter la présence de couches, cavités ou fondations.

HEC-RAS : Logiciel de modélisation hydraulique développé par l'US Army Corps of Engineers, permettant de simuler les écoulements en 1D et 2D.

Hotstart : Option de HEC-RAS permettant de définir un état initial humide ou sec avant de lancer une simulation.

LIDAR HD : Technologie de télédétection par laser permettant d'obtenir un modèle numérique de terrain (MNT) haute résolution.

MNT (Modèle Numérique de Terrain) : Représentation tridimensionnelle de la topographie du sol issue de mesures altimétriques.

NSE (Nash–Sutcliffe Efficiency) : Coefficient statistique évaluant la performance d'un modèle par rapport aux observations (1 = parfait, 0 = équivalent à la moyenne des observations, <0 = mauvais).

Perméabilité (K) : Capacité d'un sol à laisser circuler l'eau dans ses pores, exprimée en m/s.

PNR : Parc naturel régional

RMSE (Root Mean Square Error) : Indicateur statistique exprimant l'écart-type moyen entre valeurs simulées et observées.

Sansouires : Formation végétale typique de Camargue, composée de sols salés colonisés par des halophytes (plantes adaptées au sel).

SIG (Système d'Information Géographique) : Ensemble d'outils permettant de collecter, gérer et analyser des données spatialisées.

Sondeuse thermique : Appareil permettant d'échantillonner le sol par battage ou rotation, parfois instrumenté pour mesurer la température ou la conductivité thermique des sols.

Sondes piézométriques (Driver) : Appareils mesurant la pression de l'eau dans un forage, convertie en hauteur d'eau par rapport au sol.

Stage Hydrograph / Flow Hydrograph : Options de forçage dans HEC-RAS permettant de définir des conditions limites d'entrée ou de sortie du modèle par des chroniques de débit ou de niveau d'eau.

Annexes

Annexes 1 : Rapport de risques (source : geoservices)

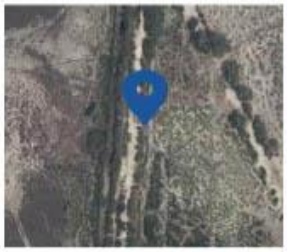
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉORISQUES

Rapport de risques

Adresse recherchée :

Port-Saint-Louis-du-Rhône
- point de longitude
4.7872 et latitude 43.4258
(parcelle : 000-0B-0107)



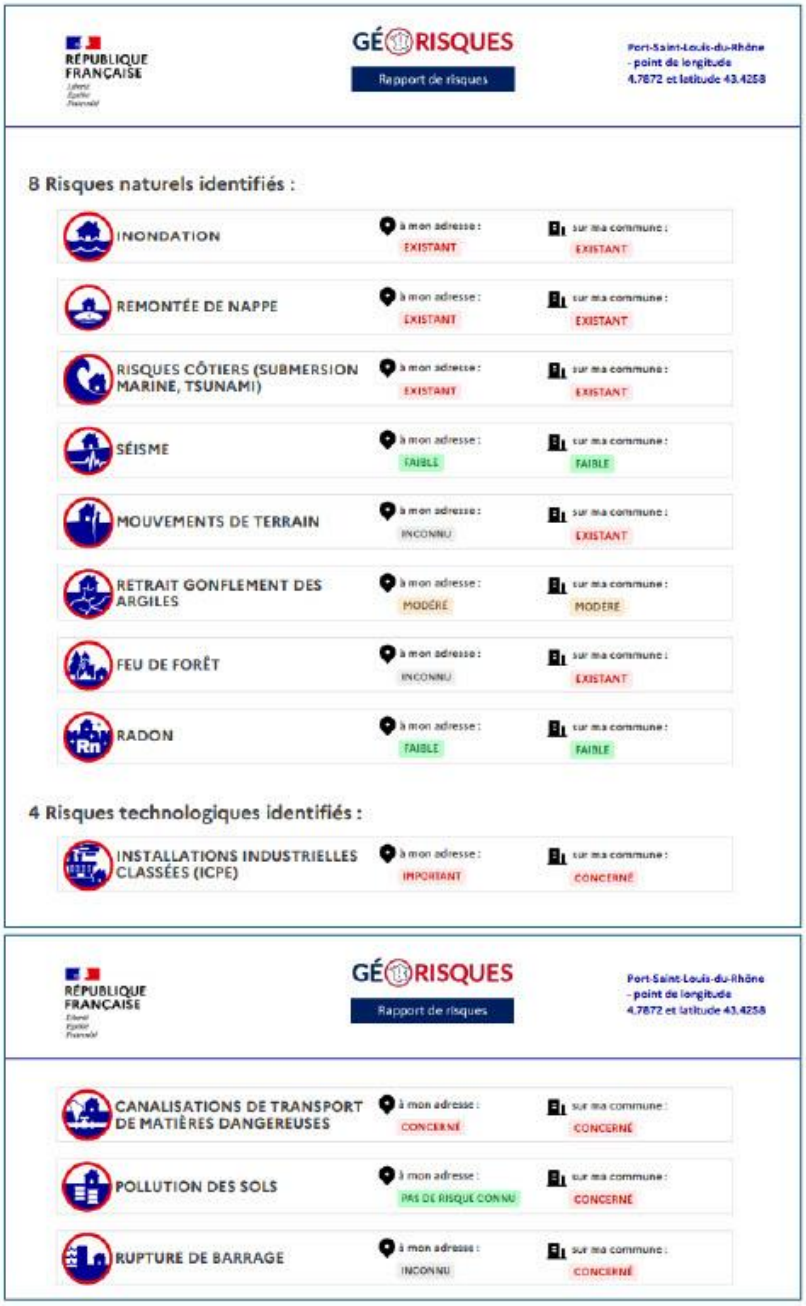
Ce rapport de risques est délivré à titre informatif.
Il a pour but de vous montrer une vision simplifiée des risques naturels et technologiques situés près de chez vous.

Vous pouvez consulter nos conditions d'utilisation sur :
georisques.gouv.fr/cgu

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Géorisques est réalisé en partenariat entre le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et le BRGM.

brgm



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône - point de longitude 4.7872 et latitude 43.4258

8 Risques naturels identifiés :

	à mon adresse :	sur ma commune :
INONDATION	EXISTANT	EXISTANT
REMONTÉE DE NAPPE	EXISTANT	EXISTANT
RISQUES CÔTIERS (SUBMERSION MARINE, TSUNAMI)	EXISTANT	EXISTANT
SÉISME	FAIBLE	FAIBLE
MOUVEMENTS DE TERRAIN	INCONNU	EXISTANT
RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES	MODÉRÉ	MODÉRÉ
FEU DE FORÊT	INCONNU	EXISTANT
RADON	FAIBLE	FAIBLE

4 Risques technologiques identifiés :

	à mon adresse :	sur ma commune :
INSTALLATIONS INDUSTRIELLES CLASSÉES (ICPE)	IMPORTANT	CONCERNÉ

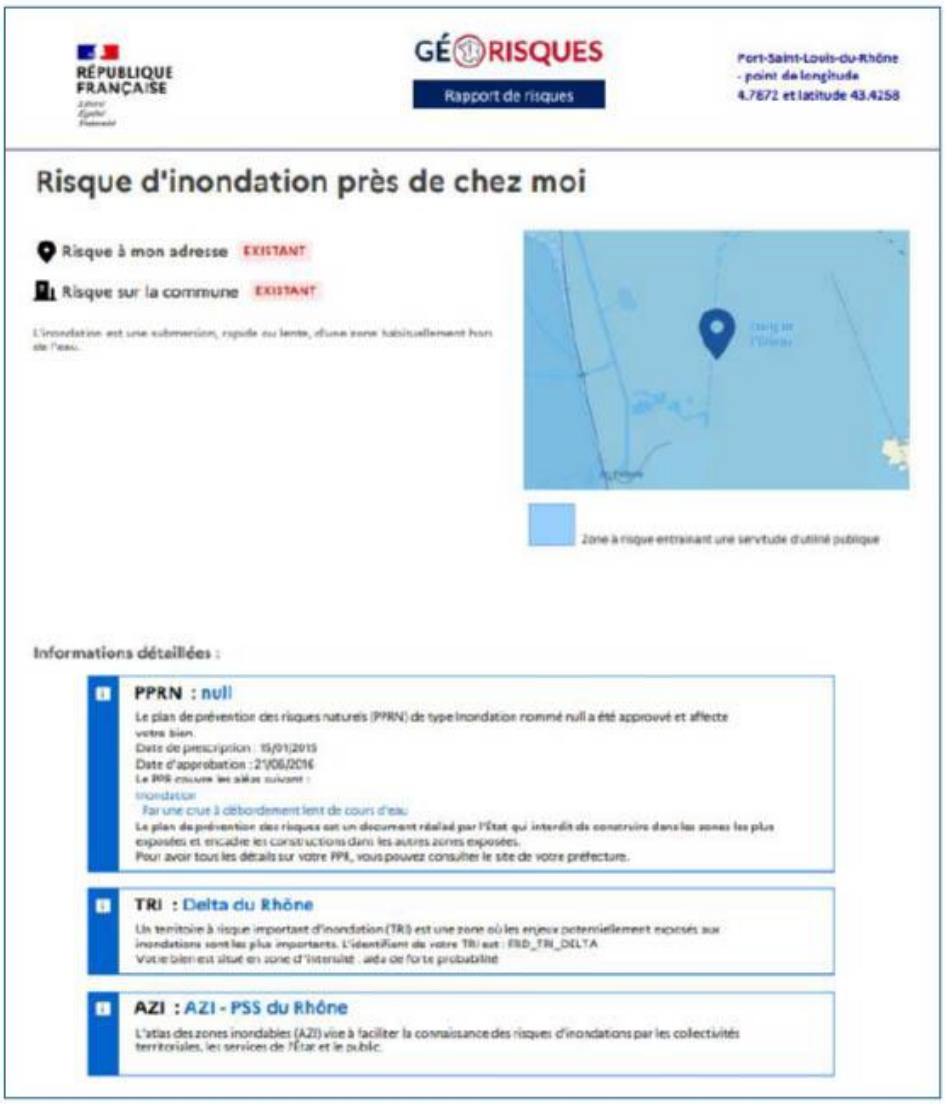
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône - point de longitude 4.7872 et latitude 43.4258

	à mon adresse :	sur ma commune :
CANALISATIONS DE TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES	CONCERNÉ	CONCERNÉ
POLLUTION DES SOLS	PAS DE RISQUE CONNU	CONCERNÉ
RUPTURE DE BARRAGE	INCONNU	CONCERNÉ



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône - point de longitude 4.7872 et latitude 43.4258

Risque d'inondation près de chez moi

Risque à mon adresse EXISTANT

Risque sur la commune EXISTANT

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau.

Zone à risque entraînant une servitude d'utilité publique

Informations détaillées :

PPRN : nul

Le plan de prévention des risques naturels (PPRN) de type inondation nommé null a été approuvé et affecte votre bien.
Date de prescription : 15/01/2015
Date d'approbation : 21/06/2016
Le PPR couvre les aléas suivant :
Inondation
Par une crue à débordement lent de cours d'eau
Le plan de prévention des risques est un document réalisé par l'État qui interdit de construire dans les zones les plus exposées et encadre les constructions dans les autres zones exposées.
Pour avoir tous les détails sur votre PPR, vous pouvez consulter le site de votre préfecture.

TRI : Delta du Rhône

Un territoire à risque important d'inondation (TRI) est une zone où les enjeux potentiellement exposés aux inondations sont les plus importants. L'identifiant de votre TRI est : FRD_TRI_DELTA
Votre bien est situé en zone d'intensité : aléa de forte probabilité

AZI : AZI - PSS du Rhône

L'atlas des zones inondables (AZI) vise à faciliter la connaissance des risques d'inondations par les collectivités territoriales, les services de l'État et le public.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône - point de longitude 4.7672 et latitude 43.4258

Risque de remontées de nappe près de chez moi

Risque à mon adresse EXISTANT

Risque sur la commune EXISTANT

Une inondation par remontée de nappe se produit lorsque la nappe phréatique (le réservoir d'eau souterrain) sature le sol et remonte à la surface, souvent après des pluies prolongées ou des crues.
Les remontées de nappes peuvent provoquer l'inondation de caves et engendrer l'endommagement du bâti, notamment du fait d'infiltrations dans les murs. A long terme, des infiltrations dans les murs peuvent désagréger les mortiers. Il faut être très prudent lors des opérations de pompage lorsque des caves ont été inondées afin de ne pas fragiliser les murs à cause d'une différence de pression exercée par l'eau.



Informations détaillées :

REMONTÉE DE NAPPES :

- Votre niveau d'exposition aux remontées de nappes est : Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe.
- L'indication de fiabilité associé à votre zone est : MOYENNE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône
- point de longitude
4.7872 et latitude 43.4258

Risques côtiers près de chez moi

Risque à mon adresse EXISTANT

Risque sur la commune EXISTANT

Les risques littoraux sont causés par plusieurs types de phénomènes.

- La submersion marine : c'est une inondation temporaire des zones côtières par la mer dans des conditions météorologiques et de marée défavorables (augmentation du niveau moyen de la mer pendant une dépression,déferlement de fortes vagues).
- Les tsunamis : ce sont des vagues de grande hauteur, provoquées par des séismes ou des séismes sous-marins. Les vagues peuvent atteindre plusieurs mètres de hauteur sur certains territoires d'outre-mer.
- Le changement climatique a pour conséquence une augmentation du niveau moyen de la mer, ce qui aggrave aussi les risques littoraux.



Zone à risque entrainant une servitude d'utilité publique

Informations détaillées :

PPRN : null

Le plan de prévention des risques naturels (PPRN) de type Risques côtiers (submersion marine, tsunami) nommé null a été approuvé et affecte votre bien.
Date de prescription : 15/01/2015
Date d'approbation : 21/06/2016
Le PPR couvre les aléas suivant :
Inondation
Par submersion marine
Le plan de prévention des risques est un document réalisé par l'État qui interdit de construire dans les zones les plus exposées et encadre les constructions dans les autres zones exposées.
Pour avoir tous les détails sur votre PPR, vous pouvez consulter le site de votre préfecture.

DDRM : DDRM13

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :
Inondation
Par submersion marine



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône
- point de longitude
4.7672 et latitude 43.4258

Risque de séisme près de chez moi

Risque à mon adresse FAIBLE

Risque sur la commune FAIBLE

Les tremblements de terre naissent généralement dans les profondeurs de l'écorce terrestre et causent des secousses plus ou moins violentes à la surface du sol. Généralement engendrés par la reprise d'un mouvement tectonique le long d'une faille, ils peuvent avoir pour conséquence d'autres phénomènes : mouvements de terrain, raz de marée, liquéfaction des sols (perte de portance), effet hydrologique.

Certains sites, en fonction de leur relief et de la nature du sol, peuvent amplifier les mouvements créés par le séisme. On parle alors d'effet de site. On caractérise un séisme par sa magnitude (énergie libérée) et son intensité (effets observés ou ressentis par l'homme, ampleurs des dégâts aux constructions).

Sismicité très faible
Sismicité faible — FAIBLE
Sismicité modérée
Sismicité moyenne — MODÉRÉ
Sismicité forte — IMPORTANT

Informations détaillées :

DDRM : DDRM13

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :
Séisme
Mouvement de terrain
Glissement de terrain

SÉISME : Échelle règlementaire et obligations associées

Sur l'échelle règlementaire, à votre adresse, le risque sismique est de 2/5.
Pour votre sécurité, à partir d'un risque de niveau 2, des obligations en cas de travaux ou de construction sont liées à prévenir votre risque sismique. Vous pouvez les consulter sur cette fiche.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

GÉORISQUES

Rapport de risques

Port-Saint-Louis-du-Rhône - point de longitude 4.7872 et latitude 43.4258

Risque de retrait gonflement des argiles près de chez moi

Risque à mon adresse MODÉRÉ

Risque sur la commune MODÉRÉ

Les sols qui contiennent de l'argile gonflent en présence d'eau (saison des pluies) et se tassent en saison sèche. Ces mouvements de gonflement et de rétractation du sol peuvent endommager les bâtiments (fissuration). Les maisons individuelles qui n'ont pas été conçues pour résister aux mouvements des sols argileux peuvent être significativement endommagées. C'est pourquoi le phénomène de retrait et de gonflement des argiles est considéré comme un risque naturel. Le changement climatique, avec l'aggravation des périodes de sécheresse, augmente ce risque.



Informations détaillées :

RGA : Échelle règlementaire et obligations associées

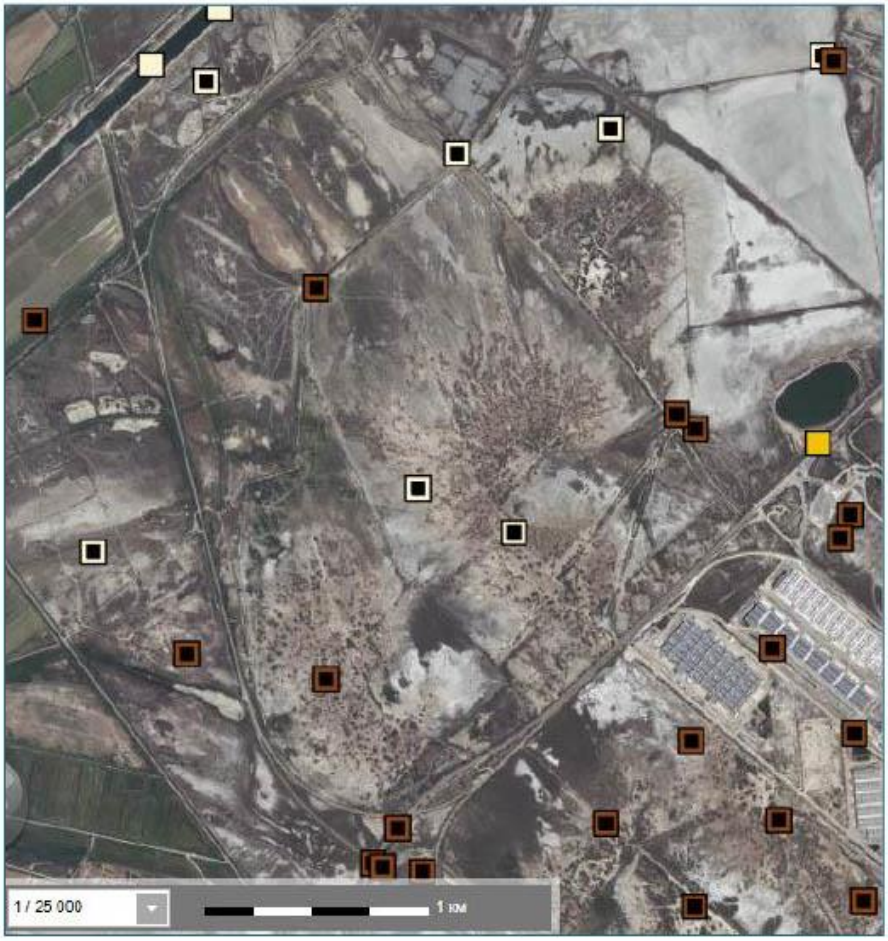
Sur l'échelle règlementaire, à votre adresse, le risque de gonflement des argiles est de 2/3.
Pour votre sécurité, des obligations en cas de travaux ou de construction sont liées à prévenir le risque.

2 sécheresses classées en catastrophe naturelle dans ma commune :

Une CATNAT est une Catastrophe Naturelle, liée à un phénomène ou conjonction de phénomènes dont les effets sont particulièrement dommageables. Lorsqu'une catastrophe naturelle frappe un territoire, on dit que "le territoire est en état de catastrophe naturelle".

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE2430295A	Sécheresse	30/09/2023	02/12/2024
INTE2430295A	Sécheresse	31/03/2023	02/12/2024

Annexe 2 : Données de la BSS



BSS002JGHB

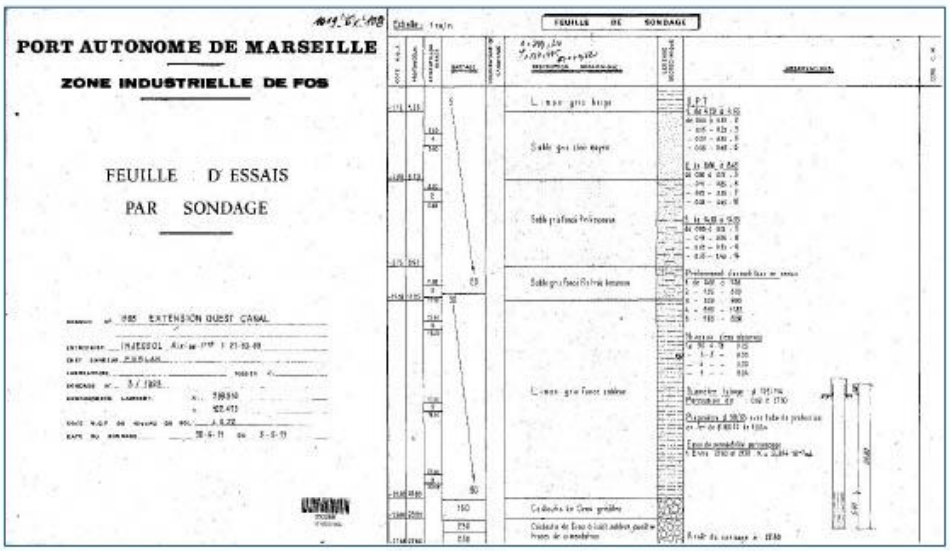
10196X0170/S1824

Log validé

Profondeur

De 0.0 à 27.4 m Rafraîchir

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
1.20	Formations littorales récentes		Limon gris clair	Holocène	-1.02
5.15			Sable gris foncé, moyen		-4.97
11.85			Sable gris foncé, fin, limoneux		-11.67
22.40			Limon gris foncé sableux		-22.22
23.95	Alluvions würmiennes Fy +5 - 10 (+3-4;412) (+1 - 3; 476)		Cailloutis gris (cailloutis de Crau)	Würm	-23.77
			Cailloutis sable jaune induré, argile jaune (cailloutis de Crau)		


PORT AUTONOME DE MARSEILLE

ZONE INDUSTRIELLE DE FOS

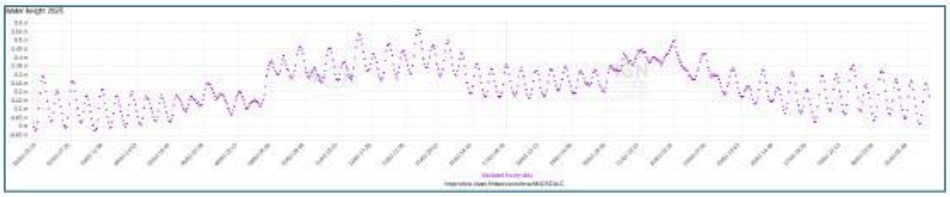
FEUILLE D'ESSAIS

PAR SONDAGE

FEUILLE DE SONDAGE

BSS002JGEM





Bibliographie

Aguesse, P., et F. Marazanof. 1965. « Les Modifications Des Milieux Aquatiques de Camargue Au Cours Des 30 Dernières Années ». *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 1 (2): 163-90. https://doi.org/10.1051/limn/1965001.

archiveenligne. 2024. « Les cartes de Cassini et la généalogie ». *Archiveenligne.fr*, août 27. https://www.archiveenligne.fr/2024/08/27/les-cartes-de-cassini-et-la-genealogie/.

« Article L211-1 - Code de l'environnement - Légifrance ». s. d. Consulté le 19 août 2025. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000041599138.

« Climat, météo par mois, température moyenne pour Port-Saint-Louis-du-Rhône (France) - Weather Spark ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://fr.weatherspark.com/y/50185/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Port-Saint-Louis-du-Rh%C3%B4ne-France-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e.

« DATA.SHOM.FR - Marégraphe - MARSEILLE ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://data.shom.fr/donnees/refmar/524#001=eyJjIjpbNTk1OTc3LjYxNDM5MDQxNDgsNTM1NDUwNi45MzAzNTA0ODFdLCJ6Ijo2LCJyIjowLCJsIjpbeyJ0eXBlIjoiSU5URVJOQUxfTEFZRVIiLCJpZGVudGlmaWVyIjoiRkRDX0dFQkNPX1BZUi1QTkdfMzg1N19XTVRTIiwib3BhY2l0eSI6MSwidmlzaWJpbGl0eSI6dHJ1ZX1dfQ==.

« Ensoleillement et climat sur Port-Saint-Louis-du-Rhône - Mairie de Port-Saint-Louis-du-Rhône et sa ville ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://www.annuaire-mairie.fr/ensoleillement-port-saint-louis-du-rhone.html.

Gis Sol » Carte Des Sols Sur Le Géoportail. s. d. Consulté le 27 août 2025. https://www.gissol.fr/donnees/carte-sur-le-geoportail-4789.

GREC-SUD. s. d. *Connaître Le Climat Méditérranéen et Les Enjeux Du Changement Climatique – GREC-SUD*. Consulté le 18 août 2025. https://www.grec-sud.fr/article-cahier/articles-du-cahier-climat/connaitre-le-climat-mediterraneen-et-les-enjeux-du-changement-climatique/.

« Le climat en France métropolitaine | Météo-France ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://meteofrance.com/comprendre-climat/france/le-climat-en-france-metropolitaine.

« Le site Trois marais | Basse vallée du Rhône Camargue ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://pnr-camargue.n2000.fr/les-sites-du-parc/le-site-trois-marais.

« Les vents régionaux | Météo-France ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://meteofrance.com/comprendre-la-meteo/le-vent/les-vents-regionaux.

« Les zones humides ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://www.ofb.gouv.fr/les-zones-humides.

« Limons et alluvions quaternaires du Bas Rhône et de la Camargue | L'eau dans le bassin Rhône-Méditerranée ». s. d. Consulté le 19 août 2025. https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/masse-eau-souterraine-frdg504.

« L'occupation du sol en Camargue ». s. d. Consulté le 27 août 2025. https://sit.pnrsud.fr/adws/app/744fd53e-d2c1-11e8-a413-375ca2dfa7ad/index.html.

meteoblue. s. d. « Simulation de données climatiques et météorologiques historiques pour Port-Saint-Louis-du-Rhône ». Consulté le 18 août 2025. https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/port-saint-louis-du-rh%c3%b4ne_france_2985934.

MONTETY, Véronique de. s. d. *SALINISATION D'UN AQUIFERE CAPTIF CÔTIER EN CONTEXTE DELTAÏQUE - CAS DE LA CAMARGUE (DELTA DU RHÔNE, FRANCE)*.

notre-environnement. 2025. « Variabilité de la température et de la salinité dans les eaux métropolitaines ». notre-environnement, août 18. https://www.notre-environnement.gouv.fr/.

« OAZIP 2040 ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://www.marseille-port.fr/oazip-2040.

« Point d'eau 10195X0041/PZ - Site public - ADES ». s. d. Consulté le 18 août 2025. https://ades.eaufrance.fr/Fiche/PtEau?Code=10195X0041/PZ#mesures_graphiques.

Thibault, Marc. s. d. *Notice de gestion*.

Yohia, Christophe. 2016. « Genèse du mistral par interaction barocline et advection du tourbillon potentiel - « Vers une nouvelle approche dynamique pour une meilleure définition du maître des vents » ». *Climatologie* 13: 24-37. https://doi.org/10.4267/climatologie.1182.









Projet NEOCARB

Fos-sur-Mer (13)

Délimitation et caractérisation des zones humides
-
Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides

FOCUS PHASE 1 + OLD 100M

Réalisé pour le compte de :

Elyse

Coordinateur Julien VIGLIONE
06 80 90 58 80
j.viglione@ecomed.fr

ECO-MED Ecologie & Médiation S.A.R.L. au capital de 150 000 euros
TVA intracommunautaire FR 94 450 328 315 | SIRET 450 328 315 000 38 | NAF 7112 B
Tour Méditerranée 13ème étage, 65 avenue Jules Cantini 13298 MARSEILLE Cedex 20
☎ +33 (0)4 91 80 14 64 🖷 +33 (0)4 91 80 17 67 contact@ecomed.fr ***www.ecomed.fr***

Référence bibliographique à utiliser

ECO-MED 2026 – Délimitation, caractérisation des fonctions des zones humides et dimensionnement de la compensation relatifs au projet NEOCARB – ELYSE – Fos-sur-Mer (13) – 247 p.

Suivi de la version du document

Version	Date	Commentaire
1	20/02/2026	Focus phase 1+OLD

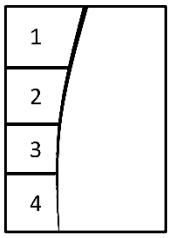
Porteur du projet

Nom de l'entreprise : ELYSE ENERGY
Adresse de l'entreprise : 48, quai du Lazaret, 13002 Marseille
Contact Projet : Maxime VIGOT
Coordonnées : mvigot@elyse.energy

Equipe technique ECO-MED

Livia VALLEJO – Cheffe de projet
Mathis BOUCAUD – Expert zones humides
Solène LODOVICHETTI - Experte zones humides
Lucie CHASTEL – Botaniste
Nicolas DENMAT – Géomaticien

Le présent rapport a été conçu par l'équipe ECO-MED sous la coordination de Julien VIGLIONE, gérant d'ECO-MED et directeur d'étude.



Illustrations page de garde :

1 – Prés salés et Tamaris, M. BOUCAUD, 30/04/2024, *in situ* (13)

2 – Prés salés et Tamaris, M. BOUCAUD, 30/04/2024, *in situ* (13)

3 – Pelouse et Tamaris, M. BOUCAUD, 30/04/2024, *in situ* (13)

4 – Prés salés et Tamaris, M. BOUCAUD, 30/04/2024, *in situ* (13)

Table des matières

Préambule 7

Partie 1 : Données et méthodes 8

1. Présentation du secteur d'étude 9
   1.1. Localisation et environnement naturel 9
   1.2. Description du projet 12
   1.3. Aires d'étude 20
2. Méthode d'inventaire et d'analyse 21
   2.1. Recueil préliminaire d'information 21
   2.2. Personnes en charge de la mission et calendrier des prospections 21
   2.3. Méthodologie employée pour la délimitation des zones humides 22
3. Cadre règlementaire 25
   3.1. Rubrique 3.3.1.0 du Code de l'Environnement 25
   3.2. SDAGE Rhône Méditerranée 2022-2027 25
   3.3. Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) 25
4. Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides 26
   4.1. Principe général et objectifs 26
   4.2. Données nécessaires à l'évaluation des fonctions 27
   4.3. Le diagnostic de contexte 28
   4.4. Dimensionnement de la mesure de compensation et ratio fonctionnel 28
   4.5. Le diagnostic fonctionnel 28

Partie 2 : Diagnostic des zones humides 32

1. Contexte environnemental 33
2. Description de la zone d'étude 41
3. Habitats naturels 44
4. Zones humides 51
   4.1. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation relatif aux habitats 51
   4.2. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation relatif aux espèces hygrophiles 54
   4.3. Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique 54
   4.4. Délimitation finale des zones humides 64

Partie 3 : Impacts du projet sur les zones humides - mesures d'évitement et de réduction 66

1. Impacts bruts sur les zones humides 67
2. Mesures d'atténuation 71

2.1. Approche méthodologique 71
2.2. Mesures d'évitement 71
2.3. Mesures de réduction 80
3. Impacts résiduels du projet sur les zones humides 91
Partie 4 : Mesure de compensation 92
1. Analyse fonctionnelle de la zone humide – site impacté 93
1.1. Description de la zone humide avant impact 93
1.2. Evaluation des fonctions sur la zone humide avant impact 93
1.3. Evaluation des fonctions sur la zone humide avec impact envisagé 97
2. Analyse fonctionnelle de la zone humide – Site de compensation 99
2.1. Localisation des zones de compensation 99
2.2. Importance des zones humides compensatoires à l'échelle départementale 102
2.3. Description des zones de compensation avant action écologique 104
2.4. Evaluation des fonctions de la zone humide de compensation avant action écologique 112
2.5. Niveau de dégradation de la zone humide compensatoire 115
2.6. Présentation des mesures compensatoires 121
3. Bilan fonctionnel du projet 138
3.1. Diagnostique de contexte 138
3.2. Simulation de l'action écologique sur le site de compensation 138
3.3. Ratio fonctionnel octroyé au projet 140
3.4. Evaluation des fonctions sur la zone humide compensatoire avec action écologique envisagée 140
3.5. Equivalence fonctionnelle 141
4. Vérification des principes de compensation 145
4.1. Bilan surfacique : Comptabilité avec le SDAGE 145
4.2. Principes évalués par la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides 154
4.3. Perspectives 156
5. Accompagnement, contrôles et évaluation des mesures 157
5.1. Encadrement écologique en phase travaux 157
5.1. Mesures d'accompagnement écologique 158
5.2. Contrôles et suivi de la mesure de compensation 166
Bibliographie sur les zones humides 168
Annexe 1 Illustration simplifiée des indicateurs dans le site et des fonctions associées 169
Annexe 2 Illustration simplifiée des indicateurs dans l'environnement du site et des fonctions associées 172
Annexe 3 Représentation graphique des indicateurs 174

Annexe 4 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED 177

Annexe 5 Fiche d'évaluation du projet d'aménagement – Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides 181

Table des cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude 10

Carte 2 : Plan d'implantation du projet NEOCARB LOG en juillet 2025 – source Parlym-Elyse 2025 12

Carte 3 : Zone d'emprise finale du projet Neocarb gloBAl – source Eco-med-Parlym-Elyse 2026 14

Carte 4 : Cartographie des habitats naturels situés dans la bande OLD de 100 mètres autour du projet NeoCarb - Sectorisation 16

Carte 5 : Carte de l'aire d'étude élargie relative à l'étude d'impacts du raccordement au réseau RTE 19

Carte 6 : Evolution du site d'étude, entre 1950 et aujourd'hui (source : IGN) 34

Carte 7 : Topographie de la zone d'étude (limite de parcelle NeoCarb) 36

Carte 9 : Inventaire zones humides autour de la zone d'étude 39

Carte 10 : Habitats naturels – Classification EUNIS 50

Carte 11 : Statut des habitats d'arrêté du 24 juin 2008 modifié 53

Carte 12 : Localisation des sondages en fonction des campagnes de terrain 55

Carte 13 : Résultats des sondages pédologiques 56

Carte 15 : Délimitation finale des zones humides 65

Carte 16 : Impacts bruts sur les zones humides 67

Carte 17 : Zonage des enjeux écologiques du Schéma Directeur du Patrimoine Naturel 72

Carte 18 : Zone d'emprise initiale (élaborée entre 2023 et mi-2024) 74

Carte 19 : Première évolution des emprises Neocarb par ELYSE suite au diagnostic pour ASCOFIELD (Marcegaglia) (sept 2024) 75

Carte 20 : Proposition de solutions d'évitements amont (septembre 2024) 76

Carte 21 : Proposition de réduction des impacts majeurs (début 2025) 77

Carte 22 : Nouvelle implantation avec recherche du moindre impact écologique, à l'issue de la séquence itérative de 2024 au premier trimestre2025. 78

Carte 23 : Emprises au 01-07-2025 79

Carte 24 : Zone d'emprise phase 1 du projet NEOCARB LOG – source PARLYM-ELYSE octobre 2025 79

Carte 25 : Carte générale de la phase 1, des OLD intérieures et des OLD 100m applicables et analysées 80

Carte 26 : Localisation de la mesure R8 82

Carte 27 : Localisation de la mesure R10 87

Carte 28 : Localisation des parcelles compensatoires par rapport à la zone du projet NEOCARB 100

Carte 29 : Carte d'additionnalité des mesures compensatoires, d'après le SDPN (source : modifiée d'après GPMM) 101

Carte 30 : Type SDAGE 03 – Marais et lagunes côtiers (source : Rapport d'expertise 2017-2018 - Inventaire des zones humides du département des Bouches du Rhône). Entourée de rouge, la localisation des parcelles compensatoires étudiées en 2024. 102

Carte 31 : Bilan - Objectifs d'intervention – entouré de noir, localisation des parcelles de compensation étudiées en 2024 103

Carte 32 : Habitats naturels – Classification EUNIS – Parcelle OUEST 107
Carte 33 : Habitats naturels – Classification EUNIS – Parcelle EST 111
Carte 34 : Etat de conservation de la zone compensatoire – Parcelle OUEST 117
Carte 35 : Etat de conservation de la zone compensatoire – Parcelle EST 118
Carte 36 : Zones directement restaurées pour la compensation zones humides – Parcelle OUEST 122
Carte 37 : Zones directement restaurées pour la compensation zones humides – Parcelle EST 123
Carte 38 : Localisation de la mesure C2 – Parcelle OUEST 127
Carte 39 : Localisation de la mesure C2 – Parcelle EST 128
Carte 40 : Localisation de la mesure C6 133
Carte 41 : Localisation de la mesure C12 136

Table des tableaux

Tableau 1. Dates des prospections de la zone d'étude 21
Tableau 2. Informations à renseigner sur l'environnement du site 27
Tableau 3. Fonctions et sous-fonctions étudiées par la MNEFZH v2 29
Tableau 4. Présentation des habitats naturels 45
Tableau 5. Impacts bruts sur les zones humides 68
Tableau 6. Évaluation des impacts résiduels sur les zones humides 91
Tableau 7. Caractéristiques générales de la zone humide impactée 93
Tableau 8. Importance des sous-fonctions remplies par la zone humide impactée 97
Tableau 9. Sous-fonctions remplies par la zone humide compensatoire 115
Tableau 10. Bilan fonctionnel du projet 143
Tableau 11. Principes réglementaires issus du code de l'environnement 154
Tableau 12. Contrôle et suivi de la mesure de compensation – Estimation financière par année de suivi 166
Tableau 13. Contrôle et suivi de la mesure de compensation – Estimation financière sur la durée du suivi 167

Préambule

Conformément au Code de l'Environnement et à la politique du bassin Rhône Méditerranée en faveur des zones humides, les services de l'État s'assurent que les projets soumis à autorisation ou à déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-6 du Code de l'environnement sont compatibles avec l'objectif de préservation des zones humides.

La conduite de la séquence ERC doit s'appuyer sur une délimitation précise de la zone humide impactée, par le porteur de projet, et sur une caractérisation de la zone humide qui inclut une analyse de son rôle et intérêt patrimonial par rapport à la biodiversité, des fonctions qu'elle assure et des services rendus en termes de préservation de la ressource en eau et de gestion des risques d'inondation (soutien des débits d'étiage, contribution au maintien et l'amélioration de la qualité de l'eau, diminution de l'intensité des crues), ainsi que des autres bénéfices socio-économiques.

Dans le cadre d'un projet d'aménagement d'une plateforme industrialo-portuaire de production intégrée de e-carburants pour le transport maritime et aérien à partir d'hydrogène bas-carbone (NEOCARB) sur la commune de Fos-sur-Mer dans le département des Bouches-du-Rhône (13), ELYSE ENERGY a missionné le bureau d'études en environnement naturel ECO-MED (Ecologues et Médiateurs) afin de réaliser **une expertise sur la délimitation des zones humides** au sein de la zone de projet. Afin de caractériser les zones humides, **une analyse des fonctionnalités selon la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides** a également été réalisée. La fiche d'évaluation du projet d'aménagement de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides v2.0 se trouve en Annexe 5 du présent rapport.

PARTIE 1 : DONNEES ET METHODES

1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

1.1. Localisation et environnement naturel

Contexte administratif		
Région de Provence-Alpes-Côte d'Azur	Département des Bouches-du-Rhône	Commune de Fos-sur-Mer
Métropole d'Aix-Marseille Provence		
Contexte environnemental		
Topographie : Plaine littorale	Altitude moyenne : 2 mètres	
Hydrographie : Rhône à 5 km	Bassin versant : mer Méditerranée (situation littorale)	
Contexte géologique : Sables d'anciens cordons littoraux, sables limoneux, vases des étangs		
Étage altitudinal : Mésoméditerranéen		
Petite région naturelle : Golfe de Fos		
Aménagements urbains à proximité		
Aménagements :	Entre les Darses n°1 et n°2 du Grand Port Maritime de Marseille Usines à proximité immédiate Route D268 – attenante au linéaire d'étude	
Zones urbaines les plus proches :	Zone industrialo-portuaire de Fos - Inclus Centre urbain de Fos-sur-Mer - 6 km à l'est	



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude constitue la quasi-totalité d'un petit secteur naturel de type broussailles. Elle est limitée à l'est/sud-est par la darse 1 (mer) de la zone industrialo-portuaire du GPMM et par un canal (le canal de navigation du Rhône au port de Fos-sur-Mer) remontant de l'est au nord de la zone. Ces deux éléments sont des extensions de la mer (eau salée). A l'ouest, la zone est délimitée par une voie ferrée (sortie de l'usine Marcegaglia- ex-Ascometal) direction nord-sud et le réseau routier. A l'ouest des réseaux routiers et ferrés, se trouve une grande zone de marais (commune de Port-St-Louis-du-Rhône). La zone d'étude est délimitée au sud et sud-ouest par l'usine Marcegaglia-ex-Ascometal.

La zone d'étude a été modifiée en 2026, suivant les remarques de la DREAL. Ainsi la nouvelle zone d'étude est constituée de 51,9 ha correspondant à la parcelle Neocarb, initialement étudiée à laquelle sont ajoutées les Obligations Légales de Débroussaillement (OLD) d'une largeur de 100 mètres tout autour de la limite de la parcelle projet. Cela ajoute ainsi 37,15 ha à étudier.

SECTEURS ETUDIES POUR LE DEPOT DE FEVRIER 2026	SURFACE (ha)
Parcelle Neocarb (zone d'étude initiale)	51,9
OLD 100 mètres (ajout février 2026)	37,2

1.2. Description du projet

La présente description se base sur les éléments fournis par le porteur de projet.

A ce stade du développement du projet, **seuls les emprises et détails du plan de masse de la phase 1 (NEOCARB LOG) sont connus**, soit environ **9 ha** sur les 51,9 ha de maîtrise foncière. Toutefois, le projet à terme tel qu'il est conçu initialement mènera à l'aménagement de la totalité de la zone d'étude. **Les impacts sont donc évalués sur l'ensemble des 51,9 ha.** Ainsi, les impacts calculés pour les phases suivantes sont estimés par défaut comme une destruction totale de l'espace qui sera aménagé ultérieurement.

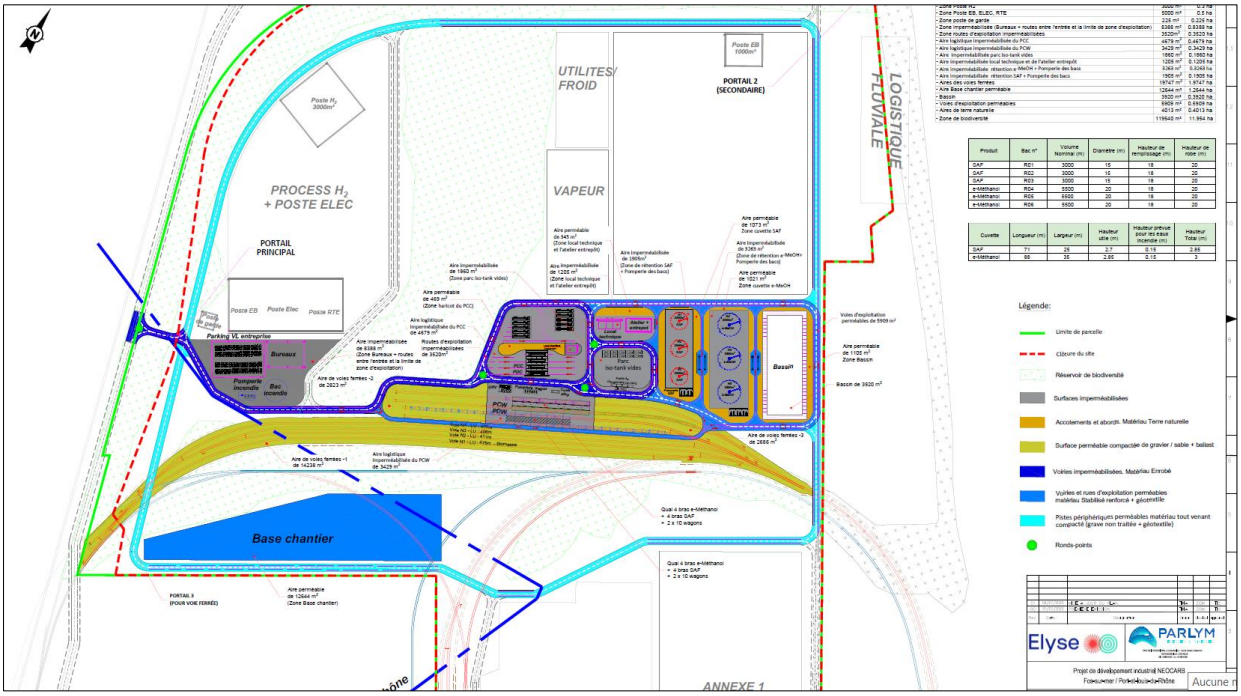
Cette feuille de route méthodologique a été partagée et validée par les administrations en charge du suivi du dossier, lors des différents COPIL, dont le dernier a eu lieu le 25 septembre 2025.

L'étude d'impacts environnementale s'inscrit par conséquent dans la globalité du projet NEOCARB (environ 52 ha) et tient compte des impacts totaux, qui, par défaut, ont été évalués au maximum des destructions envisageables, faute de plan de masse pour la phase 2 au dépôt du dossier.

Présentation du Projet NEOCARB

- 1ère phase : NEOCARB LOG

La phase travaux de cette 1ère phase du projet NEOCARB est prévue à compter de 2028. La surface totale de travaux est de 9 ha. L'évaluation les impacts a été réalisée sur la base du plan d'implantation arrêté à juillet 2025.



Carte 2 : Plan d'implantation du projet NEOCARB LOG en juillet 2025 – source Parlym-Elyse 2025

- Des phases supplémentaires seront réalisées ultérieurement pour construire l'ensemble du projet NEOCARB.

Ces phases n'ont à ce jour aucun plan d'implantation définitif. La superficie retenue des phases suivantes est de 33,3 ha et sont considérées par ECO-MED comme de la destruction complète, pour les besoins des évaluations des impacts bruts.

Obligations Légales de Débroussaillement (OLD)

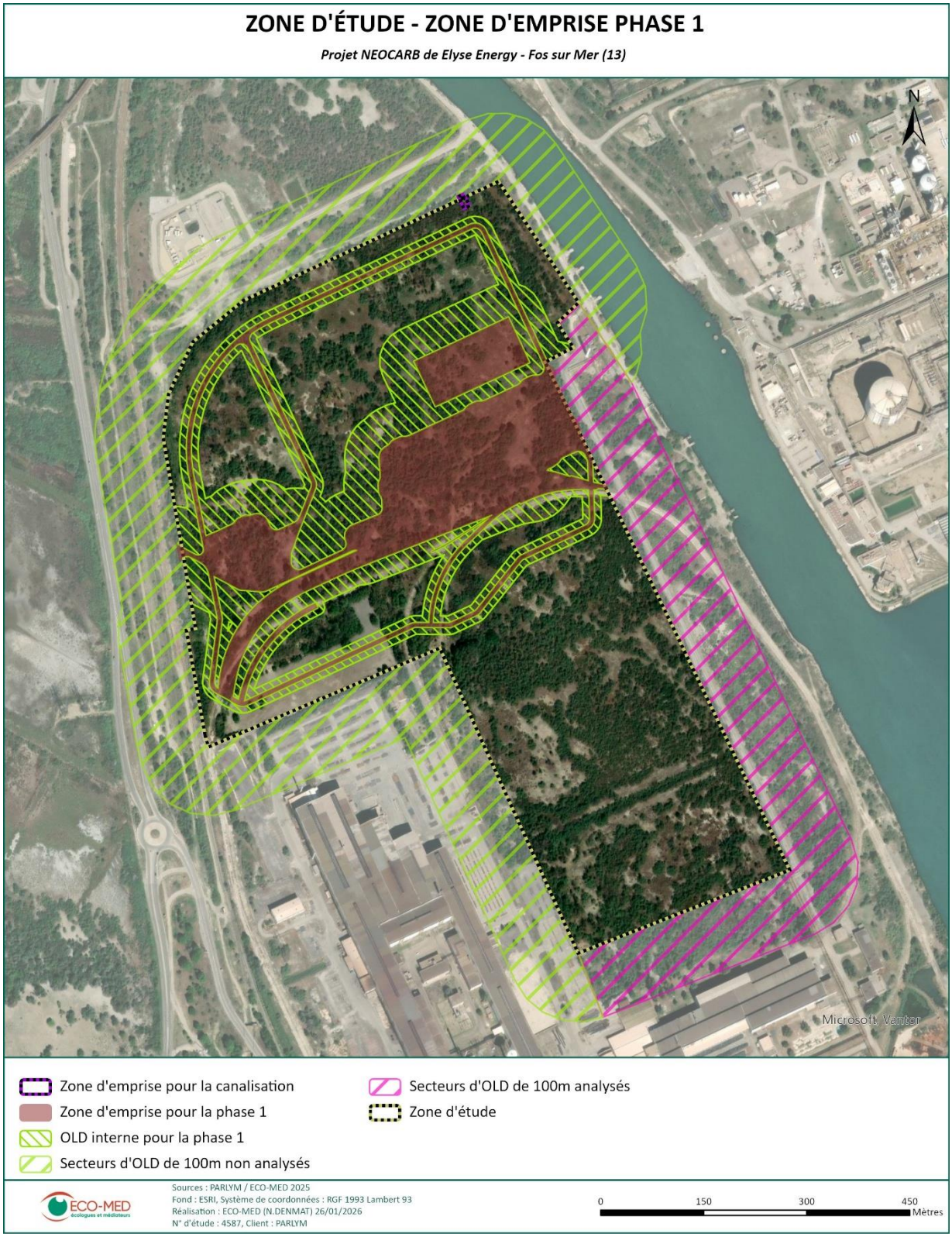
Les obligations légales de débroussaillement, selon l'Arrêté Préfectoral de 2014, sont de 50m autour des bâtiments et sont de 10m de part et d'autre des voies de circulation. Cela concerne une surface d'environ 3 ha dans la partie nord du site et au-delà de la limite de maîtrise foncière dans la moitié sud englobant des zones anthropisées goudronnées, des pistes industrielles, des voies ferrées, des bâtiments industriels ainsi que des habitats naturels : bosquets à Tamaris, pelouses psammophiles.

Des échanges entre ECO-MED et le pétitionnaire ont amené à considérer dès à présent l'emplacement des futurs bâtiments des phases suivantes. Il a été entériné de les reculer de 25 m des limites parcellaires, permettant ainsi de **réduire fortement les impacts dus à l'ouverture des OLD au sein des zones de biodiversité préservées** en les cantonnant à une zone située entre 20 et 50m des bâtiments. Au-delà de 20m, les OLD peuvent être conçues au cas par cas, en **évitant un maximum d'impacts en raisonnant par îlots** notamment.

Par ailleurs, à la suite des phases de travaux successifs, les secteurs arborés et arbustifs seront parcellaires et discontinus autour du projet NEOCARB, rendant la propriété peu sensible à l'aléa « feu ».

A l'issue d'une réunion d'échanges avec le SDIS13 le 15/09/2025, il est ressorti qu'un abattage raisonné des arbres était possible autour des bâtiments et dans le secteur préservé. Il en a découlé **la carte de principe** ci-dessous **de localisation du périmètre OLD au sein de la parcelle NEOCARB** ainsi que les secteurs d'élimination de Tamaris permettant de créer des noyaux d'arbres/arbustes éloignés les unes des autres de 3 mètres au-delà des 25m autour des bâtiments.

Nous présentons ici la carte de l'implantation finale du projet (2 phases) intégrant notamment la phase itérative de réduction des impacts (évitement de conception) présentée en Partie 4 - Mesures d'évitement.



Carte 3 : Zone d'emprise finale du projet Neocarb gloBAl – source Eco-med-Parlym-Elyse 2026

A la suite des remarques énoncées par les services instructeurs début 2026, il apparait que le projet Neocarb est désormais concerné par 2 arrêtés préfectoraux relatifs à l'application des Obligations légales de Débroussaillement. Il s'agit des arrêtés suivants :

- n° 13-2025-10-15-00008 du 15/10/2025 relatif au débroussaillement et au maintien en état débroussaillé dans les espaces exposés aux risques d'incendies de forêt ;

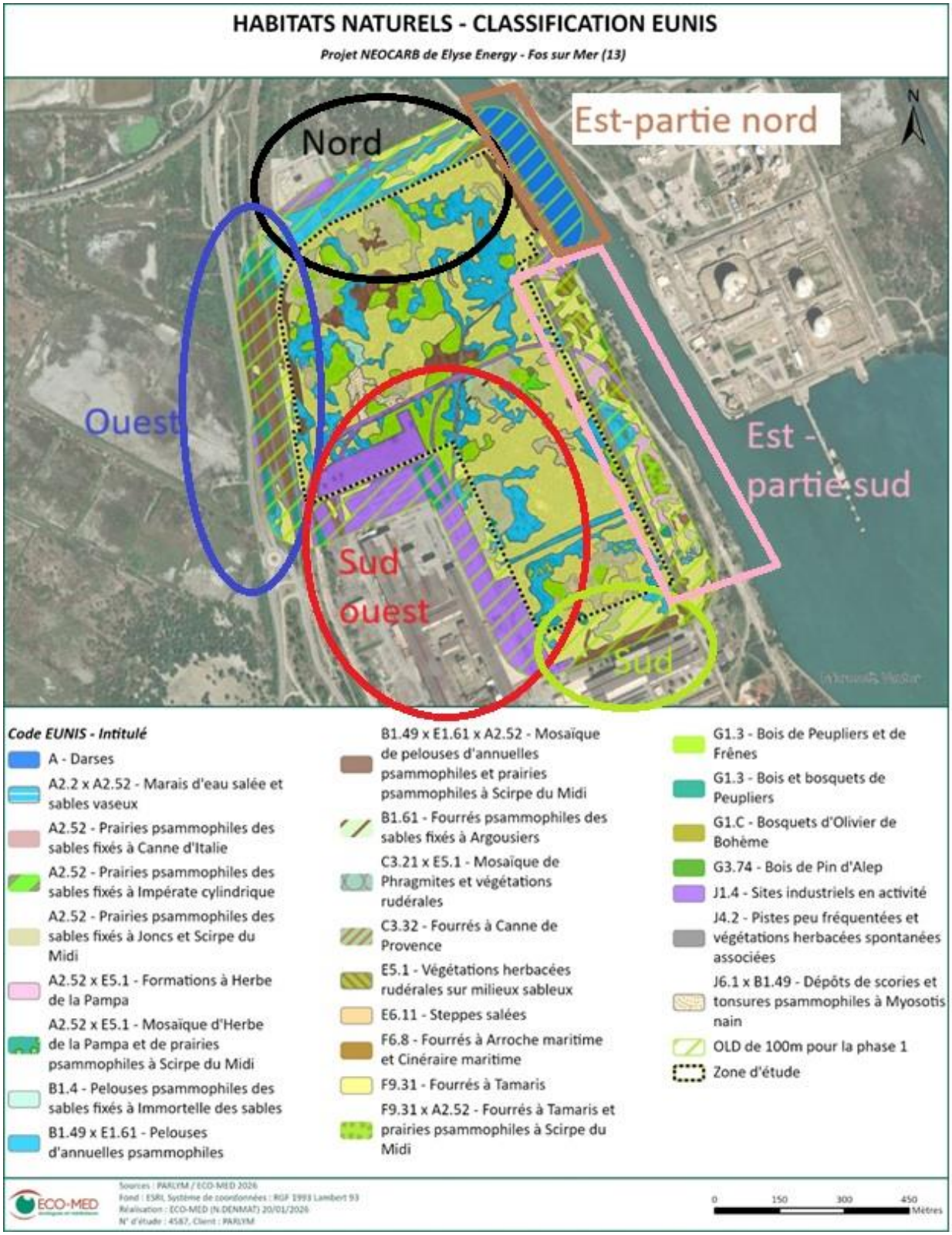
- n° 13-2019-07-12-27 du 12/07/2019 relatif à la prévention des incendies de forêt, landes, maquis et garrigues sur la zone industrielle portuaire de Fos-sur-Mer.

Ainsi, en plus des OLD intérieures au sein de la parcelle Neocarb, applicable sur une bande de 50 mètres autour des bâtiments et du chantier et de 10 mètres de part et d'autre des voies de circulation au sein du projet, des OLD extérieures à la parcelle NeoCarb de 100 mètres de large sont également applicables. Cela concerne 37,2 ha autour de la limite de propriété de NeoCarb, correspondant à près de 90% de la surface totale du Projet Neocarb Phases1+2 (42 ha).

La philosophie des OLD est de créer une ceinture de sécurité en cas de feu de forêt dans le but de se protéger, de protéger ses biens (ici protéger les installations de NeoCarb) et de faciliter l'intervention des secours.

En parallèle, les OLD ont également pour but d'empêcher la propagation d'un feu, ici, au départ de NeoCarb vers les propriétés adjacentes (à savoir Innovex au nord, la future desserte du GPMM à l'ouest et Marcegaglia au sud et sud-ouest).

Il est présenté ici la prise en compte de ces OLD de 100 mètres tout en apportant une justification quant à la présence déjà effective d'éléments pares-feux dans le périmètre considérés suffisants pour juger déjà efficiente la lutte contre les incendies autour du projet NeoCarb. Le périmètre d'OLD de 100m est analysé par secteur : Nord, Ouest, Sud-ouest, Sud et Est, dont la localisation est présentée sur la carte ci-dessous.



Carte 4 : Cartographie des habitats naturels situés dans la bande OLD de 100 mètres autour du projet NeoCarb - Sectorisation

- **Secteur Nord :**

1/ La bande d'OLD de 100 m intersecte entre 5 et 20mètres après la limite Neocarb un linéaire de pipeline géré par Natran qui entretient régulièrement la végétation ce qui crée déjà une importante césure entre Neocarb et Innovex.

Il est également à noter, qu'un secteur de flore protégée est également présent dans ce périmètre et est concerné par une mesure d'évitement d'impact proposée et validée dans le cadre du projet Innovex.

2/ entre 66 et 73 mètres après la limite Neocarb se trouvent également la piste d'accès à Innovex et son débroussaillement de 10 mètres de part et d'autre ;

3/ au-delà de 74 mètres, il s'agit de l'emprise d'Innovex concernée par un terrassement intégral.

⇨ Au regard des césures importantes de végétation arbustive et arborée dans ce secteur, les OLD de 100 mètres applicables au projet Neocarb n'ont pas de raison impérieuse d'être mises en place dans la partie nord car la propagation d'un feu venant d'Innovex ou venant de Neocarb serait annulée par les césures déjà présentes.

- **- Secteur Ouest :**

L'analyse de la bande OLD de 100 mètres dans ce secteur montre la présence :

1/ entre 0 et 30 mètres, l'intersection avec la future desserte locale du GPMM pour laquelle un entretien de 10 mètres de part et d'autre du linéaire est prévu ;

2/ entre 31 et 38, l'intersection avec la voie ferrée SNCF, en voie de réaménagement et donc d'entretien de la végétation de part et d'autre du linéaire (10m) ;

3/ entre 51 et 77 mètres, l'intersection avec une autre césure importante, liée à l'entretien de la végétation le long du linéaire de pipelines par Natran ;

4/ la route départementale RD268 est également présente en marge de la bande OLD de 100 mètres.

⇨ Au regard des césures importantes existantes et à venir dans le couvert de la végétation du secteur ouest, il apparait qu'il n'y ait pas lieu d'être la mise en place inhérente au projet Neocarb de la bande d'OLD de 100 mètres.

- Secteur Sud-ouest :

L'analyse de la bande d'OLD de 100 mètres indique la présence quasi-exclusive du site industriel en activité de Marcegaglia composé dans le périmètre concerné de surfaces artificialisées planes non végétalisées.

⇨ La propagation d'un feu devient très peu probable voire impossible dans ce secteur.

- Secteur Sud :

L'analyse des habitats présents dans la bande OLD 100 mètres montre :

1/ entre 0 et 74 mètres de la limite Neocarb, la présence d'un secteur caractéristique de zone humides (Fourrés à Tamaris), encadré par des surfaces artificialisées planes côté ouest, d'une césure de 25 mètres et du site industriel de Marcegaglia côté sud et d'une piste d'une dizaine de mètres de large créant une nouvelle césure.

2/ entre 74 et 100 mètres un secteur de césure (OLD de l'usine Marcegaglia).

Au regard des éléments présentés dans ce secteur, la zone comprend des habitats arbustifs à Tamaris complètement enclavés dans un tissu industriel sans végétation, ou à végétation entretenue régulièrement. Ceci n'est pas susceptible en l'état de favoriser des incendies. C'est pourquoi la création des OLD de 100 mètres dans ce secteur ne semble pas pertinent.

- secteur Est :

La partie nord, concernant un quart de la bande OLD de 100 mètres à l'est est quasi-exclusivement incluse dans la darse. Seule une bande étroite à végétation basse est concernée, donc pas concernée par une ouverture des OLD.

La partie sud est composée de milieux naturels donc une portion non négligeable d'habitats de zones humides arbustifs (Tamaris). Ce secteur est encadré par Neocarb au nord et à l'ouest, de la darse à l'est et du site industriel au sud avec des zones industrielles planes et une voie ferrée industrielle concernée par un débroussaillement d'entretien de part et d'autre du linéaire ferroviaire effectué par Marcegaglia.

Ainsi, il apparait que cette zone naturelle est enclavée dans un secteur où la propagation de feu ne peut se faire au-delà de la zone naturelle en question, elle-même n'étant pas génératrice de feu. Un incendie entrainerait la seule destruction de cette zone, qui serait presque autant détruite si on lui appliquait les OLD de 100 mètres.

Par ailleurs, cette zone naturelle est aussi d'ores et déjà concernée par une mesure d'évitement dans le cadre du projet Mistral porté par Marcegaglia en tant que zone naturelle présentant des enjeux faune, flore et zone humide.

⇨ L'application des OLD 100 mètres ne semble pas pertinente dans le secteur est.

Pour conclure sur les OLD de 100 mètres, la pertinence de leur application ne semble pas vérifiée grâce à la présence déjà effective de pares-feux dans la bande OLD concernée. Cela permettrait d'éviter des impacts supplémentaires sur les milieux naturels, la faune, la flore et les zones humides par une réflexion au cas-par-cas sur le risque incendie.

Dans le cadre de l'évaluation des impacts pour la phase 1+ OLD, il a été pris en compte les secteurs sud et est des OLD de 100 mètres car ils apparaissent comme les plus végétalisées et avec le moins de césures, s'il advenait que ces OLD de 100 mètres soient indispensables à réaliser.

L'ensemble des impacts pour la phase 1 et les OLD est dans le présent dossier à la suite des impacts au niveau global du projet NeoCarb phases1+2. Les impacts OLD 100m ont été *maximisés* dans les calculs de surfaces.

Raccordement au réseau RTE de NEOCARB

Une étude d'impacts sera réalisée sur ce projet de raccordement afin de mesurer les éventuelles incidences complémentaires liées au projet NEOCARB. Toutefois, à ce jour, cette étude n'est qu'en phase préliminaire et ne donnera ses résultats qu'en 2026.

La phase NEOCARB LOG ne faisant pas l'objet du raccordement**, les résultats de l'étude d'impacts du raccordement RTE seront intégrés en complément du dépôt de dossier des phases ultérieures de NEOCARB**.

Par ailleurs, le raccordement RTE est prévu comme souterrain, sous la future desserte du môle central, ses impacts sont dès à présent considérés comme faibles, sous réserve des conclusions qui seront apportées à l'étude appropriée, courant 2026.



Carte 5 : Carte de l'aire d'étude élargie relative à l'étude d'impacts du raccordement au réseau RTE

1.3. Aires d'étude

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

- **Zone d'emprise du projet** : la zone d'emprise du projet se définit par rapport aux limites strictes du projet (limites physiques d'emprise projetées incluant la phase de chantier et les accès). A ce stade du dossier, les zones d'emprises sont fixées. Elles pourraient être en partie modifiées à moyen terme en fonction de l'évolution des processus industriels des phases suivantes ;
- **Zone d'étude** : correspond à la zone minimale prospectée par les experts. Il y a ainsi autant de zones d'étude que de groupes biologiques étudiés. En effet, chaque zone d'étude est définie au regard des fonctionnalités écologiques du groupe biologique étudié ;
- **Zone d'étude élargie** : correspond à la zone d'étude agrandie pour certains compartiments biologiques à large rayon de déplacement (chiroptères, oiseaux)

Attention : Par souci de lisibilité, une seule zone d'étude est présentée sur nos cartes, elle correspond à la **zone prospectée minimale commune à tous les groupes biologiques étudiés**. Chaque groupe biologique a été étudié, *a minima*, sur l'ensemble de cette zone cartographiée. Ainsi, des espèces observées hors de cette zone prospectée minimale peuvent être représentées, correspondant aux observations effectuées par les experts lors de leurs prospections.

2. METHODE D'INVENTAIRE ET D'ANALYSE

2.1. Recueil préliminaire d'information

L'analyse du contexte environnemental nécessite une recherche bibliographique auprès des sources de données de l'Etat ou autres institutions spécialisées. Le tableau ci-dessous récapitule les principales sources consultées :

Tableau 1 : Sources de données consultées

Structures		Objet de la consultation	Résultats de la demande
ECO-MED		Base de données interne	Données à proximité de la zone d'étude
InfoTerre		Base de données en ligne http://infoterre.brgm.fr	Carte géologique
			Dossiers du sous-sol BSS
			Données Eaux – Masses d'eau souterraine
			Site et sols (potentiellement) pollués
Géoportail		Base de données en ligne https://www.geoportail.gouv.fr/carte	Carte des sols
Géorisques		Base de données en ligne https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/	Inondations par remontée de nappes
BD Topage		Base de données téléchargeable https://geo.data.gouv.fr/	Réseaux hydrographiques
Réseau Partenarial des Données sur les Zones Humides		Base de données en ligne http://sig.reseau-zones-humides.org/	Prélocalisation des zones humides (2023)

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

La qualification et les compétences des écologues d'ECO-MED étant intervenus lors de cette mission d'inventaires complémentaires sont présentées en **Annexe 4.**

Tableau 1. Dates des prospections de la zone d'étude

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Nombre de passages	Durée des passages	Terrain	Rédaction
Flore/ Habitats naturels	Thomas CROZE Olivier JONQUET Romain BARTHELD Adrien ROLLAND (NATURALIA)	28/03/2018	15 passages	-	X	-
		12/04/2018				
		13/04/2018				
		18/05/2018				
		13/09/2018				
		22/02/2019				
		09/04/2019				
		10/04/2019				
		05/03/2020				

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Nombre de passages	Durée des passages	Terrain	Rédaction
		09/03/2020				
		05/03/2021				
		13/04/2021				
		09/06/2021				
		02/07/2021				
		09/09/2021				
	Lucie CHASTEL	25 mars 2024 (D)	8 passages diurnes	J	X	X
		28 mars 2024 (D)		J		
		29 avril 2024 (D)		J		
		30 avril 2024 (D)		J		
		17 mai 2024 (D)		J		
		17 juin 2024 (D)		J		
		18 juin 2024 (D)		J		
		19 juin 2024 (D)		J		
	Sébastien FLEURY	28 mars 2024 (D)	1 passage diurne	J	X	X
Zones humides	Thibault VEYRET Cécile SERBOURCE Héloïse CELERIER (NATURALIA)	17/04/2019	5 passages diurnes	-	X	-
		29/04/2019				
		30/04/2019				
		7 et 8 avril 2021				
	Solène LODOVICHETTI	30 avril 2024 (D)	1 passage diurne	J	X	-
	Mathis BOUCAUD	30 avril 2024 (D)	1 passage diurne	J	X	X

2.3. Méthodologie employée pour la délimitation des zones humides

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

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

2.3.1. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation relatif aux habitats

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

- Si l'habitat est coté « H. », alors la surface occupée par cet habitat est considérée comme caractéristique des zones humides.

- Si l'habitat est coté « p. » ou ne figure pas dans la liste (« - »), alors il n'est pas possible de conclure sur la nature humide de l'habitat, une expertise des sols ou des espèces végétales conformément aux modalités énoncées à l'annexe 2.1 de l'arrêté est nécessaire pour statuer sur le caractère humide.

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

L'étude des espèces végétales a été réalisée selon la méthodologie décrite en annexe 2.1 de l'arrêté du 24 juin 2008, à une période propice à l'identification d'un maximum d'espèces végétales.

Les relevés ont été effectués sur des placettes positionnées de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide. Pour chaque placette, une liste des espèces dominantes est dressée selon le protocole suivant :

- Identification des strates de végétation présentes : Arborée (A), arbustive (a), herbacée (h) ;
- Choix du rayon de la placette :

Strates de végétation présentes	Rayon de la placette
A + a + h	12 pas
A + a	12 pas
A + h	12 pas
a + h	6 pas
A	12 pas
a	6 pas
h	3 pas

- Pour chaque strate :
  - Noter le pourcentage de recouvrement des espèces et les classer par ordre décroissant ;
  - Sélectionner les espèces pour lesquelles le pourcentage de recouvrement cumulé permet d'atteindre 50% du recouvrement total de la strate ;
  - Ajouter les espèces ayant un taux de recouvrement supérieur à 20% ;
- Regrouper les listes obtenues pour chaque strate et examiner leur caractère hygrophile à l'aide de la liste des espèces indicatrices de zones humides mentionnée à l'annexe 2.1.2 de l'arrêté.

Pour chaque placette étudiée, le site est qualifié de zone humide au sens de la réglementation si au moins 50% des espèces de la liste des espèces dominantes sont caractéristiques de zones humides.

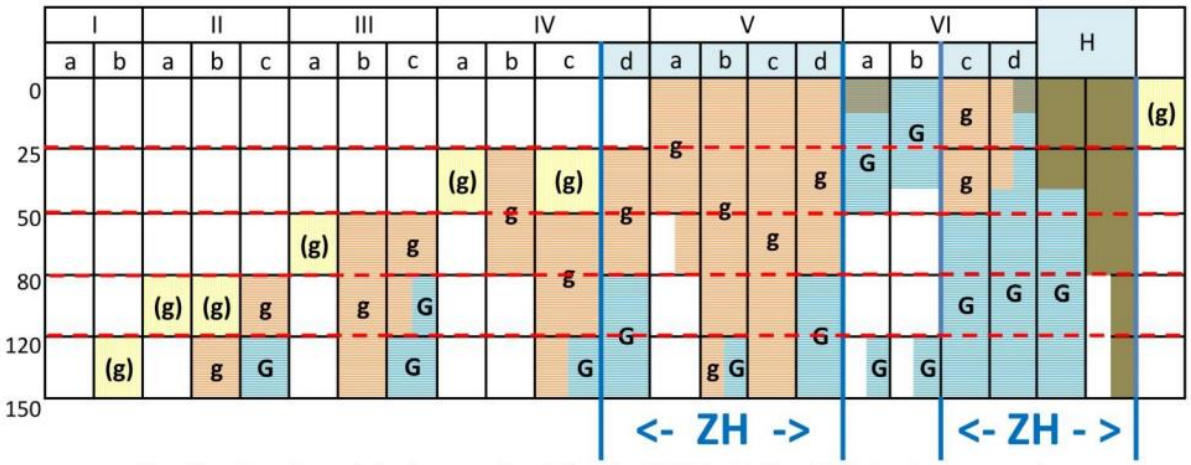
2.3.3. Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique

Les sondages pédologiques ont été réalisés avec une tarière à main de 7 cm de diamètre et jusqu'à une profondeur de 1,20 mètre si cela était possible. A chaque sondage pédologique est attribuée une classe d'hydromorphie d'après les classes définies par le groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée (GEPPA, 1981 ; modifié). Un sol est considéré comme caractéristique de zone humide s'il présente :

- un horizon histique (ou tourbeux) débutant à moins de 50 cm de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 cm : classes « H » du GEPPA ;
- des traits réductiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol : classes VI c et d du GEPPA ;
- des traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur : classes V a, b, c et d du GEPPA ;
- des traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et des traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 cm de profondeur : classe IVd du GEPPA ;

Les sondages ont été réalisés dans un premier temps, dans les zones basses, à faible pente et à proximité des secteurs en eau, davantage favorables aux traits d'hydromorphie que les autres zones. L'examen du sol a été effectué ensuite, si nécessaire, à l'aide de sondages positionnés de part et d'autre de la frontière supposée de la

zone humide ou de la partie de la zone humide concernée par le projet en suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. La répartition, la localisation précise ainsi que le nombre de sondages ont été définis en fonction de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec *a minima* un sondage par secteur homogène du point de vue des conditions du milieu naturel (conditions mésologiques).



Classification des sols hydromorphes (d'après GEPPA, 1981 - ALFA Environnement)

2.3.4. Délimitation finale des zones humides

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

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

In fine, cette expertise permet de réaliser une cartographie des zones humides avérées pour ensuite caractériser finement les impacts du projet sur ces milieux.

L'analyse suivante s'appuie en partie sur l'étude d'Ascofield menée par Naturalia Environnement en 2022. Les informations concernant le contexte environnemental, les habitats naturels et semi-naturels et les résultats des délimitations zones humides, basées sur le critère de la végétation **sont directement extraits ou s'appuient de ce rapport.**

3. CADRE REGLEMENTAIRE

3.1. Rubrique 3.3.1.0 du Code de l'Environnement

Dans le cas d'un impact direct ou indirect sur les zones humides, le porteur de projet doit soumettre celui-ci à l'application de la Loi sur l'eau au regard de la rubrique 3.3.1.0. : Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais (article R. 214-1 du code de l'environnement), à savoir :

- Dossier de déclaration : Si la surface impactée des zones humides par le projet est supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha.
- Dossier d'Autorisation Environnementale : Si la surface impactée des zones humides par le projet est supérieure à 1 ha.

Un assèchement, une mise en eau, une imperméabilisation ou un remblai de zones humides **de moins de 0,1 ha n'est pas soumis à la réglementation, sauf si le cumul avec des opérations antérieures réalisées par le même demandeur, dans le même bassin versant, dépasse ce seuil.**

3.2. SDAGE Rhône Méditerranée 2022-2027

Conformément au Code de l'environnement et à la politique du bassin en faveur des zones humides, les services de l'État s'assurent que les projets soumis à autorisation ou à déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-6 du Code de l'environnement et les projets d'installations classées pour la protection de l'environnement soumis à autorisation au titre de l'article L. 511-1 du même code sont compatibles avec l'objectif de préservation des zones humides.

La conduite de la séquence ERC doit s'appuyer sur une délimitation précise de la zone humide impactée, par le porteur de projet, et sur une caractérisation de la zone humide qui inclut une analyse de son rôle et intérêt patrimonial par rapport à la biodiversité, des fonctions qu'elle assure et des services rendus en termes de préservation de la ressource en eau et de gestion des risques d'inondation (soutien des débits d'étiage, contribution au maintien et l'amélioration de la qualité de l'eau, diminution de l'intensité des crues), ainsi que des autres bénéfices socioéconomiques.

Les éventuelles mesures compensatoires peuvent viser la restauration de fonctions hydrologiques, biogéochimiques ou biologiques altérées, la réhabilitation de fonctions disparues, voire la création d'habitats humides lorsque les conditions physiques et biologiques naturelles du site d'implantation s'y prêtent. Ces mesures doivent être compatibles avec les mesures de gestion déjà définies et mises en œuvre pour préserver l'espace de bon fonctionnement et les fonctions des zones humides concernées.

Dans ce cadre, lorsque la réalisation d'un projet conduit à la disparition d'une surface de zones humides ou à l'altération de leurs fonctions, les mesures compensatoires prévoient la restauration de zones humides existantes dégradées voire fortement dégradées. **Cette compensation doit viser une valeur guide de 200% au titre de la disposition 6B-03 du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée (2022-2027)** avec (1) une compensation minimale à hauteur de 100% de la surface détruite, par la restauration de zone humide fortement dégradée, en visant des fonctions équivalentes à celles impactées par le projet, et en cohérence avec l'exigence réglementaire d'équivalence écologique et (2) une compensation complémentaire par l'amélioration des fonctions de zones humides partiellement dégradées.

3.3. Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE)

Le projet n'est soumis à aucun Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).

4. METHODE NATIONALE D'EVALUATION DES FONCTIONS DES ZONES HUMIDES

4.1. Principe général et objectifs

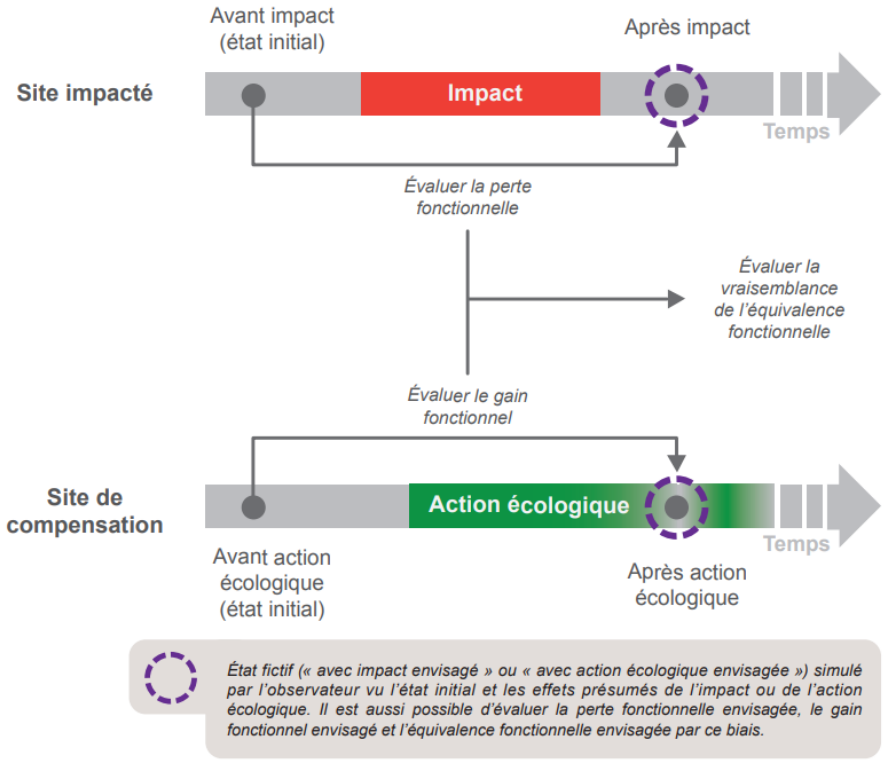
Les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et biologiques des zones humides sont souvent mises en avant dans les politiques publiques de préservation des milieux naturels. Face à ce constat, les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) 2016-2021 puis 2022-2027 prescrivent désormais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

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

Cette méthode, intégrant les informations relevées durant l'évaluation sur le site impacté et le site de compensation d'un projet d'aménagement, se structure en trois étapes :

- Le diagnostic de contexte permet de vérifier que les conditions sont bien réunies pour que l'équivalence fonctionnelle puisse être évaluée avec cette méthode et ainsi orienter le choix d'un site de compensation ;
- L'interface de dimensionnement permet d'attribuer un ratio fonctionnel au projet d'aménagement tenant compte de la faisabilité technique de la mesure de compensation et du délai pour obtenir son résultat ;
- Le diagnostic fonctionnel permet d'apprécier l'intensité probable de chaque fonction par l'intermédiaire d'une batterie d'indicateurs.

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



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

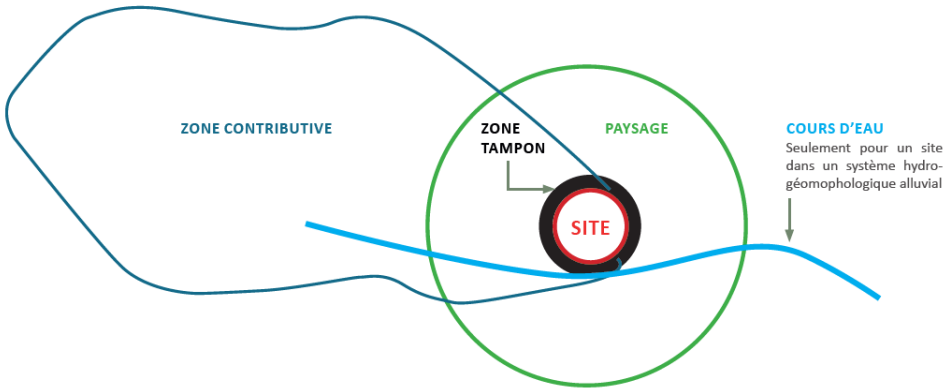
4.2. Données nécessaires à l'évaluation des fonctions

L'évaluation d'une zone humide est réalisée en tenant compte des propriétés intrinsèques du site (en zone humide) et également de son environnement (aussi appelé « périmètre élargi » par TRUCHON *et al*., 2020). En effet, la nature et l'intensité des fonctions résultent des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de la zone humide, de sa position au sein du bassin versant, du paysage environnant, de son système hydrogéomorphologique et de leurs interactions.

4.2.1. Informations collectées sur l'environnement du site impacté et du site de compensation

Quatre zones sont distinguées pour évaluer l'environnement de la zone humide :

- La zone contributive : espace collectant l'ensemble des écoulements et donc l'ensemble des flux hydro-sédimentaires, de nutriments, de polluants et biologiques.
- La zone tampon : espace immédiat (50 mètres autour de la zone humide) « filtrant » les flux hydro-sédimentaires et biogéochimiques en provenance de la zone contributive.
- Le paysage : périmètre de 1km autour de la zone humide
- Et aussi éventuellement le cours d'eau associé.



Zones prises en compte pour évaluer les fonctions des zones humides

Tableau 2. Informations à renseigner sur l'environnement du site

Zone concernée	Informations à renseigner dans l'évaluation
Zone contributive	Superficie, périmètre, occupation du sol
Zone tampon	Espèces végétales invasives, présence de sources, fossés, drains souterrains
Paysage	Superficie, proportion en habitats EUNIS niveau 1, corridors boisés, aquatiques et infrastructures (transports, lignes HT, parcs éoliens, puits de captage)
Cours d'eau associé	Sinuosité, distance au lit mineur, incision du lit mineur

4.2.2. Informations collectées au sein du site impacté et du site de compensation

Les paramètres mesurés au sein des sites impactés et de compensation sont nombreux et ne seront pas détaillés ici. Ils permettent d'alimenter une série d'indicateurs que l'on peut classer en 5 catégories ou « indicateurs génériques » : le couvert végétal, les systèmes de drainage, l'érosion, le sol et les habitats.

L'ensemble de ces informations sont nécessaires afin d'élaborer le diagnostic de contexte, le diagnostic fonctionnel et la mesure de compensation.

4.3. Le diagnostic de contexte

Il consiste à vérifier que le site impacté « avant impact » et le site de compensation « après action écologique » présentent un contexte similaire en amont de l'évaluation de leurs fonctions. Les cinq conditions à respecter comportent à la fois des éléments relatifs à l'environnement des sites et des caractéristiques intrinsèques :

- Appartenance à la même masse d'eau de surface
- Même système hydrogéomorphologique
- Habitats naturels similaires entre le site impacté « avant impact » et le site de compensation « après action écologique »
- Pressions anthropiques similaires dans la zone contributive
- Paysage similaire

Ces conditions constituent un guide pour le choix d'un potentiel site de compensation. Si elles ne sont pas remplies, alors le projet d'aménagement s'écarte des principes édictés par le code de l'environnement.

4.4. Dimensionnement de la mesure de compensation et ratio fonctionnel

La méthode inclue une interface de dimensionnement permettant de définir le ratio fonctionnel du projet d'aménagement. **Le ratio fonctionnel** correspond à un facteur d'ajustement du dimensionnement selon la faisabilité technique de la mesure de compensation, le délai pour obtenir son résultat et selon son environnement. Le ratio fonctionnel diffère du ratio surfacique préconisé par un SDAGE. En pratique, concernant le ratio fonctionnel il s'agit de vérifier que le dimensionnement de la compensation est satisfaisant au regard des caractéristiques de l'action écologique prévue.

L'utilisation de l'interface de dimensionnement de la mesure de compensation inclut 3 étapes :

- Définition d'un intervalle de variation du ratio fonctionnel par les parties prenantes :
- Qualification de la mesure de compensation à l'aide des critères du site de compensation « avant action écologique et « après action écologique envisagée », en intégrant les problématiques liées au délai d'obtention des résultats et de faisabilités techniques des mesures ;
- Choix du ratio fonctionnel après requalification éventuelle.

Le ratio fonctionnel octroyé au projet est une donnée nécessaire à l'étape finale du diagnostic fonctionnel : l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle entre les pertes sur le site impacté et les gains sur le site de compensation.

Le ratio fonctionnel et le ratio surfacique préconisé par les SDAGE ne se substituent pas l'un à l'autre, ils sont des VALEURS GUIDES pour l'obtention de compensations qualitatives et optimisées.

4.5. Le diagnostic fonctionnel

Il consiste à quantifier et à qualifier les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques rendues par les zones humides, au regard des éléments mesurés dans le site et son environnement.

Le diagnostic fonctionnel sur le site impacté permet d'une part d'identifier les fonctions dites « prioritaires », c'est-à-dire les fonctions associées à de forts enjeux territoriaux.

Puis, en simulant les impacts du projet sur le site impacté et les effets des actions écologiques sur le site de compensation, il est possible de qualifier et quantifier les pertes fonctionnelles sur le site impacté et les gains fonctionnels envisagés sur le site de compensation.

Enfin, l'équivalence fonctionnelle entre les pertes sur le site impacté et les gains sur le site de compensation pourra être évaluée, en intégrant le ratio fonctionnel octroyé au projet obtenu dans l'interface de dimensionnement. L'équivalence fonctionnelle devra être obtenue pour un nombre suffisant d'indicateurs associés aux fonctions prioritaires.

4.5.1. Nature des fonctions et sous-fonctions étudiées

Les fonctions et sous-fonctions étudiées, adaptées aux particularités locales des zones humides étudiées, sont les suivantes :

Tableau 3. Fonctions et sous-fonctions étudiées par la MNEFZH v2

Fonctions	Sous-fonctions	Indicateurs génériques
Hydrologique	Atténuation du débit de crue*	Couvert végétal, Système de drainage, érosion, sol et habitats
	Ralentissement des ruissellements	
	Recharge des nappes	
	Rétention des sédiments	
	Soutien au débit d'étiage**	
Biogéochimique	Dénitrification	Couvert végétal, Système de drainage, érosion, sol et habitats
	Assimilation végétale de l'azote	
	Adsorption et précipitation du phosphore	
	Assimilation végétale des orthophosphates	
	Séquestration du carbone	
Ecologique	Support des habitats	Habitats
	Connexion des habitats	

* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier,
** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression

La méthode utilise une série d'indicateurs pour évaluer les différentes fonctions et sous-fonctions des zones humides. Ces indicateurs, dont le nombre varie selon la configuration des zones humides, sont alimentés à partir d'éléments mesurables de l'environnement. L'intensité d'une sous-fonction est évaluée en analysant l'ensemble des indicateurs qui lui sont associés :

- Pour les fonctions hydrologique et biogéochimique, les indicateurs peuvent inclure le couvert végétal, la présence de drains et la qualité du sol.
- Pour la fonction écologique, les indicateurs peuvent inclure la diversité des espèces et l'état de conservation des habitats.

Une valeur d'un indicateur élevée signifie généralement que la fonction évaluée par cet indicateur est performante ou bien maintenue.

La valeur des indicateurs **évalués dans le site** renseigne sur la **capacité fonctionnelle du site**, c'est-à-dire sa capacité à réaliser les fonctions associées. **Ce sont ces indicateurs évalués dans le site qui interviennent dans l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle.**

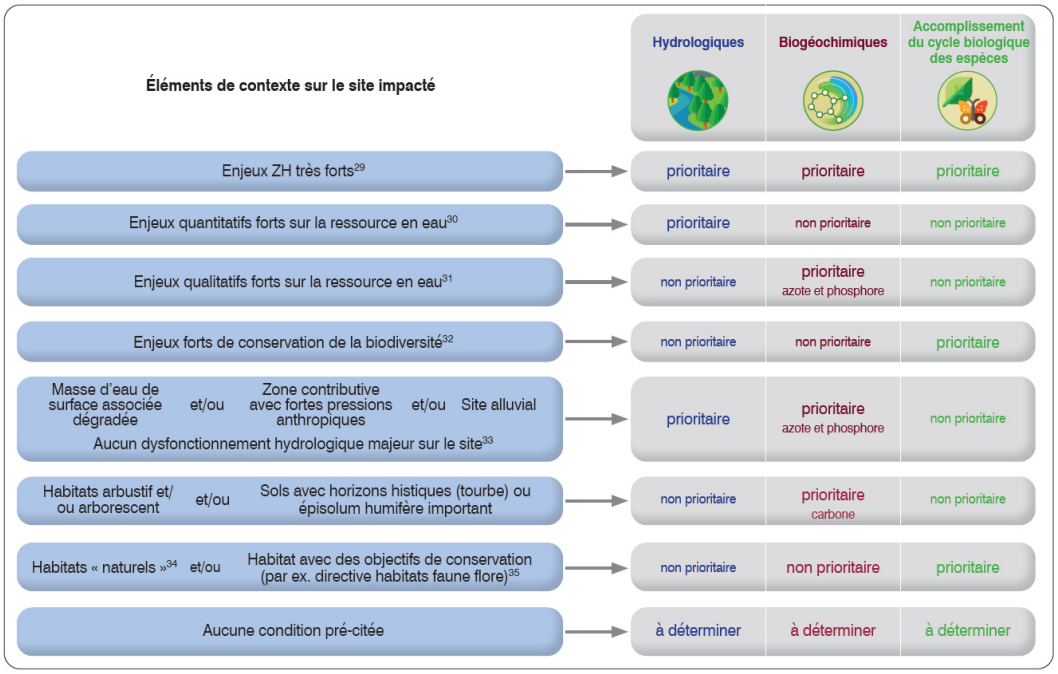
En revanche, les indicateurs relevés **dans l'environnement du site** renseignent sur l'opportunité pour un site d'accomplir ses fonctions : **c'est l'opportunité fonctionnelle**. Ces indicateurs évalués dans l'environnement du site n'interviennent pas dans l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle. En revanche, ils orientent **le choix les fonctions à prioriser.**

L'ensemble des indicateurs et les fonctionnalités auxquelles ils se rapportent sont présentés en Annexe 1 (indicateurs mesurés dans le site) et en Annexe 2 (indicateurs mesurés dans l'environnement du site).

4.5.2. Identification des fonctions prioritaires

Dans le cadre d'une mesure de compensation des zones humides, observer une équivalence fonctionnelle sur tous les indicateurs est improbable à la vue de leur nombre et de la complexité des interactions indicateurs-fonctions. En effet, un indicateur présentant une valeur élevée peut être favorable à la réalisation d'une sous-fonction mais défavorable à une autre.

Il est donc nécessaire d'identifier les fonctions prioritaires, associées à de forts enjeux territoriaux. Les éléments à prendre en compte pour identifier ces fonctions figurent sur le schéma ci-dessous.



29 : *ZHIEP, ZSGE, ZH d'intérêt majeur, Ramsar, ZH remarquables SDAGE, ZH prioritaires SAGE…*

30 : *Inondations sur tête de BV, vallée alluviale, urbaine ou péri-urbaine, zones de répartition des eaux (article R211-71 du CE), BV avec sécheresse, AEP (captages)…*

31 : *Pollution diffuse (secteur dégradé nitrate et/ou PPP), AEP (captages), BV avec forte érosion des sols, pollutions ICPE, urbaine, STEP…, qualité d'eau en tête de bassin versant…*

32 : *Trame verte et bleue, espaces naturels protégés ou gérés (Natura 2000, RN, APPB, propriétés du conserv. du litt, PN,…), espèces protégées (L. 411-1 du CE, …).*

33 *: Voir par ex. les indicateurs sur les systèmes de drainage, l'érosion.*

34 *: Voir par ex. les indicateurs sur la rareté de l'artificialisation des habitats, la rareté des invasions biologiques végétales.*

35 *: Voir Guide EUNIS pour vérifier des objectifs de conservation (Gayet* et al., *2018b).*

Eléments de contexte non exhaustif sur le site impacté pour identifier les fonctions prioritaires
Source : Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, V2

L'évaluation de l'opportunité fonctionnelle pour le site de réaliser ses fonctions vis-à-vis des caractéristiques de son environnement et de la capacité du site à effectivement réaliser ses fonctions permet d'identifier les fonctions prioritaires sur lesquelles portera l'analyse de l'équivalence fonctionnelle.

Le choix des fonctions à prioriser intègre également des données de contexte qui ne rentrent pas dans le calcul des indicateurs et des sous-fonctions (zones humides d'intérêt majeur, la position de la zone humide dans le bassin versant et les pollutions diffuses, les trames vertes et bleues, les espèces protégées, les espaces naturels à statuts etc…).

4.5.3. L'équivalence fonctionnelle

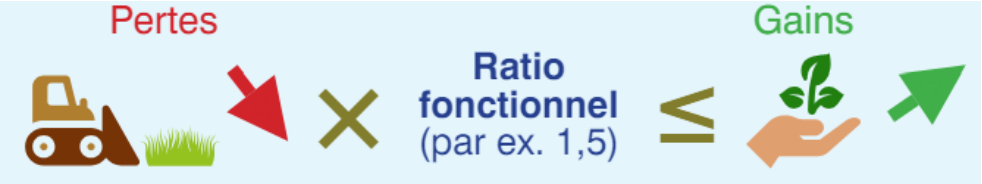
A l'issue de l'analyse, la méthode permet de quantifier les pertes fonctionnelles sur une zone humide impactée et les gains fonctionnels envisagés (avec ou sans équivalence fonctionnelle) sur un site de compensation.

Une **perte fonctionnelle** est une situation où l'on observe, sur le site impacté, une diminution de la valeur d'un indicateur entre les états « avant impact » et « avec impact envisagé » (ou « après impact »). Cela indique la régression de l'intensité des sous-fonctions associées.

Un **gain fonctionnel** est une situation où l'on observe, sur le site de compensation, une hausse de la valeur d'un indicateur entre les états « avant action écologique » et « avec action écologique envisagée » (ou « après action écologique »). Cela indique la progression de l'intensité des sous-fonctions associées.

L'équivalence fonctionnelle se définit par la situation où le gain fonctionnel sur le site de compensation est supérieur ou égal au ratio fonctionnel multiplié par la perte fonctionnelle attendue sur le site impacté.

L'équivalence fonctionnelle est évaluée en comparant uniquement les indicateurs évalués dans le site, les indicateurs dans l'environnement du site apportent seulement des éléments de contexte qui orientent sur le choix des fonctions prioritaires.



Intervention du ratio fonctionnel pour évaluer l'équivalence fonctionnelle
Source : Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, V2

La mesure de compensation associée au projet d'aménagement sera jugée satisfaisante si l'équivalence fonctionnelle est obtenue sur suffisamment d'indicateurs associés aux fonctions prioritaires identifiées.

NB : Le guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides – version 2 ne précise pas le nombre d'indicateurs pour lesquelles l'obtention de l'équivalence fonctionnelle est attendue. Les retours d'expérience par suite de l'utilisation de cette méthode suggèrent de fixer comme objectifs l'obtention de l'équivalence fonctionnelle pour **2 à 3 indicateurs associés aux sous-fonctions prioritaires et pour au moins un indicateur par sous-fonction secondaire.**

PARTIE 2 : DIAGNOSTIC DES ZONES HUMIDES

1. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

- **Analyse diachronique**

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

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

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

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

Dans les années 70, la darse contre laquelle s'appuie l'actuelle aciérie voit le jour. Dès cette période, le golfe connaît une restructuration industrielle. La darse et les plateformes associées ont lourdement affecté le paysage sur l'aire d'étude. Les horizons de sol y ont été complètement déstructurés (mélangeant sables, limons, poudingue et calcaires) et des apports importants de terres extérieures ont remblayé massivement le paysage naturel. Des grandes surfaces d'habitats ont donc disparus en quelques décennies et l'écocomplexe local en a donc été fortement affecté. Actuellement, les pollutions (matérielles, chimiques, biologiques, sonore, visuelles, olfactives, etc.), le renforcement du tissu industriel et tous les effets induits continuent encore d'accabler la biodiversité du le secteur et de l'aire d'étude. On aperçoit malgré tout une résilience vers des habitats très secondaires permettant de soutenir une partie de la biodiversité ayant réussi à se maintenir.



Carte 6 : Evolution du site d'étude, entre 1950 et aujourd'hui (source : IGN)

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

- **Contexte géologique**

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

Comme expliqué précédemment, le sol de la zone d'étude correspond à des remblais de sédiments (sables) dragués lors du creusement des bassins à l'intérieur du port de Fos-sur-Mer (darse 1) dans les années 1970 puis le canal de navigation terminé début des années 1980. Ces sables ont été déposés sur des milieux naturels composés essentiellement de prés salés, sansouïres et de plans d'eau. **Avant les aménagements anthropiques, le secteur était composé, à l'image de la Camargue, de zones humides.**

- **Contexte hydrologique et hydrogéologique**

La zone d'étude est située le long de la Darse 1 et du canal de navigation de Fos au Rhône. Des roubines circulent également sur le site en étant connectées à la darse ou longeant l'ouest de la zone d'étude. Ces milieux peuvent aussi bien alimenter la zone humide lors des périodes de hautes eaux que jouer un rôle de drains pendant les périodes sèches, l'eau s'évacuant de la zone humide aux zones basses.

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

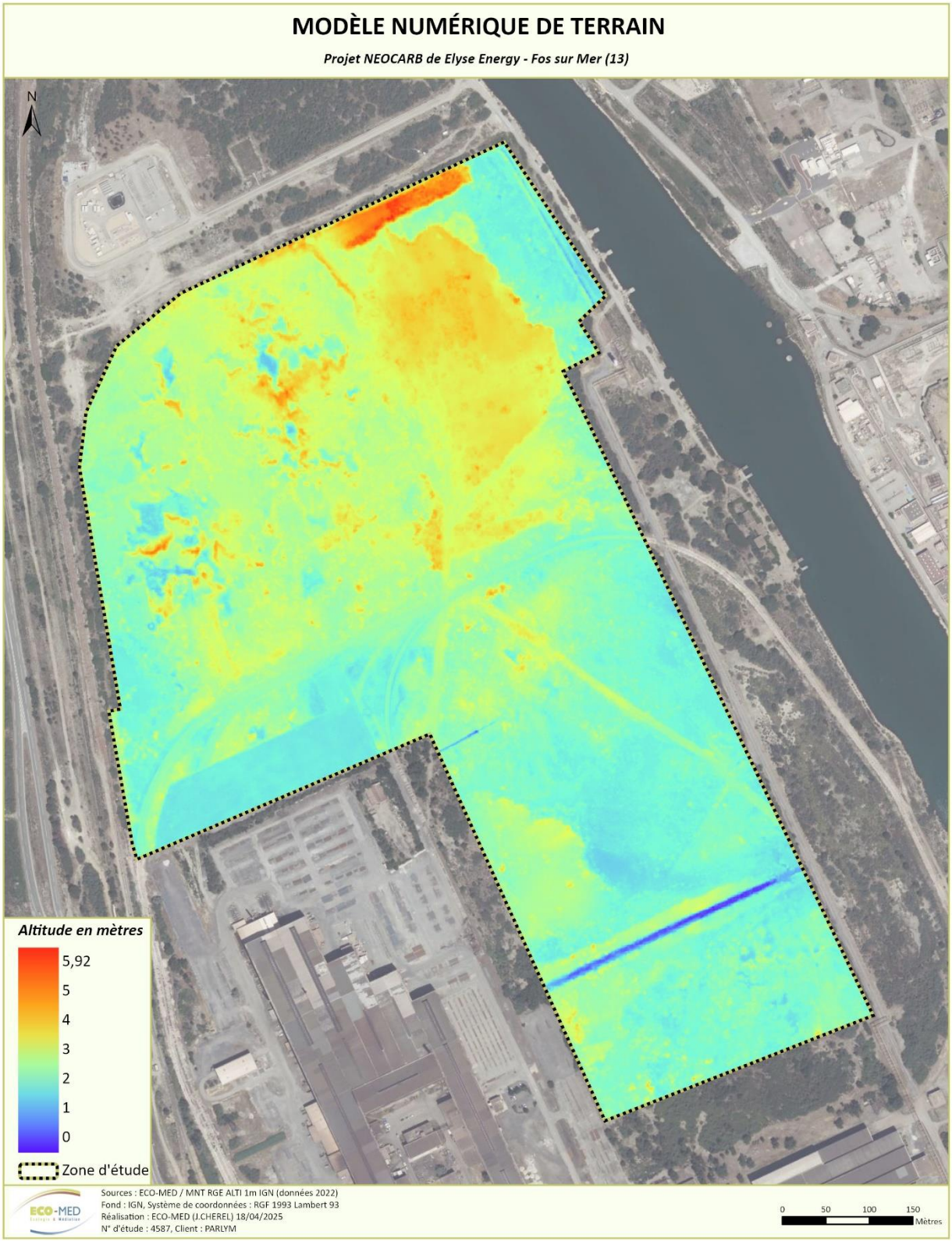
Pour finir, la zone d'étude serait en relation avec la masse d'eau libellé « Limons et alluvions quaternaires du Bas Rhône et de la Camargue » (code FRDG504). C'est une nappe classée majoritairement libre, en « Frange littorale avec risque d'intrusion saline ».

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

- **Contexte topographique**

La zone d'étude est caractérisée par un relief hétérogène globalement moins élevée au sud avec des valeurs comprises entre 1m50 et 2m. Le secteur nord oscille entre 2m50 et près de 6m. Ce relief contrasté témoigne des modifications anthropiques qu'a connu la zone d'étude. Il apparait dans les points de plus haute altitude deux secteurs notables : une butte au nord à près de 6 mètres d'altitude et un secteur au nord est assez étendu avec une altitude quasi-plane d'environ 4 mètres d'altitude. Il est également notable que la topographie est très peu marquée avec une pente globale du nord au sud de 0,6%. De même, le MNT met en évidence la présence d'un fossé déconnecté au réseau hydrographique général dont l'altitude est de zéro mètre NGF, point le plus bas de la zone d'étude.

Remarque : la différence d'altitudes entre la zone d'étude et la mer (darse) est assez nette et laisse supposer au regard de la texture du sol d'un drainage naturel de la zone humide en direction du milieu marin.



Carte 7 : Topographie de la zone d'étude (limite de parcelle NeoCarb)



Carte 8 : Topographie de la nouvelle zone d'étude (Parcelle NeoCarb+OLD 100m)

- **Prélocalisation des zones humides**

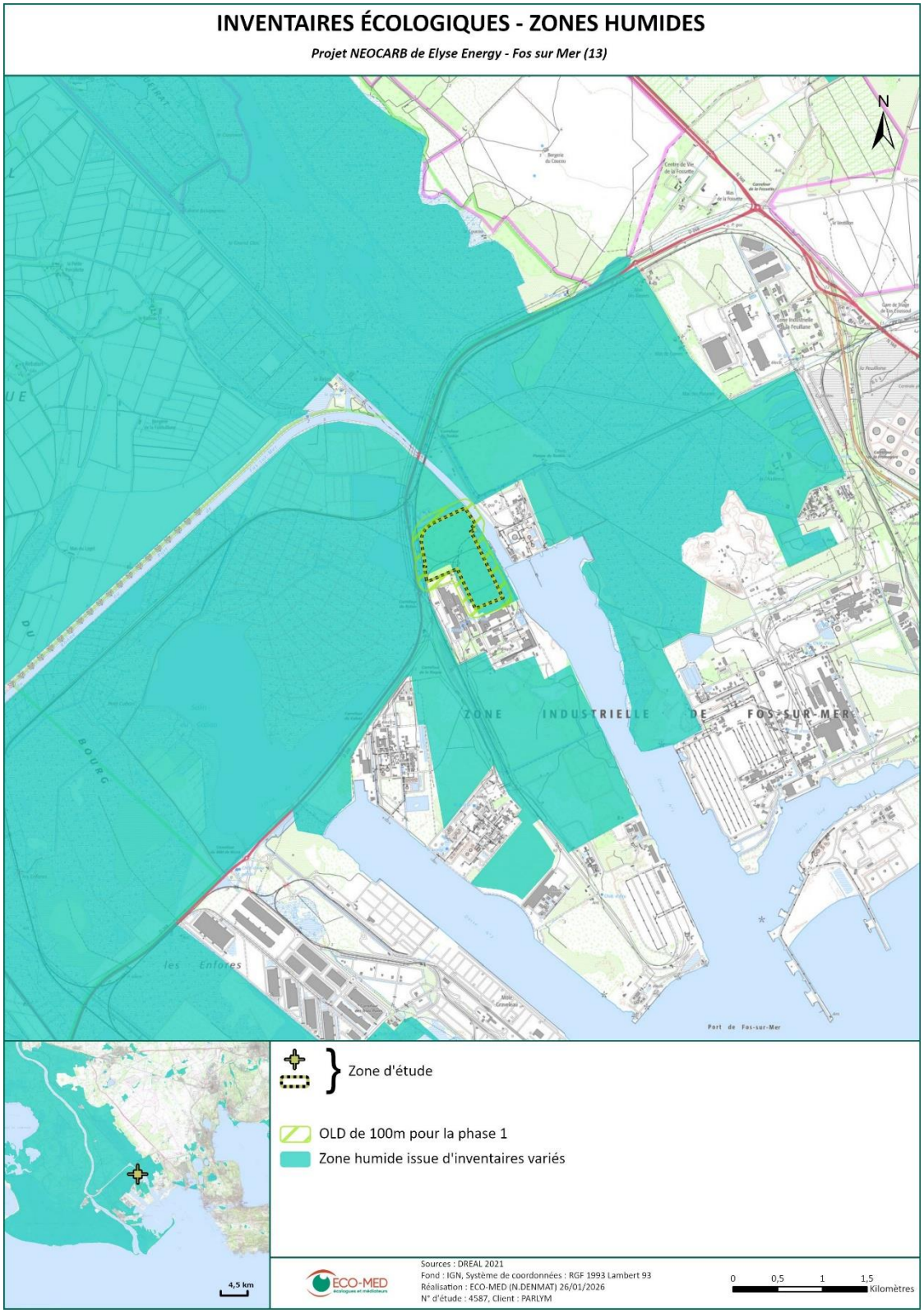
La carte de probabilité de présence seuillée des zones humides est un projet réalisé en partenariat entre PatriNat (OFB-MHNH-CNRS-IRD), l'Université de Rennes 2, l'Institut Agro Rennes Angers, l'INRAE et la Tour du Valat en 2023. Cette cartographie nationale consiste à pré-localiser les zones et les milieux humides sur le territoire métropolitain. La carte de probabilité de présence seuillée permet de connaître la probabilité de présence des zones humides, seulement là où elle est significative et de distinguer les surfaces en eau et urbanisées. Ce jeu de données n'a pas de poids règlementaire mais permet d'orienter les prospections *in situ* et peut aider dans l'examen du sol.

Ces données suggèrent que la quasi-totalité de la zone d'étude correspond à une zone humide artificialisée.

- **Inventaire du Réseau partenariale des données sur les zones humides (RPDZH)**

Le Réseau partenarial des données sur les zones humides (base nationale de données sur les milieux humides) a mis à jour sa base de données « inventaires zones humides effectives » en 2023, grâce aux structures locales en charge de la réalisation des inventaires. Cette base de données ne constitue pas un inventaire exhaustif, mais permet de localiser des zones humides préalablement délimitées et ainsi d'orienter les prospections de terrain.

Le site d'étude est entièrement considéré comme une zone humide par le RPDZH. Cependant, cette donnée ne peut se substituer à une analyse sur critère végétation et pédologique comme indiqué dans l'arrêté du 28 juin 2009 modifié.



Carte 9 : Inventaire zones humides autour de la zone d'étude

- **Synthèse**

Les zones d'étude correspondent à un milieu remanié et anthropisé qui a vraisemblablement été aménagé sur d'anciennes zones humides.

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

Cependant, les remaniements des remblais sableux entraînent des modifications dans la topographie des zones d'étude, ce qui peut avoir des répercussions sur le fonctionnement hydrologique, biogéochimique et écologique des zones humides présentes.

2. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude localisée sur la commune de Fos-sur-Mer (13), se situe au nord du site industriel de Marcegaglia (ex-Ascométal) entre les darses 1 et 2. La création des darses et des zones d'activités a entrainé d'importants changements dans le fonctionnement écologique de la zone d'étude et dans les paysages. Les systèmes dunaires et lagunaires sont aujourd'hui résiduels mais une faune et une flore diversifiées et à enjeu patrimonial réussissent à s'y développer.



Orthophotographies anciennes (1950-1965) **Orthophotographies récentes (2020)**

Photos : analyse diachronique de la zone d'étude

Sur la zone d'étude, les habitats majoritaires sont des formations rudérales et pionnières qui résultent de l'ensemble des remaniements et des remblais. Plusieurs pelouses sont occupées par le Piptathère faux-millet (*Oloptum miliaceum*) ou l'Inule visqueuse (*Dittrichia viscosa*) tandis que les zones boisées sont dominées par le Peuplier blanc (*Populus alba*) et le Tamaris (*Tamarix gallica*). Toutes ces espèces ont une amplitude écologique importante et sont dites pionnières car elles font partie des premières à se réinstaller. D'autres espèces pionnières et plastiques mais exogènes ont également profité de l'espace créé lors des remaniements. Ainsi, on retrouve plusieurs de ces espèces tel que l'Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia*) et l'Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*). Ces Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE) entrent en concurrence avec les espèces indigènes et tendent à homogénéiser les milieux ce qui peut entrainer une perte de la richesse spécifique du site.



Bosquet à Peuplier blanc



Bosquet à Tamaris



Bosquet d'Olivier de Bohème



Bosquet d'herbe de la Pampa

Photos : Aperçu des milieux rudéralisés de la zone d'étude

L.CHASTEL, 17/05/2024, Fos-sur-Mer (13)

Hormis sur la zone de scories au sud-ouest, des habitats plus préservés s'imbriquent dans les zones rudéralisées. On retrouve des habitats issus d'anciennes dunes comme les pelouses sableuses. Lorsqu'elles sont occupées par des espèces annuelles, elles sont l'habitat privilégié d'une espèce singulière et fortement patrimoniale, le Myosotis nain (*Myosotis pusilla)* mais elles constituent également le substrat privilégié pour plusieurs habitats emblématiques comme les prairies à Scirpe (*Scirpoides holoschoenus*), à Jonc piquant (*Juncus acutus*) ou encore à Armoise champêtre (*Artemisia campestris*). Plusieurs espèces patrimoniales y sont présentes comme la Canne de Ravenne (*Saccharrum ravennae)* ou le Rostraire du littoral (*Rostraria pubescens*). Des zones de dépression ou plus proches du littoral sont occupées par des prés-salés et des zones résiduelles de steppes à Saladelle (*Limonium sp*).



Pré-salé à Scirpe



Pré-salé à Jonc piquant



Pelouse psammophile



Pelouse psammophile à annuelle



Pelouse à Impérate cylindrique



Prairie psammophile

Photos : Aperçu des habitats naturels de la zone d'étude

L.CHASTEL, 17/06/2024, Fos-sur-Mer (13)

En 2026, une bande de 100 m a été ajoutée tout autour de la zone d'étude initiale. Les 100 m au nord couvrent un couloir de pipeline ainsi que des voies d'accès et quelques fourrés à Tamaris. Les voies de circulation et le couloir se poursuivent dans les 100 m à l'ouest sur un axe nord-sud. En parallèle, des voies ferroviaires et la départementale 268 sont également présentes. Ces entités sont séparées par une végétation herbacée et de quelques bosquets de Peuplier et Tamaris. Au sud, la moitié couvre les terrains déjà aménagés de Marcegaglia tandis que l'autre moitié semble couvrir des habitats dominés par les Tamaris, soit des habitats dans la continuité de ceux caractérisés sur la zone d'étude initiale. La bande est, prospectée par Naturalia, présente également des habitats de physionomies similaires à l'exception d'un secteur de marais d'eau salé.

3. HABITATS NATURELS

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

Les habitats naturels décrits ci-dessous sont classés en fonction de leur représentation relative dans la zone d'étude et par enjeu ; le premier habitat caractérisé est celui qui a le recouvrement le plus important, le dernier ayant la superficie la plus restreinte. Leur localisation est précisée sur la carte ci-après.

Les habitats présentés ci-dessous prennent leurs sources dans le travail réalisé entre 2019 et 2021 par Naturalia, avec toutes les adaptations et actualisations requises, faisant suite aux passages de 2024.

Tableau 4. Présentation des habitats naturels

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Pelouses d'annuelles psammophiles	*Myosotis pusilla, Filago pygmaea, Lotus hirsutus, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Juncus maritimus, Lysmachia arvensis, etc*	14,57	16.229 x 34.81	B1.49 x E1.61	-	-	Favorable	Modéré
	Prairies psammophiles des sables fixés à Joncs et Scirpe du Midi	*Scirpoides holoschoenus, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*	7,29	15.5	A2.52	1410	ZH « H »	Favorable	Modéré
Non illustré	Darses	-	2,82	12	A	-	-	-	Modéré
	Mosaïque de pelouses d'annuelles psammophiles et prairies psammophiles à Scirpe du Midi	*Scirpoides holoschoenus, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*	5,87	16.229 x 34.81 x 15.5	B1.49 x E1.61 x A2.52	-x-x1410	ZH « H »	Favorable	Modéré
	Dépôts de scories et tonsures psammophiles à Myosotis nain	*Myosotis pusilla,Juncus maritimus, Urtica dioica, Veronica arvensis, Cerastium glomeratum, Arenaria serpyllifolia, etc*	0,58	- x 16.229	J6.1 x B1.49	-	-	Défavorable inadéquate	Modéré
Non illustré	Fourrés à Arroche maritime et Cinéraire maritime	*Atriplex halimus, Jacobaea maritima*	0,45	15.7	F6.8	1430	-	-	Modéré

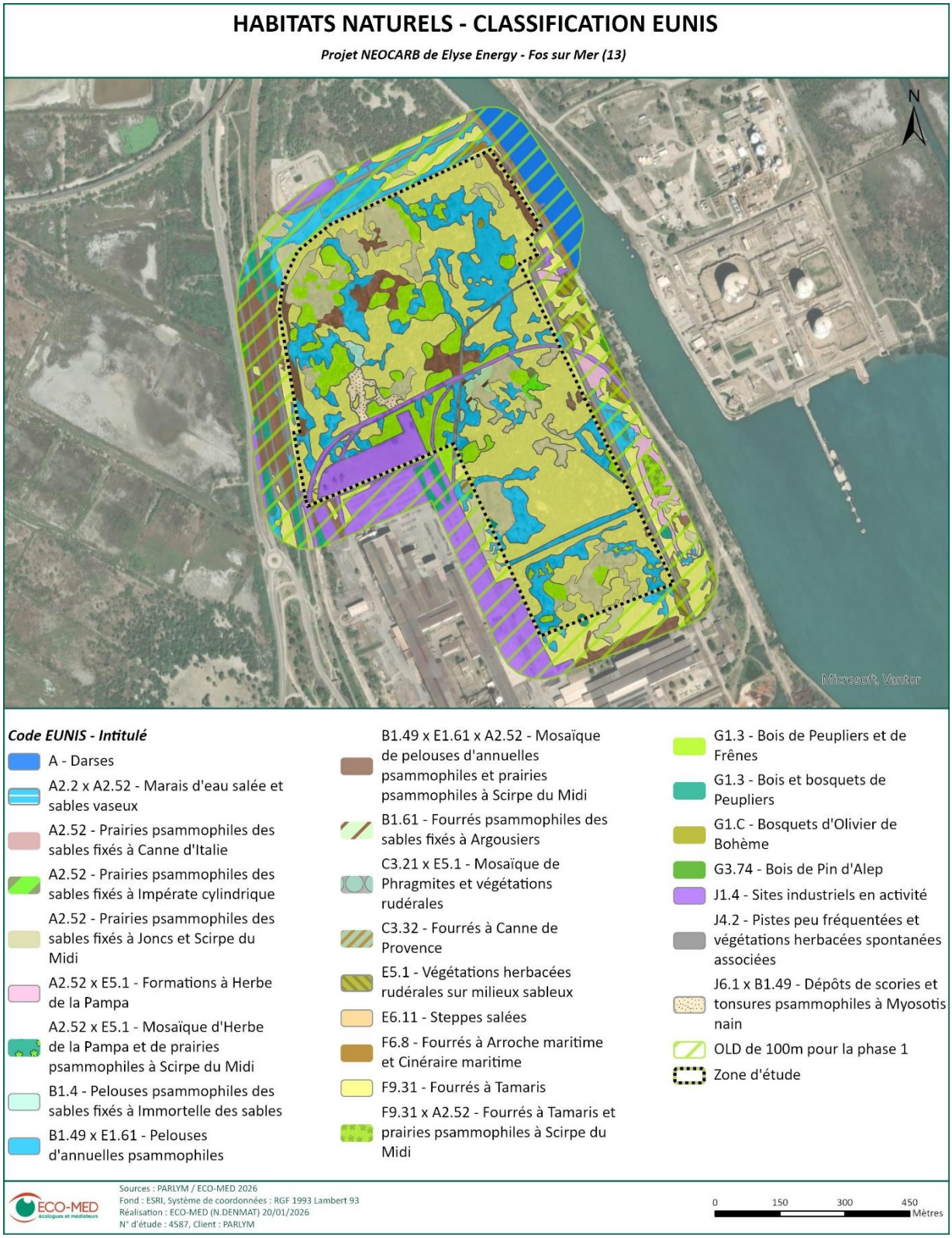
Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Fourrés psammophiles des sables fixés à Argousiers	*Hippophae rhamnoides, Filago pygmaea, Lotus hirsutus, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Juncus maritimus, Lysmachia arvensis, etc*	0,32	16.251	B1.611	-	ZH « p »	Favorable	Modéré
	Prairies psammophiles des sables fixés à Impérate cylindrique	*Imperata cylindrica, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*	0,20	15.5	A2.52	1410	ZH « H »	Favorable	Modéré
Non illustré	Pelouses psammophiles des sables fixés à Immortelle des sables	*Helichrysum stoechas, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*	0,16	16.22	B1.4	-	-	Favorable	Modéré
Non illustré	Marais d'eau salée et sables vaseux	*Non décrit*	0,09	A2.2 x A2.52	14 x 15.5	1150 x 1410	ZH « H »	-	Modéré
	Steppes salées	*Limonium cuspidatum, Cerastium glomeratum, Lysmachia arvensis, Salicornia fruticose, etc*	0,04	15.81	E6.11	1510*	ZH « p »	Défavorable inadéquat	Modéré

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Prairies psammophiles des sables fixés à Canne d'Italie	*Saccharum ravennae, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*	0,01	15.5	A2.52	1410	ZH « H »	Favorable	Modéré
	Fourrés à Tamaris	*Tamaris gallica*	32,03	44.81	F9.31	-	ZH « H »	Favorable	Faible
	Bois de Peupliers et de Frênes	*Populus alba, Fraxinus excelior, Urtica urens, Juncus maritimus, Scirpoides holoschoenus, Phragmites australis, etc*	6,24	44.6	G1.3	-	ZH « H »	Favorable	Faible
	Végétations herbacées rudérales sur milieux sableux	*Dittrichia viscosa, Oloptum miliaceum,Anisantha sterilis, Bituminaria bituminosa, Crepis sancta, Erodium ciconium, etc*	1,58	87.2	E5.14	-	ZH « p »	Défavorable inadéquate	Faible
	Bois et bosquets de Peupliers	*Populus alba, Urtica urens, Juncus maritimus, Scirpoides holoschoenus, Phragmites australis, etc*	1,52	44.6	G1.3	92A0	ZH « H »	Favorable	Faible

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
Non illustré	Fourrés à Tamaris et prairies psammophiles à Scirpe du Midi	*Tamaris gallica, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum*	0,31	44.81 x 15.5	F9.31 x A2.52	- x 1410	ZH « H »	-	Faible
Non illustré	Bois de Pin d'Alep	*Pinus halepensis*	0,12	42.84	G3.74	-	-	-	Faible
Non illustré	Mosaïque de Phragmites et végétations rudérales	*Phragmites australis, Dittrichia viscosa, Oloptum miliaceum, Anisantha sterilis, Bituminaria bituminosa, Crepis sancta, Erodium ciconium*	0,04	53.11 x 87	C3.21 x E5.1	-	ZH « H »	-	Faible
Non illustré	Mosaïque d'Herbe de la Pampa et de prairies psammophiles à Scirpe du Midi	*Cortaderia selloana, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum*	0,02	15.5 x 87	A2.52 x E5.1	1410 x -	ZH « H »	-	Faible
Non illustré	Formations à Herbe de la Pampa	*Cortaderia selloana*	1,23	15.5 x 87	A2.52 x E5.1	-	ZH « H »	-	Très faible
	Pistes peu fréquentées et végétations herbacées spontanées associées	*Dittrichia viscosa, Ajuga iva, Calendula arvensis, Erodium cicutarium, Latuca serriola, etc*	3,30	-	J4.2	-	-	Défavorable inadéquate	Très faible
-	Fourrés à Canne de Provence	*Arundo donax*	0,08	53.62	C3.32	-	ZH « H »	-	Très faible

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Bosquets d'Olivier de Bohème	*Elaeagnus angustifolia*	0,03	83.32	G1.C	-	ZH « p »	Défavorable mauvais	Très faible
	Sites industriels en activité	-	10,02	86.3	J1.4	-	-	-	Nul

** Habitat d'intérêt communautaire « prioritaire »*



Carte 10 : Habitats naturels – Classification EUNIS

4. ZONES HUMIDES

4.1. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation relatif aux habitats

Les prospections réalisées dans la zone d'étude ont permis la caractérisation et la délimitation des zones humides éventuelles au regard du critère de la végétation, comme le stipule l'arrêté du 24 juin 2008 et du 1er octobre 2009. Parmi les habitats naturels identifiés au sein de la zone d'étude, 13 habitats ou mosaïques d'habitats sont classés « H » en raison de la présence d'une végétation caractéristique des zones humides :

- Fourrés de Tamaris (EUNIS : F9.31, surface : 32,03 ha)
- Bois de Peupliers et de Frênes (EUNIS : G1.3, surface : 6,24 ha)
- Prairies psammophiles des sables fixés à Joncs et Scirpe du Midi (EUNIS : A2.52, surface : 7,29 ha)
- Mosaïque de pelouses d'annuelles psammophiles et prairies psammophiles à Scirpe du Midi (EUNIS : B1.49-E1.61 x A2.52, surface : 5,87 ha)
- Prairies psammophiles des sables fixés à Impérate cylindrique (EUNIS : A2.52, surface : 0,2 ha)
- Bois et bosquets de Peupliers (EUNIS : G1.3, surface : 1 ,52 ha)
- Prairies psammophiles des sables fixés à Canne d'Italie (EUNIS : A2.52, surface : 0,01 ha)
- Marais d'eau salée et sables vaseux (EUNIS : A2.2 x A2.52, surface : 0,09 ha)
- Fourrés à Tamaris et prairies psammophiles à Scirpe du Midi (EUNIS : F9.31 x A2.52, surface : 0,31 ha)
- Mosaïque de Phragmites et végétations rudérales (EUNIS : C3.21 x E5.1, surface : 0,04 ha)
- Mosaïque d'Herbe de la Pampa et de prairies psammophiles à Scirpe du Midi (EUNIS : A2.52 x E5.1, surface : 0,02 ha)
- Formations à Herbe de la Pampa (EUNIS : A2.52 x E5.1, surface : 1,23 ha)
- Fourrés à Canne de Provence (EUNIS : C3.32, surface : 0,08 ha)





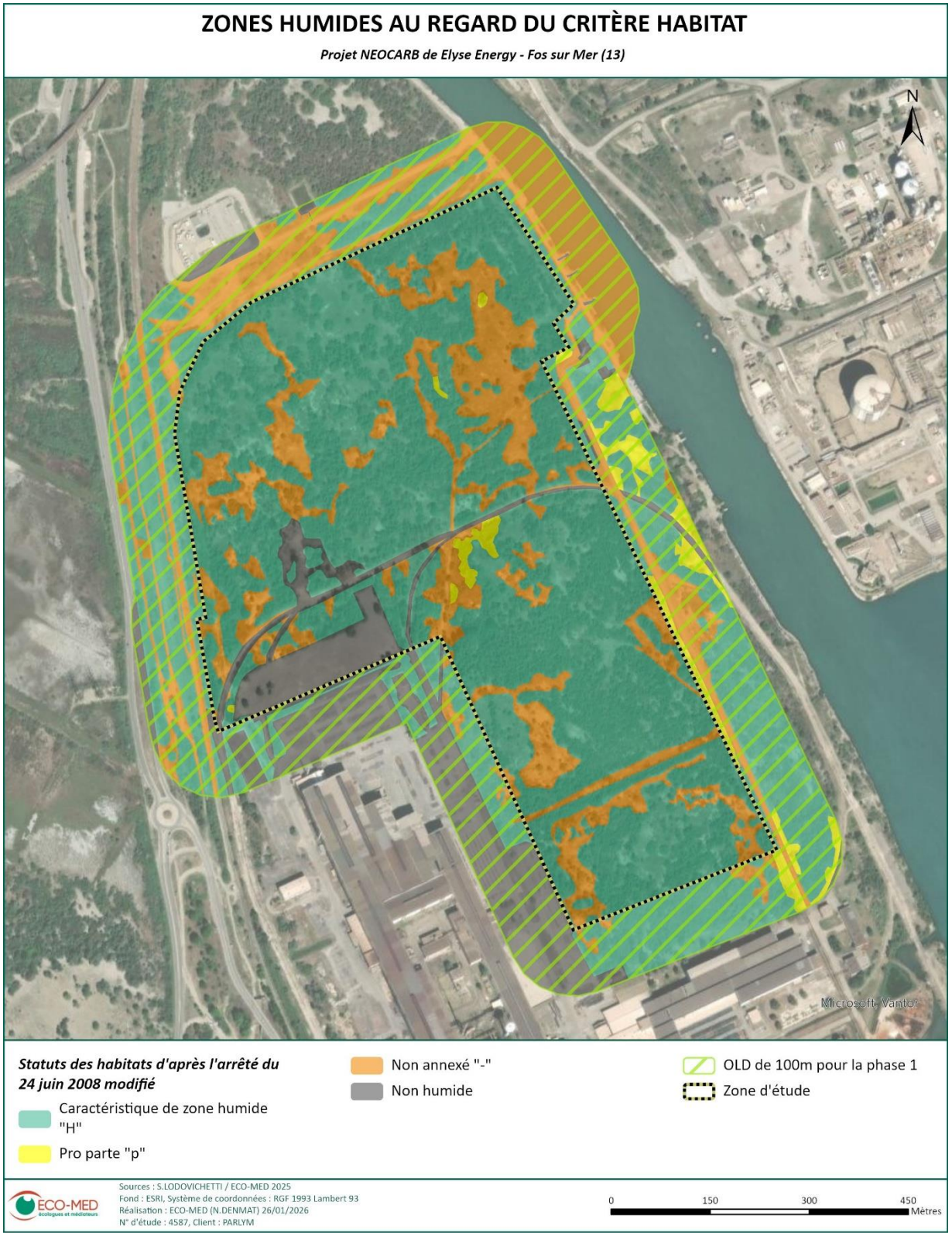



Photos : Prairies psammophiles à Scirpe du Midi et fourrés de tamaris

M. BOUCAUD, 30/06/2024, Fos-sur-Mer (13)

Pour les habitats classés *pro parte* (« p ») ou non annexés (« - »), la végétation ne permet pas de confirmer leur caractère humide. L'utilisation du critère végétation relatif aux espèces hygrophiles ou une expertise pédologique est donc nécessaire pour déterminer si ces habitats sont humides ou non, conformément à la législation.

Au regard du critère de végétation relatif aux habitats humides, les zones humides délimitées selon les arrêtés du 24 juin 2008 et du 1er octobre 2009 présentent une superficie totale de 54,93 ha.



Carte 11 : Statut des habitats d'arrêté du 24 juin 2008 modifié

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

La délimitation des zones humides selon le critère de végétation basé sur le recouvrement des espèces hygrophiles (protocole flore) n'a pas été appliquée lors des prospections menées en 2023-2024, en raison des difficultés inhérentes à son application dans le contexte spécifique du site.

En effet, les habitats concernés (habitats *pro parte* ou non annexés) se composent majoritairement de pelouses sableuses (pelouses psammophiles) où la végétation est particulièrement lacunaire, rendant le protocole difficilement applicable. Par conséquent, le critère fondé sur les habitats humides a été privilégié. La carte des habitats naturels et semi-naturels, d'une grande précision, révèle une forte hétérogénéité du milieu avec une multitude de micro-habitats pro parte ou non annexés, complexifiant davantage la mise en œuvre du protocole flore. Cette configuration particulière a rendu son application techniquement délicate dans les conditions actuelles.

Toutefois, il convient de préciser que le critère fondé sur les espèces hygrophiles a été pris en compte de manière implicite pour les habitats en mosaïque de milieux humides et non humides, notamment pour les pelouses psammophiles annuelles et les prairies psammophiles, qui ont été intégrées au périmètre des zones humides. Ainsi, les habitats *pro parte* ou non annexés restants correspondent véritablement à des secteurs où la végétation hygrophile est absente ou très peu représentée.

4.3. Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique

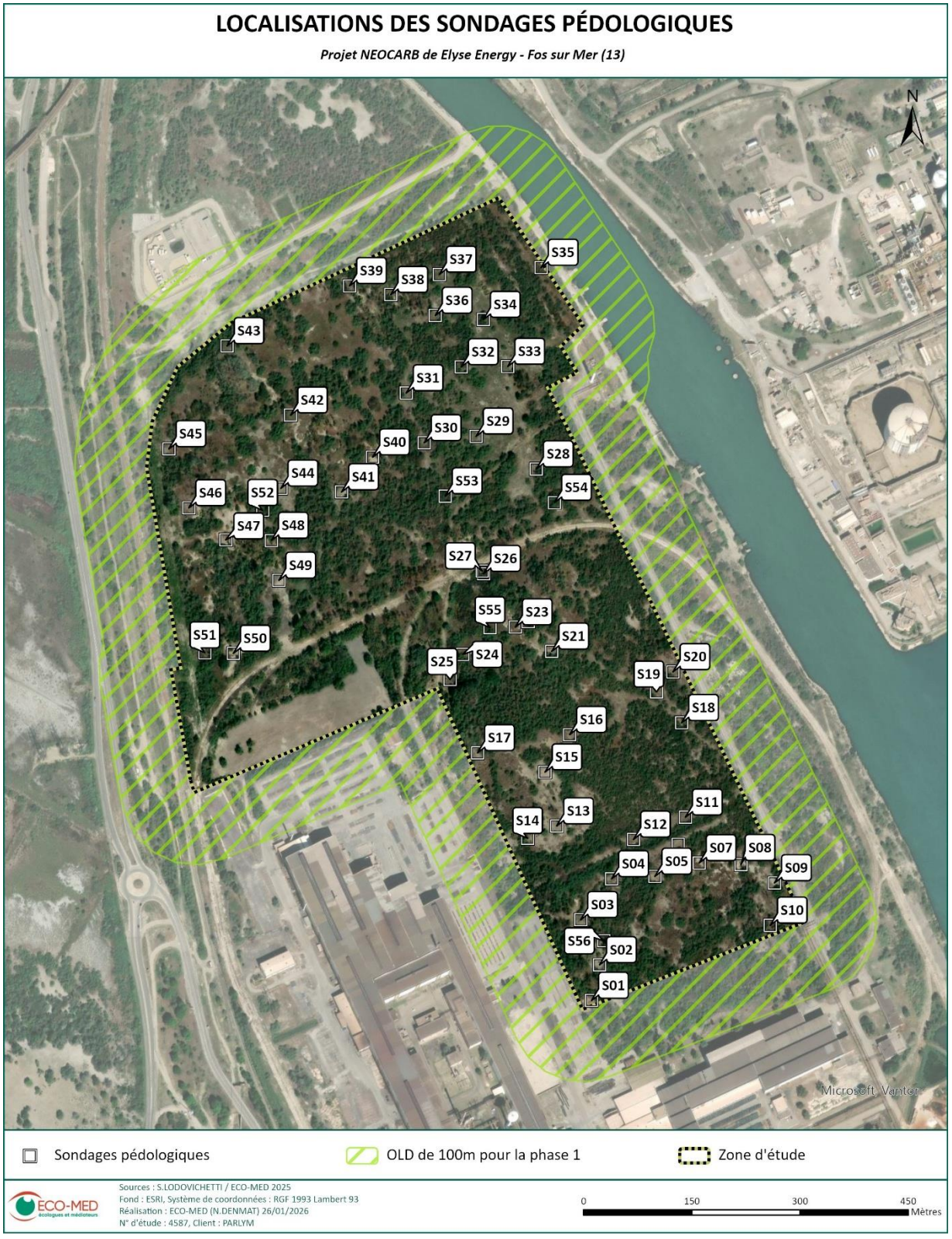
4.3.1. Localisation et résultats des sondages

L'expertise pédologique sur la zone d'étude a consisté en la réalisation de 3 campagnes de terrain réalisées en 2019 et 2021 par Naturalia Environnement et en 2023 par ECO-MED. Au total, 56 sondages pédologiques ont été réalisés. Les sondages pédologiques ont été réalisés sur la totalité de la surface de la zone d'étude à l'exception de la bande de 100 m d'OLD ajouté a posteriori.

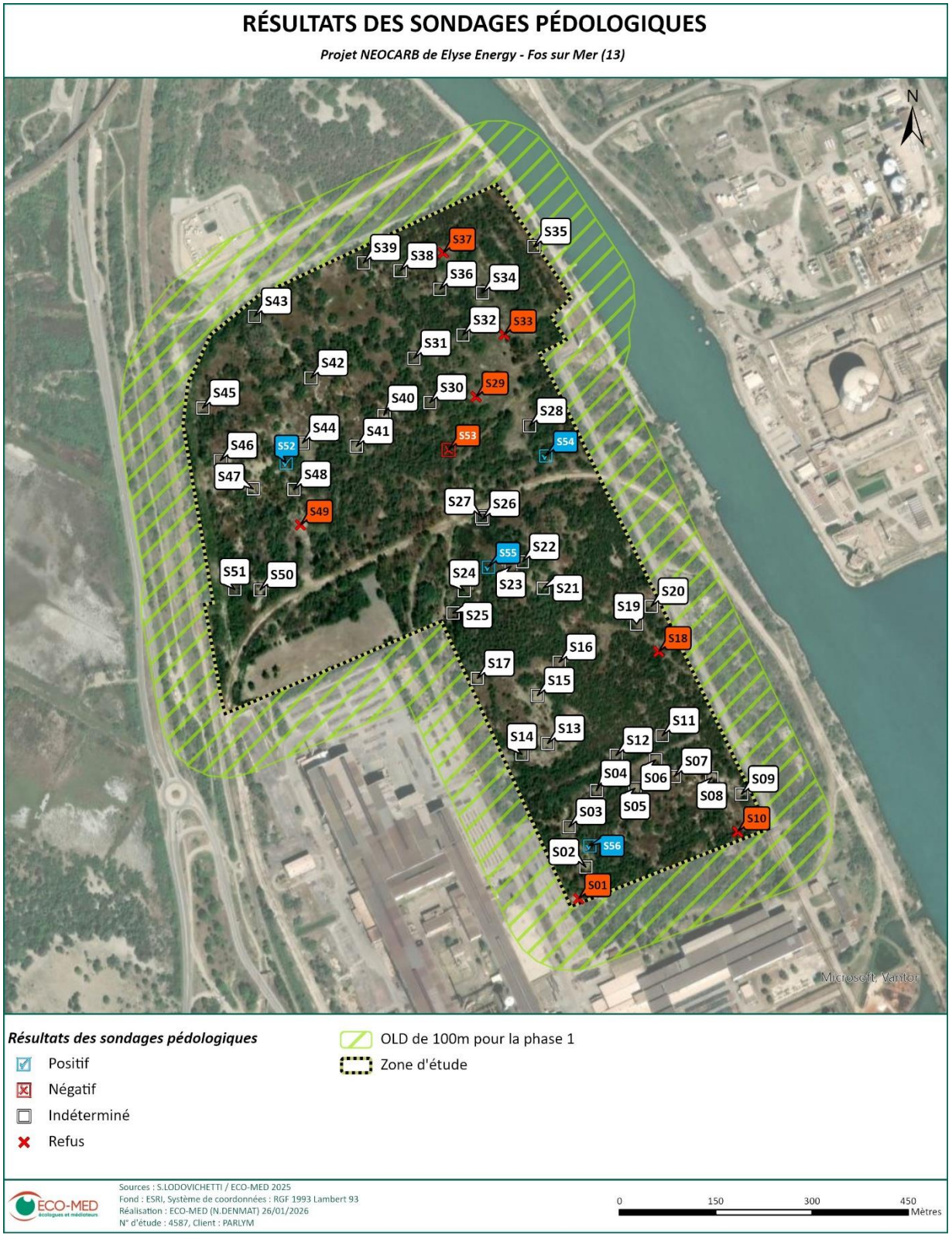
Tableau 2 : Date et nombre de sondages réalisés

Bureau d'étude	Date	Nombre de sondages au sein de la zone d'étude
Naturalia Environnement	17, 29 et 30 avril 2019	5
	7 et 8 avril 2021	
ECO-MED	30 avril 2023	51

Ces sondages, d'une profondeur maximum de 1,20m/TN, ont été menés **sur les habitats « pro parte » ou non annexés à l'arrêté en prenant en compte les habitats humides,** la carte de probabilité de présence seuillée des zones humides, la microtopographie (bas de pente, dépressions…) et la présence de signes d'engorgement en eau (végétation, eau stagnante, etc.).



Carte 12 : Localisation des sondages en fonction des campagnes de terrain



Carte 13 : Résultats des sondages pédologiques

4.3.2. Interprétation des sondages

Tableau 3 : Récapitulatif des sondages réalisés

Bureau d'étude	Sondage	Profondeur (cm/TN)	Texture	Hydromorphie			Présence de la nape (cm/TN)	Classe GEPPA	Résultat
				Horizon rédoxique (cm/TN)	Horizon réductiques (cm/TN)	Horizon histique (cm/TN)			
ECO-MED	S01	Refus en surface	Remblais caillouteux compact	-	-	-	-		Refus
	S02	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S03	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S04	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S05	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S06	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S07	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S08	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S09	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S10	Refus en surface	Remblais caillouteux compact	-	-	-	-		Refus
	S11	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S12	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S13	30	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S14	40	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S15	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé

Bureau d'étude	Sondage	Profondeur (cm/TN)	Texture	Hydromorphie			Présence de la nape (cm/TN)	Classe GEPPA	Résultat
				Horizon rédoxique (cm/TN)	Horizon réductiques (cm/TN)	Horizon histique (cm/TN)			
	S16	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S17	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S18	25	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Refus
	S19	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S20	100	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S21	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S22	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S23	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S24	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S25	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S26	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S27	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S28	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S29	25	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Refus
	S30	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S31	30	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S32	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S33	25	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Refus

Bureau d'étude	Sondage	Profondeur (cm/TN)	Texture	Hydromorphie			Présence de la nape (cm/TN)	Classe GEPPA	Résultat
				Horizon rédoxique (cm/TN)	Horizon réductiques (cm/TN)	Horizon histique (cm/TN)			
	S34	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S35	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S36	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S37	25	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Refus
	S38	50	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S39	30	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S40	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S41	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S42	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S43	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S44	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S45	70	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S46	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S47	80	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé
	S48	120	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
	S49	Refus en surface	Refus sur scories	-	-	-	-		Refus
	S50	90	Sable brun homogène à horizon caillouteux	-	-	-	-		Indéterminé

Bureau d'étude	Sondage	Profondeur (cm/TN)	Texture	Hydromorphie			Présence de la nape (cm/TN)	Classe GEPPA	Résultat
				Horizon rédoxique (cm/TN)	Horizon réductiques (cm/TN)	Horizon histique (cm/TN)			
	S51	100	Sable brun homogène	-	-	-	-		Indéterminé
Naturalia Environnement	S52	70	Sable	50 -> 70	-	-	-		Humide sous critère hydrogéomorphologique
	S53								Non humide
	S54	70	Sable	25 -> 70	-	-	-		Humide
	S55	70	Sable	25 -> 70	-	-	-		Humide
	S56	70	Sable	25 -> 70	-	-	-		Humide

Le sol de la zone d'étude est constitué d'un remblai sableux issu du creusement des darses lors de l'aménagement portuaire de Fos-sur-Mer dans les années 1970. Sur ces sols, très pauvres en fer, l'excès d'eau prolongé ne produit pas les signes habituels d'hydromorphie facilement reconnaissables. Cette situation relève d'un cas particulier décrit dans **le paragraphe 1.1.2 de l'arrêté du 24 juin 2008**, qui précise les critères de définition et de délimitation des zones humides conformément aux articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement. L'expertise pédologique ne peut donc pas conclure sur l'absence ou la présence de zone humide sur de tels sols ce qui explique le statut « indéterminé » des sondages pédologiques.

Dans ce contexte, la réglementation prescrit de réaliser une évaluation des conditions hydrogéomorphologiques (notamment la profondeur maximale du toit de la nappe et la durée d'engorgement en eau) afin de vérifier la saturation prolongée en eau dans les cinquante premiers centimètres de sol pour statuer sur le caractère humide de ce sol.

Les données des piézomètres disponibles pour la zone d'étude étant trop anciennes (précédant 1970), l'analyse du contexte hydrogéomorphologique repose sur des sources bibliographiques telles que la géologie, l'hydrogéologie et la topographie, plutôt que sur des données quantitatives récentes (voir partie 5.1 : Contexte environnemental). Il ressort de cette analyse que les conditions hydrogéomorphologiques de la zone semblent globalement favorables à la présence et à l'alimentation en eau des zones humides. Cependant, les nombreuses modifications topographiques, en particulier l'ajout de remblais sableux liés aux aménagements anthropiques, pourraient entraver les remontées de la nappe phréatique jusqu'aux sols de surface. En l'absence de données récentes et disponibles sur les niveaux de la nappe, il reste difficile de confirmer que la nappe phréatique s'approche annuellement à moins de 50 cm de profondeur.

Dans le cadre d'une autre étude à Fos-sur-Mer, à proximité immédiate de la zone d'étude, le suivi des sondages réalisés par SUEZ Consulting de septembre à octobre 2024 pour l'implantation de piézomètres a permis d'obtenir des données plus précises sur les sols de la zone. Ces investigations confirment la présence d'une nappe phréatique, mais à des profondeurs trop importantes pour que les sols puissent être classés comme humides selon les critères réglementaires. Néanmoins, la période d'observation étant limitée, il n'est pas possible d'exclure la possibilité que l'eau atteigne, à certaines périodes de l'année, des profondeurs inférieures à 50 cm.

Néanmoins, Naturalia Environnement classe les sondages S52, S54, S55 et S56 comme humides. Pour ces sondages, il est jugé que :

- Les conditions environnementales (alimentation en eau, géologie, topographie…) sont suffisantes pour classer le sol comme humide ;
- Ou que les traces d'hydromorphie sont présentes avant 25cm/TN et s'intensifient avec la profondeur.

Ces sondages sont toutefois réalisés au sein d'habitats humides au niveau du critère habitat et ne délimitent donc pas de zone humide supplémentaire.

Ainsi, l'expertise pédologique ne permet pas de délimiter de zone humide supplémentaire.





Sondage type S02 : sondages sableux atteignant la profondeur de 120cm/TN





Sondage type S06 : sondages inférieurs à 120cm/TN en raison de la présence de cailloux pluricentimétriques

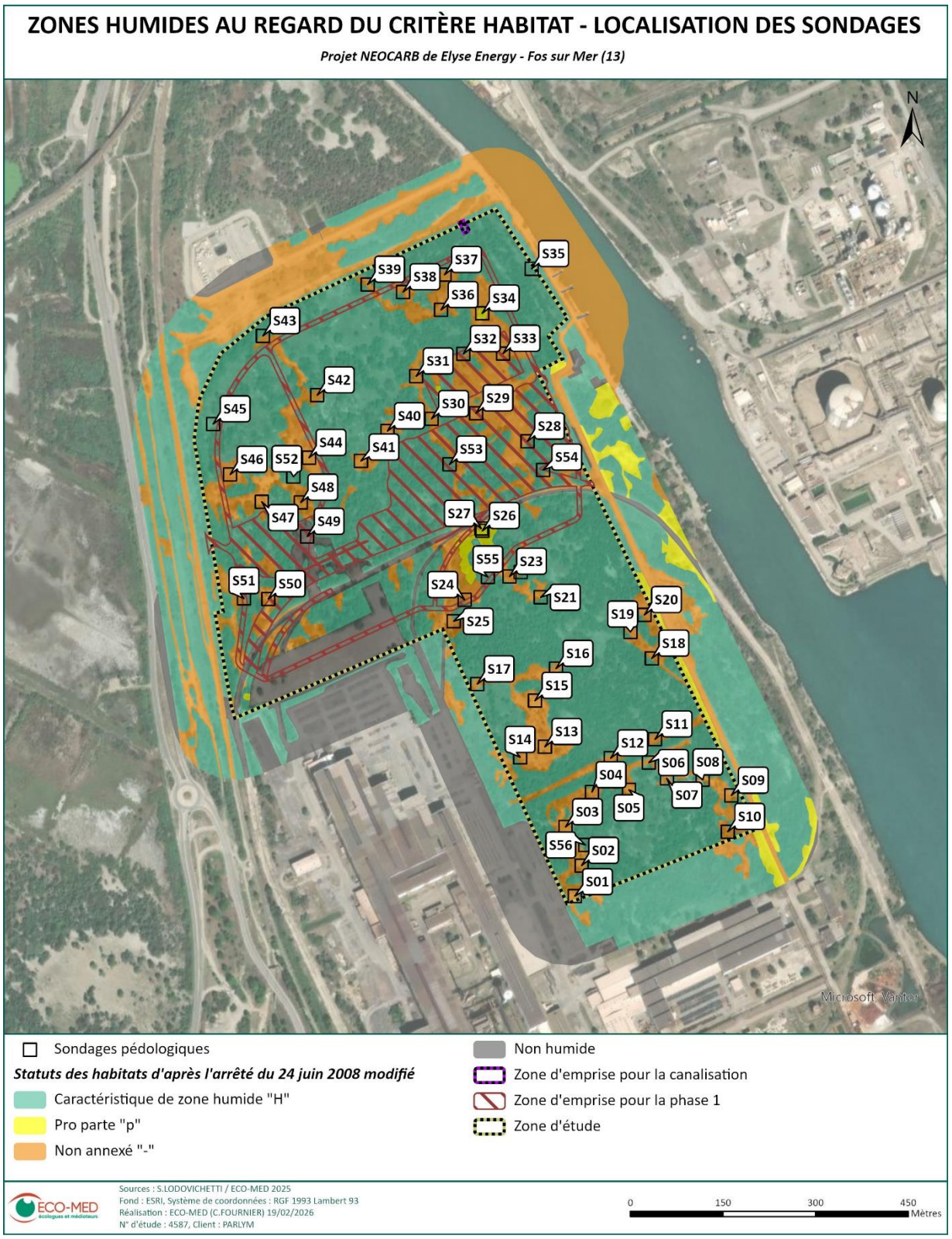




Refus sur sol remblais caillouteux

M. BOUCAUD, 30/06/2024, Fos-sur-Mer (13)

La carte ci-dessous permet de localiser les sondages pédologiques au sein des habitats naturels identifiés dans la zone d'étude.



Carte 14 : Délimitation des zones humides avec le critère « habitats » et sondages pédologiques

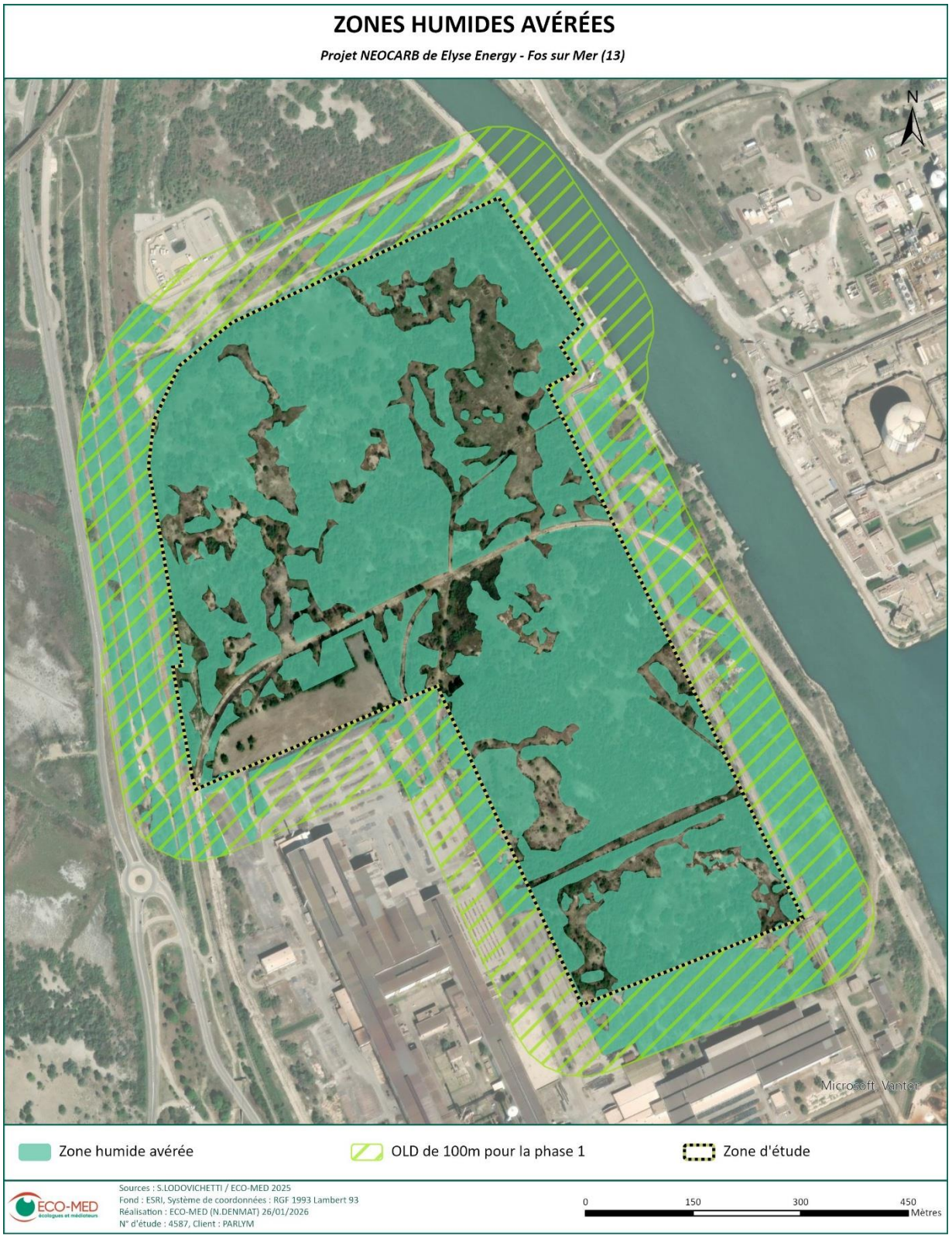
4.4. Délimitation finale des zones humides

La configuration des zones d'étude résulte d'aménagements anthropiques lors du creusement des darses. Les dépôts ont été vraisemblablement disposés sur des zones humides en contexte laguno-marin proches de celles que l'on peut aujourd'hui trouver en Camargue. La présence d'habitats classés comme humides d'après l'arrêté du 24 juin 2008 modifié tend à montrer que le secteur dispose toujours des conditions nécessaires pour que des zones humides puissent se développer.

Les inventaires selon le critère végétation relatif aux habitats ont permis de délimiter 37,49 ha des zones humides sur la zone d'étude. Les habitats classés comme humide d'après l'arrêté du 24 juin 2008 correspondent principalement à des fourrés de Tamaris, des bois de peupliers et de frênes et des prairies psammophiles des sables fixés à joncs et scirpe du Midi.

En ce qui concerne le critère pédologique, les zones d'étude sont majoritairement caractérisées par un sol sableux où l'excès d'eau prolongée ne se traduit pas par les traits d'hydromorphie habituels. L'expertise pédologique ne peut donc pas conclure sur l'absence de zone humide.

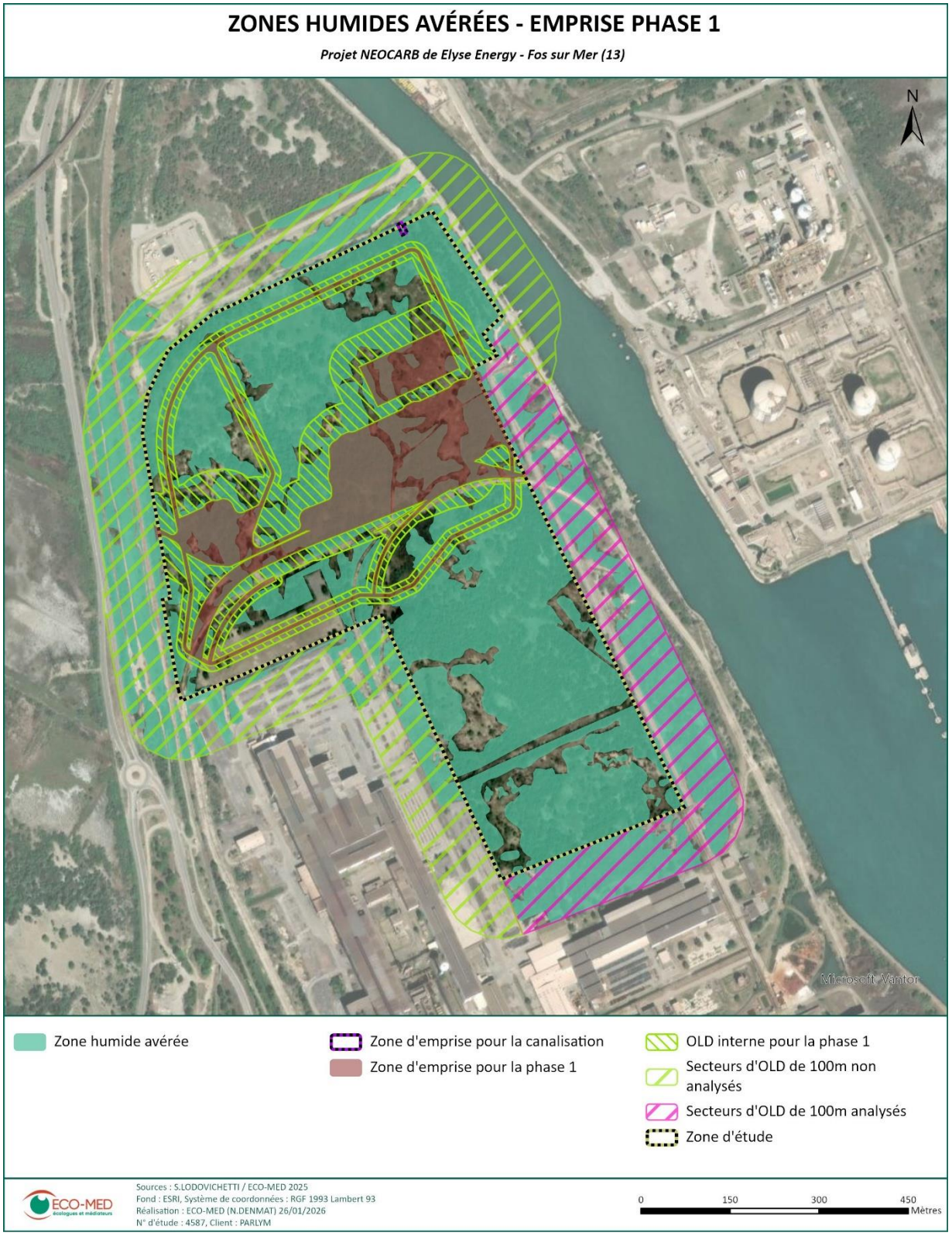
D'après la réglementation en vigueur au titre du code de l'environnement, il est recensé au sein du site d'étude 54,93 ha de zones humides dont 37,34 ha au sein de la parcelle NeoCarb, délimitées selon le critère de végétation relatif aux habitats.



Carte 15 : Délimitation finale des zones humides

PARTIE 3 : IMPACTS DU PROJET SUR LES ZONES HUMIDES - MESURES D'EVITEMENT ET DE REDUCTION

1. IMPACTS BRUTS SUR LES ZONES HUMIDES



Carte 16 : Impacts bruts sur les zones humides

Selon les arrêtés du 24 juin 2008 et du 1er octobre 2009, **54,93 ha de zones humides** ont été avérés au sein de la zone d'étude, exclusivement à partir du critère végétation relatif aux habitats.

Au total, les zones humides subiront un impact brut estimé à **21,88 ha** lors des travaux d'aménagements, soit environ 40 % de la surface de zone humide présente au sein de la zone d'étude.

Cette surface comprend :

- Les impacts directs correspondant aux habitats humides situés à l'intérieur de l'emprise de la phase 1. Ces zones seront directement affectées par des opérations de coupe d'arbres, de terrassement et d'imperméabilisation des sols. **La destruction de zone humide par imperméabilisation concerne une surface de 6,51 ha.**
- Les impacts directs qui concernent les zones humides situées dans les secteurs actuellement envisagés pour la mise en place des OLD. Les zones humides localisées dans la bande des OLD ne subiront pas de destruction au sens de la réglementation : Assèchement, mise en eau, imperméabilisation ou remblais (article R. 214-1 du code de l'environnement). A ce titre, ces zones humides conserveront leur aptitude à remplir certaines fonctions habituellement réalisées par les écosystèmes terrestres. Or, la mise en place des OLD et l'entretien permanent de la végétation seront constituent une altération de ces zones humides et par conséquent des sous-fonctions remplies par ces dernières. La simulation de cet impact direct généré par le projet sera réalisée grâce l'application de la **Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides** (voir plus bas). **L'altération de zones humides par la mise en place et l'entretien des OLD concerne une surface de 15,37 ha dont l'essentiel se situe hors de la parcelle NeoCarb.**

En raison des surfaces impactées et du type d'incidences, les impacts du projet sur les zones humides peuvent varier de **faibles** à **forts,** selon nature des habitats concernés**.** Les impacts du projet sur les **Fourrés à Tamaris** et sur les **Bois de Peupliers et de Frênes** sont jugés **forts** en raison de la grande surface définitivement détruite. A noter que Les niveaux d'impacts évalués sont différents de ceux figurant dans la partie dédiée à l'évaluation des impacts bruts sur les habitats naturels. Les habitats boisés et arbustifs étant plus favorables à la réalisation des fonctions remplies par la zone humide que les milieux ouverts d'après la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides, le niveau d'impact estimé est donc supérieur pour un habitat boisé ou arbustif que pour un milieu ouvert, à surface impactée équivalente.

Tableau 5. Impacts bruts sur les zones humides

Zone humide concernée	Surface dans la zone d'étude (ha)	Incidences brutes 1 : Destruction 2 : Altération (OLD 100m + OLD intérieures)				Evaluation globale des impacts bruts en phase chantier	Evaluation globale des impacts bruts en phase fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
Fourrés de Tamaris	32,03	1 - Imperméabilisation de zones humides 4,07 ha	Direct	Permanent	Locale	Forts	Faibles
		2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 9,74 ha	Direct	Permanent	Locale		
Bois de Peupliers et de Frênes	6,24	1 - Imperméabilisation de zones humides	Direct	Permanent	Locale	Forts	Faibles

Zone humide concernée	Surface dans la zone d'étude (ha)	Incidences brutes 1 : Destruction 2 : Altération (OLD 100m + OLD intérieures)				Evaluation globale des impacts bruts en phase chantier	Evaluation globale des impacts bruts en phase fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		1,45 ha					
		2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 1,64 ha	Direct	Permanent	Locale		
Prairies psammophiles des sables fixés à Joncs et Scirpe du Midi	7,29	1 - Imperméabilisation de zones humides 0,47 ha	Direct	Permanent	Locale	Modérés	Faibles
		2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 1,13 ha	Direct	Permanent	Locale		
Mosaïque de pelouses d'annuelles psammophiles et prairies psammophiles à Scirpe du Midi	5,87	1 - Imperméabilisation de zones humides 0,51 ha	Direct	Permanent	Locale	Faibles	Faibles
		2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 1,00 ha	Direct	Permanent	Locale		
Bois et bosquets de Peupliers	1,52	2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 0,12 ha	Direct	Permanent	Locale	Faibles	Faibles
Prairies psammophiles des sables fixés à Impérate cylindrique	0,20	1 - Imperméabilisation de zones humides 0,01 ha	Direct	Permanent	Locale	Très faibles	Très faibles
		2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 0,04 ha	Direct	Permanent	Locale		
Prairies psammophiles des sables fixés à Canne d'Italie	0,01	1 - Imperméabilisation de zones humides < 0,01 ha	Direct	Permanent	Locale	Très faibles	Très faibles

Zone humide concernée	Surface dans la zone d'étude (ha)	Incidences brutes 1 : Destruction 2 : Altération (OLD 100m + OLD intérieures)				Evaluation globale des impacts bruts en phase chantier	Evaluation globale des impacts bruts en phase fonctionnement
		Nature	Type	Durée	Portée		
		2 - Altération : mise en place et entretien des OLD < 0,01 ha	Direct	Permanent	Locale		
Marais d'eau salée et sables vaseux	0,09	2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 0,09 ha	Direct	Permanent	Locale	Très faibles	Très faibles
Fourrés à Tamaris et prairies psammophiles à Scirpe du Midi	0,31	2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 0,31 ha	Direct	Permanent	Locale	Très faibles	Très faibles
Mosaïque de Phragmites et végétations rudérales	0,04	2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 0,04 ha	Direct	Permanent	Locale	Très faibles	Très faibles
Mosaïque d'Herbe de la Pampa et de prairies psammophiles à Scirpe du Midi	0,02	2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 0,02 ha	Direct	Permanent	Locale	Très faibles	Très faibles
Formations à Herbe de la Pampa	1,23	2 - Altération : mise en place et entretien des OLD 1,23 ha	Direct	Permanent	Locale	Très faibles	Très faibles

2. MESURES D'ATTENUATION

2.1. Approche méthodologique

L'article L.122-3 du Code de l'Environnement prévoit plusieurs types de mesures qui doivent être précisées dans l'étude d'impact «*…les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les incidences négatives notables sur l'environnement…*».

Les **mesures d'atténuation** qui visent à limiter les impacts négatifs d'un projet comprennent les mesures d'évitement et les mesures de réduction.

La mise en place des **mesures d'évitement** correspond à l'alternative au projet de moindre impact. En d'autres termes, elles impliquent une révision du projet initial notamment en reconsidérant les zones d'aménagement et d'exploitation. Ces mesures permettront d'éviter les impacts négatifs sur le milieu naturel et/ou les espèces exposés. Elles sont à privilégier.

Les **mesures de réduction** interviennent lorsque les mesures d'évitement ne sont pas envisageables. Elles permettent de limiter les impacts pressentis relatifs au projet.

Les mesures d'atténuation consistent essentiellement à modifier certains aspects du projet afin de supprimer ou de réduire ses effets négatifs sur l'environnement. Les modifications peuvent porter sur trois aspects du projet :

sa conception ;

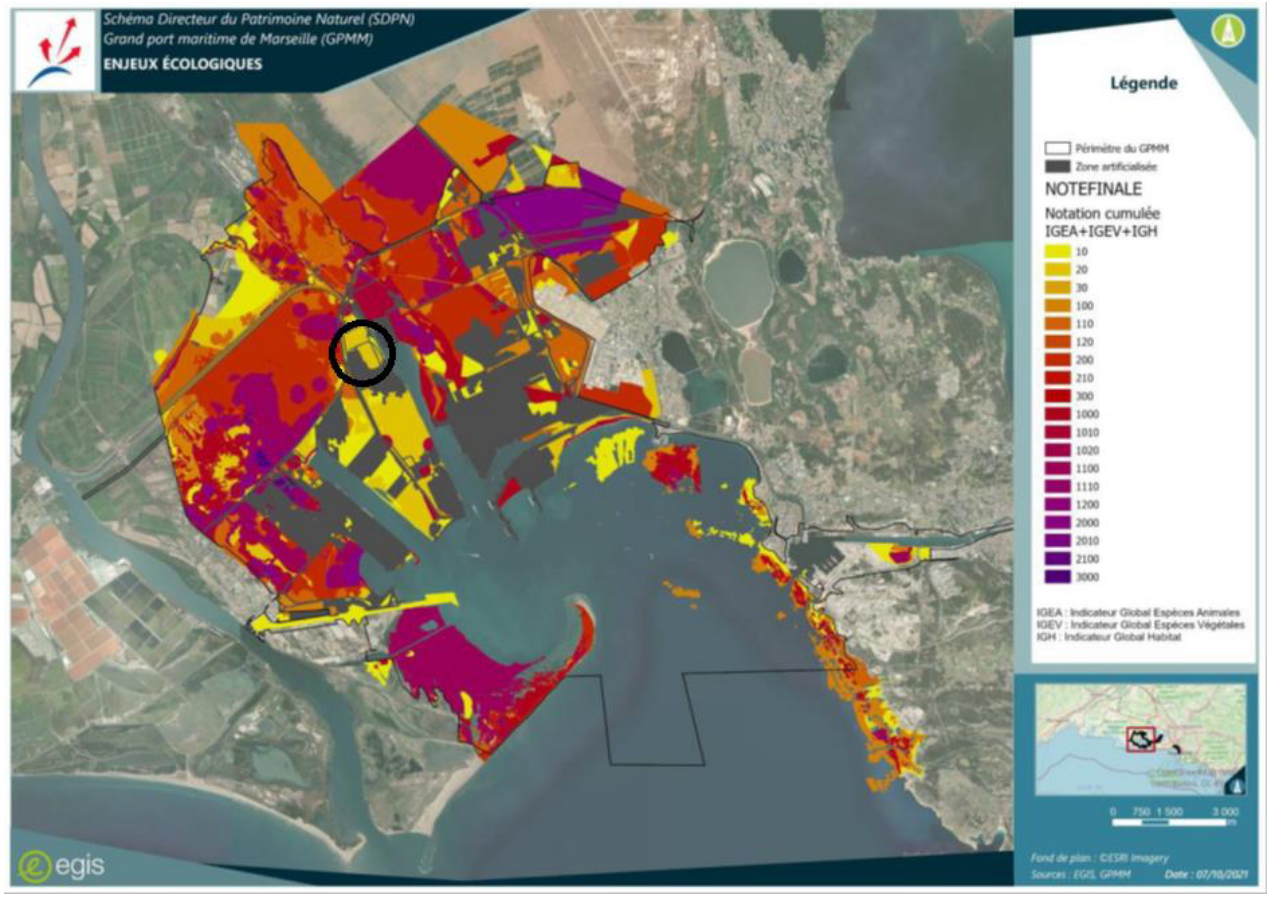
son calendrier de mise en œuvre et de déroulement ;

son lieu d'implantation.

2.2. Mesures d'évitement

■ **Mesure E0 : Evitement amont/Evitement de conception**

La 1ère phase de l'évitement de conception se situe au moment du choix du site d'implantation. En effet, le site retenu au nord du môle central a été recommandé par le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) grâce à son outil d'aide à la décision, le Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN) défini comme un « *document de planification stratégique visant à définir les objectifs et les principes de gestion du patrimoine naturel au sein de la ZIP, afin de concilier le développement économique du port avec la préservation et la valorisation de son environnement naturel.* » (Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel de la région PACA, AVIS n°2024-2). Le site a donc été choisi comme étant de moindre impact au regard des enjeux naturels selon le SDPN.



Carte 17 : Zonage des enjeux écologiques du Schéma Directeur du Patrimoine Naturel

(Source : modifié d'après GPMM)

Dans le cadre de ce projet, différents échanges (séquence itérative) préalables à la définition des emprises retenues ont eu lieu entre Elyse énergies et ECO-MED. Il s'agit d'un évitement amont, menant à la zone d'emprise initiale ;

Cette médiation en amont est donc ici considérée comme la principale mesure d'évitement du présent projet.

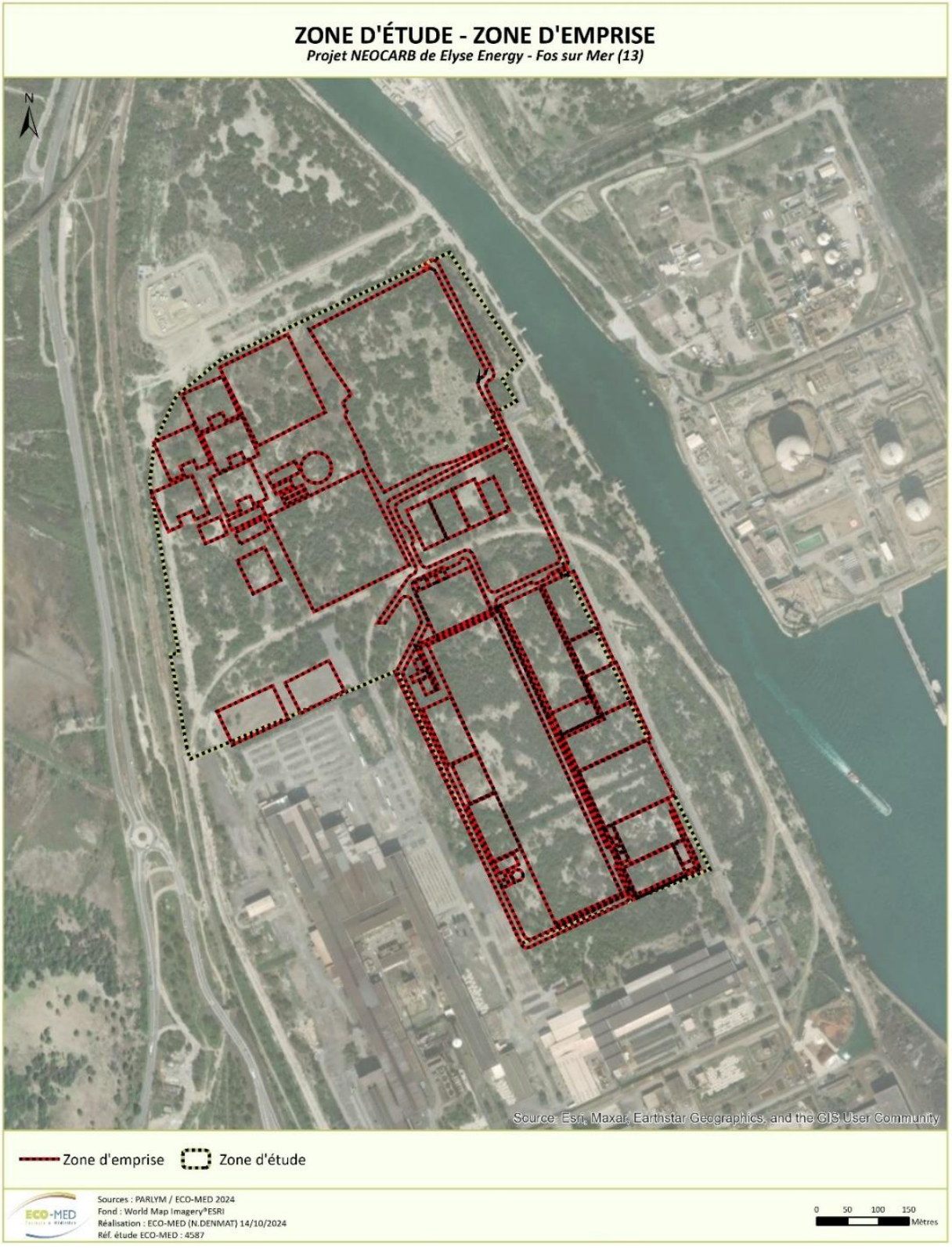
Aucune mesure d'évitement proprement dite ne sera proposée par la suite. Toutefois, si aucune mesure n'est à afficher, un travail important a été réalisé en amont de la définition des emprises finales sur lesquelles a porté l'évaluation des impacts bruts. En effet, plusieurs éléments ont été pris en compte, à la fois en amont du projet, mais également au fil de l'eau, lors de la découverte des enjeux du site. Ainsi, les principaux éléments qui sont pris en compte dans la démarche ERC et concernant tout spécifiquement les mesures d'évitement ont déjà été présentées dans la comparaison des variantes, sont les suivants :

- Site choisi initialement en dehors de tout zonage réglementaire ;
- Site proposé par le GPMM en tant que site de faible intérêt écologique d'après le Schéma Directeur du Patrimoine Naturel, SDPN, mis en place par le GPMM ;
- Site choisi pour la présence d'infrastructures de transport (route, fer, mer) afin d'éviter au maximum la création de nouvelles infrastructures.

Ce travail est donc à considérer comme la principale mesure d'évitement amont, et ne sera pas affichée dans le tableau d'évaluation des impacts bruts et résiduels, l'analyse des impacts ayant été effectuée sur la base de la variante finale retenue, intégrant donc déjà cet évitement amont.

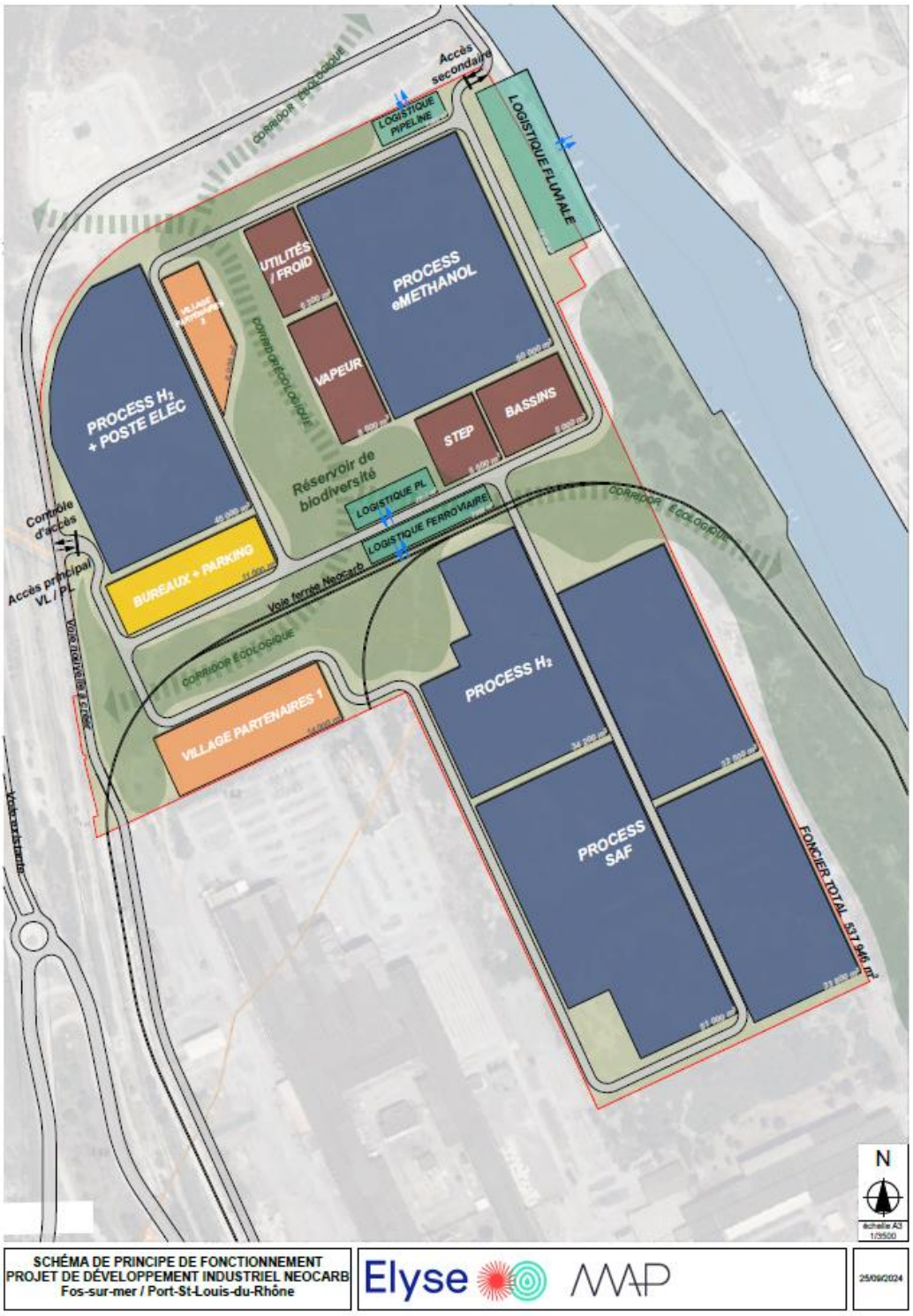
Historique de la séquence itérative d'évitement amont

Le projet d'implantation initial de l'ensemble du projet NEOCARB prévoyait un aménagement sur la quasi-totalité de la zone de 52 ha (cf carte ci-dessous : zone d'emprise initiale).



Carte 18 : Zone d'emprise initiale (élaborée entre 2023 et mi-2024)

En 2022, un premier diagnostic écologique d'Ascofield (Marcegaglia) réalisé par Naturalia révèle déjà une biodiversité à préserver. Les emprises sont modifiées une 1ère fois (cf carte ci-dessous « Schéma de principe de fonctionnement Neocarb »), en conservant des secteurs naturels contigus.



Carte 19 : Première évolution des emprises Neocarb par ELYSE suite au diagnostic pour ASCOFIELD (Marcegaglia) (sept 2024)

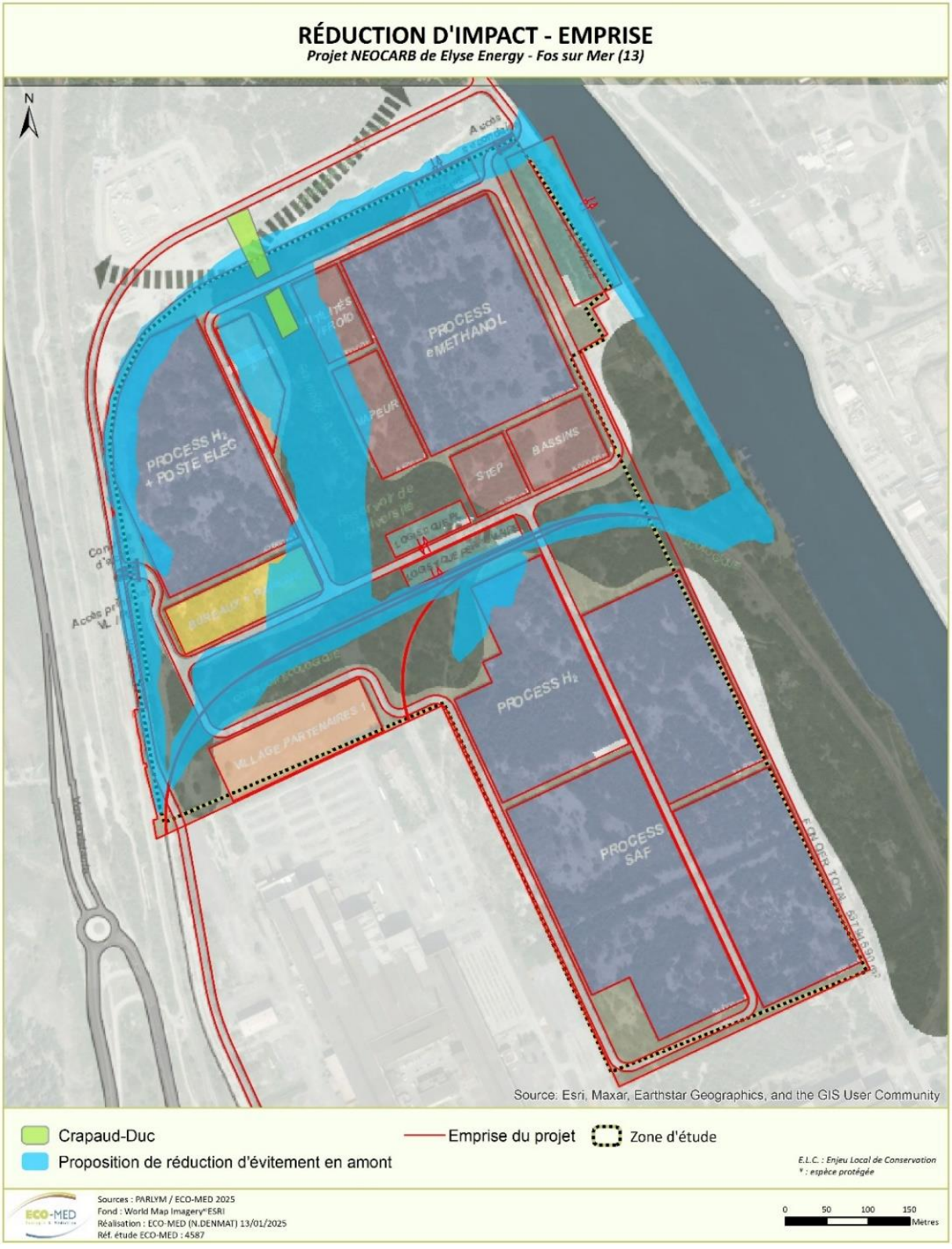
Suite à l'état initial mis à jour en 2024 sur un cycle annuel complet par une dizaine d'experts faune et flore d'ECO-MED, les cartes de synthèse de la flore et de la faune à enjeu font apparaitre une zone d'étude riche écologiquement.

La démarche itérative d'évitement et de réduction se poursuit à la suite de cette mise à jour de l'état initial. En superposant les emprises et les secteurs patrimoniaux, un processus de concertation Elyse-ECO-MED se poursuit afin de chercher de nouvelles solution d'évitement/réduction des emprises et de la fonctionnalité des futures exploitations et VRD, dans le but d'éviter des impacts ou de les maîtriser au maximum, dès la phase de chantier.



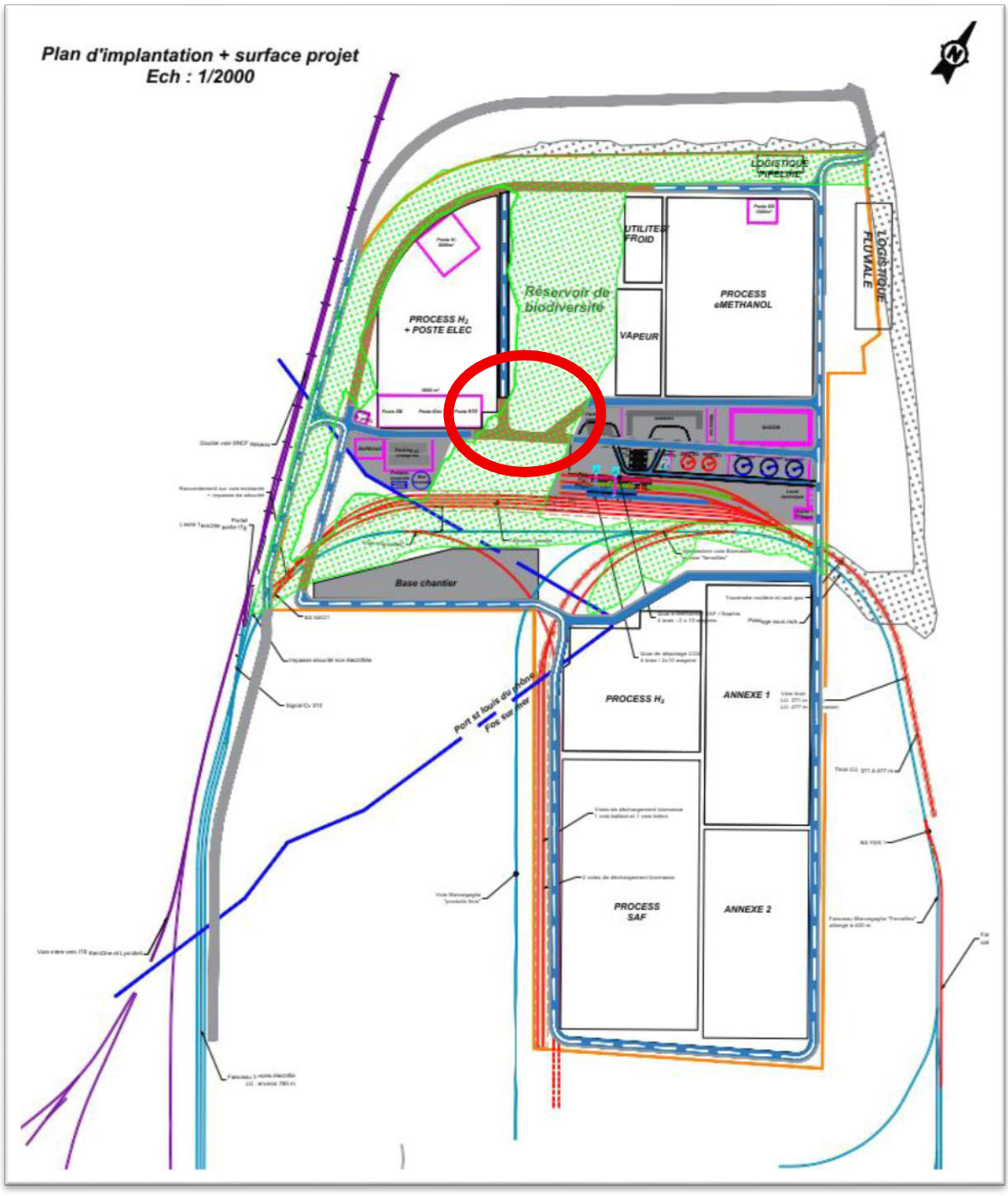
Carte 20 : Proposition de solutions d'évitements amont (septembre 2024)

Toutefois, les surfaces considérées pour cette phase d'évitement n'étant pas en adéquation avec le projet NEOBCARB et son organisation spatiale, en raison d'un besoin surfacique incompatible avec l'ensemble de la proposition d'évitement, une deuxième proposition a été formulée (cf carte ci-dessous « Réduction d'impact-emprise »). Il s'agissait de créer une cohérence dans les continuités écologiques devant être conservées en priorité et incluant la majorité des secteurs patrimoniaux recensés précédemment. Cette nouvelle proposition intégrait également la possibilité de conservation de plusieurs continuités écologiques avec le territoire environnant (crapaud-duc sous voirie, continuité arborée le long du canal).



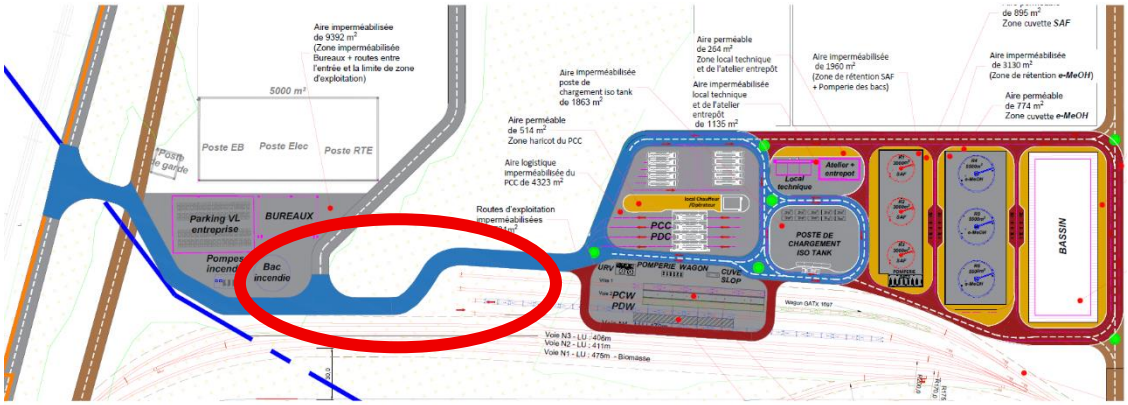
Carte 21 : Proposition de réduction des impacts majeurs (début 2025)

Suite à la proposition de réduction d'impacts, **la quasi-totalité des secteurs à conserver en priorité ont été pris en compte dans leur nouvelle implantation** portée par PARLYM et intégrés dans le plan de masse du projet, permettant de conserver la presque totalité des stations du Sphinx de l'Argousier et de la Diane notamment.

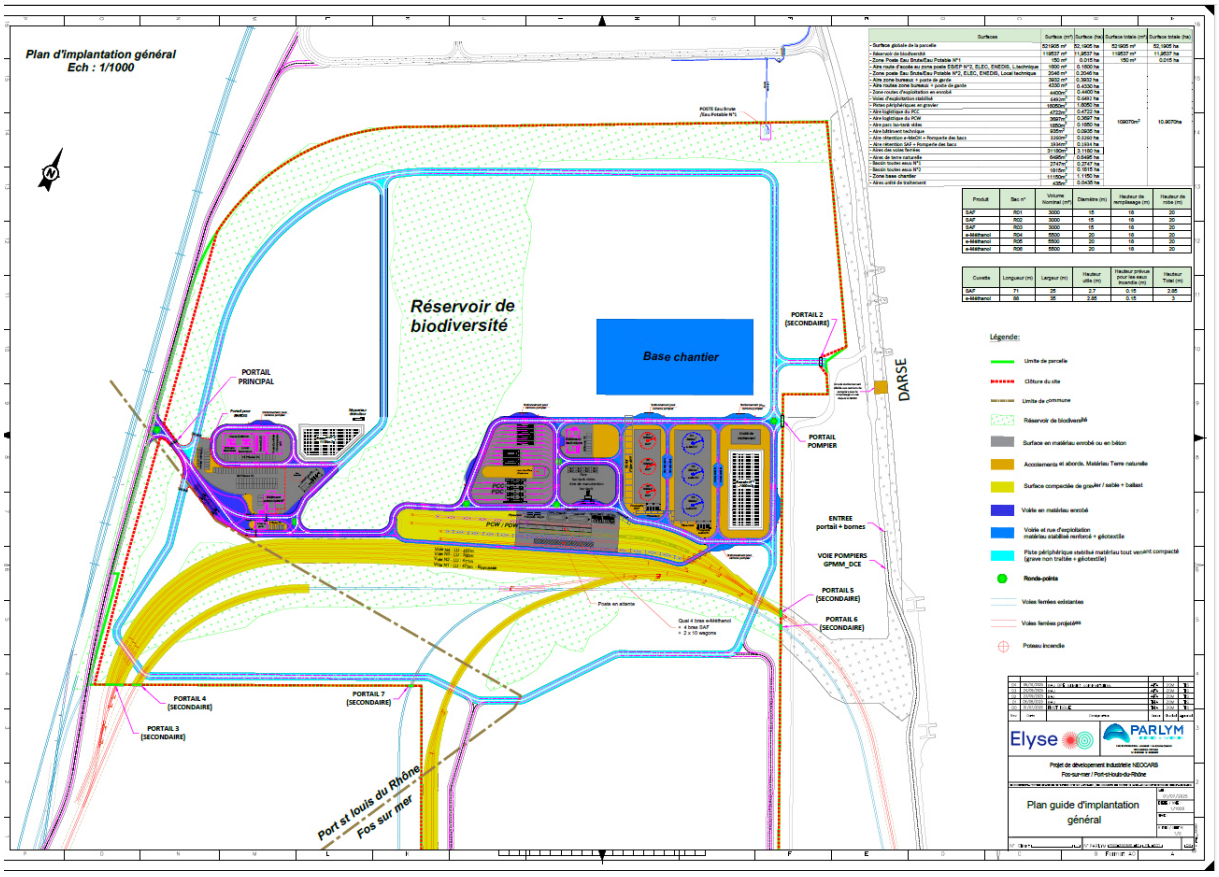


Carte 22 : Nouvelle implantation avec recherche du moindre impact écologique, à l'issue de la séquence itérative de 2024 au premier trimestre2025.

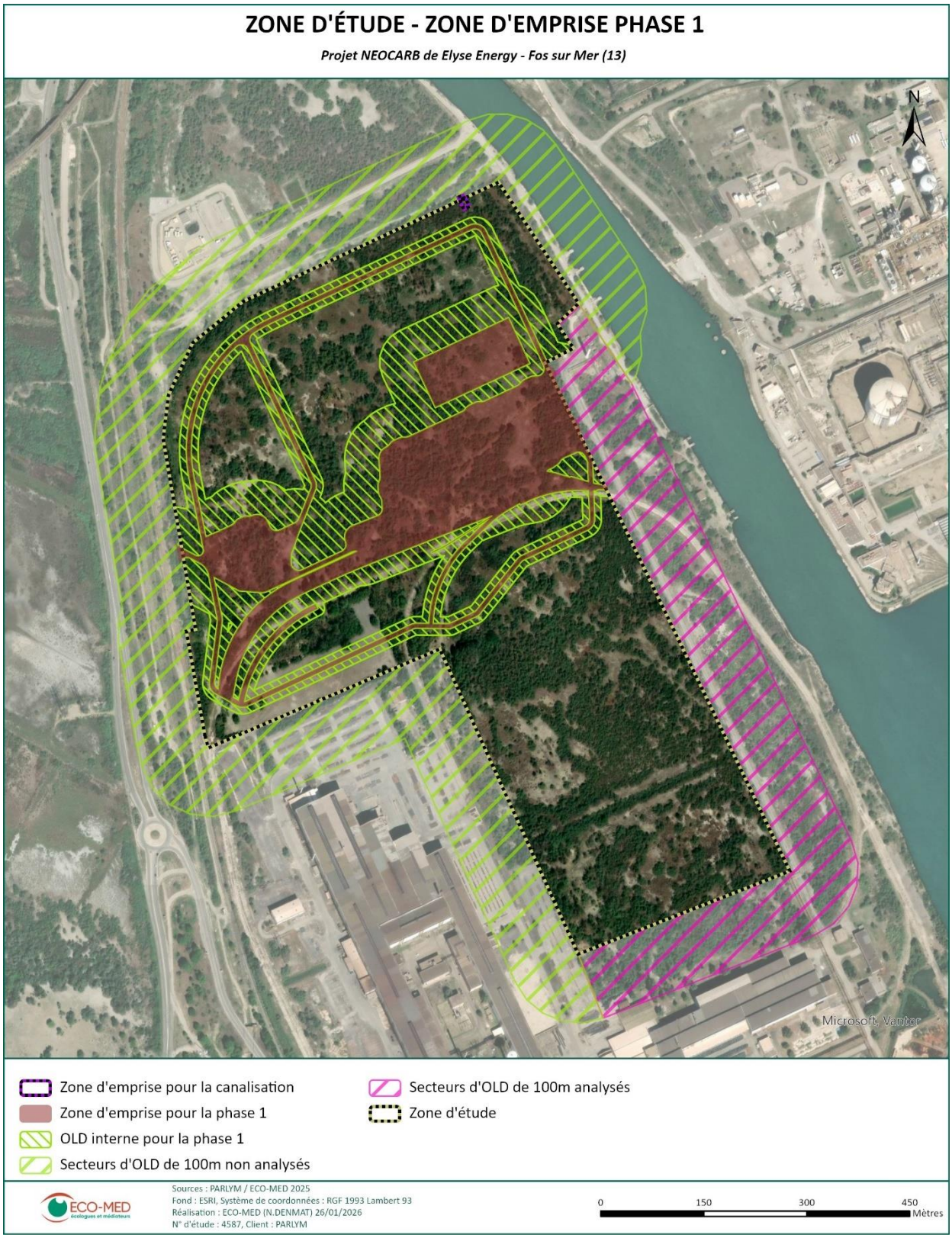
À la suite de nombreux échanges entre 2024 et 2025 intégrant à la fois les éléments techniques, sécurité, DFCI et biodiversité, les emprises ont été définitivement fixées à la fin du premier semestre 2025. Elles intègrent une dernière modification liée à la biodiversité. Il s'agit d'une voirie, qui se situait en travers du réservoir de biodiversité central. Cette voirie a été déplacée afin de permettre à ce réservoir de biodiversité de conserver la plus grande surface d'un seul tenant de continuum écologique (cf carte ci-dessous « emprises au 01-07-2025 »).



Carte 23 : Emprises au 01-07-2025



Carte 24 : Zone d'emprise phase 1 du projet NEOCARB LOG – source PARLYM-ELYSE octobre 2025



Carte 25 : Carte générale de la phase 1, des OLD intérieures et des OLD 100m applicables et analysées

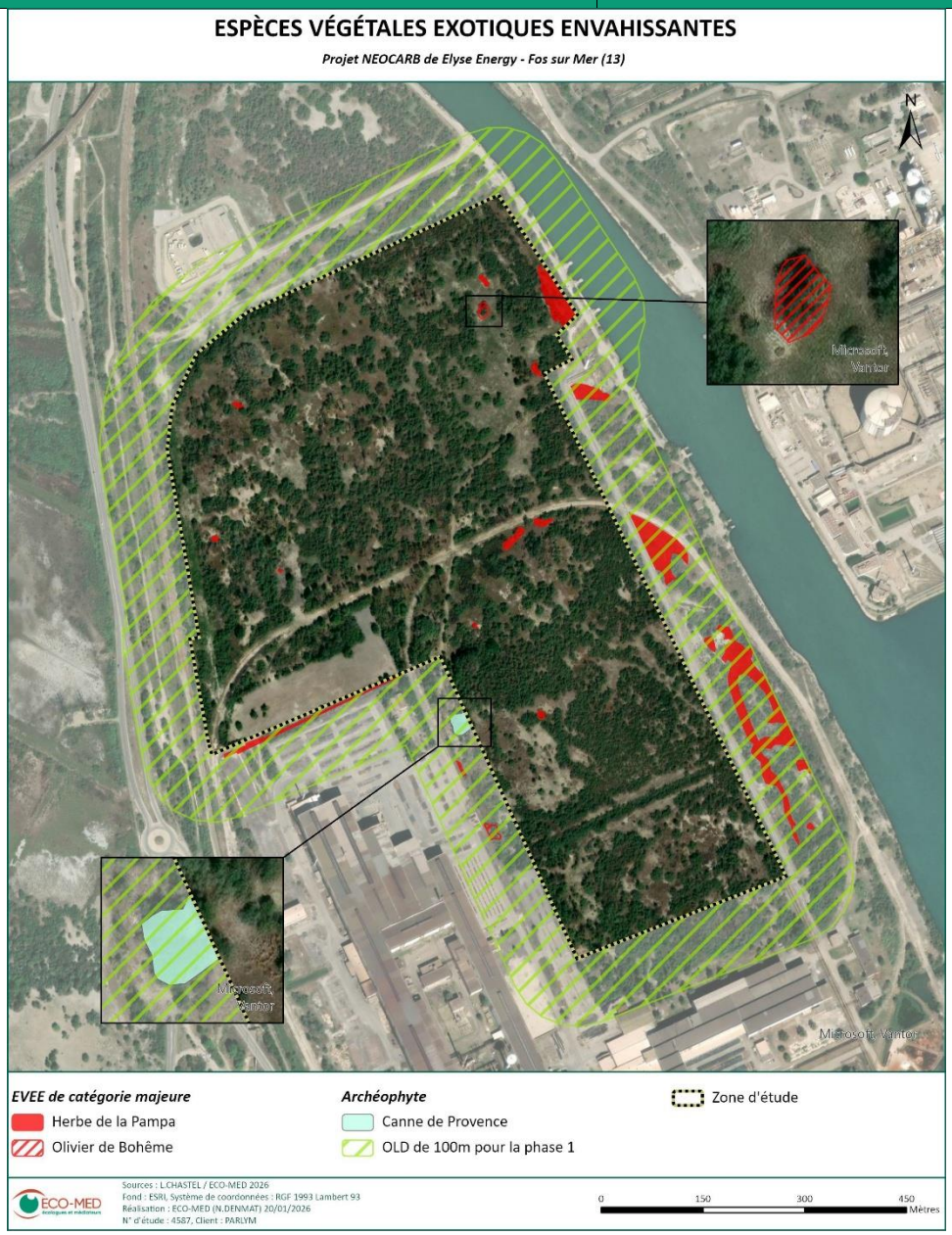
2.3. Mesures de réduction

Les mesures de réduction figurant au Volet Naturel d'Etude d'Impact ayant un effet sur les zones humides sont présentées ici.

■ Mesure R8 : Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes

<table>
<tr><td colspan="5">Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)</td><td colspan="3">Code de la mesure : R8
Lien avec autres mesures : -</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td colspan="4">C2.1b - Enlèvement / traitement d'espèces exotiques envahissantes (EEE)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Thématique environnementale :</td><td colspan="2">Milieux naturels</td><td>Paysage</td><td colspan="2">Air / Bruit</td></tr>
<tr><td colspan="7">Objectif de la mesure :
La prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes est de nature à réduire l'attractivité de la mosaïque d'habitats et représente une réelle menace pour les espèces patrimoniales au niveau local, et plus généralement à une échelle très élargie. Cette mesure vise à éradiquer un maximum des EVEE et de lutter contre leur dissémination au niveau des interfaces du chantier.
L'objectif de la mesure est ainsi de contrôler, lors de la phase travaux, le risque de dissémination de l'Herbe de la pampa et de l'Olivier de Bohème ainsi que l'installation de nouvelles espèces envahissantes lors du remaniement des sols.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Habitat(s) / espèce(s) ciblées :
Favorable aux milieux naturels et espèces associées
Lutte contre : Herbe de la pampa, Olivier de Bohème</td><td colspan="3">Calendrier de la mesure :
Avant le démarrage des travaux/au début des travaux</td></tr>
<tr><td colspan="7">Méthode :
Les individus d'Herbe de la pampa (Cortaderia selloana)et d'Olivier de Bohème (Elaeagnus angustifolia) devront être extraits selon la méthode suivante :
✓ Arrachage mécanique du plan à l'aide d'une pelle/mini-pelle
✓ L'intégralité des végétaux, feuilles, racines et pieds devront être soigneusement retirés et disposés dans des bâches afin d'être évacués vers un centre de traitements des déchets ou enterré sous les emprises de nouveaux bâtiments (stockage étanche nécessaire en attente de l'enfouissement).
✓ Gestion des rémanents : cette espèce peut réapparaitre même après l'arrachage en raison de la présence de graines ou d'autre d'élément. Les jeunes pieds peuvent être arrachés manuellement et pourront donc faire l'objet d'un arrachage à l'aide d'outils et de gants. Ici aussi, il faudra veiller à retirer un maximum de chaque individu, racines comprises et à évacuer correctement les végétaux vers un centre de traitement des déchets.
✓ Tous le engins et outils utilisés devront arriver propres sur site et être nettoyés à chaque changement d'affectation, y compris intra-site. Ce traitement est nécessaire afin de ne pas favoriser l'expansion des foyers, et s'avère indispensable dans le cas d'espèces sur lesquelles reposent des enjeux majeurs.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Matériel nécessaire :
✓ Matériel de bûcheronnage manuel et mécanique
✓ Bâches
✓ Camion benne
✓ Désinfectant</td></tr>
<tr><td colspan="7">Localisation de la mesure :</td></tr>
</table>

Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)	Code de la mesure : R8
	Lien avec autres mesures : -



Carte 26 : Localisation de la mesure R8

Points de vigilance

Un nettoyage systématique des outils et des engins avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.

A l'issue des travaux, l'efficacité de la mesure sera largement favorisée par une opération de réensemencement des zones terrassées à l'aide d'un mélange grainier adapté. Une attention particulière sera portée sur la sélection d'un mélange et une sélection d'arbustes et d'arbres de préférence locaux et non envahissant. La liste des espèces envahissantes est disponible à https://invmed.fr

Modalités de suivi :

- Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un écologue

Estimation financière

Dispositif de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)		Code de la mesure : R8 Lien avec autres mesures : -
Compétences écologues*		
Encadrement avant travaux d'éradication (balisage des foyers d'EVEE)	2 jours AMO (intégré à la mesure encadrement AMO 2) + 2 jours botaniste (800€/j)	1 600 € H.T
Encadrement pendant travaux d'éradication (initiation, suivi et réception)	Intégré à la mesure d'encadrement AMO2	/
Mini-pelle et débroussailleuse thermique avec chauffeur	Intégré au défrichement	/
Export des déchets végétaux en site spécialisé	Env. 150€/m3 (estimation d'environ 200 m3)	30 000 € H.T.
Stockage puis enfouissement sous emprises projets	Env. 100€/m3 (estimation d'environ 200 m3)	20 000 € H.T.
Comptes-rendus transmis au service instructeur	2 jours (800€/jour)	1600 € H.T.
TOTAL		**Env. 33 000 € H.T.**

■ Mesure R9 : Prévention des risques de pollution accidentelle

Prévention des risques de pollution accidentelle				Code de la mesure : R7 Liens avec les autres mesures : /
E	R	C	A	R2.1d : Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier
Thématique environnementale :	Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit	

Objectif de la mesure :

Limitation de l'impact de pollutions accidentelles.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Habitats naturels, faune et flore

Calendrier de la mesure :

En tout temps lors des opérations de d'aménagement et d'exploitation de la zone.

Méthode :

Du fait des travaux, des risques de pollutions diverses (notamment les écoulements accidentels de substances polluantes comme les hydrocarbures, les déchets solides, etc.) sont à prévenir. Voici ci-après les recommandations à prendre en considération :

<u>Huiles, graisses et hydrocarbures</u> :

- les véhicules et engins de chantier devront justifier d'un contrôle technique récent et être bien entretenus (étanchéité des réservoirs et circuits de carburants, lubrifiants et fluides hydrauliques),
- les bases-vie du chantier seront installées à l'intérieur de la clôture, dans les zones qui seront aménagées, au niveau des secteurs les plus surélevés par rapport au reste de la zone afin de limiter le risque d'inondation.

Prévention des risques de pollution accidentelle	Code de la mesure : R7 Liens avec les autres mesures : /

- les engins de chantier stationneront loin des zones écologiquement sensibles, au niveau de zones les moins facilement inondables. Les vidanges, nettoyages, entretiens et ravitaillements des engins seront réalisés sur des emplacements spécialement aménagés à cet effet et imperméabilisés, à l'écart de la zone de travaux. Les produits de vidanges seront recueillis/évacués en fûts fermés vers des décharges agréées,

- interdiction de tout entretien ou réparation mécanique en dehors des aires spécifiquement dédiées,

- les substances non naturelles ne seront pas rejetées dans le milieu naturel et seront retraitées par des filières appropriées. Les terres souillées seront aussi évacuées/retraitées.

Des produits absorbants devront être disponibles sur le chantier afin de pouvoir intervenir immédiatement en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures ou d'huiles de moteur dans les cours d'eau.

Eaux sanitaires :

Si les aires de chantier ne sont pas reliées au réseau de collecte des eaux usées, elles devront être équipées de sanitaires (douches, WC) autonomes munies de cuves de stockage des effluents. Ces cuves seront régulièrement vidangées par une société gestionnaire.

Déchets de chantier :

Les déchets de chantier doivent être gérés et traités par les entreprises attributaires des travaux dans le respect de la réglementation en vigueur à savoir :

- Loi n°75-633 du 15 juillet 1975 modifiée relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux ;

- Loi n°92-646 du 13 juillet 1992 modifiée, complétant et modifiant la précédente ;

- Arrêté du 18 février 1994 modifiant celui du 18 décembre 1992 et fixant les seuils d'admission des déchets spéciaux en Centre d'Enfouissement Technique (CET) de classe 1 ainsi que ceux à partir desquels ces déchets doivent être stabilisés ;

Les entreprises devront ainsi s'engager à :

- organiser la collecte et le tri des déchets et emballages, en fonction de leur nature et de leur toxicité ;

- conditionner hermétiquement ces déchets ;

- définir une aire provisoire de stockage quotidien des déchets générés par le chantier en vue de faciliter leur enlèvement ultérieur selon les filières appropriées ;

- prendre les dispositions nécessaires contre l'envol des déchets et emballages.

Matériel nécessaire : Kit anti-pollution, etc.

Localisation de la mesure

Tout le site

Points de vigilance

- Information et sensibilisation des opérateurs.

- Cette mesure de réduction permettra de limiter le risque de destruction d'individus et leur perturbation mais ne pourra pas l'exclure totalement.

Modalités de suivi

Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur :

Accompagnement par un coordinateur de chantier pendant toute la phase d'exploitation

Estimation financière

Coût technique	Dispositif préventif de lutte contre une pollution des sols : Kit anti-pollution 500 € HT / engin
Accompagnement écologique pendant travaux	Compris dans l'audit écologique de suivi des mesures mise en œuvre (Mesure AMO2)

■ Mesure R10 : Strict respect des emprises projets et préservations des zones de biodiversité

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité				Code de la mesure : R10
				Lien avec autres mesures : R0
E	**R**	**C**	**A**	E1.1c : Redéfinition des caractéristiques du projet

Thématique environnementale :	Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Limiter les impacts sur la faune et la flore à enjeu ainsi que sur les fonctionnalités écologiques.

Une partie des enjeux floristiques se situe dans des secteurs qui n'ont pas vocation à être aménagés. Il s'agit des secteurs considérés comme zones d'évitement, ainsi que les zones en périphérie des emprises.

Bien que non aménagés, ces secteurs pourraient être mobilisés à des fins d'entreposage des matériaux, pour l'établissement d'une base vie, l'entretien et la circulation de véhicules, etc. Dans l'optique de limitation des impacts au strict nécessaire vis-à-vis du projet, seules les emprises doivent être utilisées par le personnel du chantier afin de préserver les milieux environnant, désignés par le porteur du projet comme espaces verts.

La mesure consistera à identifier sur site les secteurs qui doivent être évités et de s'assurer, le temps des travaux, que la mesure est bien appliquée.

Compte tenu de la taille des surfaces à protéger et du temps des travaux, la méthode consister à la mise en place de signalisation sur les 2 500 m.l avec la présence de panneaux de signalisation dans les secteurs évités. Cela permettra notamment d'éviter des stations d'espèces protégées notamment :

- Environ 500 individus de Myosotis nain,
- Environ 100 individus de Canne de Ravenne

Cette mise en défens permet également d'éviter une vingtaine d'individus d'Avellinie fausse fétuque et quelques individus de Rostraire du littoral et de Céraiste de Sicile.

Il est également prévu une formation rapide sur les enjeux et mesures environnementales vis-à-vis de ce projet auprès des équipes de chantier ainsi qu'un suivi de ce balisage le temps des travaux par un écologue.

Après travaux ou à la fin des travaux, un balisage plus léger mais perne devra être mis en place autour du secteur concerné par la réduction amont (R0) ainsi que dans les différents délaissés (R0). Ce balisage pourra être constitué de de piquets en bois et de corde accompagnés de panneaux de signalisation par exemple.

Les zones évitées et conservées en faveur de la biodiversité devront également faire l'objet d'une gestion adaptée en phase de fonctionnement, et notamment un suivi pour s'assurer du maintien des milieux ouverts ainsi que du Myosotis nain. Des mesures correctives tel qu'un débroussaillage devront être programmé selon l'évolution des milieux.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Flore : Myosotis nain, Canne de Ravenne, Avellinie fausse fétuque, Rostraire du littoral, Céraiste de Sicile

Autres espèces également bénéficiaires de cette mesure :

Invertébrés : Sphinx de l'Argousier, Diane

Amphibiens : toutes espèces

Reptiles : Toutes espèces

Oiseaux : Toutes espèces

Chiroptères : Toutes espèces

Calendrier de la mesure :

En amont du chantier

Méthode :

- Mis en défens et balisages des stations et secteurs à éviter par un écologue professionnel mandaté.
- Balisage avec couleurs vives et assez solide pour supporter les phénomènes météorologiques
- Pancarte visible « Attention, zone écologique à préserver, défense de déposer tout matériau »
- En fin de chantier, baliser avec des matériaux non polluant et durable (bois, corde, métal)

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité	Code de la mesure : R10
	Lien avec autres mesures : R0



Exemple de mise en défens et d'un panneau informatif

Matériel nécessaire :

- Chaînette plastique ou filet orange
- Piquet de balisage
- Peinture de marquage
- Panneaux de signalisation

Localisation de la mesure

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité	Code de la mesure : R10
	Lien avec autres mesures : R0



Carte 27 : Localisation de la mesure R10

Points de vigilance

En cas de non-respect de prise en compte des contraintes écologiques, une note technique sera rédigée, faisant le constat du défaut de conformité et la proposition de mesures correctives (lorsque cela sera possible). Cette note technique sera transmise au pétitionnaire. A la fin de chaque audit écologique, un compte-rendu final sera rédigé faisant le bilan des audits réalisés durant toute la phase des travaux. Ce compte-rendu devra être transmis par le pétitionnaire aux services instructeurs.

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité	Code de la mesure : R10
	Lien avec autres mesures : R0

Modalités de suivi

Des audits réguliers devront être prévus, en plus de ceux envisagés pour la mise en place de mesures spécifiques, afin de veiller à la conformité des mesures ERCAS ici proposées. En phase de fonctionnement, le maintien d'un balisage léger et durable pourra être vérifier conjointement aux suivis réalisés pour la faune et la flore.

Estimation financière

Balisage des zones à préserver avant les travaux	Environ 2 500 m de chaînette / filet + piquet bois	Environ 600 € H.T.
Accompagnement avant et pendant travaux	Intégré à la mesure AMO2	/
Audit chantier	Cf audit globaux	/
Suivi des espèces protégées dans l'emprise et à ses abords	Cf suivis spécifiques	/

■ Mesure R20 : Gestion écologique des OLD et des secteurs adjacents

Gestion écologique des OLD				Code de la mesure : R20
				Lien avec autres mesures : R17
E	R	C	A	Réduction technique en phase fonctionnement

Thématique environnementale	Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Gestion écologique des habitats situés dans les emprises de l'OLD.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Cette mesure est générale pour l'ensemble des compartiments biologiques et concerne l'entretien courant des OLD.

Période favorable :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Méthode :

➢ **Entretien des zones débroussaillées (OLD) en accord avec les enjeux écologiques**

Cette mesure permettra de réduire les impacts du débroussaillement sur les habitats naturels, la faune et la flore des milieux ouverts principalement.

Sur les zones à débroussailler et jouant un rôle de « coupe-feu » pour protéger les installations, une limitation des perturbations du projet doit être mise en place pour préserver les espèces à enjeux localisées au sein de ces futures zones débroussaillées ou qui seront amenées dans le temps à les exploiter.

En règle générale, cet entretien régulier (souvent annuel) n'est pas orienté vers la conservation d'enjeux écologiques, et peut induire un impact direct sur certains habitats et espèces. Ainsi, une mesure spécifique peut être apportée afin d'en réduire significativement l'impact.

La mise en place et l'entretien de ces bandes OLD devront être réalisés en accord avec les sensibilités écologiques des espèces recensées/potentielles :

- Une réflexion sur le maintien de certains arbustes voire arbres (arbres-gîtes potentiels par exemple) devra être engagée en amont de l'ouverture des OLD. En effet, la préservation de certains bosquets plus ou moins isolés n'est pas rédhibitoire avec la mise en place des OLD. Il s'agira d'effectuer un débroussaillement sélectif et alvéolaire, dans la bande des 20 à 50m. En effet, dans la bande des 0 à 20m, il est impossible de mettre en place de l'alvéolaire ;

- L'entretien régulier des OLD devra, quant à lui, être réalisé soit manuellement, soit à l'aide de moyens légers d'intervention au plus tôt dans la saison hivernale, en évitant la période printanière et estivale, de façon à ne pas détruire les espèces présentes dans les zones ouvertes.

<u>Débroussaillement de type alvéolaire et sélectif (à appliquer sur la bande des 20-50m des OLD en fonction des recommandations du SDIS)</u>

Ce type de débroussaillement permet de conserver à l'intérieur des OLD des îlots de végétation (pelouses, garrigue basse, arbustes, arbres) qui constitueront autant de refuges pour la flore et la faune, grâce notamment à la multiplication des effets de lisière. Les alvéoles seront bien entendu en grande partie calquées sur les stations à enjeu de conservation. Elles devront donc être définies en présence de l'expert écologue et faire l'objet d'un marquage.

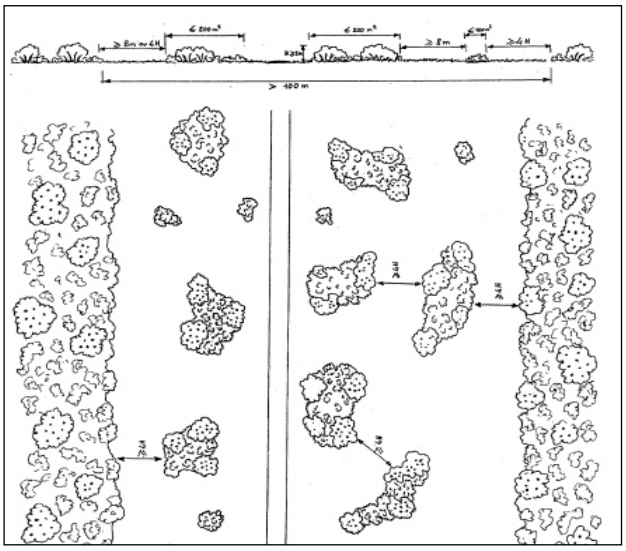
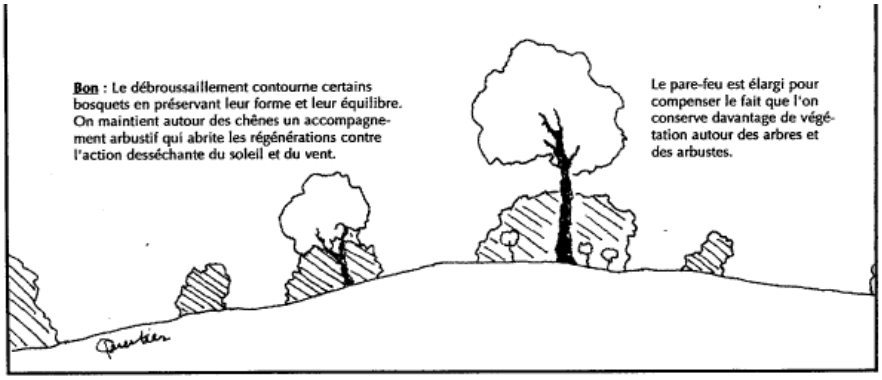


Illustration du traitement de la strate arbustive par le débroussaillement alvéolaire

JL. GUITON & L. KMIEC - ONF, 2000



Gestion écologique des OLD	Code de la mesure : R20
	Lien avec autres mesures : R17

Illustration de la préservation de bosquets d'arbres et d'arbustes lors d'opérations de débroussaillement
P. QUERTIER - ONF, 2000





Exemples de débroussaillement / gyrobroyage de type alvéolaire
J. VOLANT, 10/05/2017, Le Castellet (13)

Les abords de l'emprise du projet doivent faire l'objet d'un entretien réglementaire, dans le cadre des OLD. Or, la « bande à entretenir » autour du parc photovoltaïque pourrait intercepter en particulier des stations d'espèces de la faune protégée. Afin d'éviter toute destruction d'individus, **le débroussaillement devra impérativement être réalisé en hiver.**

Dans ces conditions, ces OLD bien conduites pourraient favoriser la dynamique des végétaux liés aux milieux ouverts et le maintien ou la recolonisation par les insectes et autre petite faune qui y sont associés.

Localisation de la mesure

Dans l'ensemble du périmètre des OLD.

Points de vigilance

- Eviter la fauche ou le débroussaillage durant le printemps et l'été pour ne pas impacter la flore ainsi que les insectes, ressource alimentaire de nombreuses espèces,
- Eviter toute utilisation d'engins mécaniques lourds pour le débroussaillage ou la fauche (risque de tassement ou de remaniement du sol). Privilégier une débroussailleuse à fil ou à disque voire même une motofaucheuse à barre de coupe,
- En cas de fauche ou de débroussaillage, éviter une gestion trop rase des strates herbacée et arbustive (milieux ouverts trop ras défavorables pour le Psammodrome d'Edwards et le Seps strié),
- Proscrire tout usage de produits phytocides,

Modalités de suivi

Seul un suivi écologique de la bonne réalisation de la première année d'entretien annuel est préconisé ici

Estimation fiancière

Encadrement écologique des premières opérations d'entretien de l'OLD (N+1)	2 jours de terrain/ + rédaction	2 500€ HT

3. IMPACTS RESIDUELS DU PROJET SUR LES ZONES HUMIDES

Tableau 6. Évaluation des impacts résiduels sur les zones humides

Zones humides	Surface dans la zone d'emprise avant mesures	Impacts bruts	Mesures d'atténuation	Surface résiduelle	Impacts résiduels
Fourrés de tamaris	13,81	Forts	R8, R9, R10 et R20	13,81	Forts
Bois de peupliers et de frênes	3,09	Forts	R8, R9, R10 et R20	3,09	Forts
Prairies psammophiles des sables fixés à joncs et Scirpe du Midi	1 ,59	Modérés	R8, R9, R10 et R20	1 ,59	Modérés
Mosaïque de pelouses d'annuelles psammophiles et prairies psammophiles à Scirpe du Midi	1,51	Faibles	R8, R9, R10 et R20	1,51	Faibles
Bois et bosquets de Peupliers	0,12	Faibles	R8, R9, R10 et R20	0,12	Faibles
Prairies psammophiles des sables fixés à Impérate cylindrique	0,05	Très faibles	R8, R9, R10 et R20	0,05	Très faibles
Prairies psammophiles des sables fixés à Canne d'Italie	0,01	Très faibles	R8, R9, R10 et R20	0,01	Très faibles
Marais d'eau salée et sables vaseux	0,09	Très faibles	R8, R9, R10 et R20	0,09	Très faibles
Fourrés à Tamaris et prairies psammophiles à Scirpe du Midi	0,31	Très faibles	R8, R9, R10 et R20	0,31	Très faibles
Mosaïque de Phragmites et végétations rudérales	0 ,04	Très faibles	R8, R9, R10 et R20	0 ,04	Très faibles
Mosaïque d'Herbe de la Pampa et de prairies psammophiles à Scirpe du Midi	0,02	Très faibles	R8, R9, R10 et R20	0,02	Très faibles
Formations à Herbe de la Pampa	1,23	Très faibles	R8, R9, R10 et R20	1,23	Très faibles

L'évaluation des impacts bruts a été réalisée à partir des emprises finales de la phase 1, transmises par ELYSE ENERGY en janvier 2026.

Concernant les zones humides, **les mesures de réduction proposées ne permettent pas de diminuer de manière significative le niveau d'impact du projet sur les zones humides.**

Ainsi, le projet conduit à la disparition d'une surface de 21,88 ha de zones humides ou à l'altération de leurs fonctions.

Au regard de la rubrique 3.3.1.0 concernant l'assèchement, la mise en eau, l'imperméabilisation ou le remblai de zones humides, **le projet est donc soumis à autorisation.**

En application des recommandations du **SDAGE Rhône Méditerranée (2022-2027),** une démarche compensatoire doit être mise en place, prévoyant la restauration de zones humides existantes dégradées. Cette compensation doit viser **une valeur guide de 200% de la surface impactée, soit 44 ha.**

Une démarche compensatoire a été initiée pour ce projet, grâce à l'application de la **Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides**. Elle permet une évaluation rapide des fonctions des zones humides continentales (au sens de l'Art. L.211-1 du Code de l'environnement) en France métropolitaine et de vérifier qu'un certain nombre de principes de la compensation sont bien respectés.

PARTIE 4 : MESURE DE COMPENSATION

1. ANALYSE FONCTIONNELLE DE LA ZONE HUMIDE – SITE IMPACTE

1.1. Description de la zone humide avant impact

La zone humide impactée, localisée sur la commune de Fos-sur-Mer (13) au niveau du môle central, correspond à un système hydrogéomorphologique côtier. Délimités au regard du critère de végétation, les habitats naturels présents correspondent principalement à des fourrés de Tamaris et des formations à Peupliers et Frênes en mosaïque avec des milieux plus ouverts, majoritairement des pelouses sableuses et des espèces végétales exotiques envahissantes.

Tableau 7. Caractéristiques générales de la zone humide impactée

Localisation	Fos-sur-Mer (13)
Superficie	54,93 ha
Système hydrogéomorphologique du site	Côtier
Appartenance à une masse d'eau de surface	FRDC04 – Golfe de Fos
Type d'habitats dans le site	- Fourrés de Tamaris (EUNIS : F9.31, surface : 32,03 ha) - Bois de Peupliers et de Frênes (EUNIS : G1.3, surface : 6,24 ha) - Prairies psammophiles des sables fixés à Joncs et Scirpe du Midi (EUNIS : A2.52, surface : 7,29 ha) - Mosaïque de pelouses d'annuelles psammophiles et prairies psammophiles à Scirpe du Midi (EUNIS : B1.49-E1.61 x A2.52, surface : 5,87 ha) - Prairies psammophiles des sables fixés à Impérate cylindrique (EUNIS : A2.52, surface : 0,2 ha) - Bois et bosquets de Peupliers (EUNIS : G1.3, surface : 1 ,52 ha) - Prairies psammophiles des sables fixés à Canne d'Italie (EUNIS : A2.52, surface : 0,01 ha) - Marais d'eau salée et sables vaseux (EUNIS : A2.2 x A2.52, surface : 0,09 ha) - Fourrés à Tamaris et prairies psammophiles à Scirpe du Midi (EUNIS : F9.31 x A2.52, surface : 0,31 ha) - Mosaïque de Phragmites et végétations rudérales (EUNIS : C3.21 x E5.1, surface : 0,04 ha) - Mosaïque d'Herbe de la Pampa et de prairies psammophiles à Scirpe du Midi (EUNIS : A2.52 x E5.1, surface : 0,02 ha) - Formations à Herbe de la Pampa (EUNIS : A2.52 x E5.1, surface : 1,23 ha) - Fourrés à Canne de Provence (EUNIS : C3.32, surface : 0,08 ha)

1.2. Evaluation des fonctions sur la zone humide avant impact

Pour rappel, 3 grands types de fonctions sont évaluées : hydrologique, biogéochimique et d'accomplissement du cycle biologique des espèces, appelé « écologique » dans le tableau, pour plus de simplicité. La méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides évalue 12 sous-fonctions pour lesquelles les zones humides ont souvent un rôle prépondérant par rapport aux autres écosystèmes. Pour cette étude, l'évaluation se fait au travers de 33 indicateurs mesurés dans le site et 8 dans l'environnement du site.

1.2.1. Opportunité fonctionnelle – les enjeux sur le territoire où est insérée la zone humide (zone contributive, zone tampon et paysage)

Les indicateurs relevés dans l'environnement du site renseignent sur l'opportunité pour un site d'accomplir ses fonctions (= opportunité fonctionnelle). Les indicateurs relevés dans **la zone contributive** du site renvoient à l'opportunité fonctionnelle vis-à-vis des sous-fonctions **hydrologiques** et **biogéochimiques** tandis que les indicateurs relevés dans **le paysage** renseignent l'opportunité fonctionnelle vis-à-vis des sous-fonctions **d'accomplissement du cycle biologique des espèces**.

Les enjeux sont discutés principalement d'après 4 classes identifiés d'après une analyse empirique par l'observateur du résultat des tableaux de bord obtenus avec la méthode mobilisée : très fort, assez fort, assez faible, très faible.

■ **La zone contributive**

La zone humide correspond à un système hydrogéomorphologique côtier. La méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides V2 ne calcule pas de zone contributive pour les systèmes hydrogéomorphologiques côtiers car ces systèmes sont dominés par des processus marins et côtiers spécifiques, rendant inappropriée ou non pertinente l'application d'une évaluation basée sur une zone contributive (bassin versant) terrestre classique.

Il convient toutefois de préciser qu'il est important de prendre en compte les différentes fonctions intrinsèques de la zone humide et pas seulement sur la base de l'opportunité fonctionnelle. L'identification des fonctions à prioriser se basera donc essentiellement sur la capacité fonctionnelle du site. **Les fonctions hydrologiques et biogéochimiques pourront donc être des fonctions jugées comme prioritaires.**

■ **Le paysage**

Pour rappel, le paysage fait référence à l'ensemble des éléments naturels et anthropiques situés dans un rayon de 1000 mètres autour de la zone humide concernée. Il occupe une superficie d'environ 769 ha. Le tableau ci-dessous présente ainsi la proportion des différents milieux EUNIS niveau 1 au sein du paysage de la zone humide.

Tableau 4 : Caractéristiques du paysage de la zone humide impactée

Le paysage	Proportion (%)
A – Habitats marins	30
B – Habitats côtiers	5
C – Eaux de surfaces continentales	2
D – Tourbières hautes et bas-marais	0
E – Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminoïdes, mousses ou des lichens	7
F – Landes, fourrés et toundras	25
G – Boisements, forêts et autres habitats boisés	4
H – Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée	2
I – Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés	0
J – Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels	25

Le paysage de la zone humide présente un grand nombre de milieux naturels dont la répartition est assez équilibrée. A l'ouest on retrouve des habitats marins, notamment des marais salés autrefois exploités pour la production de sel. Le reste du paysage est dominé par des fourrés de tamaris et des formations de peupliers, formant une mosaïque avec des espèces végétales exotiques envahissantes telles que l'Herbe de la Pampa ou l'Olivier de Bohème.

L'ensemble de ces habitats est fragmenté par un réseau dense d'infrastructures de transport (routes et voies ferrées) et de bâtiments industriels. Les perturbations anthropiques dans le paysage sont ainsi importantes, réduisant l'intérêt écologique du site pour accueillir la faune et la flore. Cela limite également les possibilités de déplacement des espèces entre les différents habitats.

➔ **ENJEUX PRINCIPAUX POUR LE SITE IMPACTE** :

Les caractéristiques du paysage du site impacté ont permis de déterminer :

- **Une opportunité assez forte** pour le site de réaliser la sous-fonction **de support des habitats,**
- **Une opportunité assez faible** pour le site de réaliser la sous-fonction de **connexion des habitats**.

Les résultats de l'évaluation de l'opportunité fonctionnelle pour chaque sous-fonction figurent, pour le site impacté dans le tableau 8 ci-après. Pour plus de précisions, se référer au tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 2bis ».

1.2.2. Capacité fonctionnelle – les enjeux sur la zone humide

La valeur des 33 indicateurs **évalués dans le site** pour cette étude renseigne sur la **capacité fonctionnelle du site**, c'est-à-dire sa capacité à réaliser les sous-fonctions associées. **Ce sont ces indicateurs évalués dans le site qui interviendront ensuite dans l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle.**

Les enjeux sont discutés principalement d'après 4 classes identifiés d'après une analyse empirique par l'observateur du résultat des tableaux de bord obtenus avec la méthode mobilisée : très fort, assez fort, assez faible, très faible

■ **Fonctions hydrologiques**

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction d'**atténuation du débit de crue** :

La densité très faible de fossés et la forte conductivité hydraulique du sol (texture sableuse) sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins la faible teneur en matière organique dans les sols vient nuancer ce constat. Par ailleurs, la nature anthropique du môle central semble altérer durablement le fonctionnement de cette sous-fonction. En effet, les remblais aménagés pour la création du môle central empêchent les inondations annuelles des terrains, ce qui suggère que cette sous-fonction ne soit plus réalisable (ou très peu) par la zone humide.

- **Capacité très forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **ralentissement des ruissellements** :

La densité très faible de rigoles et fossés est favorable à l'expression de cette sous-fonction. En effet un réseau de systèmes de drainages peu dense prolonge le temps de séjour des eaux dans la zone humide et limite les flux hydrosédimentaires de l'amont vers l'aval.

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **recharge des nappes :**

La densité très faible de systèmes de drainage et la forte conductivité hydraulique du sol (texture sableuse) sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins des études géotechniques (suivi piézométrique par SUEZ Consulting de septembre à octobre 2024) montrent que le site n'est pas connecté à une nappe phréatique, mais uniquement au milieu marin (présence d'eau souterraine très salée) ce qui suggère que cette sous-fonction ne soit pas réalisable par la zone humide.

- **Capacité assez faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **rétention des sédiments :**

Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins le manque de matière organique incorporée en surface nuit grandement à la rétention des sédiments.

■ **Fonctions biogéochimiques**

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **dénitrification des nitrates** :

Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins, le manque de matière organique en surface et enfouie dans le sol, la granulométrie intermédiaire en surface et en profondeur ainsi que l'absence de signes d'engorgement temporaire dans les sols sont des éléments défavorables à l'expression de la sous-fonction de dénitrification dans la zone humide.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'assimilation végétale de l'azote** :

Le couvert végétal permanent important, le couvert surtout arboré et arbustif, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. De plus, la présence d'habitats non halophiles sur une grande surface est favorable à la réalisation de cette sous-fonction. Néanmoins, le manque de matière organique en surface nuit à l'assimilation végétale de l'azote.

- **Capacité très forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'adsorption et de précipitation du phosphore :**

L'ensemble des indicateurs qui participent à l'évaluation de cette sous-fonction présent des valeurs élevées. Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion et de ravinement sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. De plus, un pH alcalin égal à 8 mesuré dans la zone humide impactée est également favorable à la fixation du phosphore dans les sols.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'assimilation des orthophosphates** :

Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins, comme évoqué pour la sous-fonctions précédente, un pH alcalin favorise la fixation du phosphore dans les sols, dans ces conditions, le phosphore n'est donc plus disponible pour la végétation nuit à l'assimilation des orthophosphates. L'indicateur lié au pH est donc défavorable à l'expression de la sous-fonction d'assimilation des orthophosphates par la végétation.

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **séquestration du carbone** :

La surface terrière des arbres très faible, la faible teneur en matière organique incorporée en surface et enfouie dans le sol ainsi que l'absence d'horizons histiques sont défavorables à l'expression de cette sous-fonction.

■ **Fonctions écologiques**

- **Capacité assez faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **connexion des habitats :**

Cette sous-fonction est évaluée par un unique indicateur qui rend compte de la similarité des habitats entre le site et le paysage. Dans le cas présent, les habitats présents dans le site sont jugés assez similaires aux milieux dans le paysage.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **support des habitats**

La répartition des habitats naturel équilibrée, l'emprise d'habitats hygrophiles très importante, l'emprise d'habitat naturels forte sont favorables à l'expression de cette sous-fonction malgré l'intensité des invasions biologiques jugée élevée. Malgré ces facteurs de dégradation, la capacité du site à réaliser la fonction de support des habitats est jugée assez forte. Ce constat s'appuie également sur la présence de nombreuses espèces faunistiques ou floristiques à enjeux écologiques notables.

■ **Bilan sur la capacité fonctionnelle du site impacté**

L'évaluation des sous fonctions réalisées par la zone humide impactée à l'aide des indicateurs associés a permis de mettre en évidence les enjeux liés au site impacté.

➔ **ENJEUX PRINCIPAUX POUR LE SITE IMPACTE** :

- **Fonctions hydrologiques :** La zone humide semble avoir une capacité **très forte** à remplir la sous-fonction de **ralentissement des ruissellements**, une capacité **assez faible** pour **la rétention des sédiments** et une capacité **très faible** pour l'**atténuation du débit de crue** et la **recharge de nappe**.
- **Fonctions biogéochimiques :** La capacité de la zone humide de remplir la sous-fonction d'**adsorption et de précipitation du phosphore dans les sols** est jugée **très forte**. Concernant les fonctions d'**assimilation végétale de l'azote et des orthophosphates**, la capacité fonctionnelle de la zone humide impactée est jugée **assez forte**. Enfin, la capacité de la zone humide de remplir les sous-fonctions de **séquestration du carbone** et de **dénitrification** est jugée **très faible**.
- **Fonctions écologiques :** La zone humide semble avoir une capacité **assez faible** à remplir la sous-fonction de **connexion des habitats** et **assez forte** à remplir la sous-fonction de **support des habitats**.

Les résultats de l'évaluation de la capacité fonctionnelle pour chaque sous-fonction figurent dans le tableau ci-après. Pour plus de précisions, se référer au tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 2 ».

1.2.3. Identification des fonctions à prioriser

L'évaluation de l'opportunité fonctionnelle pour le site de réaliser ses fonctions vis-à-vis des caractéristiques de son environnement et de la capacité du site à réaliser ses fonctions permet d'identifier les fonctions prioritaires sur lesquelles portera l'analyse de l'équivalence fonctionnelle.

Le choix des fonctions à prioriser intègre également des données de contexte qui ne rentrent pas dans le calcul des indicateurs et des sous-fonctions (zones humides d'intérêt majeur, la position de la zone humide dans le bassin versant et les pollutions diffuses, les trames vertes et bleues, les espèces protégées, les espaces naturels à statuts etc…). Dans ce cas présent, la présence dans le site d'espèces faunistiques protégées et d'habitats naturels d'intérêt communautaire confortent la nécessité de prioriser la sous-fonctions de support des habitats.

Concernant les fonctions biogéochimiques, les zones humides situées en queue de bassin versant jouent un rôle important, notamment en matière d'épuration de l'eau. En effet, les eaux arrivant dans ces milieux sont souvent fortement chargées en azote (N), en phosphore (P) et en polluants dissous. Ainsi, les sous-fonctions telles que la dénitrification des nitrates, l'assimilation végétale de l'azote, l'adsorption et la précipitation du phosphore, ainsi que l'assimilation végétale des orthophosphates peuvent ainsi être très significatives pour les zones humides en système hydrogéomorphologique côtier.

Tableau 8. Importance des sous-fonctions remplies par la zone humide impactée

Fonctions	Sous-fonctions	Opportunité fonctionnelle	Capacité fonctionnelle	Importance de la sous-fonction
Hydrologique	Atténuation du débit de crue	-	Très faible	Secondaire
	Ralentissement des ruissellements	-	Très forte	**Prioritaire**
	Recharge des nappes	-	Très faible	Secondaire
	Rétention des sédiments	-	Assez faible	Secondaire
	Soutien au débit d'étiage	Non évaluée en système côtier		
Biogéochimique	Dénitrification	-	Très faible	Secondaire
	Assimilation végétale de l'azote	-	Assez forte	**Prioritaire**
	Adsorption et précipitation du phosphore	-	Très forte	**Prioritaire**
	Assimilation végétale des orthophosphates	-	Assez forte	Secondaire
	Séquestration du carbone	-	Très faible	Secondaire
Ecologique	**Support des habitats**	Assez forte	Assez forte	**Prioritaire**
	Connexion des habitats	Assez faible	Assez faible	Secondaire

Ainsi, pour cette zone humide, la sous-fonction hydrologique de ralentissement des ruissellements est jugée prioritaire. Parmi les fonctions biogéochimiques, l'assimilation végétale de l'azote et l'adsorption et précipitation du phosphore sont jugée prioritaires. Enfin, la sous-fonction écologique de support des habitats est jugée prioritaire. Des équivalences fonctionnelles seront donc attendues sur les indicateurs associés à ces sous-fonctions.

Rappel : la mesure de compensation associée au projet d'aménagement sera jugée satisfaisante si l'équivalence fonctionnelle est obtenue sur suffisamment d'indicateurs associés aux fonctions prioritaires identifiées

1.3. Evaluation des fonctions sur la zone humide avec impact envisagé

Dans le cadre de l'application de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides, la simulation des pertes entrainées par le projet sur le site impacté est réalisée grâce au tableur Excel de la MNEFZH. Pour la majorité des questions à renseigner sur le site impacté, on renseigne une évaluation du site avant puis avec impact envisagé. Cette méthodologie permet d'identifier les indicateurs présentant des pertes liées aux impacts du projet sur la zone humide impactée.

L'évaluation des pertes fonctionnelles sur le site impacté figure sous la forme de graphiques en **Annexe 3** et dans le tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 1 ».

Pour rappel, le projet conduit à la destruction d'une surface de **6,51** de zones humides se trouvant dans les emprises envisagées pour la phase 1. De plus, le projet conduit à l'altération d'une surface de **15,37 ha** de zones humides situées dans la bande des OLD.

Le projet engendrera des pertes fonctionnelles pour la majorité des indicateurs évalués pour cette zone humide. Ceci est dû à la diminution de la superficie du site avec impact envisagé, les surfaces détruites dans le cadre des travaux étant soustraites de la surface initiale de zones humides avérées dans la zone d'étude. La surface du site impacté avec impact envisagé est donc de **48,42 ha** (voir question n°1 du tableur). A noter que **la surface de zones humides comprise dans les OLD n'a pas été soustraite** à la surface de zones humides initiale car les zones humides altérées seront en mesure de réaliser certaines fonctions remplies par les écosystèmes terrestres. Néanmoins, une modification de la physionomie des habitats naturels est envisagée, avec des conséquences sur les proportions des différents types de couverts végétaux sur le site impacté.

- **Le couvert végétal**

Sur les 4 indicateurs liés au couvert végétal évalués pour cette zone humide, la totalité connait des pertes entre l'état initial et avec l'impact envisagé. Les pertes les plus importantes concernent la végétalisation du site, l'assimilation végétale de l'azote et du phosphore, ainsi que la séquestration du carbone, en raison de la diminution de surface du site entre les états avant et avec impact envisagé. **Concernant les zones humides actuellement situées dans la bande des OLD, il est attendu une rudéralisation et une modification du type de couvert végétal**. La mise en place et l'entretien de la bande des OLD aura comme conséquence une augmentation de la proportion du site occupée par les couverts herbacés bas sans pratique agricole rudéralisés (E5.1) au détriment des couverts arbustifs et arborés actuellement en place. Cette évolution concerne une surface de **15,37 ha, correspondant aux zones humides situées dans la bande des OLD.**

Les pertes liées à l'indicateur de surface de section des arbres sont moins importantes, cet indicateur présentant déjà une valeur très faible pour la zone humide avant impact.

- **Les systèmes de drainage et l'érosion**

Ces indicateurs subiront également des pertes liées à la diminution de surface du site, car le site impacté présente une densité de rigoles et fossés très réduite avant impact.

- **Le sol**

Ces indicateurs subiront également des pertes liées à la diminution de surface du site.

- **Les habitats**

Concernant les habitats, la modification la plus importante entre la zone humide avant impact et avec impact envisagé est la perte de surface d'habitats hygrophiles et non halophiles tels que les fourrés de Tamaris et les boisements à Peupliers. L'indicateur de rareté des invasions biologiques présente également des pertes, dans une moindre mesure, le site impacté étant déjà colonisé par les espèces invasives. Il en est de même pour l'indicateur lié à la fragmentation des habitats naturels. Les pertes liées à cet indicateur sont moins importantes étant donné que le site impacté présente une fragmentation importante avant impact.

2. ANALYSE FONCTIONNELLE DE LA ZONE HUMIDE – SITE DE COMPENSATION

L'analyse suivante s'appuie en partie sur **l'étude hydraulique réalisée par Hydratis en 2025.** Certains éléments tirés de l'étude d'Hydratis, ayant pour but de caractériser le fonctionnement hydraulique actuel des parcelles, alimentent les parties de ce rapport dédiées à la description des parcelles de compensation et ont été utilisés pour affiner la complétude du tableur de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides.

L'étude est consultable en Erreur ! Source du renvoi introuvable. **du présent document.**

2.1. Localisation des zones de compensation

Deux parcelles pouvant accueillir les mesures compensatoires ont été identifiées au regard de l'opportunité de leur location longue durée pour la mise en place pérenne de mesures de valorisation de la biodiversité et des fonctions biologiques (conservation-gestion et surtout restauration écologique).

Ces parcelles sont situées sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, dans les Bouches-du-Rhône, contigüe à la zone de projet. Elles sont incluses dans la « couronne verte » du site industrialo-portuaire appartenant au Grand Port Maritime de Marseille, gestionnaire du site et sont éloignées d'environ 5 km de la zone de projet. Il s'agit d'une partie de la parcelle 0107 de la section 0B et d'une partie de la parcelle 0389 de la section 0B de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

- La parcelle Etang de l'Oiseau Est est située à environ 5 km à l'ouest de la zone d'étude et s'étend sur **environ 64 hectares** en bordure de la route départementale D268.
- La parcelle Ouest de l'Etang de l'Oiseau est située au nord-ouest de la parcelle est, éloignée de cette dernière d'environ 700 mètres et de la zone d'études d'environ 5 km. Elle s'étend sur **environ 67 ha**, limitée à l'ouest par une voie ferrée de transport de marchandises.

Ces deux parcelles font partie d'un site Natura 2000 (la Zone de Protection Spéciale de la Directive Oiseaux « Marais entre Crau et grand Rhône »), dont le Parc naturel Régional de Camargue est l'animateur général et le GPMM animateur sur les parcelles lui appartenant.

L'ensemble des deux parcelles fait également partie du périmètre de la ZNIEFF « Salin du Caban ». Il s'agit d'une Zone Naturelle d'intérêt Ecologique Faune et Flore reconnue pour sa lagune, pour les montilles (dunes fossiles) qui l'entourent et pour l'ancien étang de l'Oiseau qui concerne en particulier les deux parcelles étudiées. Celles-ci font donc partie d'un grand ensemble de marais et lagunes, en contexte salé. Le système hydraulique permet l'acheminement d'eau douce favorisant une mosaïque d'habitats aquatiques présentant des gradients de salinité.

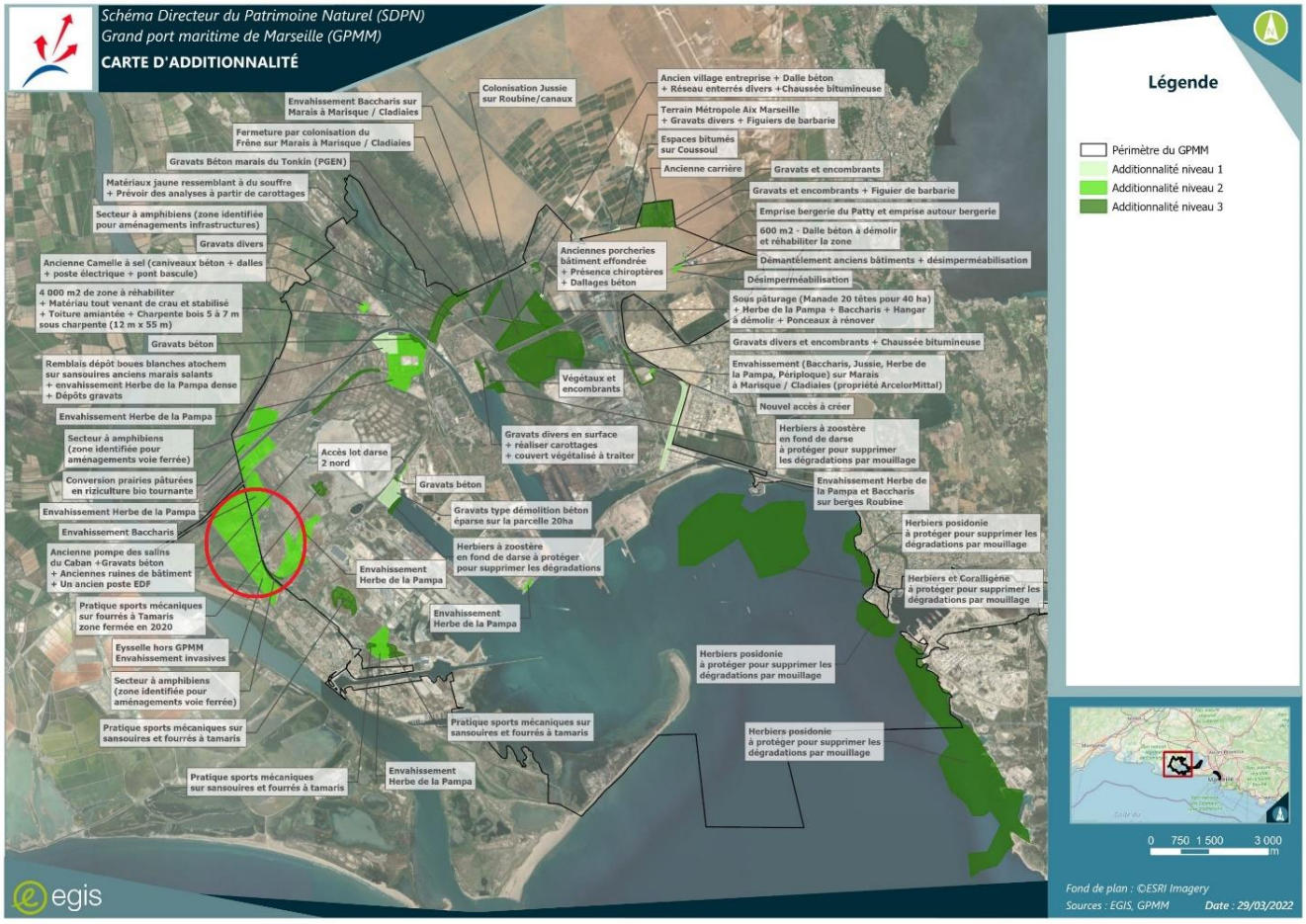
Les deux parcelles appartiennent en plus à une seconde ZNIEFF « Golfe de Fos-sur-Mer ». Les mêmes espèces et habitats naturels que dans la ZNIEFF Salins du Caban sont concernés.

Enfin, les deux parcelles sont situées à l'intérieur du périmètre du Parc Naturel Régionale de Camargue.



Carte 28 : Localisation des parcelles compensatoires par rapport à la zone du projet NEOCARB

Du point de vue de la propriété foncière, les parcelles concernées sont propriété du GPMM. Elles font partie de la couronne agro-environnementale faisant l'objet d'un plan de gestion des espaces naturels (PGEN) coordonné par le GPMM. La couronne verte du GPMM et les parcelles compensatoires concernées par le projet NEOCARB sont l'objet-même du SDPN (Schéma Directeur du Patrimoine Naturel) en permettant de hiérarchiser les parcelles compensatoires selon un critère d'*additionnalité* des mesures de compensation. Il s'agit de pouvoir évaluer le potentiel compensatoire (sur une échelle de 1 à 3) de ces parcelles pour savoir s'il est possible pour chacune d'elles d'accueillir de nouvelles mesures de compensation en lien avec les projets en cours et à venir sur le territoire du GPMM. D'après ce dernier, les parcelles compensatoires étudiées en 2024 présentent un potentiel compensatoire en tant que parcelles à *additionnalité* de niveau 2, c'est-à-dire qu'il y est possible d'y ajouter une/des mesure(s) en vue de compenser les impacts du projet afin d'atteindre le niveau 3, le plus haut, dans lequel il n'est plus possible d'ajouter de plus-value compensatoire sur les parcelles concernées.



Carte 29 : Carte d'additionnalité des mesures compensatoires, d'après le SDPN (source : modifiée d'après GPMM)

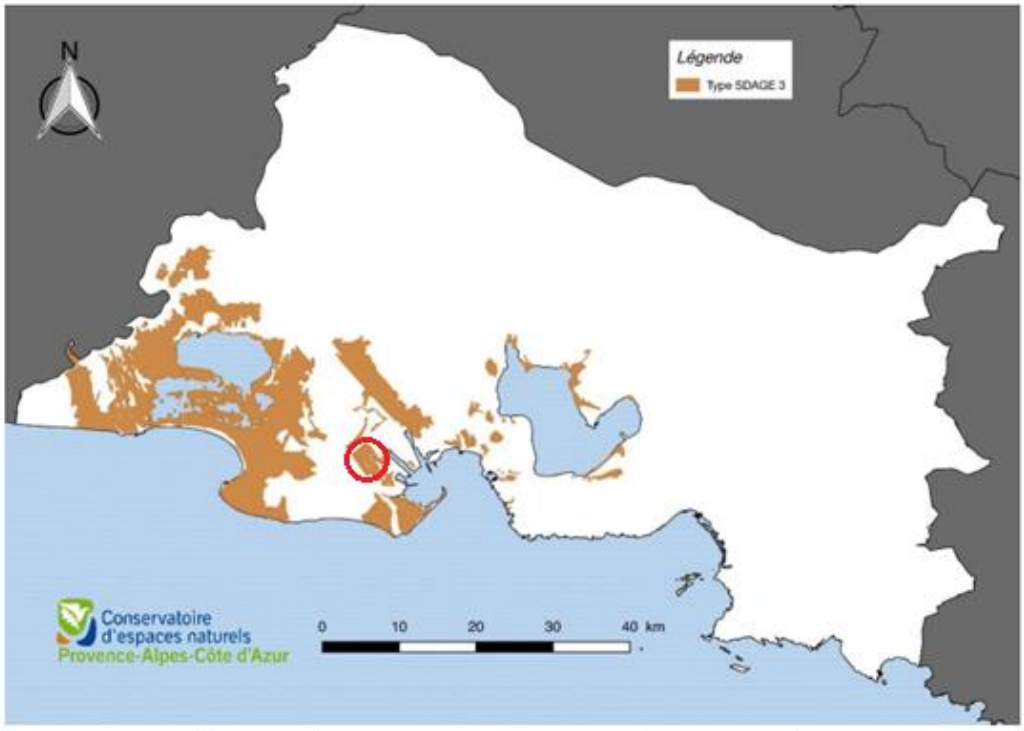
Les parcelles ont été visitées sur les périodes écologiques de 2024, aux mêmes périodes que les prospections sur le site NEOCARB, afin d'analyser leur composition végétale et l'état de conservation général, d'évaluer leur richesse faunistique, de diagnostiquer leur dynamique et leur fonctionnalité générale. Les visites ont été effectuées par les expertes et experts faune-flore-ZH d'ECO-MED déjà en charge de l'état initial du projet NEOCARB.

2.2. Importance des zones humides compensatoires à l'échelle départementale

Le Conservatoire d'espaces naturels PACA a mené un inventaire des zones humides des Bouches-du-Rhône pour améliorer les connaissances sur ces espaces. Basé sur des inventaires précédents (2001-2013) réalisés par la Tour du Valat et divers bureaux d'études (ECO-MED, ECOSPHERE et O2 TERRE), cet inventaire a été complété entre 2017 et 2018 pour actualiser les données et fournir un outil de gestion et de sensibilisation plus complet. Selon le rapport d'expertise[1] réalisé en 2019, le site de compensation appartient au type SDAGE n°3, qui correspond aux marais et bordures de milieux lagunaires.

Les marais et lagunes côtiers possèdent généralement une valeur patrimoniale élevée, note remontée par la « fonction biologique » d'habitat d'espèce (halte migratoire, zone de reposoir ou dortoirs) qu'ils assurent au bénéfice de l'avifaune. Leurs fonctions hydrologiques et biogéochimiques, loin d'être négligeables pour ce qui est de la phytoépuration et de la protection des côtes, sont d'importance plus modérées. De même pour leur valeur socio-économique concentrée sur le tourisme et l'élevage bovin et équin.

Les principales menaces incluent la fragmentation des habitats (multiplication des infrastructures routières et bâtiments industriels), les pollutions locales et du bassin versant (pollutions industrielles), affectant les masses et cours d'eau ainsi que la modification de leur hydrologie (assèchement, remblais, etc.). Cela entraîne une perte de biodiversité et favorise l'expansion d'espèces pionnières peu exigeantes, notamment des espèces exotiques envahissantes telles que le Séneçon en arbre (*Baccharis halimifolia*), de l'Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia*) et de l'Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*).



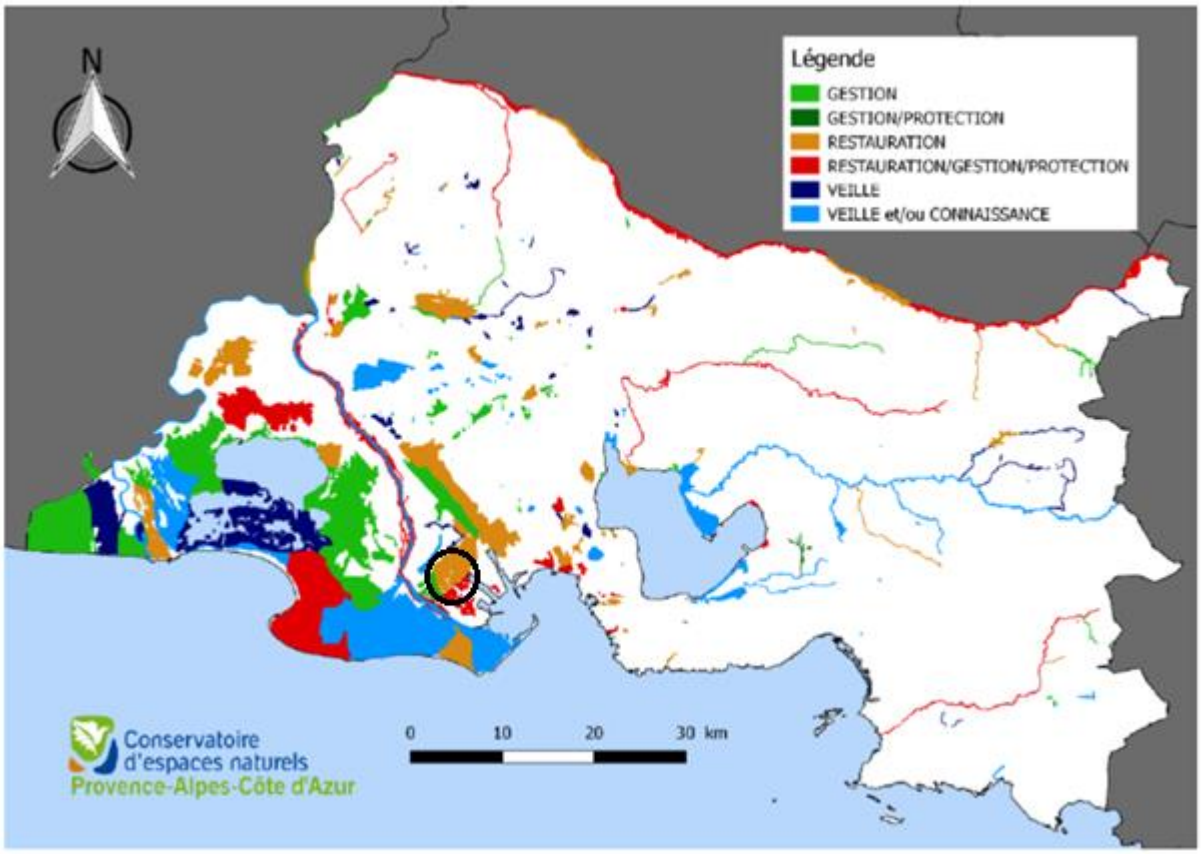
Type SDAGE	Nb ZH	Surface cumulée (ha)	% Nb ZH	% Surf. Totale
3	60	41617	24	58,6

Carte 30 : Type SDAGE 03 – Marais et lagunes côtiers (source : Rapport d'expertise 2017-2018 - Inventaire des zones humides du département des Bouches du Rhône). Entourée de rouge, la localisation des parcelles compensatoires étudiées en 2024.

Les marais et lagunes côtières représentent à eux seuls plus de la moitié de la surface en zones humides du département (58,6%, plus de 72% en incluant les lagunes).

[1] Oulès E. avril 2019. Rapport d'expertise. Inventaire des zones humides du département des Bouches-du-Rhône 2017-2018. Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Département des Bouches-du-Rhône.

Ce type SDAGE, d'après le rapport d'étude, doit donc faire l'objet d'une considération prioritaire de premier plan en matière de préservation et de gestion des zones humides **et doit ainsi être restauré (secteur orange dans la carte ci-dessous, dans lequel se situent les parcelles compensatoires).**



Carte 31 : Bilan - Objectifs d'intervention – entouré de noir, localisation des parcelles de compensation étudiées en 2024

2.3. Description des zones de compensation avant action écologique

2.3.1. Etang de l'Oiseau OUEST

La parcelle ouest occupe une surface d'environ 67 ha et s'étend sur un axe nord-sud le long de l'Etang de l'Oiseau. Distante d'un peu moins de 5 km de la zone d'étude, sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, elle fait partie du site de l'étang de l'Oiseau qui est géré par le GPMM et intégré au site Natura 2000 « Marais entre Crau et grand Rhône ».

Cette parcelle est caractérisée par une altitude et une salinité moindre par rapport à la parcelle est. Une roubine est présente à l'ouest de la parcelle, selon un axe nord-sud, alimentant l'Etang de l'Oiseau sur sa partie nord en eau douce à légèrement saumâtre provenant du Rhône (Source : Hydratis). Ce secteur également dominé par une végétation halophile, accueille des habitats de roselières, à la différence de la parcelle est. Les habitats naturels présents dans la parcelle ouest sont :

- Les prés-salés à Jonc piquant (*Juncus acutus*) et Jonc maritime (*Juncus maritimus*) ;
- Les fourrés à Salicorne (*Sarcocornia fruticosa*) ;
- Les steppes à Saladelles ;
- Les marais salés, souvent en mosaïque avec des formations de Roseau commun (*Phragmites australis*) ;
- Les zones sableuses peu végétalisées ;
- Les pelouses psammophiles parfois rudéralisées ;
- Les bosquets à Tamaris.



Pré-salé à Joncs



Sansouïre



Pelouse psammophile



Steppe à Saladelle



Marais salé en eau



Marais salé à sec

Aperçu des habitats naturels de la zone compensatoire

L.CHASTEL, 27/05/2024, Fos-sur-mer (13)

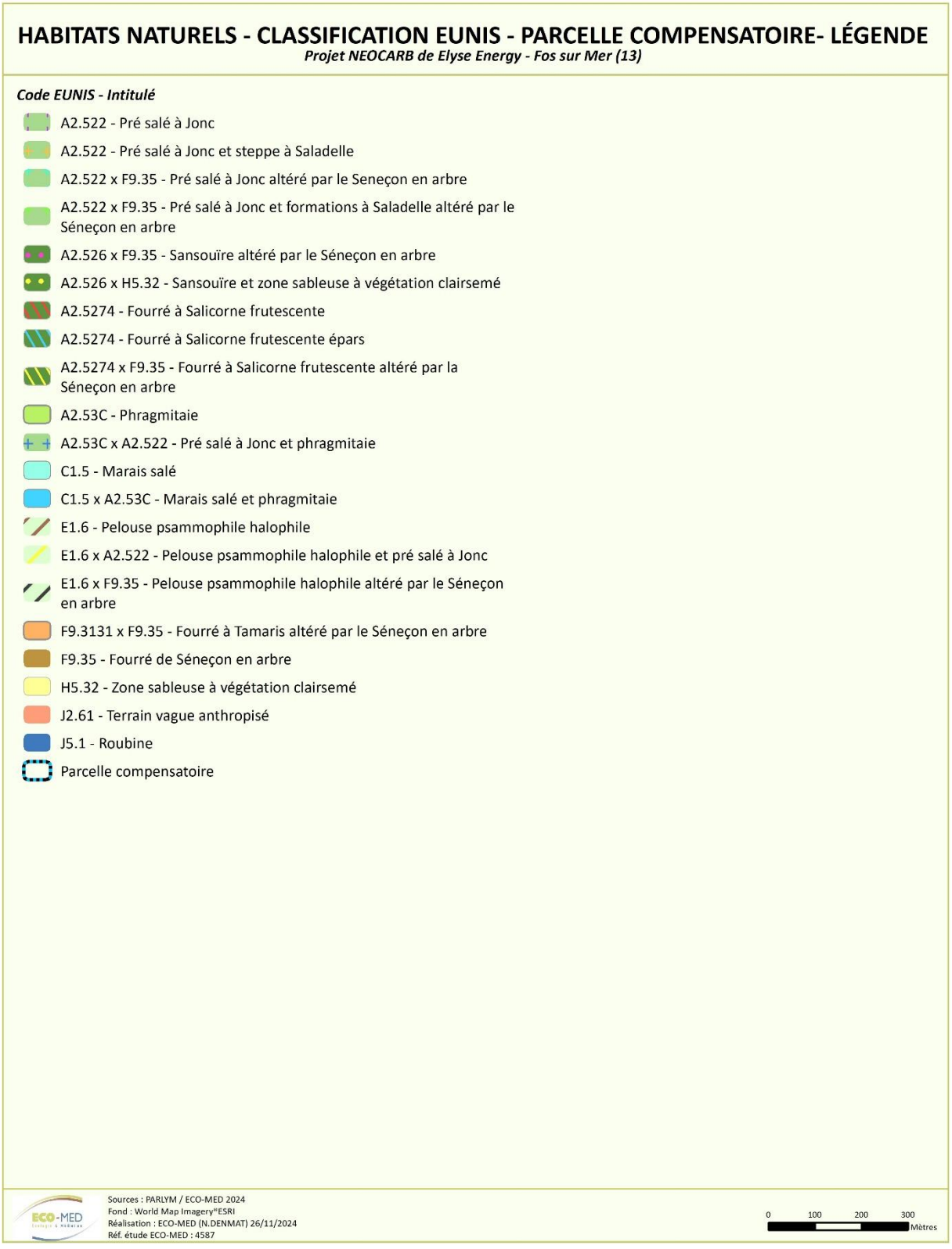
HABITATS NATURELS - CLASSIFICATION EUNIS - PARCELLE COMPENSATOIRE

Projet NEOCARB de Elyse Energy - Fos sur Mer (13)



Sources : PARLYM / ECO-MED 2024
Fond : World Map Imagery©ESRI
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 26/09/2024
Réf. étude ECO-MED : 4587

0 100 200 300 Mètres



Carte 32 : Habitats naturels – Classification EUNIS – Parcelle OUEST

2.3.2. Etang de l'Oiseau EST

La parcelle est localisée sur la partie sud de l'Etang de l'Oiseau et occupe une surface d'environ 64 ha. Elle est située à un peu moins de 5 km de la zone d'étude, sur la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône, et fait partie du site de l'étang de l'Oiseau qui est géré par le GPMM.

Le secteur de l'étang de l'Oiseau présente une topographie contrastée en raison des perturbations d'origine anthropique. La parcelle Est présente une topographie avoisinant 1,80 m au-dessus du niveau de la mer, plus élevée que la parcelle Ouest dont l'altitude est proche de 0,40 m. Cette différence topographique est due aux remblais qui ont surélevé la parcelle est lors du creusement du canal du Rhône à Fos dans les années 1980. L'apport de sédiments sur ce secteur a également engendré une salinisation du milieu qui explique en partie la typologie des habitats naturels observée aujourd'hui.

La parcelle est de l'Etang de l'Oiseau est dominée par une végétation halophile. La salinité du milieu d'explique par la proximité du milieu marin, par la très faible altitude et par l'existence d'un biseau d'eau salé en profondeur, qui augmente la salinité des sols par évaporation. Ainsi, on y observe un gradient de végétation halophile initié par les steppes à Saladelle et remplacées ensuite par les pelouses psammophiles et les prés-salés à Joncs. Globalement, on retrouve les habitats naturels fonctionnels suivants :

- Les sansouïres ;
- Les pelouses psammophiles parfois rudéralisées ;
- Les zones sableuses à végétation clairsemée ;
- Les steppes à Saladelles ;
- Les bosquets à Tamaris ;
- Les prés-salés à Jonc piquant (*Juncus acutus*) et Jonc maritime (*Juncus maritimus*).



Pelouse psammophile



Steppe à Saladelles



Sansouïre



Secteur à végétation clairsemée



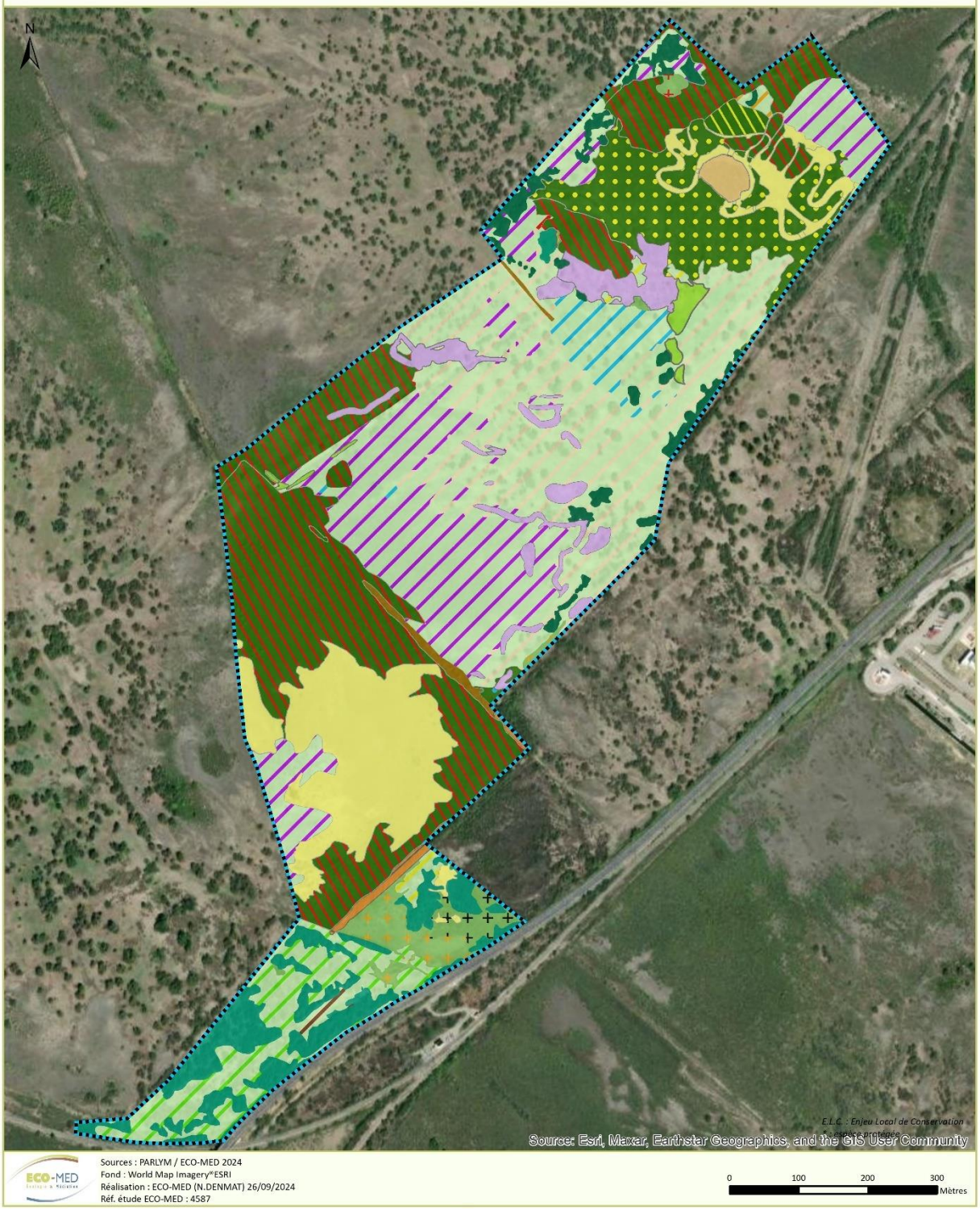
Bosquet à Tamaris et pelouses sableuses

Aperçu des habitats naturels de la zone compensatoire est

L.CHASTEL, 29/03/2024

HABITATS NATURELS - CLASSIFICATION EUNIS - PARCELLE COMPENSATOIRE

Projet NEOCARB de Elyse Energy - Fos sur Mer (13)



Sources : PARLYM / ECO-MED 2024
Fond : World Map Imagery©ESRI
Réalisation : ECO-MED (N.DENMAT) 26/09/2024
Réf. étude ECO-MED : 4587

0 100 200 300 Mètres



Carte 33 : Habitats naturels – Classification EUNIS – Parcelle EST

2.4. Evaluation des fonctions de la zone humide de compensation avant action écologique

Etant donné que les deux sites de compensation sont proches géographiquement et connectés écologiquement, une analyse globale unique des fonctionnalités a été réalisée.

2.4.1. Opportunité fonctionnelle – les enjeux sur le territoire où est insérée la zone humide compensatoire (zone contributive, zone tampon et paysage)

Les indicateurs relevés dans l'environnement du site renseignent sur l'opportunité pour un site d'accomplir ses fonctions (= opportunité fonctionnelle). Les indicateurs relevés dans **la zone contributive** du site renvoient à l'opportunité fonctionnelle vis-à-vis des sous-fonctions **hydrologiques** et **biogéochimiques** tandis que les indicateurs relevés dans **le paysage** renseignent l'opportunité fonctionnelle vis-à-vis des sous-fonctions **d'accomplissement du cycle biologique des espèces**.

Les enjeux sont discutés principalement d'après 4 classes identifiés d'après une analyse empirique par l'observateur du résultat des tableaux de bord obtenus avec la méthode mobilisée : très fort, assez fort, assez faible, très faible

- **La zone contributive**

La zone humide compensatoire, de même que la zone humide impactée, correspond à un système hydrogéomorphologique côtier. La méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides V2 ne calcule pas de zone contributive pour les systèmes hydrogéomorphologiques côtiers car ces systèmes sont dominés par des processus marins et côtiers spécifiques, rendant inappropriée ou non pertinente l'application d'une évaluation basée sur une zone contributive (bassin versant) terrestre classique.

Comme pour le site impacté, l'évaluation des sous-fonctions hydrologiques et biogéochimiques remplies par le site de compensation se fera par l'étude de la capacité fonctionnelle du site à remplir ces sous-fonctions uniquement.

- **Le paysage**

Pour rappel, le paysage fait référence à l'ensemble des éléments naturels et anthropiques situés dans un rayon de 1000 mètres autour de la zone humide concernée. Pour le site compensatoire, il occupe une superficie d'environ 1336 ha. Le tableau ci-dessous présente ainsi la proportion des différents milieux EUNIS niveau 1 au sein du paysage de la zone humide compensatoire.

Tableau 5 : Caractéristiques du paysage de la zone humide compensatoire

Le paysage	Proportion (%)
A – Habitats marins	45
B – Habitats côtiers	5
C – Eaux de surfaces continentales	9
D – Tourbières hautes et bas-marais	0
E – Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminoïdes, mousses ou des lichens	7
F – Landes, fourrés et toundras	8
G – Boisements, forêts et autres habitats boisés	1
H – Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée	5
I – Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés	10
J – Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels	10

Les zones de compensation sont situées à environ 5km de la zone humide impactée par le projet. Ainsi, elles s'inscrivent dans un contexte environnemental similaire au site impacté avec un grand nombre d'habitats naturels, principalement constitués par des marais salés (habitats marin, code EUNIS A), dont la répartition est équilibrée.

Le site de compensation, tout comme le site impacté, s'inscrit dans un contexte très anthropisé. Les principales différences résident dans les zones bâties et industrialisées qui sont moins denses dans le paysage du site de compensation (10%) que dans le paysage du site impacté (25%). Les surfaces agricoles en revanche occupent environ 10% du paysage du site de compensation alors qu'elles sont absentes du paysage du site impacté.

Concernant la sous-fonction de connexion des habitats, les indicateurs qui présentent des valeurs défavorables à l'expression de cette sous-fonction sont, comme pour le site impacté, une densité importante de grandes infrastructures de transport (routes et voies ferrées), une anthropisation importante et une densité de corridors boisés très réduite, ce qui limite les possibilités de déplacement des espèces entre le site de compensation et son paysage. Cependant, la densité de corridors aquatiques temporaires très importantes, ainsi que la rareté des infrastructures de transport sont des éléments du paysage qui favorisent l'expression de cette sous-fonction dans le site de compensation.

➔ **ENJEUX PRINCIPAUX POUR LE SITE IMPACTE** :

Les caractéristiques du paysage du site de compensation ont permis de déterminer :

- **Une opportunité assez forte** pour le site de réaliser la sous-fonction **de support des habitats,**
- **Une opportunité assez forte** pour le site de réaliser la sous-fonction de **connexion des habitats**.

Les résultats de l'évaluation de l'opportunité fonctionnelle pour chaque sous-fonction figurent, pour le site de compensation, dans le tableau 9 ci-après. Pour plus de précisions, se référer au tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 2bis ».

2.4.2. Capacité fonctionnelle – les enjeux sur la zone humide de compensation

■ **Fonctions hydrologiques**

- **Capacité assez faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction d'**atténuation du débit de crue** :

La densité très faible de fossés et rigoles sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins la faible teneur en matière organique dans les sols ainsi que la conductivité hydraulique des sols assez faible dû à une texture des sols plus argileuse que sur le site impacté, sont des indicateurs défavorables à l'expression de cette sous-fonction.

- **Capacité très forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **ralentissement des ruissellements** :

Comme le site impacté, le site de compensation présente une densité très faible de rigoles et fossés de drainage. En effet, les roubines observées sur le site de compensation n'ont pas pour objectif le drainage de la zone humide compensatoire. Comme évoqué précédemment, la roubine traversant la parcelle ouest du nord au sud alimente la zone dite « des oreilles » de l'Etang de l'Oiseau et n'est donc pas un ouvrage visant le drainage de la zone humide (Source : Hydratis).

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **recharge des nappes :**

La densité très faible de systèmes de drainage sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Néanmoins, la conductivité hydraulique des sols est évaluée assez faible, ce qui n'est pas favorable à l'expression de cette sous-fonction. De plus, le site de compensation étant, comme le site impacté, connecté au milieu marin (biseau d'eau salée en profondeur), cette sous-fonction ne semble pas réalisable par la zone humide compensatoire.

- **Capacité assez faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **rétention des sédiments :**

Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage et la texture argilo-sableuse des sols sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Cependant, le manque de matière organique incorporée en surface et la faible emprise des habitats non halophiles sont des indicateurs défavorables à l'expression de la sous-fonction de rétention des sédiments dans le site de compensation.

■ **Fonctions biogéochimiques**

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **dénitrification des nitrates** :

Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage, l'absence d'érosion, ainsi qu'une texture plus argileuse en surface et en profondeur des sols sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. De plus, l'engorgement temporaire des sols, évalué par l'observation de traits rédoxiques lors des sondages pédologiques, est relativement fréquence sur le site de compensation, ce qui est favorable à la dénitrification. Néanmoins, l'absence de matière organique en surface et enfouie dans le sol est défavorable à l'expression de cette sous-fonction dans la zone humide compensatoire.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'assimilation végétale de l'azote** :

Comme pour le site impacté, le couvert végétal permanent important surtout arboré et arbustif, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. Les indicateurs qui présentent des valeurs défavorables à l'assimilation végétale de l'azote sont la faible emprise d'habitats non halophiles et le manque de matière organique incorporée en surface des sols.

- **Capacité très forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'adsorption et de précipitation du phosphore :**

De même que pour le site impacté, l'ensemble des indicateurs qui participent à l'évaluation de cette sous-fonction présent des valeurs élevées. Le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage, l'absence d'érosion et de ravinement et un pH alcalin sont favorables à l'expression de cette sous-fonction.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction **d'assimilation des orthophosphates** :

Comme pour le site impacté, le couvert végétal permanent important, la densité très faible de systèmes de drainage et l'absence d'érosion sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. L'indicateur lié au pH est défavorable à l'expression cette sous-fonction.

- **Capacité très faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **séquestration du carbone** :

La surface terrière des arbres très faible, la faible teneur en matière organique incorporée en surface et enfouie dans le sol ainsi que la faible fréquence de signes d'engorgement permanents dans les sols sont défavorables à l'expression de cette sous-fonction.

■ **Fonctions écologiques**

- **Capacité assez faible** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **connexion des habitats :**

Cette sous-fonction est évaluée par un unique indicateur qui rend compte de la similarité des habitats entre le site et le paysage. Dans le cas présent, comme pour le site impacté, les habitats présents dans le site sont jugés assez similaires aux milieux dans le paysage.

- **Capacité assez forte** du site à remplir efficacement la sous-fonction de **support des habitats**

Le nombre d'habitats naturels élevé, peu anthropisés et répartis de façon équilibrée ainsi que l'emprise d'habitats hygrophiles importante sont favorables à l'expression de cette sous-fonction. De plus, au vu de la proportion du site de compensation occupée par les EVEE calculée grâce à la carte des habitats naturels puis saisie dans le tableur de la MNEFZH, l'emprise occupée par les EVEE égale à 19% est jugée très réduite par le tableur, rapportée à la surface totale du site de compensation. De plus, le site de compensation, de même que le site impacté, abrite de nombreuses espèces faunistiques ou floristiques à enjeux écologiques notables.

Pour le site de compensation, les résultats de l'évaluation de la capacité fonctionnelle pour chaque sous-fonction figurent dans le tableau 9 ci-après. Pour plus de précisions, se référer au tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 2 ».

2.4.3. Bilan sur l'état fonctionnel du site de compensation

A l'image de l'analyse réalisée sur le site impacté, les indicateurs évalués dans l'environnement (opportunité fonctionnelle) et au sein du site de compensation (capacité fonctionnelle) permettent de dresser un bilan sur l'état des sous-fonctions remplies par la zone humide compensatoire avant action écologique. L'état fonctionnel des sous-fonctions est déterminé selon 4 classes : optimal, bon, moyen ou dégradé.

Tableau 9. Sous-fonctions remplies par la zone humide compensatoire

Fonctions	Sous-fonctions	Importance de la sous-fonction dans la zone humide impactée	Opportunité fonctionnelle – Site de compensation	Capacité fonctionnelle – Site de compensation	Etat fonctionnel du site de compensation
Hydrologique	Atténuation du débit de crue	Secondaire	Non évaluée en système côtier	Assez faible	Moyen
	Ralentissement des ruissellements	**Prioritaire**		Très forte	Optimal
	Recharge des nappes	Secondaire		Très faible	Dégradé
	Rétention des sédiments	Secondaire		Assez faible	Moyen
	Soutien au débit d'étiage	Non évaluée en système côtier			
Biogéochimique	Dénitrification	Secondaire	Non évaluée en système côtier	Assez forte	Bon
	Assimilation végétale de l'azote	**Prioritaire**		Assez forte	Bon
	Adsorption et précipitation du phosphore	**Prioritaire**		Très forte	Optimal
	Assimilation végétale des orthophosphates	Secondaire		Assez forte	Bon
	Séquestration du carbone	Secondaire		Très faible	Dégradé
Ecologique	**Support des habitats**	**Prioritaire**	Assez forte	Assez forte	Bon
	Connexion des habitats	Secondaire	Assez forte	Assez faible	Moyen

2.5. Niveau de dégradation de la zone humide compensatoire

2.5.1. Habitats naturels et couverts végétaux

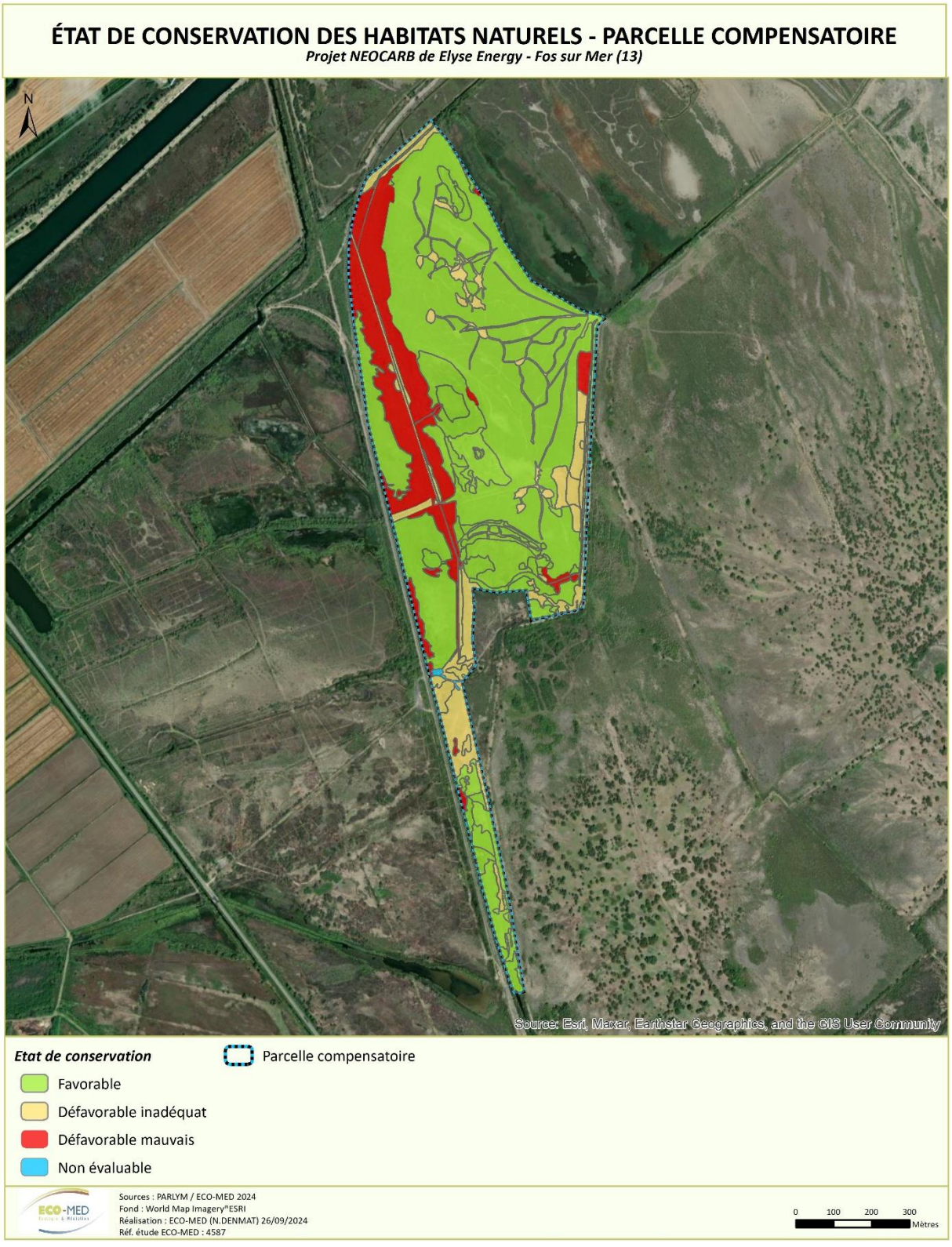
Au sein des deux parcelles compensatoires, une grande surface d'habitats naturels a été jugée dans un bon état de conservation par l'experte botaniste en raison du cortège d'espèces présent sur ces habitats et de l'absence d'espèces végétales exotiques envahissantes. Ils abritent des enjeux écologiques importants, tant pour la flore que pour la faune. On peut notamment citer les steppes et marais salés qui abritent plusieurs espèces de Saladelles à enjeu local de conservation modéré à fort, dont certaines protégées. Des habitats spécifiques, comme les pelouses psammophiles halophiles situées sur des zones sableuses au centre de la zone d'étude, sont essentiels pour le gîte et l'alimentation en phase terrestre du Pélobate cultripède (*Pelobates cultripes*), ainsi que des mares avec une hydropériode suffisamment longue pour assurer sa phase de reproduction. Les pelouses sableuses sont également favorables au Myosotis nain (*Myosotis pusilla*), espèce protégée faisant l'objet d'un enjeu local de conservation très fort.

Ces habitats, à enjeux de conservation allant de forts à faibles, jouent tous un rôle dans la fonctionnalité de la zone étudiée. Ainsi, s'il parait évident de conserver des habitats comme les steppes à la Saladelle, habitat d'intérêt communautaire prioritaire ou encore les secteurs de marais salés, les habitats à plus faible enjeu doivent faire l'objet de la même attention à partir de l'instant où ils sont en bon état de conservation. Afin de compenser la perte d'habitat et d'habitats d'espèces qu'entrainerait la réalisation du projet, **les habitats et secteurs à cibler sur la zone de compensation doivent être préférentiellement les habitats peu naturels ou dans des états de conservation dégradés.**

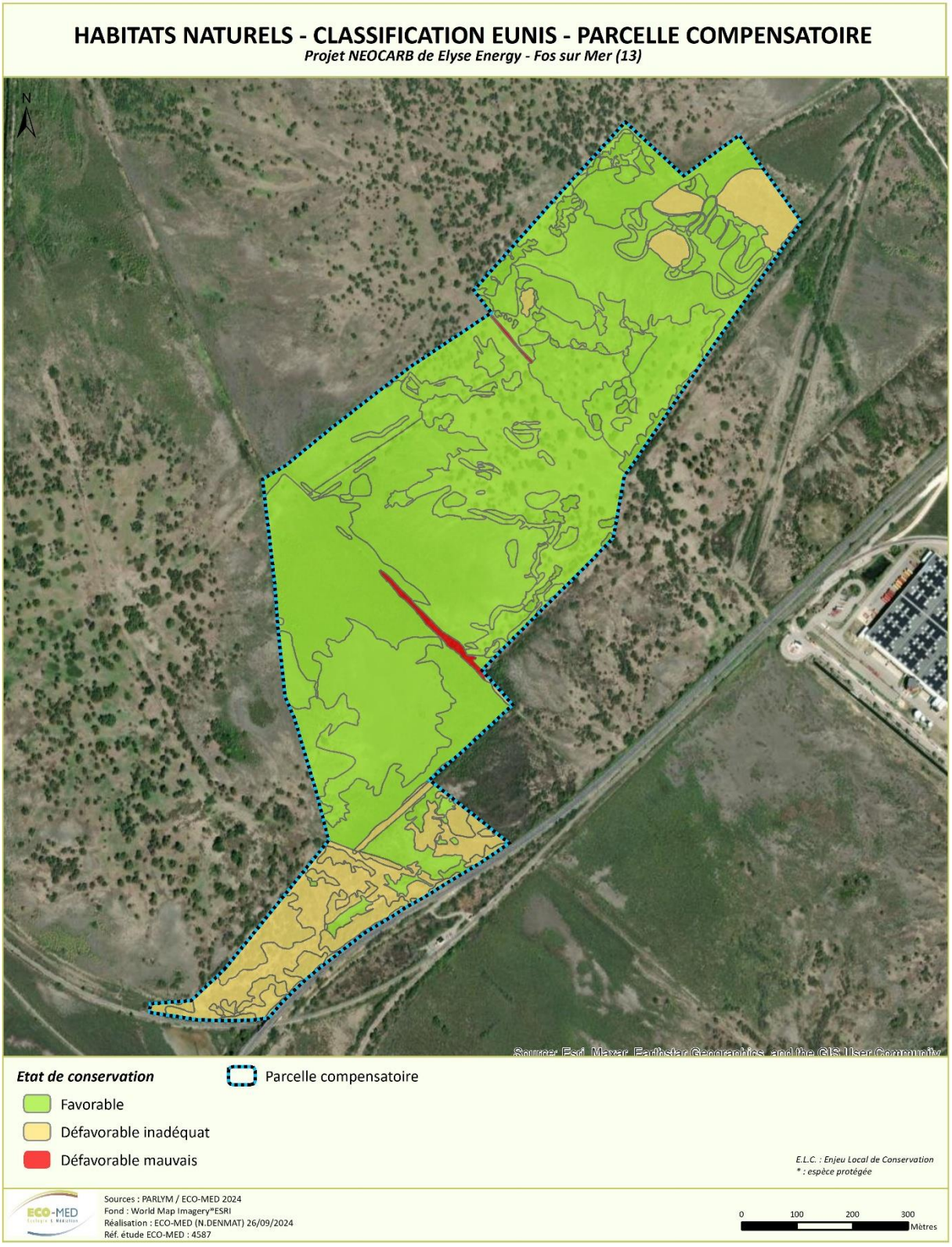
Comme évoqué plus en détail dans la partie dédiée à la capacité fonctionnelle du site de compensation à remplir les sous-fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques, une proportion importante du site est occupée

par un couvert végétal important dominée par la strate arbustive. **La végétalisation importante du site avant action écologique est un des indicateurs qui traduisent un état fonctionnel bon à optimal pour les sous-fonctions biogéochimiques à l'exception de la séquestration du carbone.**

NB : Les questions du tableur de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides portant sur la proportion des habitats naturels dans le site est la question n°25 pour le site impacté et la question n°27 pour le site de compensation. Celles portant sur les couverts végétaux sont les questions n°34 et 46.



Carte 34 : Etat de conservation de la zone compensatoire – Parcelle OUEST

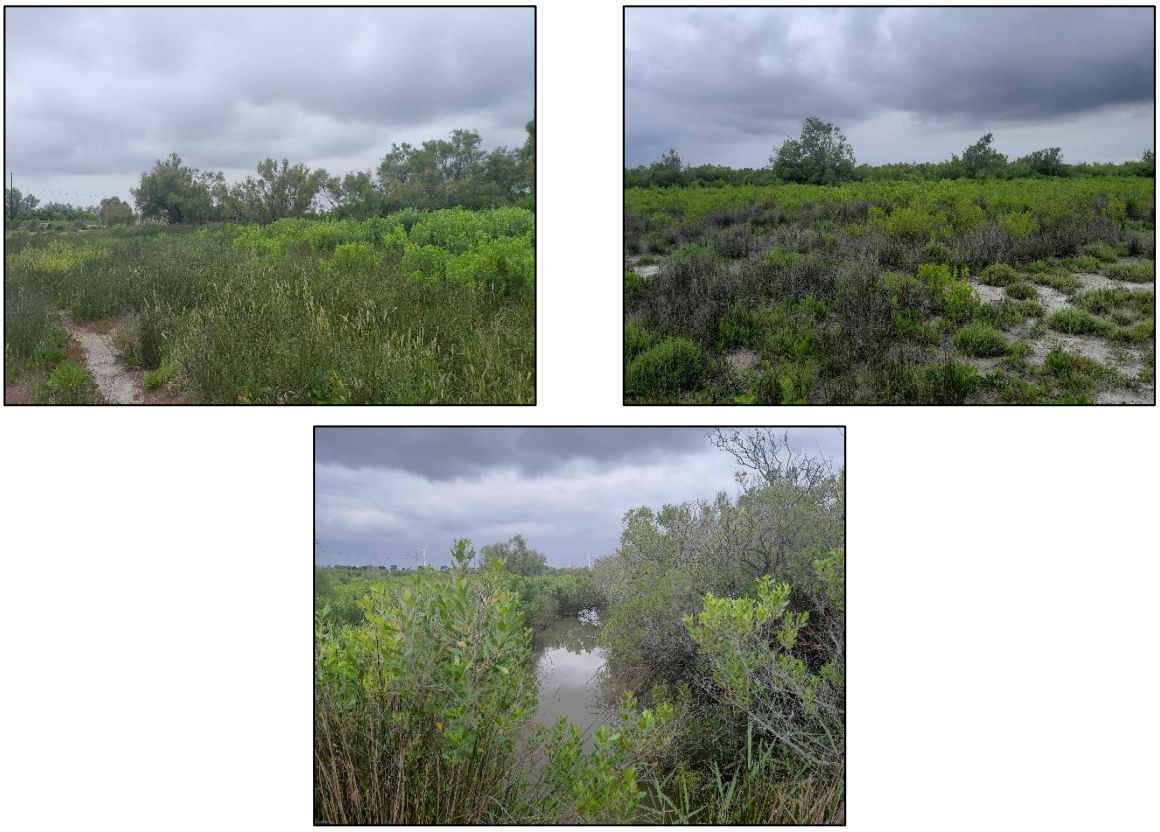


Carte 35 : Etat de conservation de la zone compensatoire – Parcelle EST

2.5.2. Espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE)

La principale cause de dégradation des habitats sur la parcelle Ouest est le développement d'espèces végétales exotiques envahissantes notamment du Séneçon en arbre (*Baccharis halimifolia*) et, de manière plus réduite, de l'Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia*). Autour des roubines, les habitats ont été totalement recouverts par le Séneçon en arbre sur une surface d'environ 10 ha soit 14% de la parcelle. L'espèce est également dispersée autour d'autres zones de ruissellement et temporairement en eau. Ce développement majeur a également été constaté autour de la parcelle et dans plusieurs secteurs de l'étang de l'Oiseau. Cette espèce est donc très dynamique dans le secteur où elle remplace les jonchaies, phragmitaies et tous les habitats connectés à l'apport en eau douce. Elle forme des massifs arbustifs monospécifiques denses grâce à une importante production de graines (10 000-1,5 millions/individu), aux rejets depuis la souche lors des coupes et à une croissance rapide (1 à 4m par an). Ces massifs denses empêchent le développement d'espèces herbacées et réduit la disponibilité d'habitats pour la faune et la flore, communes comme patrimoniales et/ou protégées. Cette espèce est également peu appétente pour les troupeaux ; son développement impacte donc également les surfaces disponibles pour le pâturage du bétail. L'Olivier de Bohème se retrouve plutôt dans les zones sableuses, un peu moins connectées à la nappe halophile, sur la zone compensatoire. Cette espèce se développe et se répand un peu plus lentement que le Séneçon en arbre mais peut également former des unités denses défavorables à la flore et à la faune indigènes.

Sur la parcelle compensatoire Est, le développement d'espèces végétales exotiques envahissantes notamment du Séneçon en arbre (*Baccharis halimifolia*), de l'Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia*) et de l'Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana)* est également important. Le développement de ces espèces touche principalement le merlon découpant les deux zones sableuses ainsi que l'extrémité sud de parcelle. Ces 3 espèces ont un développement concurrentiel avec les espèces indigènes, en formant parfois des habitats continus et homogènes qui dénaturent les milieux et entrainent une perte d'habitat pour les espèces de faune et de flore locale.



Habitats naturels dégradés par la présence du Séneçon en arbre

L.CHASTEL, 27/05/2024, Fos-sur mer (13)

2.5.3. Remblais de la parcelle est

Comme évoqué précédemment, la parcelle Est a connu des perturbations importantes lors des travaux de creusement du canal du Rhône à Fos dans les années 1980. Des matériaux du creusement du canal ont été déposés sur ce secteur, entrainant une surélévation et une salinisation du milieu (Source : Hydratis). La nature remblayée de cette parcelle est également considérée comme un facteur de dégradation, bien que des formations végétales de fourrés halophiles et de pelouses psammophiles soient parvenues à coloniser les remblais, à l'exception d'un secteur au sud de la parcelle, actuellement occupé par une végétation plus clairsemée (code EUNIS H5.32).

NB : Le tableur de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides comporte une question relative à la proportion du site occupée par un remblai (question n°45). Bien que pertinente pour le cas d'étude présent, cette question n'est qu'informative et ne rentre pas en compte dans le calcul des indicateurs.

2.5.4. Pâturage

Actuellement, bien qu'un pâturage bovin et équin soit en place sur l'ensemble de la parcelle Ouest, il ne semble pas affecter négativement la flore présente. Seules les zones d'abreuvoirs et de parcs montrent des traces de surpâturages (disparition de la végétation en raison du piétinement, compactage du sol important) bien que ces surfaces restent limitées. Ce pâturage ne semble pas non plus ralentir le développement du Séneçon en arbre, débroussaillé par endroits pour permettre le passage des troupeaux.

Sur la parcelle est, un pâturage équin est mis en place sur l'ensemble de la parcelle ce qui ne semble pas affecter négativement les habitats et la flore présents.

NB : Dans le tableur de la MNEFZH, le pâturage est une donnée renseignée lors de la question n°46 dédiée aux couverts végétaux.

2.5.5. Rareté des systèmes de drainage

La rareté des rigoles ou fossés pouvant drainer la zone humide est une donnée de poids dans l'analyse des fonctions remplies par les zones humides impactées et de compensation. En effet, l'absence de systèmes de drainage augmente le temps de séjour des eaux dans la zone humide ce qui participe au ralentissement des flux hydrosédimentaires et des flux de nutriments vers l'aval. Autrement dit, dans une zone humide, **l'absence de système de drainage est un élément clé favorable à l'expression de toutes les sous-fonctions hydrologiques et de toutes les sous-fonction biogéochimiques à l'exception de la séquestration du carbone** (voir Annexe 1).

Comme évoqué précédemment, **les roubines observées sur le site de compensation n'ont pas pour objectif le drainage de la zone humide compensatoire (Source : Hydratis).** L'absence de fossés et de rigoles de drainage est la raison pour laquelle l'état fonctionnel de la **sous-fonction de ralentissement des ruissellements est jugé optimal**, cette sous-fonction n'étant évaluée uniquement par les indicateurs de rareté des systèmes de drainage.

Concernant les fonctions biogéochimiques, la rareté des systèmes de drainage conjuguée avec la végétalisation importante du site avant action écologique est à l'origine **d'un état fonctionnel bon à optimal pour les sous-fonctions biogéochimiques** à l'exception de la séquestration du carbone.

NB : Les linéaires de rigoles, fossés, fossés profonds et la présence de drains souterrains sont renseignés aux questions n° 52 et 53 du tableau de la MNEFZH. Attention, bien que le site de compensation ne comporte aucun fossé visant le drainage des parcelles, une valeur de 2500 mètres de linéaire de fossés (profondeur inférieure à 1 mètre, végétalisé) a été saisie dans le tableur pour le site de compensation avant action écologique. Cette valeur, correspondant à la longueur de la roubine qui longe la parcelle ouest du nord au sud, a été saisie dans le tableur pour le site de compensation avant action écologique afin de simuler les gains écologiques obtenu dans le cadre de la mesure C2 de lutte contre les EVEE grâce à l'arrachage et à la gestion des niveaux d'eau (voir plus bas). Pour la présente étude, la simulation des gains écologies générés par la gestion des niveaux d'eau par le biais de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides ne peut se faire, ne manière quantitative, que par le biais de cette question.

2.6. Présentation des mesures compensatoires

2.6.1. Stratégie de mise en œuvre des actions écologiques sur les sites de compensation

Les actions écologiques proposées sur le site de compensation sont principalement proposées d'après :

- Les habitats affectés par le projet d'aménagement sur le site impacté ;
- La nature et l'intensité des dégradations observées sur la zone humide de compensation ;
- L'utilisation actuelle du site de compensation par les différents acteurs locaux.

Pour élaborer une mesure compensatoire qui soit à la fois satisfaisante du point de vue de la compensation des pertes fonctionnelles occasionnées par le projet sur les zones humides et du point de vue de la compensation relative aux espèces protégées, il est important de prendre en considération l'ensemble des enjeux sur la zone de compensation pour que la restauration de la zone humide n'occasionne pas de dégâts supplémentaires (destruction directe, altération ou modification d'habitats…) sur les habitats ou les espèces floristiques et faunistiques à enjeu.

À cette fin, les secteurs qui font l'objet de recommandations en vue d'une restauration des zones humides sont préférentiellement ceux jugés en mauvais état de conservation, principalement affectés par le développement d'espèces exotiques envahissantes (Séneçon en arbre, Olivier de Bohème et Herbe de la Pampa).

Les actions écologiques s'orientent autour de 4 axes principaux répondant aux enjeux de compensation fonctionnelle :

- Mesure C2 : Arrachage et gestion des EVEE (C2-1 : Baccharis parcelle ouest + C2-2 : Olivier de Bohême + Baccharis parcelle est)
- Mesure C6 : Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest
- Mesure C12 : Désartificialisation des sols et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre

La mesure C6 de plantation d'une ripisylve sur la parcelle ouest a été proposée afin de répondre à l'objectif de restauration de milieux boisés, ceux-ci étant fortement impactés sur la zone de projet. La plantation sera réalisée sur des secteurs actuellement colonisés par le Séneçon en arbre. Les espaces libérés par le retrait de cette espèce dans le cadre de la mesure C2 visant l'éradication des EVEE seront utilisés pour les plantations, limitant ainsi la recolonisation par le Séneçon en arbre et confortant par la même occasion la mesure C2 sur ces secteurs.

Sur la parcelle est, une action écologique de désartificialisation des sols est envisagée au niveau de secteurs remblayés lors du creusement du canal du Rhône à Fos dans les années 1980 (mesure C12). Le remblai de cette parcelle étant considéré comme un facteur de dégradation de la zone humide, cette action écologique pourra contribuer à l'amélioration de l'état fonctionnel des zones humides de la parcelle est, grâce à l'augmentation de la proportion du site de compensation occupée par une végétation arbustive.

Ainsi, les actions écologiques ont été ciblées de telle sorte que soient restaurés sur le site de compensation des habitats humides similaires à ceux qui seront impactés par le projet, en essayant de remédier aux dégradations présentes sur le site de compensation et en accord avec les enjeux locaux de conservation et l'utilisation de la parcelle par les acteurs locaux.

Au sein du site de compensation, la surface de zones humides directement concernées par des mesures de restauration figurent sur les cartes ci-dessous. La surface de zones humides directement concernée par les mesures de compensation C2, C6 et C12 est égale à **18,63 ha sur la parcelle ouest** et **23,09 ha sur la parcelle est**.



Carte 36 : Zones directement restaurées pour la compensation zones humides – Parcelle OUEST



Carte 37 : Zones directement restaurées pour la compensation zones humides – Parcelle EST

2.6.2. Mesure C2 : Arrachage et gestion des EVEE (C2-1 : Baccharis parcelle ouest + C2-2 : Olivier de Bohême + Baccharis parcelle est)

<table>
<tr><td colspan="5">Arrachage et gestion des EVEE</td><td>Code de la mesure : C2
lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td colspan="2">Contrôle et éradication des espèces végétales exotiques envahissantes</td></tr>
<tr><td colspan="2">Thématique environnementale :</td><td colspan="2">Milieux naturels</td><td>Paysage</td><td>Air / Bruit</td></tr>
</table>

Objectif de la mesure :

Le contrôle et l'éradication des espèces végétales exotiques envahissantes va permettre de favoriser la dynamique naturelle des espèces locales.

Grâce à la mise en eau douce, des infiltrations d'eau douce s'opèrent et pèsent sur le biseau salé, limitent la remontée de ce dernier à la surface des sols.La mesure C2 a donc un impact positif sur le coin salé et sur les espèces végétales qui s'y développent. Les mises en eau douce permettent à des espèces hygrophiles faiblement halophiles voire pas halophiles de s'installer dans un contexte littoral dont le facteur limitant spécifique est la présence de sel. Les mises en eau douce sont des sustituts aux inondations du Rhône avant son endiguement. Cette substitution est indispensable pour éviter la régression des espèces hygrophiles non ou peu halophiles.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Baccharis/Séneçon en arbre

Olivier de Bohême

Méthode (élaborée en partenariat avec l'entreprise OSMAÏA, spécialisée dans les travaux de lutte des EVEE) :

Rappel du contexte de la mesure sur les EVEE et méthode utilisée :

Le Baccharis halimifolia est une plante dite « exotique envahissante » est originaire d'Amérique du nord et centrale. Il s'agit d'une espèce dioïque pour laquelle les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents. La pollinisation des fleurs femelles se fait par entomogamie. Le Baccharis produit jusqu'à environ 1 500 000 graines par pied dispersées par anémochorie (les akènes sont emportées par le vent) de quelques mètres à plusieurs kilomètres du pied source. Les graines germent facilement et rapidement sur sols humides. Un individu peut vivre une cinquantaine d'années. En dehors de la reproduction sexuée, la plante a une forte capacité de reproduction végétative par rejets de souche et rejets racinaires. Ainsi, chaque fois que la plante est coupée, elle repousse à la souche par de multiples rejets mais également au niveau de son réseau racinaire de surface qui va également rejeter de nombreuses fois en général. Ainsi une lutte contre la plante mal déployée entraine une population de Baccharis encore plus importante s'étendant dans les habitats naturels adjacents. C'est typiquement la problématique du site puisque l'éleveur actuel coupe annuellement les Baccharis se trouvant dans les habitats naturels dans lesquels les taureaux et chevaux paissent. Cette coupe annuelle densifie et étend d'année en année la population de Baccharis et menace la biodiversité du secteur.

A la suite de retours d'expériences positifs notamment par le Parc Naturel Régional de Camargue (exemple de la mesure de gestion de petite forêt, près du Marais du Vigueirat), il apparait une forme de lutte efficace face à cette EVEE.

Il s'agit dans un premier temps d'arracher les pieds et les réseaux racinaires avec des engins de chantier puis de recourir à une immersion longue (6 à 8 mois) des zones traitées. Le secteur peut ensuite être pâturé par des moutons comme facteur limitant de la reprise du Baccharis.

Les secteurs seront inondés par de l'eau douce en provenance du contre-canal le long du canal de navigation de Fos au Rhône. L'eau est prélevée via une pompe, située au sein de la couronne verte propriété du GPMM.

NB : Seule la parcelle Ouest étang de l'oiseau bénéficiera de l'inondation en raison de la présence d'un réseau hydraulique fonctionnel déjà présent dans la parcelle.

Technique :

La méthode de lutte employée ici sera adaptée au niveau d'envahissement, à la sensibilité, à l'accessibilité du site et aux moyens disponibles (main d'œuvre, engins…) qui auront cours au moment de la mise en place de la mesure.

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11

Le canal d'amenée d'eau douce traversant la parcelle ouest ne sera pas mis en eau à l'été précédent le début de la mise en place de la mesure afin de permettre aux berges du canal de pouvoir être praticables par des engins.

Remarque : les techniques développées ci-dessous sont applicables particulièrement pour le Baccharis qui est une espèce très envahissante. L'Olivier de Bohême, de moindre capacité invasive, sera cependant traité de la même manière mais sans le traitement par inondation en raison de l'absence d'un réseau hydraulique au niveau de la parcelle est étang de l'oiseau, l'Olivier de Bohême étant cantonné dans ladite parcelle.

Au niveau des fourrés à Baccharis :

Les travaux de restauration devront au maximum extraire le système racinaire de cette espèce pour éviter au maximum les rejets racinaires. Les pivots racinaires seront arrachés également dans la limite du possible pour éviter les rejets de souche.

- Fauche des parties aériennes avant la maturation des graines (septembre), broyage et évacuation

- Arrachage sur système racinaire à la pelle mécanique des pieds de Baccharis et évacuation en centre de traitement spécialisé.

Limiter l'expansion d'un foyer

- La coupe et l'arrachage des jeunes plants permet d'éviter le développement d'arbustes matures. L'arrachage manuel est possible pour les plants inférieurs à 50 cm, en prenant soin de ne pas fractionner les racines.
- Plusieurs secteurs, en particulier le long du canal étant accessibles aux engins, un débroussaillage mécanique à moins de 10 cm avant la formation de graines (octobre/novembre) permet de réduire la propagation des graines par anémochorie. Afin de réduire le risque de destruction de faune lors du débroussaillage avant travaux, il est préconisé de suivre un itinéraire de tonte qui balaye la zone en zig-zag plutôt qu'en opérant des tours concentriques (auquel cas les animaux ne savent pas dans quelle direction fuir).

La taille des branches en fleurs est à réaliser si l'arrachage n'a pas pu être réalisé avant la floraison, pour limiter la pollinisation anémogame et la dispersion des graines par anémochorie. Les grappes seront placées dans des sacs fermés hermétiquement et destinés à l'incinération.

Le pâturage par des moutons avec une pression de 0,6 mouton/ha pendant 3 ans permet de limiter les repousses après traitement.

- La compétition avec des graminées limite la germination du Baccharis. Afin de limiter son expansion, des graminées indigènes peuvent être semées dans les espaces où le sol a été remanié, en prévention d'une colonisation potentielle.
- Concernant les spécimens les plus âgés, les souches sont percées puis remplies de sel ; mieux vaut attendre, par conséquent, la fin des périodes pluvieuses pour traiter.

Tentative d'éradication possible à mette en place au long cours pour les secteurs à la topologie basse, comme dans certaines sansouires et prés salés :

- Arrachage manuel des jeunes plants (<50 cm) ou à l'aide d'outils tels que bêche, pioche, baccharrache (spécialement conçu pour l'arrachage du Baccharis) et coupe mécanique des plants adultes, à la débroussailleuse ou la tronçonneuse. Puis dessouchage à l'aide d'un tire-fort/barre à mine ou d'une chaîne attelée à un cheval ou un tracteur. La traction animale permet d'avoir un moindre impact sur le sol.
- **Pour la parcelle ouest uniquement** : La parcelle ouest est particulièrement intéressante par rapport l'immersion en eau des secteurs traités. En effet, elle est traversée dans sa partie nord par un canal. Cette eau provient d'un autre canal situé en dehors de la zone d'étude, à l'ouest dont l'eau est pompée. La pompe permet l'acheminement de l'eau pour la mise en eau des « grandes oreilles » au nord-est de la parcelle (cf – étude Hydratis en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). La mise en eau doit atteinte au moins 10 cm de h auteur d'eau et durera entre 6 et 8 mois dès l'arrachage des pieds à partir de l'automne et en hiver. Cette inondation a pour but de noyer les racines et les souches qui seraient restées dans le sol et de neutraliser la banque de graines de Baccharis.

Remarque : en lien avec la mesure de compensation C5, après l'arrachage des Baccharis dans la zone ouest et avant la 1ère mise en eau, des dépressions seront aménagées dans les secteurs de sol peu ou pas sablonneux, notamment le long du canal et les jonchaies au nord ouest.

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11

Période d'intervention

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Arrachage à réaliser sur sol meuble												
Coupe, dessouchage, taille												
Immersion												

Matériel nécessaire :

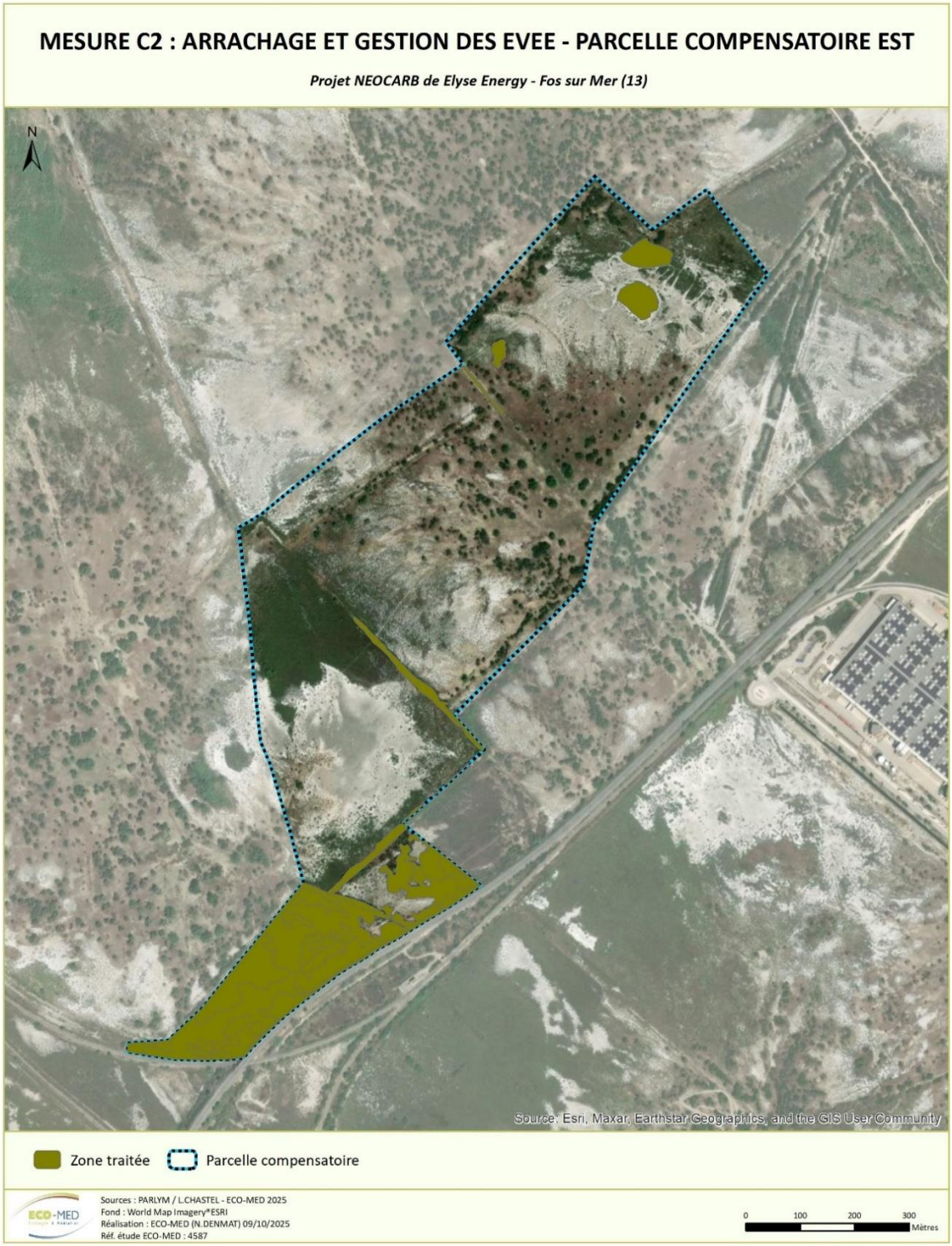
Pelle mécanique, bennes de tri, sacs, gants, débroussailleuse, sécateurs, tronçonneuse, bèche/pioche/baccharrache, tire-fort, chaîne, cheval de trait/tracteur, etc.

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11



Carte 38 : Localisation de la mesure C2 – Parcelle OUEST

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11



Carte 39 : Localisation de la mesure C2 – Parcelle EST

Traitement des déchets

Gestion des espèces envahissantes arrachées : ces espèces ayant un très fort pouvoir de colonisation par multiplication végétative, il est essentiel de ne pas stocker ces espèces en pleine terre sur site, et encore moins de les broyer *in situ*.

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11

Les végétaux traités devront être stockés en big-bag ou benne ampliroll, eux-mêmes déposés sur bâches plastiques, en limitant le temps de résidence. **En cas de vent ou de transport, les déchets doivent être recouverts pour éviter la dissémination des graines ou du pollen anémogame**.

L'ensemble des rémanents, parties aériennes ou souterraines, issus du traitement seront exportés en filière d'**incinération**. Les BSD seront exigés de la part des entreprises intervenantes.

Tous le engins et outils utilisés devront arriver propres sur site et être nettoyés à chaque changement d'affectation, y compris intra-site. Ce traitement est nécessaire afin de ne pas favoriser l'expansion des foyers, et s'avère indispensable dans le cas d'espèces sur lesquelles reposent des enjeux majeurs.

Points de vigilance

- Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.
- Les terres contaminées ne doivent pas être exportées vers d'autres sites.
- Après traitement, le sol ne doit pas être laissé à nu, il est important d'encourager le développement rapide d'un couvert végétal, par ensemencement ou plantation.
- Une attention particulière devra être portée sur les secteurs présentant une faune et une flore à enjeu comme les marais et prés salés où l'on retrouve le Baccharis.

A savoir

- Le surpâturage et le drainage favorisent son installation.
- Une seule année d'arrachage des jeunes plants génère une repousse plus dense l'année suivante. C'est pourquoi il est nécessaire de répéter les opérations d'arrachage et de coupe sur plusieurs années.
- L'utilisation de produits chimiques est à proscrire, elle a un impact négatif sur la santé et l'environnement.

Autre précaution à prendre

Le Baccharis présente des fruits plumeux qui peuvent provoquer des allergies respiratoires.

Modalités de suivi

- Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier.
- Suivi régulier tous les ans pendant 5 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures et les éliminer les rejets si besoin, puis tous les 2 ans, puis tous les 3 ans
- Le suivi sera intégré à la veille écologique faisant partie du plan de gestion compensatoire.

Estimation financière (sur la base du devis du partenaire en génie écologique OSMAÏA)

Coupe des parties aériennes et évacuation (le calcul est effectué sur 131,1 ha pour inclure la dynamique d'expansion des EVEE d'ici le démarrage des travaux C2)	Prix au m^2 : 0,12€ Prix estimé pour traiter la totalité des EVEE sur l'ensemble des 131 ha	160 000 €
Arrachage mécanique pendant 2 ans (le calcul est effectué sur 131,1 ha pour inclure la dynamique d'expansion des EVEE d'ici le démarrage des travaux C2)	Prix au m^2: 1,11€ Prix estimé pour traiter la totalité des EVEE sur l'ensemble des 131 ha	1 460 000 €
Encadrement écologique	Intégré au plan de gestion compensatoire	p.m.
Etape complémentaire (sur la base du devis du partenaire OSMAÏA)		
Brossage de prés salés du secteur Camargue puis ensemencement des zones traitées non concernées par la plantation de ripisylve	Estimé à 10 000€/hectare brossé et traité 20,5ha	20 500€HT
Suivi		

Arrachage et gestion des EVEE		Code de la mesure : C2 lien avec les mesures : C5, C6, C7, C10, C11
Le suivi des EVEE sera intégré à la mesure de suivi Sb3 et fera l'objet d'un plan d'action dans le cadre d'un comité de pilotage et de surveillance (cf. mesure A7)	Intégré au suivi Sb3	p.m.
Entretien dans le cadre du plan de gestion	Intégré au plan de gestion A6	p.m.

2.6.3. Mesure C6 : Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest

Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest				Code de la mesure : C6 Lien avec autres mesures : C2		
E	R	C	A	C1.1a : Création ou renaturation d'habitats et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guilde C2.1a : Enlèvement de dispositifs d'aménagements antérieurs (déconstruction) hors ouvrages en eau		
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Cette mesure a pour objectif la restauration d'une ripisylve arborée et arbustive le long d'une partie des canaux de la zone compensatoire ouest, sur une superficie de 4,13 ha.

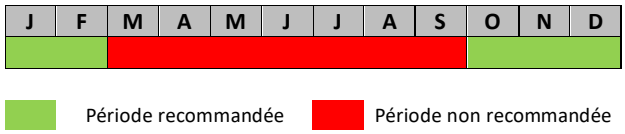
Le projet entraine la destruction sur la zone d'étude de plusieurs bosquets à Peuplier et Tamaris, habitats naturels constituant des zones humides au regard de la réglementation impactant les oiseaux, les chauves-souris et les zones humides. Actuellement, les canaux de la zone de compensation ouest sont entourés de Séneçon en arbre, une espèce envahissante qui doit être retirée dans le cadre de la mesure C2. Une partie des espaces libérées par le retrait de cette espèce sera destinée à la création d'une ripisylve.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Zones humides *: Marais salés dégradés*

Espèces *: Oiseaux, Chiroptères, Amphibiens*

Calendrier de la mesure :



Technique envisagée :

Cette ripisylve sera constituée essentiellement de Peupliers (Populus spp) et de Tamaris, deux espèces présentes localement et sur la zone d'étude. Elle sera recréée sur un linéaire d'environ 900 m pour une surface d'environ 4 ha. Les plantations devront se faire sur les hauts de berge tout le long du linéaire une fois le Séneçon en arbre traité. Cette mesure a donc un décalage d'au moins 1 an après le début de la réalisation des mesures compensatoires.

Les plants seront plantés en quinconce avec une diversité d'essences le long du gradient d'hygrométrie.

Les plantations seront faites sur une ligne variant de 30 à 100 m. La densité de plantation des arbres sera de 300 plants / ha, soit un arbre au moins tous les 5 m. Des essences arbustives seront plantées en intercalaires, selon une densité de 4 plants tous les 10 mètres linéaires.

Malgré l'apport en eau douce prévu (C2) et le maintien de cet apport, la salinité du milieu restera non négligeable. Les espèces envisageables pour la ripisylve sont donc limités. Des relevés de salinité pourront permettre de déterminer les essences ayant la possibilité de se maintenir.

Actuellement, sont envisagées :

- Peuplier noir (Populus nigra)
- Peuplier blanc (Populus alba)
- Tamaris de France (Tamarix gallica)
- Argousier (Hippophae rhamnoides)
- Frêne commun (Fraxinus excelsior)

Les espèces pourront être issues de la zone d'étude ou de pépinière locale.

Une partie des arbres proviendra de la zone projet, au moment de la 1ère campagne de défrichement. Les baliveaux (individus de 3/4 ans) seront prélevés, transportés et replantés dans la zone dédiée.

Préparation des plants de la zone d'étude - Transplantation d'arbres :

- Transplantation d'arbres pour compenser la phase 1 du défrichement de 1,4 ha de boisement de peupliers et de frênes sur la zone projet (estimation de la densité à 300 arbres/ha) ;
- Récupération des individus à l'aide d'un godet en conservant un maximum de racines et de sol ;
- Préparation des sols sur la zone de compensation ;
- Tuteurage tripode des arbres transplantés ;
- Installation de protections anti-prédateur (gaines climatiques grillagées) sur tous les individus inférieurs à 1m et 15 cm de tronc ;
- Mise en œuvre d'un paillage organique 10cm m² ;

Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest	Code de la mesure : C6
	Lien avec autres mesures : C2

- Arrosage 100L/arbre/passages à la plantation ;
- En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier.

Préparation des plants issue de pépinière :

- Plantation de godets de provenance régionale ou de plants en racine nue pour la reconstitution d'une ripisylve fonctionnelle et d'un boisement compensatoire d'une densité de 200 plants/ha.
- Si racines nues, chaque plant sera préparé (habillage des racines et pralinage des plants).
- Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation
- Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables (gaines climatiques grillagées)
- Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois
- Arrosage 20L/plant/passage
- En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier

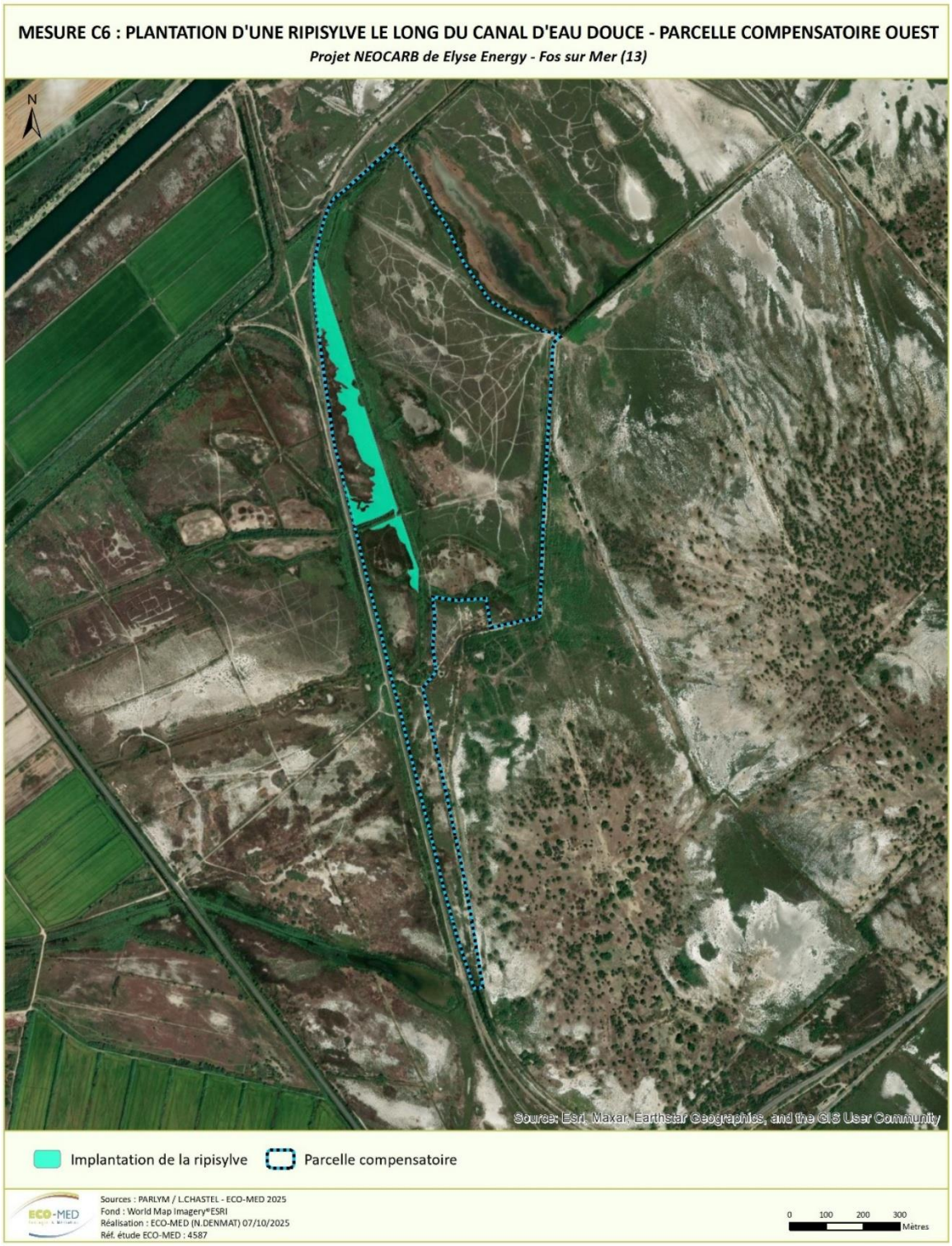
Modalités de suivi :

Un suivi sera a réalisé en accompagnement du chantier puis une fois les arbres plantés sur 20 ans, un suivi annuel pendant 5 ans puis un suivi tous les 5 ans (cf Sb3). Les indicateurs évalués sont :

- Absence d'EVEE
- Croissance des plants
- Densification de la ripisylve

Localisation de la mesure :

Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest	Code de la mesure : C6
	Lien avec autres mesures : C2



Carte 40 : Localisation de la mesure C6

⚠ **Points de vigilance :**

- Respecter le calendrier de la mesure afin de ne pas perturber la faune fréquentant la zone durant les périodes écologiques de grande sensibilité

Plantation d'une ripisylve le long du canal d'eau douce – Parcelle ouest	Code de la mesure : C6 Lien avec autres mesures : C2

- La réalisation de cette mesure de compensation nécessite une bonne coordination avec les travaux généraux, d'auant plus si une transplantation des arbres de la zone d'étude est envisagée

Estimation financière :

Transplantation d'arbres (5m) favorables aux chiroptères			
Transplantation d'arbres pour compenser la phase 1 du défrichement de 1,4ha de boisement de peupliers et de frênes sur la zone projet (estimation de la densité à 300 arbres/ha)	420	1 108,06 €	465 385,50 €
Tuteurage tripode des arbres transplantés	420	99,77 €	41 904,54 €
Mise en œuvre d'un paillage organique 10cm m²	420	9,63 €	4 043,25 €
Arrosage 100L/arbre/passages à la plantation	420	13,01 €	5 465,48
Plantation de godets forestiers pour la reconstitution d'une ripisylve fonctionnelle et d'un boisement compensatoire 200 plants/ha sur une superficie de 4,13 ha			
Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation	1 300,00	6,75 €	8 778,87 €
Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables	1 300,00	4,16 €	5 405,40 €
Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois	1 300,00	5,96 €	7 748,33 €
Arrosage 20L/plant/passage	1 300,00	1,53 €	1 987,99 €

2.6.4. Mesure C12 : Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre – Parcelle Est

Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre – Parcelle Est				Code de la mesure : C12 Lien avec autres mesures : C2
E	R	C	A	C1.1a : Création ou renaturation d'habitats et d'habitats favorables aux espèces cibles et à leur guilde C2.1a : Enlèvement de dispositifs d'aménagements antérieurs (déconstruction) hors ouvrages en eau

Thématique environnementale :	Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectifs de la mesure :

La mesure vise à déblayer les matériaux de remblais pour retrouver le terrain naturel correspondant au point topographique de la parcelle attenante au sud. Cela représente environ 0,5 m de matériaux. Ce faisant, une superficie de 14,5 ha sera remise en continuité des sansouïres attenantes, permettant de rétablir une alimentatoin par la nappe et facilitant la recolonisatoin végétale puis l'utilisation de la parcelle par les espèces typique de ces milieux. A noter l'utilisation des matériaux sur le zone de projet est actuellement envisagée, limitant ainsi les trajets d'engins à destination des structures de recyclage.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Zones humides *: Marais salés dégradés*

Calendrier de la mesure :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Période recommandée — Période non recommandée

Décaissement et valorisation des matériaux :

Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre – Parcelle Est	Code de la mesure : C12
	Lien avec autres mesures : C2

Dans un 1er temps, sur la base d'un profil altimétrique issu du Géoportail, l'exhaussement de la parcelle par rapport aux terrains adjacents au sud, que l'on souhaite remettre en connexion, a été estimé à environ 0,5 m. Le volume à décaisser sur la superficie envisagée serait donc de 72500 m³.



Profil altimétrique de la parcelle de compensation
(Source : Géoportail)

Des études de sol sont actuellement envisagées afin de mieux dimensionner la mesure de compensation. Sur la zone de compensation, elle permettra d'une part de préciser la valeur du volume à décaisser, d'autre part des analyses physico-chimiques devront être compatibles avec les réglementations en vigueur pour permettre la réutilisation des déblais sur la zone de projet. Enfin, une étude de sol sur la zone de projet visera l'estimation des volumes de déblais qui pourront être réutilisés pour le projet. Une entreprise spécialisée sera missionnée pour mener à bien les études de sol.

L'opération de décaissement des remblais sera réalisée par une entreprise spécialisée et devra se dérouler durant la période de moindre sensibilité écologique afin d'éviter tout dérangement de la faune locale. La période hivernale comprenant les mois de novembre à février inclus sera à privilégier. Elle interviendra à la pelle mécanique, et procédera au terrassement de la zone à l'avancement. Les matériaux seront chargés sur des tombereaux ou engins similaires. Des zones de stationnement seront délimitées avant le démarrage des travaux pour limiter les impacts sur le milieu. Aucun ravitaillement en carburant ne sera réalisée sur place.

En raison de la réutilisation des matériaux de déblai sur la zone d'étude, le planning d'intervention sur la zone de compensation devra coïncider avec le démarrage des travaux sur la zone d'étude.

Ainsi, par cette mesure de décaissement, la sansouïre sera remise au contact des battements de nappes. Sa principale alimentation sera alors restaurée, permettant ainsi la recolonisation d'une végétation caractéristique de zones humides.

Réensemencement de la zone décaissée

Afin de prévenir la colonisation de la zone nouvellement décaissée par les espèces végétales exotiques envahissantes, un réensemencement devra être réalisé à la suite de l'opération de déblai. Le risque de colonisation de ce terrain mis à nu par les espèces invasives est réel, étant donné que la zone faisant l'objet de la présente mesure est accolée à un merlon colonisé par le Séneçon en arbre. Ainsi, la mise en œuvre de la présente mesure devra succéder à la mise en œuvre de la mesure C2 d'arrachage et de gestion des EVEE. Les modalités de réensemencement seront affinées par la suite, les matériaux disposés à la suite de l'opération de décaissement pourront provenir de la zone décaissée elle-même, qui abrite déjà un habitat de fourrés halophiles. Ils seront mis en réserve au niveau d'une zone pré-identifiée, puis seront régalés à l'issue des opérations de décaissement.

Balisage des enjeux à conserver au sein de la parcelle compensatoire

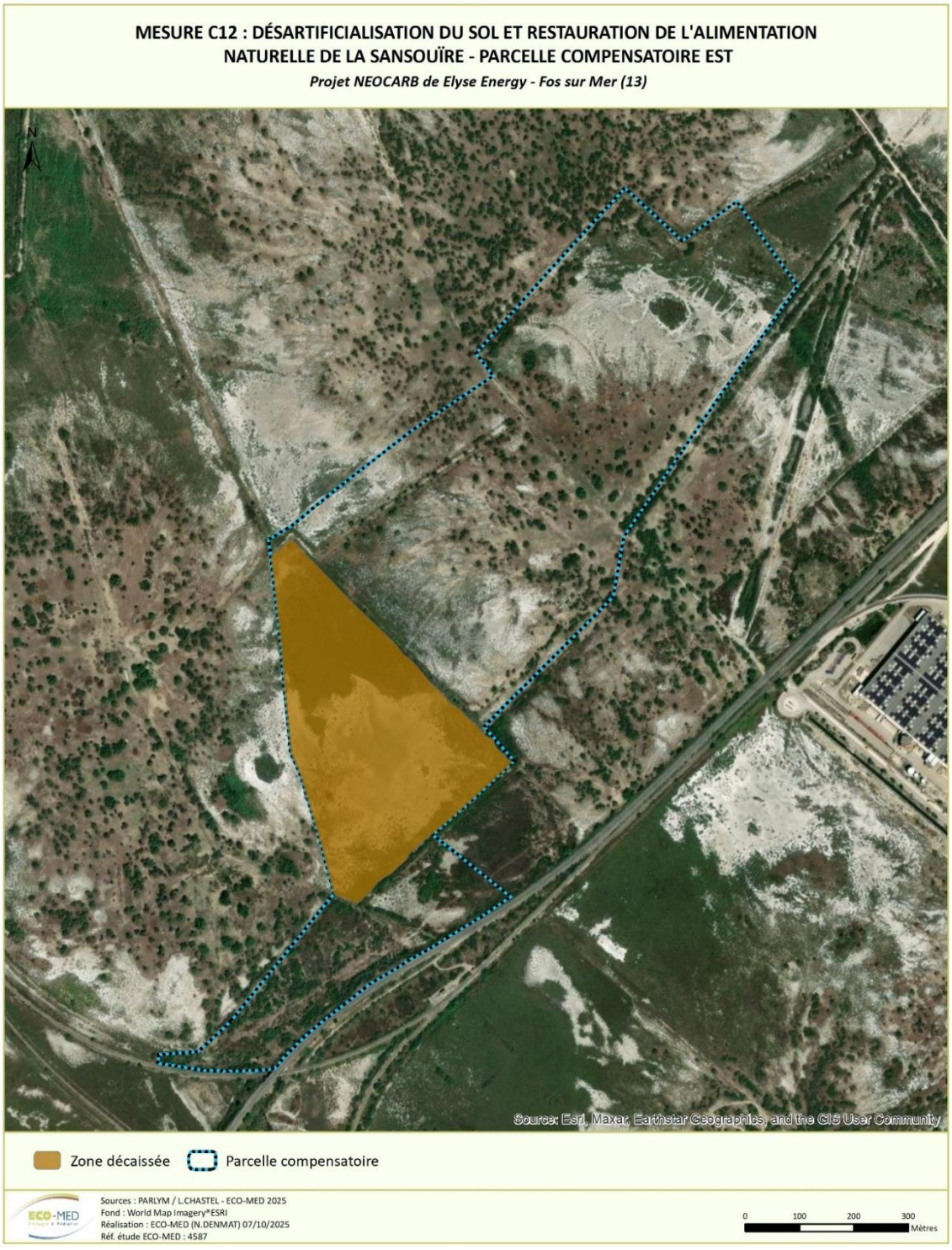
L'ensemble des enjeux écologiques observés lors des inventaires réalisés sur la parcelle compensatoire et situés en dehors des emprises à décaisser seront balisés afin d'éviter toute destruction ou dégradation accidentelle. Les modalités de mise en défends seront similaires à celles-ci précisées dans la mesure R10.

Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre – Parcelle Est	Code de la mesure : C12
	Lien avec autres mesures : C2

Matériel nécessaire :

- Pelle mécanique, camion-benne
- Crible ou tamis

Localisation de la mesure :



Carte 41 : Localisation de la mesure C12

Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation naturelle de la sansouïre – Parcelle Est	Code de la mesure : C12
	Lien avec autres mesures : C2

⚠ **Points de vigilance :**

- Respecter le calendrier de la mesure afin de ne pas perturber la faune fréquentant la zone durant les périodes écologiques de grande sensibilité
- La réalisation de cette mesure de compensation nécessite une bonne coordination avec les travaux généraux, afin de respecter la réutilisation des différents matériaux.

Estimation financière :

Etude de sol	Entreprise spécialisée (à définir)	5 000 €
Mouvement de terres, incluant location des engins	Entreprise spécialisée (à préciser sur devis)	20 € / m^3 selon le volume décaissé
Accompagnement avant travaux : installation des mises en défens par écologues	1 écologue pendant 2 journée + compte-rendu (0,5 j)	2 000 €

3. BILAN FONCTIONNEL DU PROJET

3.1. Diagnostique de contexte

Le site impacté « avant impact » et le site de compensation « après action écologique » présentent un contexte similaire. Les cinq conditions à respecter afin que la mesure de compensation soit jugée satisfaisante comportent à la fois des éléments relatifs à l'environnement des sites et des caractéristiques intrinsèques :

- Masse d'eau de surface : les sites impactés et de compensation appartiennent à la même mase d'eau de surface, le Golfe de Fos (FRDC04) ;
- Système hydrogéomorphologique : les sites impactés et de compensation sont caractérisés par un système hydrogéomorphologique côtier ;
- Habitats naturels similaires entre le site impacté « avant impact » et le site de compensation « après action écologique » : les habitats naturels présents sur les sites impactés et de compensation sont les mêmes, ils sont dominés par les marais salées, les fourrés à tamaris, les pelouses sableuses halophiles et les boisements à peupliers. Si la nature des habitats est similaire entre le site impacté avant impact et le site de compensation avec action écologique envisagée, la proportion relative des différents habitats est différente. En effet, le site impacté est dominé par les fourrés à Tamaris et les boisements à Peupliers qui occupent 80% du site, tandis que le site de compensation avec action écologique envisagée est majoritairement occupé par des marais salés, sur 70% de sa surface ;
- Pressions anthropiques similaires dans la zone contributive : non évalués ici
- Paysage similaire : comme évoqué précédemment, le site de compensation s'inscrit dans un contexte environnemental similaire au site impacté avec une anthropisation très forte, un grand nombre d'habitats naturels principalement constitués par des marais salés et dont la répartition est équilibrée.

Au regard de ces éléments, les principes édictés par le code de l'environnement de proximité géographique et d'équivalence qualitative au regard de la nature des habitats restaurés sur le site de compensation, sont respectés pour la présente mesure de compensation.

3.2. Simulation de l'action écologique sur le site de compensation

Dans le cadre de l'application de la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides, la simulation des gains obtenus grâce à l'action écologique sur le site de compensation est réalisée grâce au tableur Excel de la MNEFZH. Pour la majorité des questions à renseigner sur le site de compensation, on renseigne une évaluation du site avant action écologique, puis avec action écologique envisagée. Cette méthodologie permet d'identifier les indicateurs présentant des gains grâce à l'action écologique prévue sur le site de compensation.

La question n°27 du tableur est la question clé présentant une vision globale des habitats naturels présents sur le site de compensation, leur proportion et leur devenir avec action écologique envisagée. La proportion du site occupée par chaque habitat naturel est renseignée ainsi que les actions d'impulsion et d'exploitation envisagées sur ces habitats. Il est alors possible de renseigner la proportion du site qui ne sera sujet à aucune action de restauration, en renseignant « Libre évolution » comme action écologique d'impulsion. La libre évolution a été renseignée grâce aux lignes 1 à 5 de la question 27 du tableur, pour les habitats qui ne feront pas l'objet d'une restauration.

3.2.1. Simulation de la mesure de d'arrachage et gestion des EVEE (C2)

La simulation de cette action écologique est effectuée par le biais de la question 27 du tableur, qui synthétise l'ensemble des actions écologiques envisagées sur le site de compensation.

Plus spécifiquement, concernant la simulation de la mesure de gestion des EVEE, un travail a été réalisé à partir de la carte des habitats naturels du site de compensation. La carte des habitats naturels réalisée par le botaniste d'ECO-MED comportait des informations relatives à la présence d'EVEE, la proportion du site occupée par les EVEE, à renseigner lors de la question 27 du tableur, a donc pu être extraite de la carte des habitats.

Pour la question n°27 du tableur, plusieurs lignes dédiées aux EVEE ont été créées d'une part en fonction du devenir de ces secteurs occupés par les EVEE. Pour la plupart des lignes, l'habitat après action écologique correspond majoritairement à l'habitat naturel originel (fourrés à tamaris, marais salés…) actuellement colonisé par les EVEE, à l'exception des lignes 11 et 12 de la question n°27, dédiées à la simulation de la mesure C6 (voir plus bas). Pour

rappel, la mesure de plantation d'une ripisylve s'effectue sur des secteurs actuellement colonisés par les EVEE. D'autre part, les lignes de la question 27 dédiées aux EVEE ont été créées en fonction des actions écologiques d'impulsion, différentes selon les deux parcelles. Sur la parcelle Ouest, une coupe à blanc et une inondation prolongée permettra de lutter contre la colonisation les EVEE tandis que sur la parcelle Est, seul un arrachage est actuellement envisagé.

La simulation de l'effet de la mesure de gestion des EVEE grâce au tableur de la MNEZFH est également effectuée lors de la réponse à la question n°46 du tableur, dédiée aux couverts végétaux. Avant action écologique, les EVEE constituent une végétation de type arbustive. Après action écologique, la proportion du site occupée par les différents couverts végétaux (sans végétation, herbacée avec ou sans pratique agricole, arbustif ou arboré) a été estimée selon la physionomie de l'habitat en devenir avec action écologique.

Enfin, comme évoqué précédemment, la simulation des gains écologiques générés par la gestion des niveaux d'eau dans le cadre de cette mesure a également été réalisée par le biais des questions n°52 et 53 relatives à la rareté des systèmes de drainage. Dans le cadre de la mesure C2, la réhabilitation de la roubine présente dans la parcelle Ouest est envisagée, pour permettre une inondation des secteurs colonisés par les EVEE. Afin de simuler de manière quantitative les gains fonctionnels associés à cet apport d'eau douce à légèrement saumâtre dans la zone humide compensatoire, une valeur de 2500 mètres de linéaire de fossés (profondeur inférieure à 1 mètre, végétalisé) a été saisie dans le tableur pour le site de compensation avant action écologique. Cette valeur correspond à la longueur de la roubine qui longe la parcelle ouest du nord au sud. Il ne s'agit là que d'une simulation, cette roubine n'ayant effectivement pas un effet drainant pour le site compensatoire avant action écologique.

3.2.2. Simulation de la mesure de Plantation d'une ripisylve (C6)

Comme évoqué précédemment, la simulation de cette mesure est effectuée entre autres par le biais de la question 27 du tableur, qui synthétise l'ensemble des actions écologiques envisagées sur le site de compensation. Les lignes de la question 27 dédiées à cette mesure sont les lignes 11 et 12.

Pour rappel, la zone de plantation envisagée occupe une surface de 4,13 ha sur la parcelle ouest, soit environ 3% du site. Les essences envisagées pour la plantation sont essentiellement du Peuplier (*Populus spp*) et du Tamaris, d'où la création de deux lignes pour la simulation de cette mesure, l'une avec une trajectoire écologique menant à l'habitat de peupleraie (G1.3), l'autre à l'habitat de fourrés à Tamaris (F9.3).

La simulation de l'effet de cette mesure grâce au tableur de la MNEZFH est également effectuée lors de la réponse à la question n°46 du tableur, dédiée aux couverts végétaux. Avant action écologique, la proportion du site occupée par des couverts arborés est nulle tandis qu'elle est estimée à 2% du site avec action écologique envisagée, correspondant à la peupleraie restaurée.

Enfin, la restauration d'un habitat forestier (code EUNIS : G) a un effet sur l'indicateur de surface de section des arbre, évalué lors de la question n°49.

3.2.3. Simulation de la mesure de Désartificialisation du sols (C12)

Comme pour les mesures précédentes, la simulation de cette mesure est effectuée entre autres par le biais de la question 27 du tableur. Les lignes de la question 27 dédiées à cette mesure sont les lignes 14 et 15.

Pour rappel, cette mesure a pour objectifs d'éliminer une partie du remblai actuellement en place sur la parcelle est, en remettant les secteurs concernés à un même niveau topographique que la parcelle attenante au sud, améliorant ainsi leur fonctionnalité (alimentation en eau). La mesure C12 concerne une superficie de 14,5 ha sur la parcelle est.

L'effet attendu de cette mesure sur les habitats naturels concerne les zones sableuses à végétation clairsemée (code EUNIS H5.3). Pour ces secteurs, il est attendu une revégétalisation à la suite du décaissement, soit une trajectoire écologique menant de l'habitat de zone sableuse à végétation clairsemée (H5.3) vers l'habitat de marais salés (A2.52) sur une surface de 5,7 ha, soit 4,4% du site. Concernant les habitats de marais salés actuellement sur ces secteurs (8,75 ha, 6,8% du site), il n'est pas attendu de changement dans la nature des habitats entre les états avant et avec action écologique envisagée (question n°27 du tableur, ligne 15). Cependant, une amélioration de l'état de conservation de ces habitats est attendue grâce à la mesure C12.

La simulation de l'effet de cette mesure grâce au tableur de la MNEZFH est également effectuée lors de la réponse aux questions n°34 et 46 du tableur. En effet, il est attendu grâce à cette mesure une diminution de la proportion du site sans couvert végétal entre les états avant action écologique et avec action écologique envisagée.

3.3. Ratio fonctionnel octroyé au projet

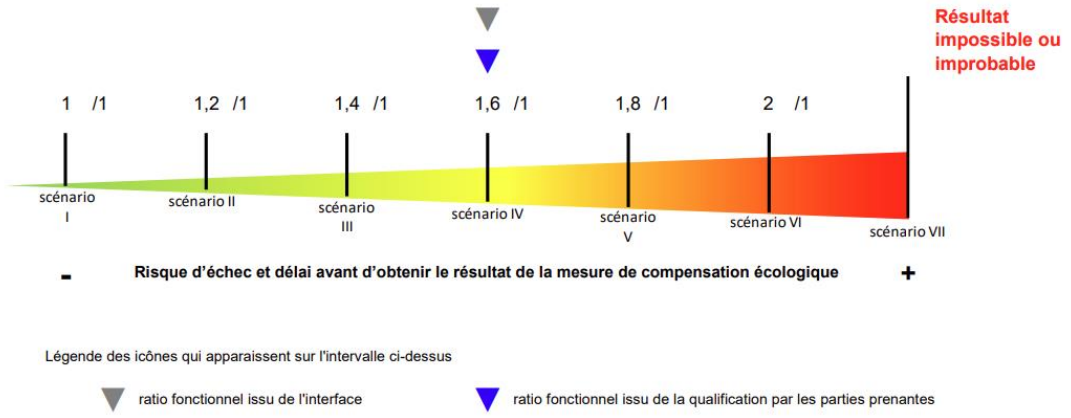
Le ratio fonctionnel correspond à un facteur d'ajustement du dimensionnement selon la faisabilité technique de la mesure de compensation, le délai pour obtenir son résultat et l'environnement du site de compensation. **Le ratio fonctionnel diffère du ratio surfacique préconisé par les SDAGE.** Le ratio fonctionnel est une donnée nécessaire à l'étape finale du diagnostic fonctionnel : l'évaluation de l'équivalence fonctionnelle entre les pertes sur le site impacté et les gains sur le site de compensation.

L'intervalle de variation du ratio fonctionnel a été défini en l'absence de préconisation formelle sur le territoire où est prévu l'aménagement. Il a été défini entre **1,0 et 2,0.**

La qualification automatisée de la mesure de compensation écologique réalisée par l'interface a défini **un ratio fonctionnel de 1,6**. Ce ratio est dû à la faisabilité technique qui est jugée « assez probable ». Cette évaluation est réalisée au regard des trajectoires écologies envisagées sur le site de compensation, de la nature des actions écologiques envisagées, de l'état de dégradation du site de compensation et de sa superficie. Le délai (proximité temporelle) est jugé « rapide » au regard des trajectoires écologiques envisagées sur le site de compensation et de l'étage altitudinal (collinéen).

Certains aspects de la qualification automatisée ont été révisés. Malgré ces modifications, **le ratio fonctionnel demeure égal à 1,6**.

L'attribution du ratio fonctionnel à l'issue de l'interface de dimensionnement figure dans le tableur Excel joint à ce dossier, feuille « DIMENSIONNER ».



Ratio fonctionnel octroyé : 1,6 /1

3.4. Evaluation des fonctions sur la zone humide compensatoire avec action écologique envisagée

L'évaluation des gains fonctionnels sur le site de compensation figure sous la forme de graphiques dans le tableur Excel joint à ce dossier, feuille « INDICATEUR 1 » et en **Annexe 3**.

- **Le couvert végétal**

Sur les 4 indicateurs liés au couvert végétal évalués pour la zone humide compensatoire, la totalité connait des gains entre l'état avant et l'état avec action écologique envisagée.

Concernant l'indicateur de végétalisation du site, qui correspond à la proportion du site occupée par un couvert végétal permanant, le gain s'explique majoritairement par le rôle de la mesure C12 de désartificialisation des sols, qui a pour objectif la restauration de zones à végétation clairsemée (code EUNIS H5.3) vers une végétation de fourrés halophiles.

L'augmentation de la proportion du site occupée par des couverts ligneux (arbustifs et arborés) entre l'état avant action écologique et après action écologique est à l'origine de gains fonctionnels pour deux indicateurs

« Assimilation N et P » et « Séquestration C ». Cette augmentation est également liée à la mesure C12 qui génère un gain de surface pour les secteurs occupés par une végétation arbustive. De plus, la progression de la proportion du site occupée par un couvert arborée, due à la mesure C6 de plantation d'une ripisylve, est également à l'origine de gains pour ces deux indicateurs.

Enfin, la mesure C6 de plantation d'une ripisylve est également à l'origine de gains fonctionnels pour l'indicateur de surface terrière carbone.

- **Les systèmes de drainage et l'érosion**

Parmi les indicateurs relatifs à la rareté des systèmes de drainage, les gains fonctionnels envisagés sont associés aux apports en eau douce envisagés dans le cadre de la mesure C2 de gestion des EVEE.

- **Le sol**

La présente simulation des actions écologiques envisagées sur le site de compensation ne permet pas de mettre en évidence de gains fonctionnels pour les indicateurs liés au sol. Le niveau de connaissance actuel des sols sur le site de compensation ne permet pas d'effectuer une simulation des effets des mesures, notamment de la mesure C12 de désartificialisation envisagée pour la parcelle est, sur la granulométrie du sol.

- **Les habitats**

Concernant les habitats, 9 des 10 indicateurs étudiés présentent des gains fonctionnels sur le site de compensation avec action écologique envisagée. Les gains sur l'indicateur relatif à la rareté des invasions biologiques sont permis grâce à la mesure envisagée de gestion des EVEE par arrachage et inondation. L'espace libéré par les EVEE sera à nouveau occupé par des habitats naturels, c'est la raison pour laquelle des gains sont envisagés pour les indicateurs liés à l'emprise des habitats hygrophiles, halophiles et non halophiles sur le site de compensation. L'indicateur relatif à la rareté de la fragmentation présente également un gain, ceci étant dû au traitement des formations monospécifiques d'EVEE qui génère des discontinuités au sein des habitats naturels sur le site de compensation avant action écologique.

3.5. Equivalence fonctionnelle

Pour rappel, afin que la mesure de compensation soit jugée satisfaisante, des équivalences fonctionnelles sont attendue pour au moins **2 indicateurs associés aux sous-fonctions prioritaires identifiées**. Les sous-fonctions qui ont été jugée prioritaires pour la présente étude sont : la sous-fonction hydrologique de **ralentissement des ruissellements**, les sous-fonctions biogéochimiques **d'assimilation végétale de l'azote** et **d'adsorption et précipitation du phosphore dans les sols**. Enfin, la sous-fonction écologique de **support des habitats** est jugée prioritaire.

Les actions écologiques sur le site de compensation permettent d'obtenir 14 indicateurs avec des gains fonctionnels, dont 2 voire 3 avec une équivalence fonctionnelle envisagée atteinte. Les résultats des gains et équivalences envisagés sur le site de compensation figurent dans le tableau 10.

Concernant les fonctions jugées prioritaires :

- **Ralentissement des ruissellements** : **Seul l'indicateur de rareté des fossés présente un gain partiel d'équivalence fonctionnelle.** Pour cette sous-fonction, l'état fonctionnel de cette sous-fonction jugé optimal du site de compensation avant action écologique (absence de systèmes de drainage) limite les possibilités d'intervention et de proposition de mesures pouvant améliorer l'état fonctionnel du site de compensation. **Pour cette sous-fonction prioritaire, un indicateur présente une équivalence fonctionnelle partielle.**
- **Assimilation végétale de l'azote : 4 indicateurs associés à cette sous-fonction présentent des gains fonctionnels** envisagés. Parmi ceux, 2 indicateurs présentent des gains envisagés en lien avec l'augmentation, grâce aux mesures envisagées, de la proportion du site occupée par un couvert végétal permanent, et une augmentation de la proportion du site occupée par une végétation arbustive et arborée. Les indicateurs supplémentaires présentant des gains envisagés sont la rareté des fossés et l'emprise des habitats naturels non halophiles. **Pour cette sous-fonction prioritaire, les indicateurs présentent une équivalence fonctionnelle partielle.**
- **Adsorption et précipitation du phosphore dans les sols** : 2 indicateurs sont associés à des gains fonctionnels envisagés, la végétalisation du site et la rareté des fossés**. Pour cette sous-fonction prioritaire, les indicateurs présentent une équivalence fonctionnelle partielle.**

- **Support des habitats :** concernant cette sous-fonction prioritaire, **8 indicateurs présentent des gains fonctionnels envisagés dont 2 voire 3 (à 0,01 unité près) avec équivalence fonctionnelle.** Il s'agit de l'indicateur relatif à l'emprise des habitats halophiles ainsi que l'indicateur de rareté des invasions biologiques qui a fait l'objet d'une mesure dédiée (C2).

Les attentes en matière d'équivalences fonctionnelles envisagées sont pleinement satisfaites que pour la sous-fonction prioritaire de **support des habitats**, pour laquelle 2 à **3 indicateurs présentent des équivalences fonctionnelles envisagées.**

Concernant les fonctions hydrologiques et biogéochimiques, **les attentes en matière d'équivalence nécessitent des compléments afin d'être pleinement réalisées** car les indicateurs associés à ces sous-fonctions présentent uniquement des équivalences fonctionnelles envisagées partielles. C**ertains indicateurs présentent en effet des gains envisagés**. Il s'agit de la rareté des fossés qui participe à l'évaluation de la sous-fonction hydrologique prioritaire de ralentissement des ruissellements et des sous-fonctions biogéochimiques prioritaires d'assimilation végétale de l'azote et d'adsorption et précipitation du phosphore dans les sols. L'augmentation de la proportion du site occupée par un couvert végétal permanent grâce aux mesures envisagées est à l'origine de gains fonctionnels pour les sous-fonctions biogéochimiques prioritaires d'assimilation végétale de l'azote et d'adsorption et précipitation du phosphore dans les sols.

Par ailleurs, pour que la mesure de compensation soit jugée satisfaisante, des équivalences fonctionnelles sont également attendues pour les sous-fonctions secondaires. Dans le cas présent, **plusieurs indicateurs associés à une sous-fonction secondaire présentent des équivalences fonctionnelles considérées comme partielles (assimilation des orthophosphates, séquestration du carbone, dénitrification).**

Pour l'ensemble des sous-fonctions étudiées dans le cadre de cette étude, la difficulté à obtenir des gains ou des équivalences fonctionnelles envisagés provient de l'état fonctionnel d'une partie des sites de compensation. L'état fonctionnel des sous-fonctions prioritaires de ralentissement des ruissellements et d'adsorption et précipitation du phosphore est jugé optimal en raison notamment de l'absence de systèmes de drainage et d'une végétalisation importante du site de compensation avant action écologique envisagée. L'état de la sous-fonction prioritaire d'assimilation végétale de l'azote est jugé bon.

Tableau 10. Bilan fonctionnel du projet

Fonctions	Sous-fonctions	Priorité de la sous-fonction	Etat fonctionnel du site de compensation	Nombre d'indicateurs associés à un gain fonctionnel	Indicateurs associés à un gain fonctionnel	Nombre d'indicateurs associés à une équivalence fonctionnelle	Indicateurs associés à une équivalence fonctionnelle complète ou partielle
Hydrologique	Atténuation du débit de crue	Secondaire	Moyen	1	Rareté des fossés	0	Partielle 1 indicateur
	Ralentissement des ruissellements	**Prioritaire**	Optimal	1	Rareté des fossés	0	Partielle 1 indicateur
	Recharge des nappes	Secondaire	Dégradé	1	Rareté des fossés	0	Partielle 1 indicateur
	Rétention des sédiments	Secondaire	Moyen	3	Végétalisation du site Rareté des fossés Habitats non halophiles	0	Partielle 3 indicateurs
Biogéochimique	Dénitrification	Secondaire	Bon	2	Végétalisation du site Rareté des fossés	0	Partielle 2 indicateurs
	Assimilation végétale de l'azote	**Prioritaire**	Bon	4	Végétalisation du site Assimilation N et P Rareté des fossés Habitats non halophiles	0	Partielle 4 indicateurs
	Adsorption et précipitation du phosphore	**Prioritaire**	Optimal	2	Végétalisation du site Rareté des fossés	0	Partielle 2 indicateurs
	Assimilation végétale des orthophosphates	Secondaire	Bon	3	Végétalisation du site Assimilation N et P Rareté des fossés	0	Partielle 3 indicateurs

Fonctions	Sous-fonctions	Priorité de la sous-fonction	Etat fonctionnel du site de compensation	Nombre d'indicateurs associés à un gain fonctionnel	Indicateurs associés à un gain fonctionnel	Nombre d'indicateurs associés à une équivalence fonctionnelle	Indicateurs associés à une équivalence fonctionnelle complète ou partielle
	Séquestration du carbone	Secondaire	Dégradé	2	Séquestration du carbone Surface terrière carbone	0	Partielle 2 indicateurs
Ecologique	Support des habitats	**Prioritaire**	Bon	8	Richesse en habitat Equipartition des habitats Habitats hygrophiles Habitats halophiles Habitats non halophiles Rareté de l'anthropisation de l'habitat Rareté des invasions biologiques Rareté de la fragmentation	2	Complète 2 à 3 indicateurs Habitats halophiles Rareté des invasions biologiques Diversité des habitats Partielle 5 indicateurs
	Connexion des habitats	Secondaire	Moyen	1	Similarité avec le paysage	0	-

4. VERIFICATION DES PRINCIPES DE COMPENSATION

4.1. Bilan surfacique : Comptabilité avec le SDAGE

L'encadré ci-dessous provient de l'étude sur les zones humides du projet Carbon et a été adapté au projet Neocarb.

1. Le principe de compatibilité

La compatibilité au SDAGE sera constatée à la lumière des jurisprudences récentes.

L'arrêt de principe du 21 novembre 2018 du Conseil d'État stipule que le rapport de compatibilité entre les SDAGE et les « décisions administratives dans le domaine de l'eau » au sens de l'article L. 212-1 précité doivent s'interpréter de manière stricte ».

Le Conseil d'État écarte ainsi, tout contrôle de conformité :

« (...) *les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux doivent se borner à fixer des orientations et des objectifs, ces derniers pouvant être, en partie, exprimés sous forme quantitative. Les autorisations délivrées au titre de la législation de l'eau sont soumises à une simple obligation de compatibilité avec ces orientations et objectifs. Pour apprécier cette compatibilité, il appartient au juge administratif de rechercher, dans le cadre d'une analyse globale le conduisant à se placer à l'échelle de l'ensemble du territoire couvert, si l'autorisation ne contrarie pas les objectifs qu'impose le schéma, compte tenu des orientations adoptées et de leur degré de précision, sans rechercher l'adéquation de l'autorisation au regard de chaque disposition ou objectif particulier.* »

Sur le rapport de compatibilité au SDAGE, le Conseil d'État précise que le juge administratif doit apprécier la compatibilité d'une autorisation « loi sur l'eau » dans le cadre d'une ***« analyse globale »*** :

- *« à l'échelle du territoire pertinent pour apprécier les effets du projet sur la gestion des eaux » : le Conseil d'État utilisait auparavant une référence à* ***« l'ensemble du territoire couvert »*** [par le SDAGE].
- et vérifier la compatibilité de l'autorisation en cause en considération d'un rapport relativement souple de ***« non contrariété »*** avec les objectifs et les orientations du SDAGE,
- dans ce cadre, le ***« degré de précision »,*** de ces objectifs et orientations est pris en compte pour en interpréter le sens et la portée.

Il indique qu'il ne s'agit pas de rechercher *« l'adéquation de l'autorisation au regard de chaque disposition ou objectif particulier ».*

Conformément aux prescriptions du Conseil d'Etat, le projet NeoCarb et ses principes de compensations environnementales respectent les orientations du SDAGE.
La destruction de zones humides sur le site d'implantation n'ayant pas pu être totalement évitée par le projet, il est donc nécessaire par principe, en application de la loi sur l'eau et de la jurisprudence et en référence aux orientations du SDAGE, de compenser cette destruction.

La page 20 du SDAGE Rhône Méditerranée est copiée ci-dessous :

Cette notion de compatibilité est moins contraignante que celle de conformité puisqu'il s'agit d'un rapport de non contradiction avec les orientations fondamentales et les objectifs du schéma. La jurisprudence récente (décision du Conseil d'État n° 408175 du 21 novembre 2018) a précisé cette notion de compatibilité concernant les autorisations délivrées au titre de la loi sur l'eau. La compatibilité s'apprécie dans le cadre d'une analyse globale, à l'échelle de l'ensemble du territoire couvert. L'autorisation ne doit pas contrarier les objectifs qu'impose le schéma, compte tenu des orientations adoptées et de leur degré de précision, sans rechercher l'adéquation de l'autorisation au regard de chaque disposition ou objectif particulier.

2. Les orientations du SDAGE

Les orientations du SDAGE Rhône-Méditerranée sont détaillées dans l'étude d'impacts, à la partie 5.4.8. Ces orientations générales ne sont donc pas reprises ici.

A propos spécifiquement des zones humides, les orientations du SDAGE sont claires à travers la disposition 6B-03 présentée ci- dessous :

préfectoral de protection de biotopes, règlement des réserves naturelles), les documents d'objectifs des sites Natura 2000, document de gestion des espaces naturels sensibles... et les dispositions du SRADDET.

La disposition 3-07 « privilégier des financements efficaces, susceptibles d'engendrer des bénéfices et d'éviter certaines dépenses » définit les conditions d'un financement efficace et pérenne pour la préservation des zones humides.

Disposition 6B-03

Préserver les zones humides en les prenant en compte dans les projets

Conformément au code de l'environnement et à la politique du bassin en faveur des zones humides, les services de l'État s'assurent que les projets soumis à autorisation ou à déclaration au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du code de l'environnement et les projets d'installations classées pour la protection de l'environnement soumis à autorisation au titre de l'article L.511-1 du même code sont compatibles avec l'objectif de préservation des zones humides.

Les zones humides et les fonctions qu'elles assurent peuvent être affectées à des degrés divers par les projets d'aménagement ou les travaux, en particulier ceux visant :

- de manière totale ou partielle, leur assèchement, leur mise en eau prolongée (voire leur submersion permanente par la création de plans d'eau), leur imperméabilisation, leur remblaiement ;
- des prélèvements d'eau, des rejets d'eau pluviale ou d'eaux usées.

Certains ouvrages ou aménagements peuvent également impliquer une altération voire une rupture de la continuité entre les zones humides et leur espace de bon fonctionnement, ou entre les zones humides et les cours d'eau.

Pour prévenir les altérations susceptibles d'affecter les zones humides et leurs fonctions, et pour contribuer à stopper leur disparition, les porteurs de projet doivent conduire la séquence « éviter-réduire-compenser » (ou séquence ERC, cf. orientation fondamentale n°2 du SDAGE), l'étude des solutions permettant d'éviter les impacts restant la priorité.

La conduite de la séquence ERC doit s'appuyer sur une délimitation précise de la zone humide impactée, par le porteur de projet, et sur une caractérisation de la zone humide qui inclut une analyse de son rôle et intérêt patrimonial par rapport à la biodiversité, des fonctions[1] qu'elle assure et des services rendus en termes de préservation de la ressource en eau et de gestion des risques d'inondation (soutien des débits d'étiage, contribution au maintien et l'amélioration de la qualité de l'eau, diminution de l'intensité des crues), ainsi que des autres bénéfices socio-économiques.

L'ambition des mesures visant la réduction des impacts, établie de manière proportionnée aux enjeux en présence, est un élément clé qui doit guider la décision administrative dans le cadre des procédures réglementaires. En particulier, les impacts non réduits, appelés impacts résiduels, ne doivent pas :

- remettre en cause le bon fonctionnement de la zone humide impactée et les fonctions associées qui la caractérisent (expansion des crues, préservation de la qualité des eaux, production de biodiversité...) ainsi que les services que ces fonctions rendent aux plans écologique et socio-économique ;
- dégrader l'état ou remettre en cause l'atteinte du bon état des masses d'eau qui dépendent directement ou indirectement du bon fonctionnement de la zone humide impactée.

En dernier recours, l'existence d'impacts résiduels doit conduire le maître d'ouvrage à proposer et mettre en œuvre des mesures compensatoires.

Dans ce cadre, lorsque la réalisation d'un projet conduit à la disparition d'une surface de zones humides ou à l'altération de leurs fonctions, les mesures compensatoires prévoient la restauration de zones humides existantes dégradées voire fortement dégradées. Cette compensation doit viser une valeur guide de 200 % de la surface perdue selon les règles suivantes :

- une compensation minimale à hauteur de 100 % de la surface détruite, par la restauration de zone humide fortement dégradée, en visant des fonctions équivalentes à celles impactées par le projet, et en cohérence avec l'exigence réglementaire d'équivalence écologique. En cohérence également avec la réglementation et la disposition 2-01 du SDAGE, cette compensation doit être recherchée en priorité sur le site impacté ou à proximité géographique de celui-ci. Lorsque cela n'est pas possible, pour des raisons techniques ou de coûts disproportionnés, cette compensation doit être réalisée préférentiellement dans le même sous bassin (cf. carte 2-A) ou, à défaut, dans un sous bassin adjacent et dans la limite de la même hydro-écorégion de niveau 1 (cf. carte 6B-A) ;
- une compensation complémentaire par l'amélioration des fonctions de zones humides partiellement dégradées, situées prioritairement dans le même sous bassin ou dans un sous bassin adjacent et dans la limite de la même hydro-écorégion de niveau 1 (cf. carte 6B-A).

[1] *Les maîtres d'ouvrages peuvent se référer au guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, disponible sous le lien suivant : http://zones-humides.org/guide-de-la-m%C3%A9thode-nationale-d%C3%A9valuation-des-fonctions-des-zones-humides.*

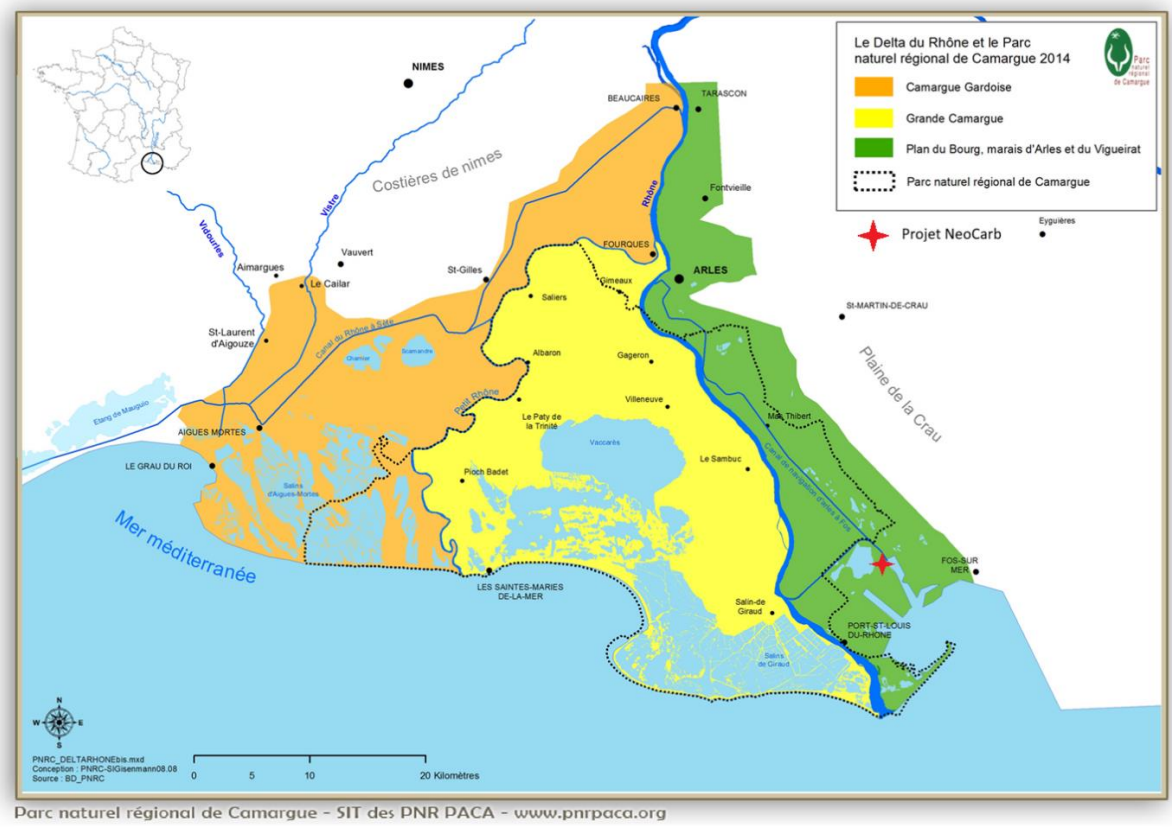
3. Analyse globale

a) LE DELTA DU RHONE

Le môle central situé au sud de la RD 268, est fortement artificialisél suite au creusement des deux darses et de l'étalement des sédiments qui en ont été extraits. Il couvre une surface d'environ 950 ha et constitue une faible part du secteur oriental (Plan du Bourg) d'un périmètre bien plus large constitué par le delta du Rhône et ses 150 000 ha (incluant la grande Camargue (entre les deux bras du Rhône), le secteur ouest du petit Rhône (Camargue gardoise) et l'est du Grand Rhône (Plan du Bourg). Au cœur du môle central, secteur artificialisé, créé

en 1960 et dédié au développement de l'industrie et de l'activité du GPMM, les 52 ha du projet NeoCarb représentent 0,035 % du périmètre du delta, échelle pertinente de gestion du SDAGE. Le terrain de NeoCarb se situe en dehors des périmètres d'enjeux forts tels que le parc de Camargue par exemple.

Ainsi, l'artificialisation de 35ha sur 52 ha d'emprise foncière du site NeoCarb à l'échelle du territoire respecte les orientations du SDAGE en ce qu'il est un espace identifié et dédié à l'industrie au sein de la ZIP de Fos et que cet aménagement prévu de longue date ne contrarie pas les grands enjeux du SDAGE.

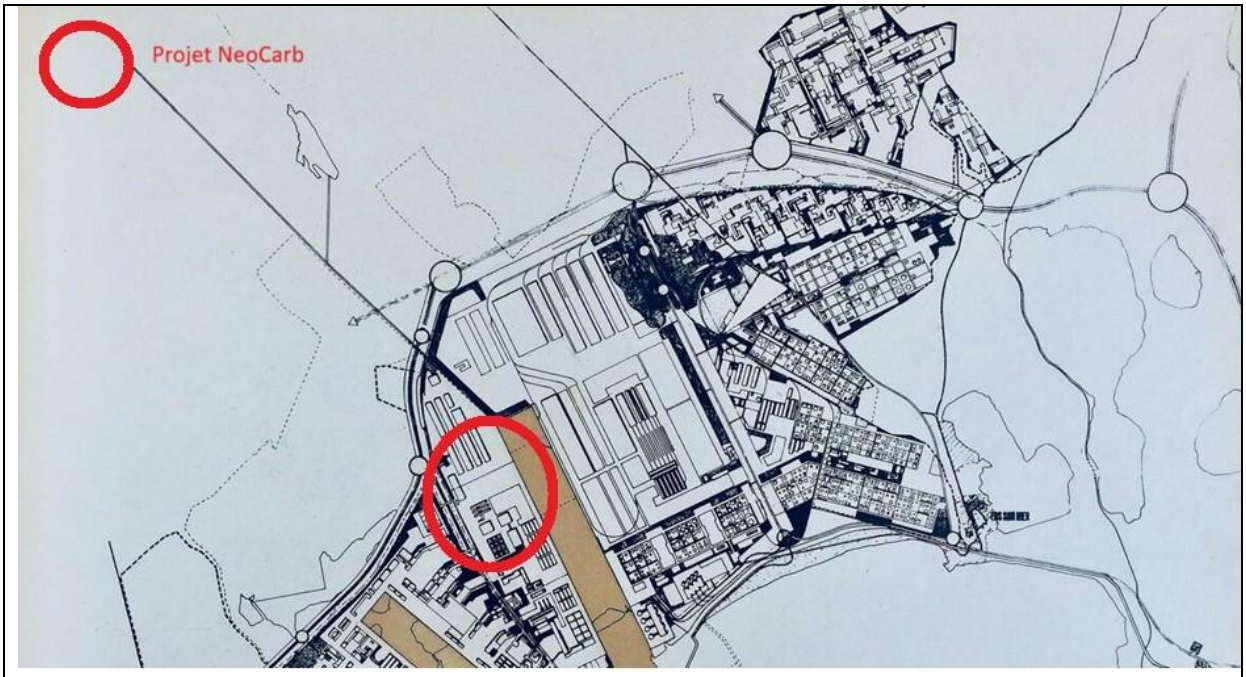


Carte 42 : Le Delta du Rhône, limite du Parc naturel Régionale de Camargue et localisation du projet NeoCarb (modifié d'après Parc Naturel Régionale de Camargue).

b) VOCATION INITIALE DU SITE : un foncier artificiel de 1960 pour préparer les implantations d'aujourd'hui

Ce terrain est un terrain artificiel créé par le GPMM dans les années 60 afin de générer du foncier disponible pour l'implantation future d'industries dans la zone portuaire. Cette plateforme de 400ha entre 2 darses creusées artificiellement a été créée pour accueillir des entreprises et des industries dans une enceinte portuaire de bassin Ouest de 10 000ha, dont 5 000ha sont réservés à la biodiversité. En effet, le GPMM, en tant qu'aménageur responsable de la Zone Industrialo Portuaire de Fos et gestionnaire d'espaces naturels préservés au sein de ce périmètre, s'est attaché en parallèle de la démarche de planification de l'aménagement de la ZIP de Fos à horizons 2040 à définir une stratégie de préservation de la biodiversité et des grandes fonctionnalités écologiques relevées sur la ZIP à l'appui de son Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN), toujours en cours de validation.

L'intention à travers la création de ce foncier artificiel ne concernait en aucun cas la biodiversité mais bien l'accueil d'entreprises telles que NeoCarb. A travers l'implantation de NeoCarb, le projet initial du GPMM se réalise conformément au plan d'Etat de l'époque qui ont motivé la création de cette plateforme. Néanmoins, la nature a fait son chemin y compris sur la parcelle concernée par l'implantation de NeoCarb.



Carte 43 : Plan de masse de la ZIP de Fos en 1966 (source internet : fos200ans.fr)

c) Le SDPN (Schéma Directeur du Patrimoine Naturel) du GPMM

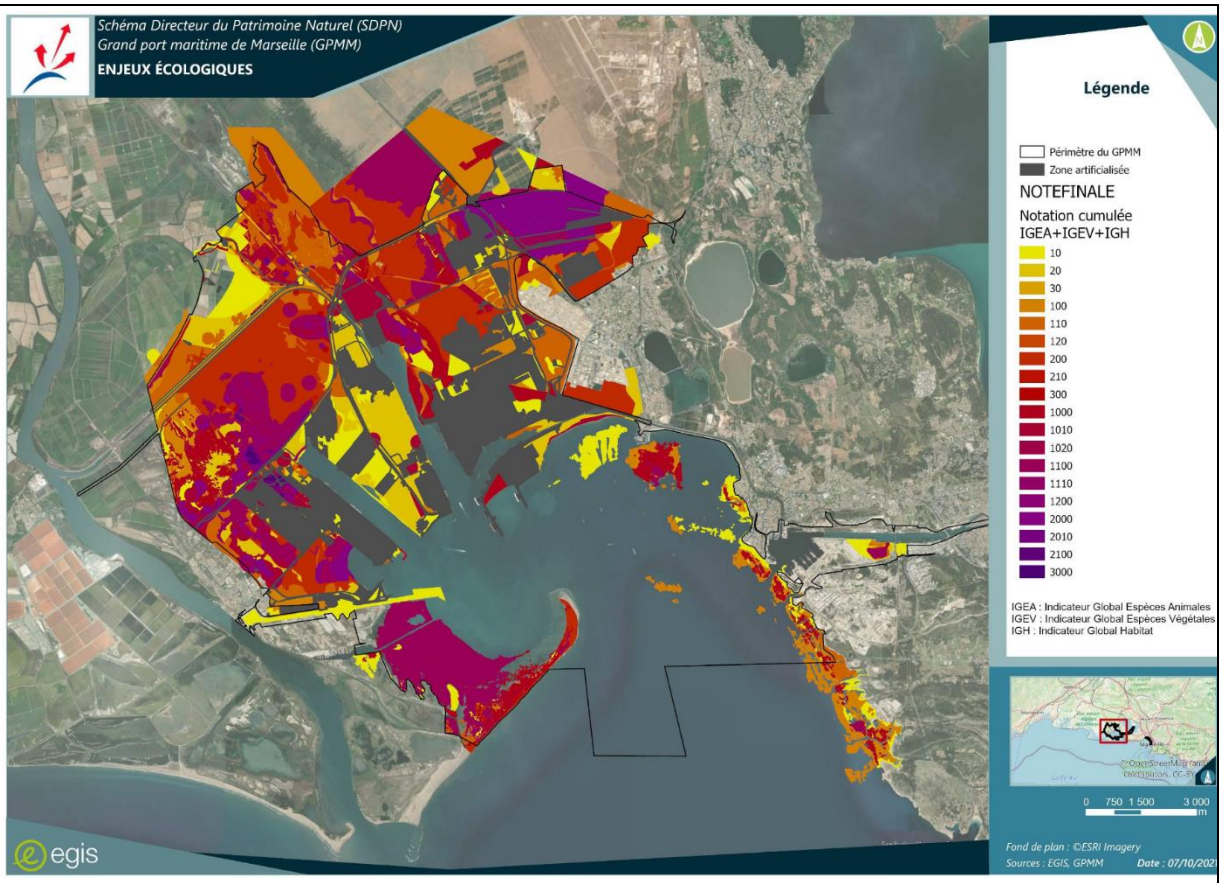
Le SDPN a été présenté en détail au chapitre 1.4, seuls des éléments de contexte sont repris ici.

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

Le périmètre d'étude du SDPN s'étend aux limites administratives de la circonscription des bassins ouest du GPMM représentant : 10 000 ha de milieux continentaux et 10 000 ha de milieux marins.
L'objectif principal est de limiter les impacts négatifs des activités portuaires et de l'aménagement de son territoire sur les habitats, la faune et la flore locales ainsi que sur les fonctionnalités écologiques par :

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

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



Hiérarchisation des enjeux biodiversité sur la ZIP

Le projet NeoCarb s'inscrit au sein d'une zone identifiée dans le SDPN comme présentant globalement des enjeux écologiques faibles à très faibles, la parcelle concernée par le projet présentant une cotation de 20 sur une échelle allant de 10 à 3 000.

4. Les zones humides : qualification

Les analyses techniques concluent à l'existence de zones humides d'un point de vue règlementaire sur le terrain, néanmoins ces zones sont très peu fonctionnelles. Sur 52 ha du foncier NeoCarb, 37,49 ha sont identifiés par les textes juridiques comment zones humides dont 31,41 ha voués à disparaitre.

De manière générale, ces 31,41 ha de zone humide sont en réalité très peu fonctionnels en raison de la nature artificielle des sols. Cette étude d'impacts a identifié les fonctionnalités réelles du site (liées aux sous-fonctions « Ralentissement des ruissellements », « Assimilation végétale de l'azote », « Adsorption et précipitation du phosphore » et « support des habitats ») par l'intermédiaire de la grille d'évaluation de la MNEFZH, afin de se concentrer sur la compensation de ces fonctionnalités.

5. Les compensations fonctionnelles prévues

La compensation visera à rétablir les fonctionnalités actives du site NeoCarb :

- support des habitats
- ralentissement des ruissellements
- assimilation végétale de l'Azote
- adsorption et précipitation du Phosphore

Plus globalement, les travaux de compensation chercheront à optimiser l'ensemble des fonctionnalités d'une zone humide grâce à une approche fonctionnelle globale.

Pour ce faire, deux sites de compensation ont été retenus (pour un total de 131 ha) :

- Parcelle compensatoire « Ouest Etang de l'Oiseau » de 67 ha sur laquelle sera mis en place une mesure de lutte contre une espèce végétale exotique envahissante, le Baccharis, sur une surface de 18,63 ha au sein de ces 67 ha (mesure compensatoire C2). Grâce à la mesure C2, une seconde mesure de compensation pourra être mise en place, sur les secteurs traités par la mesure C2, il s'agit d'une mesure de plantation d'une ripisylve en bordure du canal d'amenée d'eau douce.
- Parcelle compensatoire « Est étang de l'Oiseau» de 64 ha sur laquelle plusieurs actions écologiques (mesures compensatoires C2 et C12) seront mis en œuvre sur une surface de 23,09 ha (mesure C2) auxquels se rajouteront la mesure C12 de décaissement du remblai sur une superficie d'environ 14 ha.

Les actions écologiques s'orientent autour de 5 axes principaux :
1/ Arrachage et gestion des Espèces Végatales Exotiques Envahissantes (Baccharis en particulier, Olivier de Bohême secondairement) (mesure C2)
2 / Inondation des secteurs traités pour le Baccharis (mesure C2)
3/ Création de mares temporaires et inondations temporaires en faveur des amphibiens (mesure C5)
4/ Plantation d'une bande de ripisylve le long du canal d'eau douce afin d'augmenter la connectivité du site et la diversité des habitats (mesure C6)
5/ Désartificialisation du sol et restauration de l'alimentation hydraulique naturelle d'une sansouire

6. Vérification des principes : efficacité, proximité, équivalence et additionnalité

Vérification de l'application du principe d'efficacité régissant la compensation écologique et édicté dans le code de l'environnement.
Les mesures sur les parcelles compensatoires permettront de restaurer la **fonctionnalité d'accomplissement du cycle biologique des espèces** en agissant sur les sous-fonctions de supports des habitats et de connexions des habitats au travers des indicateurs suivants :

- Le nombre d'habitat naturel (indicateur « richesse d'habitats »),
- La répartition naturelle des habitats (indicateurs « équipartition des habitats »),
- L'emprise d'habitats hygrophiles (indicateur « habitats hygrophiles »),
- L'emprise d'habitats halophiles (indicateur « habitats halophiles »),
- L'emprise d'habitats non halophiles (indicateur « habitats non halophiles »),
- L'emprise d'habitat naturel (indicateur « rareté de l'anthropisation de l'habitat »),
- La lutte contre les EVEE (indicateur « rareté des invasions biologiques végétales »)
- La continuité écologique des habitats naturels (indicateur « rareté de la fragmentation

Les mesures sur les parcelles compensatoires permettront de restaurer partiellement la **fonctionnalité biogéochimique** en agissant sur les sous-fonctions « Assimilation végétale de l'azote », « Assimilation végétale des orthophosphates », « Dénitrification », « Adsorption et précipitation du phosphore » et « Séquestration du carbone » au travers des indicateurs suivants :

- L'augmentation du couvert végétal (indicateur « Végétalisation du site)
- La densité de fossé (indicateur « rareté des fossés »)
- L'amélioration de la qualité de l'eau (indicateur « Assimilation N et P »)
- L'augmentation des emprises d'habitats non halophiles (indicateur « Habitats non halophiles »)
- La captation de Carbone (indicateur « Séquestration C »)
- Le stockage de Carbone dans le sol « indicateur « Surface terrière carbone »).

Ces mesures permettront également de restaurer partiellement la **fonctionnalité hydrologique** (liée à la sous-fonction « ralentissement des ruissellements ») améliorant l'indicateur suivant :

- La densité de fossé (indicateur « rareté des fossés »).

A ces égards, le principe d'efficacité est donc bien appliqué ici pour la fonction d'accomplissement du cycle biologique des espèces et partiellement appliquée pour la fonction biogéochimique. La fonction « hydrologique » étant moins concernée par la compensation car la sous-fonctionnalité prioritaire de « ralentissement des ruissellements » peut être relativisée.

Vérification de l'application des principes de proximité géographique et d'équivalence régissant la compensation écologique et édictés dans le code de l'environnement

La zone humide impactée et les zones humides à restaurer sont proches géographiquement, à environ 5 km de la zone impactée. Elles se localisent dans le même sous-bassin versant hydrographique de Crau-Vigueirat, elles présentent la même similarité avec le paysage et elles s'insèrent dans le même système hydrogéomorphologique côtier du delta du Rhône.

Les principes de proximité et d'équivalence sont donc respectés.

Vérification de l'application des principes d'équivalence et d'additionnalité écologique régissant la compensation écologique et édictés dans le code de l'environnement

Les analyses scientifiques par le biais de la grille OFB (analyses présentées en annexe 2) démontrent une excellente équivalence fonctionnelle sur la fonction prioritaire « accomplissement des cycles biologiques », une équivalence fonctionnelle plus relative pour la fonction prioritaire « biogéochimie » à compenser. La compensation de la fonction prioritaire hydrologie reste à améliorer, le pétitionnaire s'autorisant à améliorer le bilan compensatoire au fil de la vie du projet.

Les indicateurs où une **équivalence fonctionnelle** pour la fonction d'accomplissement du **cycle biologique des espèces** est constatée sont les suivants :

- Les habitats halophiles : une forte emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à la faune et la flore inféodées aux zones humides salées ou saumâtres ;
- La rareté des invasions biologiques végétales : la mesure de compensation C2 permet d'éliminer et limiter fortement la présence du Baccharis et de l'Olivier de Bohême ce qui permettra à la végétation hygrophile de reprendre sa place.

Les indicateurs où un **gain fonctionnel** pour la fonction d'accomplissement du **cycle biologique des espèces** est constaté sont les suivants :

- Richesse en habitats
- Équipartition des habitats
- Habitats hygrophiles
- Habitats halophiles
- Habitats non halophiles
- Rareté de l'anthropisation de l'habitat
- Rareté des invasions biologiques végétales
- Rareté de la fragmentation

Les indicateurs où un **gain fonctionnel** est constaté pour les sous-fonctions **hydrologiques et biogéochimiques** sont les suivants :

- Végétalisation du site
- Assimilation N et P
- Séquestration C
- Surface terrière carbone
- Rareté des fossés.

La compensation vise principalement à restaurer la fonctionnalité d'accomplissement du cycle biologique des espèces (support des habitats). Les actions proposées ont une influence positive directe sur la sous-fonction « Assimilation de l'Azote » ainsi que pour «l'adsoprtion du Phosphore », avec la reconnexion du sol avec la nappe par suppression du remblai, la couverture végétale plus dense, et la création de dépressions humides qui permettent de récolter plus facilement les eaux de ruissellement. Au titre de la grille OFB, **deux équivalences fonctionnelles pour la sous-fonction de support des habitats sont atteintes et une troisième qui pourrait aussi**

être considérée comme atteinte (à 0,01 près). Cette sous-fonction est une des quatre sous-fonctions principales à restaurer. En réalité, ces mesures compensatoires sont particulièrement performantes au regard de l'ensemble de l'écosystème à restaurer.

Les mesures de compensation permettront également de **nombreux gains fonctionnels pour l'ensemble des sous-fonctions biogéochimiques et dans une moindre mesure pour la sous-fonction hydrologique**. Ces gains sont principalement liés à la végétation permanente plus importante, à l'augmentation du couvert végétal dans les secteurs à faible couvert végétal mais aussi à plus d'habitat arboré, ainsi qu'à l'engorgement temporaire plus fréquente grâce aux inondations de plusieurs mois.

Par ailleurs, **l'additionnalité de ces mesures est également forte**, car aucune autre action de gestion ou restauration de milieux naturels n'est en cours localement. Aucune action liée à Natura 2000 n'est réalisée au sein de cette parcelle, et le GPMM, propriétaire des parcelles, a ciblé ce secteur pour l'accueil de programmes compensatoires et n'y réalise donc aucune gestion particulière. Ces sites compensatoires constituent un terrain très propice à l'additionnalité et le rétablissement d'une biodiversité exemplaire du secteur.

A cet égard, le principe d'équivalence et d'additionnalité écologique est donc bien appliqué ici.

Conclusion :

Au regard de la réglementation et de la jurisprudence, le projet Neocarb, ses impacts et ses mesures de compensations, s'inscrivent dans les lignes directrices du SDAGE bien que des améliorations soient à apporter.

Au titre des zones humides, les mesures de compensation prévues engendreront bien un « gain » écologique au moins équivalent aux « pertes » réalisés pour les sous-fonctions de support des habitats et en partie pour l'assimilation végétale de l'azote ainsi que l'adsorption du phosphore (ces sous-fonctions étant 3 des 4 sous-fonctions principales à restaurer).

La vocation initiale du site artificiel, l'analyse globale à l'échelle du delta du Rhône, les compensations fonctionnelles prévues dans ce rapport et la vérification tout ou partie des principes d'efficacité, de proximité, d'équivalence et d'additionnalité concernant les zones humides permettent de conclure **que le projet NeoCarb est compatible avec le SDAGE.**

ECO-MED estime que ce programme compensatoire est satisfaisant en termes de durabilité, d'équilibre et partiellement satisfaisant pour les fonctionnalités de la zone humide reconstituée dans la zone compensatoire.

Pour rappel, la surface de zone humide impactée par le projet en PHASE 1 est de **21,88 ha**. Selon les recommandations du SDAGE Rhône Méditerranée 2022-2027, **une valeur guide de 200% de la surface perdue** doit être compensée, soit **44 ha** dans le cas présent.

Au sein du site de compensation, la surface de zones humides directement concernée par les mesures de compensation C2, C6 et C12 est égale à **18,63 ha sur la parcelle ouest** et **23,09 ha sur la parcelle est**.

La surface de zone humide directement restaurée sur le site de compensation est donc égale à 41,72 ha, soit un ratio surfacique de 191% par rapport à la surface de zone humide impactée.

Attention, le calcul de la surface de zones humides restaurées et la simulation des gains fonctionnels sur le site de compensation ne prend pas en compte la dynamique des EVEE et l'évolution de la colonisation des parcelles compensatoires par les EVEE depuis ces deux dernières années**. Les inventaires sur lesquels se sont basées les calculs de surface ont été réalisés au printemps 2024, ce qui signifie que la surface qui sera réellement restaurée dans le cadre de la mesure C2 sera nécessairement plus grande en raison de la progression des EVEE.** Cette surface réellement restaurée ne peut pas être déterminée de manière précise sans des données plus récentes de l'expansion des EVEE dans le site de compensation. **Cette sous-estimation de la surface qui sera réellement restaurée signifie que le ratio surfacique est également légèrement sous-estimé.**

De plus, les surfaces de zones humides restaurées égales à **18,63 ha sur la parcelle ouest** et **23,09 ha sur la parcelle est** sont les surfaces **directement** concernées par les mesures de compensation. Or, **la mesure C2 aura un effet indirect sur les zones humides adjacentes en limitant leur colonisation par les EVEE**. Les surfaces concernées par cet effet indirect ne peuvent pas être déterminées de manière précise mais suggèrent également **une légère sous-estimation du ratio surfacique.**

4.2. Principes évalués par la Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones humides

Tableau 11. Principes réglementaires issus du code de l'environnement

Critères		Vérification
Equivalence qualitative	Une mesure de compensation doit viser les mêmes composantes que celles détruites	La zone humide impactée et les zones humides de compensation sont de types « côtier » Les habitats naturels restaurés sont les mêmes que ceux détruits ➔ Principe validé
Equivalence quantitative	Une mesure de compensation doit engendrer un gain au moins équivalent aux pertes multipliées par le ratio fonctionnel, pour 2 à 3 indicateurs associées aux sous-fonctions prioritaires	Les mesures de compensation permettent d'obtenir une équivalence fonctionnelle envisagée sur 2 voire 3 indicateurs associés à la sous-fonction prioritaire de support des habitats. ➔ Cependant, 3 sous-fonctions prioritaires présentent une équivalence fonctionnelle envisagée partielle.
Plus-value écologique	Une mesure de compensation doit générer des gains écologiques qui n'auraient pas pu être obtenus en son absence	Les mesures de compensation permettent d'obtenir des gains fonctionnels envisagés sur 14 indicateurs évalués dans le cadre de cette étude. ➔ Principe validé
Proximité géographique	Localisation des sites de compensation à proximité du site impacté : parcelle limitrophe, même sous-bassin versant hydrographique	La zone humide impactée et les zones humides compensatoire sont distantes de 5km et appartiennent à la même masse d'eau de surface. ➔ Principe validé
Proximité temporelle	Les actions de compensation doivent être effectives rapidement	➔ La gestion des EVEE pourra être mise en œuvre à court terme. Or le contrôle de l'absence de nouvelles colonisations devra s'étaler à moyen terme. Le temps d'obtention d'une ripisylve mature et fonctionnelle suite aux plantations est jugé long.
Faisabilité technique	Mise en œuvre de techniques éprouvées avec des retours d'expériences positifs	Les mesures de compensation s'orientent principalement sur la gestion des EVEE et la plantation d'une ripisylve. Ces techniques sont bien éprouvées ➔ Principe validé
Pérennité et efficacité	Concomitance avec la durée de l'incidence résiduelle Les résultats de la mesure de compensation devront être exprimés de manière claire.	La gestion des parcelles compensatoires durera aussi longtemps que l'incidence résiduelle du projet. Un contrôle de la zone de projet après travaux est préconisé afin de valider les impacts réels du projet sur les zones humides. Un suivi du site compensatoire après la mise en œuvre des mesures de compensation est préconisé afin d'évaluer l'efficacité et la pérennité des mesures compensatoires. ➔ Principe évalué lors des suivis

Additionnalité	Une mesure de compensation doit s'ajouter aux actions publiques en matière de protection de l'environnement. Une même mesure ne peut compenser les impacts de différents projets.	D'après le rapport d'étude du CEN de 2019, les zones humides compensatoire doivent faire l'objet d'une considération prioritaire de premier plan en matière de préservation et de gestion des zones humides et doivent ainsi être restaurés. ➔ Principe validé
Cohérence	Différentes mesures de compensation peuvent être proposées au titre de différentes réglementations, leur interaction doit être vérifiée.	Plusieurs mesures de compensation relatives aux espèces impactées par le projet sont proposées sur le site de compensation, sans incidence sur l'intégrité des zones humides présentes sur le site de compensation avant action écologique. Les mesures de compensation zones humides ne remettent pas en cause la conservation des espèces présentes sur le site de compensation ni la mise en place des mesures relatives aux espèces protégées. Les mesures de compensation zones humides sont favorables à la conservation des espèces inféodés au zones humides restaurées. ➔ Principe validé

4.3. Perspectives

Comme il vient d'être exposé, l'ensemble de la compensation zones humides permet de restaurer **41,72 ha, soit un ratio surfacique de 191% par rapport à la surface de zone humide impactée.**

Les gains fonctionnels de la compensation sont satisfaisants pour la fonction écologique et sa sous-fonction « soutien aux habitats » mais à parfaire pour la fonction hydrologique et sa sous-fonction prioritaire « ralentissement des ruissellements ». Les gains pour la fonction biogéochimique sont également à parfaire pour la sous-fonction prioritaire « assimilation végétale de l'azote » qui connait un gain fonctionnel pour 4 indicateurs avec une équivalence partielle et pour la sous-fonction prioritaire « adsorption et précipitation du phosphore dans les sols » qui connait un gain fonctionnel pour 2 indicateurs avec une équivalence fonctionnelle partielle.

Au regard de ces éléments, il apparait qu'un complément de compensation zones humides serait à ajouter pour satisfaire pleinement la compensation des fonctions hydrologiques et biogéochimiques.

Ainsi, afin de les satisfaire, il serait nécessaire de rechercher des parcellaires en ciblant sur les zones humides afin de satisfaire à l'ensemble des critères suivants (recherche de parcelle idéale) :

- Masse d'eau concernée : Golfe de Fos
- Système côtier : situation géographique au sud du canal de navigation du Rhône au port de Fos-sur-Mer
- Parcelle avec système de drainage dont une partie pourra être comblée
- Parcelle sans végétation
- Parcelle agricole
- Parcelle très dégradée écologiquement au regard des zones humides
- Si possible avec une zone humide de type tamariçaie/peupleraie à proximité afin de reconnecter la parcelle au réseau local de zones humides
- Superficie recherchée : 21 à 25 ha

Le pétitionnaire est engagé tout au long de la vie du projet NeoCarb à rendre possible son amendement afin de répondre au maximum, dans la limite du possible et sans mettre en péril l'essence même du projet, aux attentes en matière d'enjeux écologiques.

5. ACCOMPAGNEMENT, CONTROLES ET EVALUATION DES MESURES

5.1. Encadrement écologique en phase travaux

Les mesures d'atténuation et de compensation doivent être accompagnées d'un dispositif pluriannuel de suivis et d'évaluation destiné à assurer leurs bonnes mises en œuvre et à garantir à terme la réussite des opérations. Cette démarche de veille environnementale met également en application le respect des engagements et des obligations du maître d'ouvrage en amont et au cours de la phase d'exploitation du site. Le suivi a pour objectif de s'assurer que les mesures de compensation soient efficaces durant toute la durée des incidences et qu'elles atteignent les objectifs initialement visés.

Par ailleurs, ces opérations de suivi doivent permettre, compte tenu des résultats obtenus, de faire preuve de réactivité par l'adoption, le cas échéant, de mesures correctives mieux calibrées afin de répondre aux objectifs initiaux de réparation des préjudices.

Le dispositif de suivis et d'évaluation a donc plusieurs objectifs :

- Vérifier la bonne application et conduite des mesures proposées ;
- Vérifier la pertinence et l'efficacité des mesures mises en place ;
- Proposer « en cours de route » des adaptations éventuelles des mesures au cas par cas ;
- Composer avec les changements et les circonstances imprévues (aléas climatiques, incendies, etc.) ;
- Garantir auprès des services de l'Etat et autres acteurs locaux la qualité et le succès des mesures programmées ;
- Réaliser un bilan pour un retour d'expériences et une diffusion restreinte des résultats aux différents acteurs.

Plusieurs mesures de réduction et d'accompagnement ont été proposées dans le présent rapport. Un écologue sera mandaté pour s'assurer du respect des emprises, et réalisera l'encadrement écologique du chantier via le suivi de points de contrôle préalablement établis.

Afin d'éviter d'impacter les zones humides situées en dehors de l'emprise stricte du projet, le plan de chantier et le cahier des charges destiné aux entreprises identifieront clairement les zones de travaux autorisées et les zones sensibles. Sur site, des panneaux d'indication viendront compléter l'information du personnel chargé du chantier. Les opérations de dégagement d'emprises (débroussaillage et défrichement) seront limitées aux zones strictement nécessaires aux travaux tel qu'autorisé dans l'arrêté préfectoral.

Des échanges en phase préparatoire permettront de repérer avec le chef de chantier les secteurs à éviter, les précautions à prendre et vérifier la bonne application des mesures d'intégration écologique proposées. Cette assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) écologique se déroulera de la façon suivante :

Mesure AMO2 : audit écologique des travaux : formation et sensibilisation des maîtres d'œuvre à la prise en compte des enjeux écologiques

Plusieurs mesures de réduction d'impact ont été proposées dans le présent rapport. Afin de vérifier leur bon respect, un audit et un encadrement écologiques doivent être mis en place dès le démarrage des travaux. Ces audits permettront de repérer avec le chef de chantier les secteurs à éviter (pelouses, haies…), les précautions à prendre et vérifier la bonne application des mesures d'intégration écologique proposées. Cette assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) écologique se déroulera de la façon suivante :

- **Audit avant travaux**. Un écologue rencontrera le chef de chantier, afin de bien repérer les secteurs à éviter et d'expliquer le contexte écologique de la zone d'emprise. L'écologue effectuera une sensibilisation aux personnels des entreprises travaux avant le début du chantier afin qu'ils prennent bien connaissance des enjeux écologiques et des mesures d'atténuation. Cette phase nécessitera environ 50 jours de travail. Les éléments sensibles à proximité de la zone de chantier feront l'objet d'une mise en défens par une clôture.
- **Audit pendant travaux**. Le même écologue réalisera des audits pendant la phase de travaux pour s'assurer que les balisages mis en place sont bien respectés et que l'ensemble des mesures de réduction soit compris

et respecté. Ainsi, l'intégrité physique des barrières permettant de matérialiser les zones de mise en défens citées ci-avant feront l'objet d'un contrôle visuel d'occurrence 1 mois et d'un enregistrement sur un document de suivi. Toute infraction rencontrée sera signalée au pétitionnaire. La fréquence d'intervention sera évolutive en fonction de la période de réalisation des travaux (sensibilité plus importante au printemps), de la nature des travaux et des secteurs. En effet, cette phase nécessitera un accompagnement de façon bi-hebdomadaire lors des périodes très sensibles et impactantes de libération des emprises/défrichements et bimensuelle une fois les terrassements terminés. Le volume de jours sera ajustable en fonction de la durée du chantier et des éventuelles infractions rencontrées.

- **Audit après chantier**. Le même écologue réalisera un audit après la fin des travaux afin de s'assurer de la réussite et du respect des mesures d'évitement. Un compte rendu final sera réalisé et transmis au pétitionnaire et aux Services de l'Etat concernés.

La phase d'encadrement de l'ensemble de la séquence E-R nécessitera *a minima* une centaine de jours de présence d'experts *in situ*.

Qui	Quoi	Comment	Quand	Combien
Ecologues (Bureaux d'études, organismes de gestion, associations…)	**Suivi des différentes mesures de réduction**	**Audits de terrain** **+ rédaction d'un bilan annuel**	**Avant, pendant et après travaux**	**Avant travaux** : 50 journées min. **Pendant travaux :** 50 journées min. **Après travaux :** Intégration des suivis à la veille écologique Sa1 Intégration des suivis à la mesure d'accompagnement A6

5.1. Mesures d'accompagnement écologique

Les mesures d'accompagnement écologique n'ont pas une portée réglementaire et ne sont pas une obligation en comparaison aux mesures d'évitement, de réduction et de compensation d'un impact négatif.

Ces mesures permettent d'une part d'améliorer l'efficacité des mesures de compensation ainsi que la possibilité pour le porteur de projet de s'impliquer autrement que dans un cadre réglementaire strict dans une action de conservation de la biodiversité au sens strict.

ELYSE Energy, sur recommandation d'ECO-MED, souhaite s'investir dans 8 actions d'accompagnement écologique, détaillées ci-après.

NB : ne figurent ici que les mesures d'accompagnement ayant un lien avec les mesures de compensation zones humides. Elles conservent donc le code numérique du VNEI

Tableau récapitulatif des mesures d'accompagnement

Mesure A1 : Accompagnement scientifique pour l'amélioration des connaissances sur la niche écologique du Myosotis nain, élaboration du protocole de la mesure C1 et mise en place d'un protocole de suivi scientifique rigoureux sur la mesure C1 – accompagnement par l'IMBE (Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale)
Mesure A2 : Transplantation des rhizomes d'Impérate cylindrique

Mesure A3 : Transplantation des individus de Statice de Provence

Mesure A4 : Capture et translocation de Lapins de garenne en amont des travaux

Mesure A5 : Création de gîtes artificiels pour le Hérisson d'Europe

Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage et de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM

Mesure A8 : Etude du remblai pour la mesure de compensation C12

Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)

N.B. : Cette mesure est en fait la mesure chapeau de toutes les mesures et actions de gestion conservatoire, génie écologique, visant à accompagner, atténuer et compenser les impacts résiduels du projet dans le long terme (à horizon de 30 ans).

<table>
<tr><td colspan="5">Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social (PGES) à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)</td><td colspan="2">Code de la mesure : A6
Lien avec autres mesure : Mesure C1</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td colspan="3">A6. 1: Action de gouvernance</td></tr>
<tr><td colspan="3">Thématique environnementale :</td><td>Milieux naturels</td><td>Paysage</td><td colspan="2">Air / Bruit / Lumière</td></tr>
<tr><td colspan="7">Objectifs de la mesure :
Intégrer, pour les évaluer dès le démarrage, des actions de gestion sur le site projet (mesures évitement et réduction) et sur les deux parcelles au sein d'une matrice globale et cohérente (Etang de l'Oiseau)
Améliorer l'efficacité des actions de gestion/restauration/entretien à l'échelle de l'Etang de l'Oiseau (mesure d'amélioration, mesures corrective)
Faciliter la coordination scientifique et assurer le retour d'expérience et la valorisation scientifique</td></tr>
<tr><td colspan="7">Habitat(s) / espèce(s) ciblées :
L'ensemble des cortèges de la faune et de la flore de l'écocomplexe local (Etang de l'Oiseau et du Caban)</td></tr>
<tr><td colspan="7">Contexte :
Le GPMM est propriétaire des terrains compensatoires confiés à ELYSE Energy et inscrit ses objectifs de gestion à plus large échelle dans le cadre de son SDPN (Schéma Directeur du Patrimoine Naturel) en travaillant actuellement sur la définition d'un SNCRR (site naturel de compensation, de restauration et de renaturation), qui souhaite intégrer à terme ces deux parcelles.
Le plan de gestion écologique et social (PGES) quinquennal proposé ici vise à s'emboiter dans la cohérence de ce SDPN et en compatibilité avec les prescriptions qui seront énoncées dans le cadre du futur SNCRR.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Méthode :
L'élaboration du plan de gestion suivra les prescriptions du guide méthodologique national sur les plans de gestion.</td></tr>
</table>

Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social (PGES) à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)				Code de la mesure : A6 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

Un travail collaboratif a déjà été entamé avec l'équipe d'HYDRATIS, experts en hydrogéologie et études hydrauliques, afin d'identifier les facteurs limitants de la future gestion à proposer sur les parcelles.

Une analyse socio-économique des ayants-droits du marais de l'oiseau sera entamée dès le démarrage de la mission.

Diagnostic écologique :

L'état initial de tous les compartiments a été essentiellement effectué sur 2024. Une mise à jour des habitats naturels, (EVEE) sera effectuée avant la mise en place de la mesure C2. Un état initial après la mise en place de l'ensemble des mesures de compensation/accompagnement sera fait.

Diagnostic socio-économique :

L'ensemble des activités se déroulant sur les parcelles devra être inventorié afin d'avoir une vision globale des usagers et ayants-droits, de leur interaction entre eux et avec le milieu naturel.

Définition des objectifs de gestion :

A partir du croisement des diagnostics écologique et socio-économique initiaux, il sera possible de faire ressortir les principaux objectifs de gestion à court, moyen et long terme en intégrant les besoins de compensation dans le cadre de ce dossier DDEP.

Définition des actions de gestion et des modalités de suivi :

Les actions de gestion à mettre en place seront déterminées à partir des objectifs et sous-objectifs prédéfinis et un suivi pluriannuel de la réussite des indicateurs de performance des actions engagées sera établi.

Validation du Plan de Gestion Environnemental

Ce PGE devra être validé par un comité de pilotage rassemblant l'ensemble des usagers et propriétaires des parcelles ainsi que l'opérateur chargé de la mise en œuvre de la compensation et le gestionnaire.

- **Travail à effectuer :**
  - Constitution d'un comité de pilotage ;
  - Réalisation des diagnostics et définition des objectifs et des actions de gestion ;
  - Validation du Plan de Gestion Environnemental ;
  - Mise en œuvre des actions de gestion.
  - Suivi des actions et de leur réussite

Calendrier des travaux :

La réalisation des inventaires devra intervenir à la bonne période pour chaque compartiment biologique (*a minima* février à septembre) ;

Calendrier de la mesure :

Mission au long cours, à démarrer dès l'autorisation des premiers travaux.

Modalités de suivi

Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social (PGES) à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)				Code de la mesure : A6 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

Un **comité de pilotage *ad hoc* du Plan de gestion quinquennal** sera mis en place dès le démarrage de cette mission et sera organisé et animé chaque année. Il intégrera en toute logique le comité de pilotage et de surveillance des EVEE de l'étang de l'oiseau et du Caban (mesure A7)

La composition exacte de ce Comité sera de la responsabilité des acteurs locaux,notamment le gestionnaire local GPMM. Il devra toutefois associer des représentants du monde scientifique, de la société civile, des gestionnaires éprouvés des zones humides littorales, et sera co-piloté par les organismes d'état en charge du suivi environnemental des impacts de NEOCARB.

Estimation financière

Intitulé	**Prix à l'unité**	**Prix total estimatif**
Rédaction du plan de gestion écologique et social quinquennal (première édition du PGES qui se déroulera ensuite sur les 5 premières années)	(forfait estimatif)	**Budget de 100 000 € H.T. estimé sur la période quinquennale**
Mises à jour / suivis / actualisations quinquennales	Non devisé à ce stade	**p.m.**
Mise en œuvre des suivis des mesures	Non devisé Intégration et deroulé au long court des actions de la séquence ERCAS validée à l'AP dérogatoire	**p.m.**
Préparation des comités (AMO) (5 jours par an)	1 000 € H.T.	**5 000 € H.T./an**
Animation des comités (AMO) (1 par an)	1 500 € H.T	**1 500 € H.T./an**

Une enveloppe budgétaire sera apportée par ELYSE ENERGY dès le lancement de ce plan de gestion qui s'initiera au démarrage des premières mesures de réduction et d'accompagnement.

Le budget estimatif annoncé, d'environ 50 000 € HT devra couvrir l'élaboration complète du plan de gestion écologique sur l'ensemble des deux parcelles compensatoires de l'étang de l'oiseau, du gîte anthropique à chiroptères près de la zone projet et des mesures de réduction (secteurs préservés) sur le site projet de NEOCARB. Pour ce faire, des séries d'inventaires de terrain complémentaires seront jalonnées dès la première année pour améliorer la connaissance d'ensemble du domaine à gérer et des interactions à créer avec le reste du complexe Etang de l'Oiseau/Etang du Caban.

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM

N.B. : dans le cadre du traitement des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE), l'action de surveillance et d'action de cohérence territoriale sont des conditions *sine qua non* pour assurer l'efficacité de la mesure de compensation C2.

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM				Code de la mesure : A7 Lien avec autres mesure : Mesure C1		
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance		
Thématique environnementale :				**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air / Bruit / Lumière**

Objectifs de la mesure :

Améliorer l'efficacité des actions de lutte des EVEE à l'échelle de l'Etang de l'Oiseau

Pérenniser la lutte contre les EVEE dans un cadre englobant, en l'intégrant au Plan de Gestion des Espaces Naturels (PGEN) du GPMM

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

L'ensemble des cortèges de la faune et de la flore de l'écocomplexe local (étang de l'oiseau et du Caban), les zones humides

Contexte :

Au niveau de la surveillance, **une veille écologique active spécifique** sera effectuée tous les ans les cinq premières années après l'arrachage (mesure C2) à T+1, T+2, T+3, T+4, T+5, puis tous les deux ans, à T+7, T+9, T+11, T+13 et T+15, puis tous les trois ans à T+18, T+21, T+24, T+27 et T+30. La veille régulière permet de réagir rapidement en cas de reprise des foyers d'EVEE et à moindre coût.

Au niveau de la cohérence territoriale, il est indispensable de travailler de concert avec les propriétaires et/ou gestionnaires des parcelles entourant les parcelles compensatoires ouest et est de l'Etang de l'Oiseau mais aussi à plus large échelle, étang de l'Oiseau + étang du Caban, afin que les moyens humains et financiers mis en œuvre se mutualisent avec cohérence et surtout, aient un **effet synergique** avec les secteurs environnants.

En effet, traiter un secteur au milieu d'un secteur infesté n'est pas efficace puisque la pression de propagules est permanente sur le secteur traité. Il y a donc nécessité à créer à l'échelle de l'étang de l'oiseau et si possible du Caban un comité de surveillance des EVEE qui permettra la lutte efficace grâce à la synergie des acteurs.

Ainsi, en accord avec le GPMM, la surveillance des EVEE sera intégrée au PGEN pour une mise en cohérence avec les porteurs de projet présents et futurs et une pérennisation de l'action ancrée dans ce territoire.

Méthode :

Il est proposé une première approche de surveillance sous forme de zones tampon (ou « buffer ») de 50m autour des zones traitées aux EVEE afin de concentrer les efforts sur des périmètres clés. Mais la surveillance nécessitera également une veille étendue au-delà.

<u>Remarque importante</u> : à ce jour, les notions de buffers sont de plus en plus prises en compte dans le cadre de la lutte contre les espèces envahissantes. <u>Ils constituent en somme un début de garantie de l'efficacité à plus grande échelle des traitements appliqués.</u> Cela dit, concernant le cas des EVEE à traiter, par manque de REX, le *buffer* sera pour l'instant arbitrairement fixé à une bande tampon de 50 m. Les comités de pilotage et de surveillance successifs viendront parfaire ou corriger à bon escient cet arbitrage initial.

La surveillance sera opérée par un comité de pilotage (COPIL EVEE) qui sera constitué dès le début de la mission sous la coordination du GPMM. Celui-ci intègrera le comité de pilotage de la gestion des mesures de compensation, réduction et accompagnement du projet NEOCARB ainsi que le GPMM, les propriétaires voisins, les usagers du secteur.

Un plan d'actions de surveillance et de gestion EVEE sera proposé pour intégration au PGEN (cf. mesure A6).

➢ **<u>Travail à effectuer :</u>**

- Constitution d'un comité de pilotage EVEE *ad hoc* ;

<table>
<tr><td colspan="4">Mesure A7 : Mise en place d’un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l’échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM</td><td>Code de la mesure : A7
Lien avec autres mesure : Mesure C1</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td>A6. 1: Action de gouvernance</td></tr>
<tr><td colspan="5">- Mise en œuvre des actions de surveillance et de gestion ;
- Suivi des actions pluriannuelles et de leur réussite à l’échelle des deux parcelles compensatoires et même bien au-delà, grâce à l’effet buffers notamment.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Localisation de la surveillance :</td></tr>
</table>

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM				Code de la mesure : A7 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance



Localisation des zones tampons (buffer) de surveillance élargies des EVEE autour des zones traitées

Calendrier de la mesure :

Mission au long cours, à démarrer dès l'autorisation des premiers travaux.

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM				Code de la mesure : A7 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

Le COPIL se réunira 1 fois par an, les années de veille écologique spécifique aux EVEE, à savoir à tous les ans les cinq premières années après l'arrachage (mesure C2) à T+1, T+2, T+3, T+4, T+5, puis tous les deux ans, à T+7, T+9, T+11, T+13 et T+15, puis tous les trois ans à T+18, T+21, T+24, T+27 et T+30.

Modalités de suivi

Un comité de pilotage du Plan de gestion EVEE sera mis en place dès le démarrage de cette mission et sera organisé et animé chaque année. Il intègrera le COPIL du plan de gestion des mesures ERCAS de NEOCARB

Estimation financière

Intitulé	Prix à l'unité	Prix total estimatif
Suivi annuel des EVEE sur le terrain	Inclus aux autres mesures EVEE	**p.m.**
Rédaction du plan d'actions EVEE (env.7 jours/an)	(Forfait estimatif)	**5 000 € H.T/an**
Préparation des comités (AMO) (env. 1 jours de traitement/analyse par an)	1 000 € H.T.	**1 000 € H.T./an**
Animation des comités (AMO) (1 par an)	1 500 € H.T.	**1 500 € H.T./an**

5.2. Contrôles et suivi de la mesure de compensation

Le bilan fonctionnel du projet dressé précédemment repose sur des simulations effectuées quant au devenir possible du site de compensation grâce aux écologiques envisagées. Cette conclusion ne permet pas d'affirmer l'atteinte réelle de l'équivalence fonctionnelle, qui devra être vérifiée par le suivi et le contrôle des pertes et des gains écologiques réels sur chaque site.

Sur le site impacté, un contrôle de la zone de projet après travaux est nécessaire afin de valider les impacts réels du projet sur les zones humides.

Sur le site de compensation, le contrôle et le suivi du résultat des mesures compensation est impératif afin de vérifier que ce qui a été supposé est réellement obtenu. Un suivi du site compensatoire après la mise en œuvre des mesures de compensation est ainsi préconisé afin d'évaluer l'efficacité et la pérennité des mesures compensatoires.

Lors de chaque année de suivi sur la zone compensatoire, les indicateurs de la MNEFZH seront calculés en suivant la même démarche pour suivre l'évolution de ceux-ci. De même, pour le site impacté, les indicateurs de la MNEFZH seront calculés à l'issue des travaux.

Tableau 12. Contrôle et suivi de la mesure de compensation – Estimation financière par année de suivi

ANALYSE DE FONCTIONS - Site impacté après travaux		
Prospection terrain	**Nb jour**	**Prix par jour (€)**
Habitats naturels et EVEE	1	700
Collecte des données d'entrée du tableur MNEFZH	1	700
DICT	1	850
Rédaction livrable	**Nb jour**	**Prix par jour**
Exécution du tableur de calculs sur le site impacté	1	700
Analyse des résultats et rédaction d'un rapport de synthèse	2	700
Total pour une année de suivi (€)		**4350**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures		
Prospection terrain	**Nb jour**	**Prix par jour**
Habitats naturels (1 jour par site)	2	700
Collecte des données d'entrée du tableur MNEFZH	2	700
DICT	1	850
Rédaction livrable	**Nb jour**	**Prix par jour**
Exécution du tableur de calculs sur le site de compensation	1	700
Analyse des résultats et rédaction d'un rapport de synthèse	3	700
Total pour une année de suivi (€)		**6450**

Sur le site impacté, les indicateurs de la MNEFZH seront calculés à l'issue des travaux (année N0).

Sur le site de compensation les indicateurs de la MNEFZH seront calculés à l'issue de la mise en œuvre de la mesure compensatoire (année N0), puis tous les trois ans sur une durée totale de 30 ans.

En outre, dans le cadre du **plan de gestion écologique et social (PGES) à l'échelle des parcelles de compensation,** les actions de gestion à mettre en place seront déterminées à partir des objectifs et sous-objectifs prédéfinis et un suivi pluriannuel de la réussite des actions écologiques sera établi. Concernant les zones humides, l'efficacité des actions écologiques prévues sera évaluée grâce à la mise en place d'indicateurs issus de la boîte à outils de référence pour le suivi des zones humides sur le bassin Rhône-Méditerranée : RhoMéO.

Tableau 13. **Contrôle et suivi de la mesure de compensation –** ***Estimation financière sur la durée du suivi***

Année N0	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site impacté après travaux	4350
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+3	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+6	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+9	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+12	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+15	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+18	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+21	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+24	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+27	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Année N+30	**Montant par année de suivi (€)**
ANALYSE DE FONCTIONS - Site de compensation après mise en œuvre des mesures	6450
Total (€)	**75300**

BIBLIOGRAPHIE SUR LES ZONES HUMIDES

AGENCE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2001. Guide technique SDAGE n°5, Fonctionnement des Zones Humides.

AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, 2010. Guide d'inventaire des zones humides dans le cadre de l'élaboration ou de la révision des SAGE. Guide méthodologique, 56 p.

AGENCE DE l'EAU RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2012 – Délimitation de l'espace de zones humides par fonction qualifiée et par type de milieux du bassin Rhône-Méditerranée, rapport final, ECOSPHERE et BURGEAP, 182 p.

BAIZE D. 2000. Guide des analyses en pédologie. Editions Quae.

BAIZE D. et JABIOL, B. 1995. Guide pour la description des sols. Editions Quae.

BAIZE D. & GIRARD M.C., 2009 – Référentiel pédologique ; Association Française pour l'étude du sol – Versailles, 404 pages.

CHAMBAUD F., LUCAS J., OBERTI D. (2012). Guide pour la reconnaissance des zones humides du bassin Rhône – Méditerranée. Volume 1 : méthode et clés d'identification. AGENCE DE L'EAU Rhône – Méditerranée & Corse : 138 p +annexes.

COMITE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE, 2022-2027. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône Méditerranée 390 p.

DUCHAUFOUR P., 1997 – Abrégé de pédologie. Sol, végétation, environnement ; 5ième édition, Ed. Masson - Paris, p. 285

GAYET G., BAPTIST F., BARAILLE L., CAESSTEKER P., Clément J.-C., GAILLARD J., GAUCHERAND S., ISSELON-NONDELEU F., POINSOT C., QUETIER F., TOUROULT J., BARNAUD G., 2016. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 1.0. Onema, collection Guides et protocoles, 186 pages

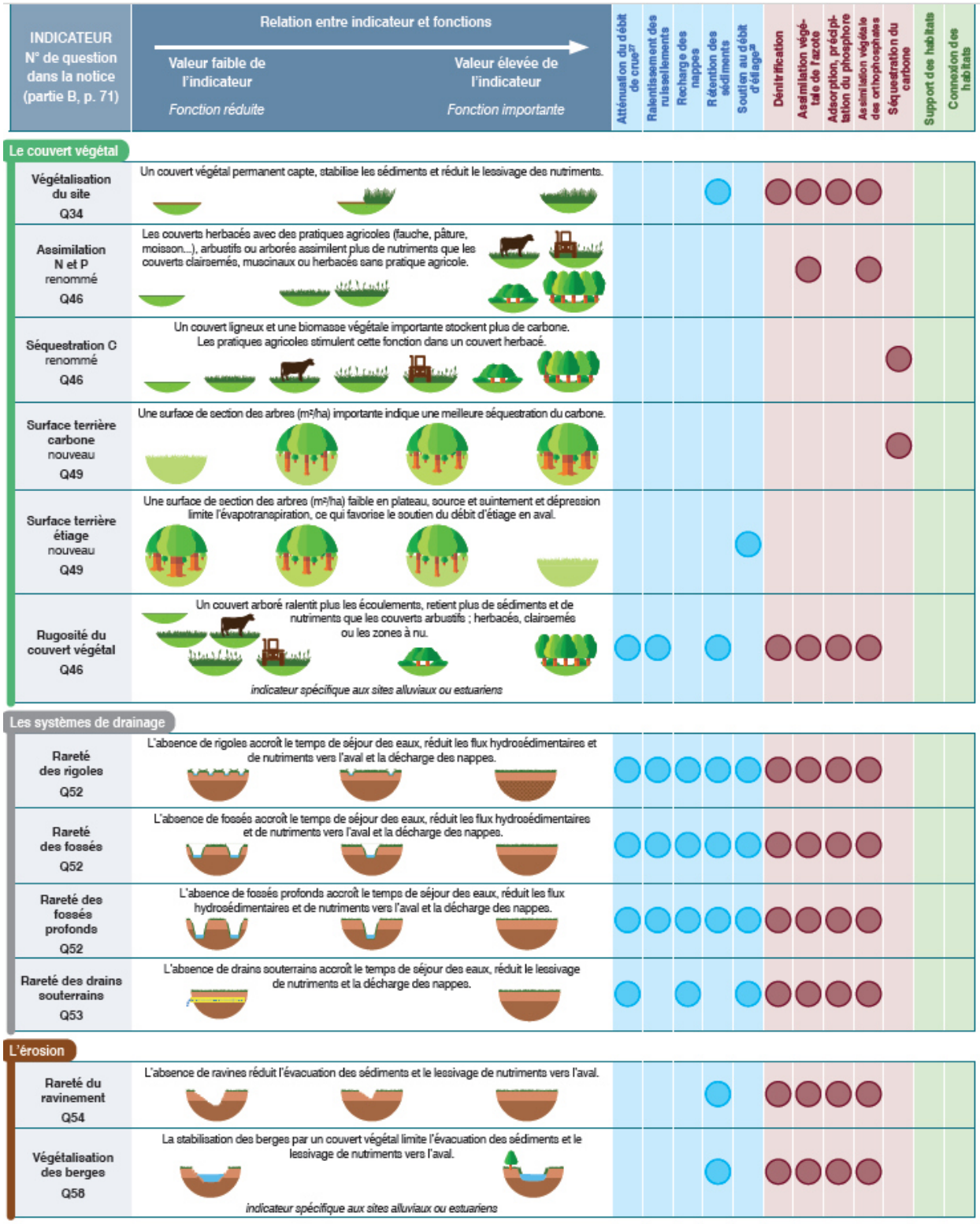
GAYET, G., BAPTIST, F., BIAUNIER, P., CAESSTEKER, P., CLEMENT, J.-C., FOSSEY, M., GAUCHERAND, S., ISSELIN-NONDEDEU, F., LEMOT, A., MESLEARD, F., PADILLA, B., PELEGRIN, O. 2023. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 2. Office français de la biodiversité, collection Guides et protocoles, 154 pages

MEDDE, GIS Sol. 2013. Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Groupement de l'intérêt Scientifique Sol, 63 pages.

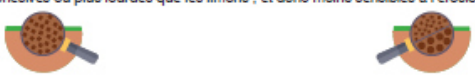
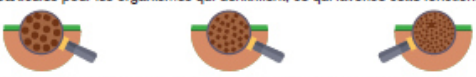
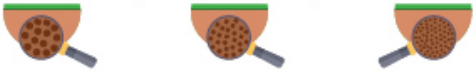
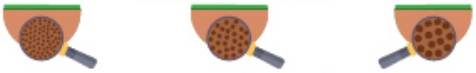
PARAN F., ARTHAUD F., NOVEL M., GRAILLOT D., BORNETTE G., PISCART C., MARMONIER P., LAVASTRE V., TRAVI Y., CADILHAC L., 2015 – « Caractérisation des échanges nappes/rivières en milieu alluvionnaire - guide méthodologique ». Collection « eau & connaissance ». Agence de l'eau Rhône Méditerranée

DAUSSE, A. 2023 - Suppression d'un remblai en zone humide. Carnet technique du réseau sur la restauration des zones humide de Bretagne. Agence de l'eau Loire-Bretagne / Région Bretagne / DREAL Bretagne. Forum des Marais Atlantiques, Brest. 13 p.

Annexe 1 Illustration simplifiée des indicateurs dans le site et des fonctions associées

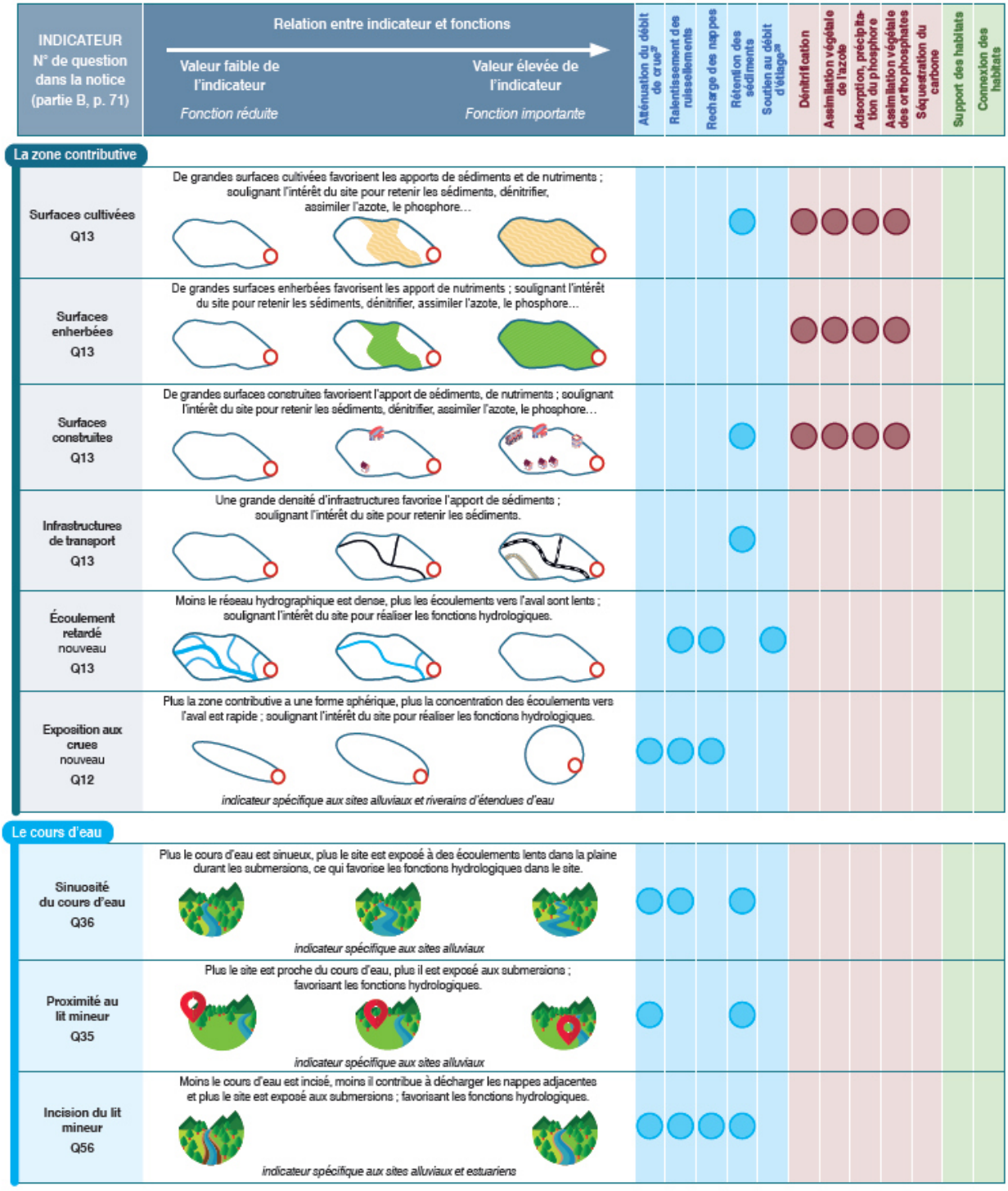


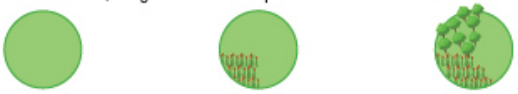
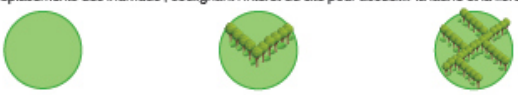
[27] *fonction évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier.*
[28] *fonction évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.*

INDICATEUR N° de question dans la notice (partie B, p. 71)	Relation entre indicateur et fonctions Valeur faible de l'indicateur *Fonction réduite* Valeur élevée de l'indicateur *Fonction importante*	Atténuation du débit de crue[27]	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage[28]	Dénitrification	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Le sol													
pH neutre renommé Q44	Un pH [6-7] favorise l'assimilation végétale du phosphore, car cet élément est alors plus disponible pour la végétation dans le sol. 									●			
pH acide-alcalin renommé Q44	Un pH acide ou basique favorise la fixation du phosphore dans le sol. 								●				
Matière organique incorporée en surface Q44	Un épisolum humifère épais (matière organique) fixe les sédiments, favorise la rétention de l'eau, fournit du carbone pour dénitrifier et indique la séquestration de carbone. 	●			●	●	●	●			●		
Matière organique enfouie Q44	Un épisolum humifère enfoui épais (matière organique) favorise la rétention de l'eau, fournit du carbone pour dénitrifier et indique la séquestration de carbone. 	●				●	●				●		
Tourbe en surface Q44	Une tourbe (horizon histique) épaisse et peu décomposée indique une décomposition faible de la matière organique, favorable à la séquestration du carbone. 										●		
Tourbe enfouie Q44	Une tourbe enfouie (horizon histique) épaisse et peu décomposée indique une décomposition faible de la matière organique, favorable à la séquestration du carbone. 										●		
Texture en surface 1 Q44	En surface [0-30 cm], les textures fines (argileuses) ou grossières (sableuses) sont plus cohésives ou plus lourdes que les limons ; et donc moins sensibles à l'érosion. 				●								
Texture en surface 2 Q44	En surface [0-30 cm], une texture fine (argileuse) offre plus de surfaces de contact entre particules pour les organismes qui dénitrifient, ce qui favorise cette fonction. 						●						
Texture en profondeur Q44	En profondeur]30-120 cm], une texture fine (argileuse) offre plus de surfaces de contact entre particules pour les organismes qui dénitrifient, ce qui favorise cette fonction. 						●						
Conductivité hydraulique en surface Q44	En surface [0-30 cm], une texture grossière (sableuse) favorise une infiltration plus efficace des écoulements. 	●		●		●							
Conductivité hydraulique en profondeur Q44	En profondeur]30-120 cm], une texture grossière (sableuse) favorise une infiltration plus efficace des écoulements. 	●		●		●							
Engorgement permanent nouveau Q44	Un engorgement permanent en surface défavorise la dénitrification mais favorise la séquestration du carbone. 										●		
Engorgement temporaire nouveau Q44	Un engorgement temporaire en surface favorise la dénitrification. 						●						

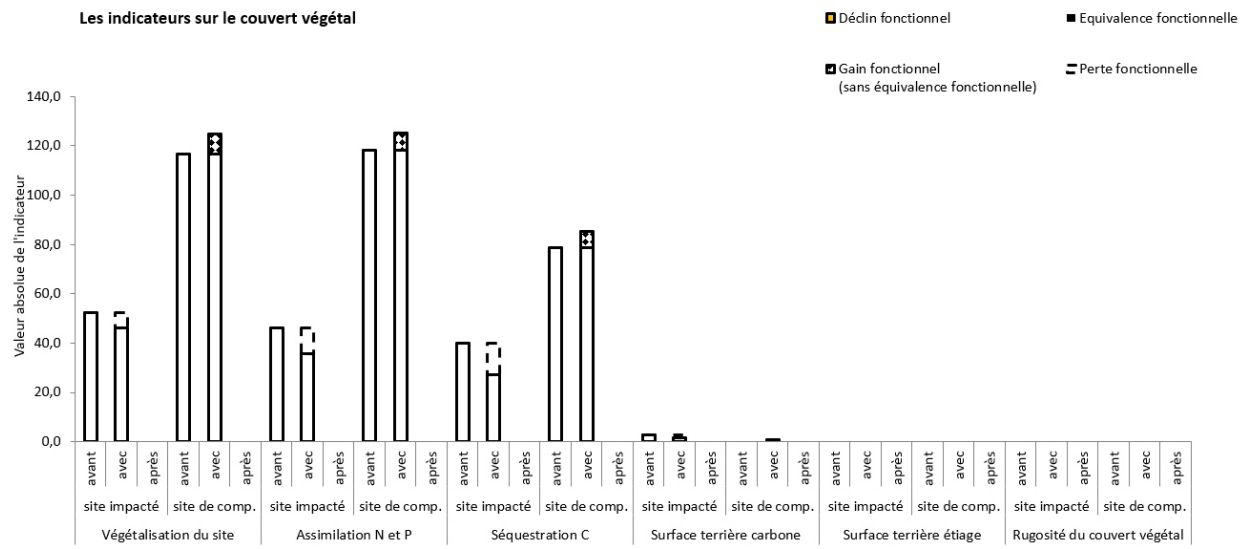
INDICATEUR N° de question dans la notice (partie B, p. 71)	Relation entre indicateur et fonctions Valeur faible de l'indicateur — *Fonction réduite* Valeur élevée de l'indicateur — *Fonction importante*	Atténuation du débit de crue[27]	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage[28]	Dénitrification	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Les habitats													
Richesse en habitats renommé, recalibré Q25, 27, 29, 47, 48	Un grand nombre d'habitats indique des conditions favorables à l'accueil d'une faune et d'une flore variée.											●	
Équipartition des habitats Q25, 27, 29, 47, 48	Une répartition équilibrée des habitats indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à chacun.											●	
Habitats hygrophiles nouveau Q25, 27, 29, 48	Une forte emprise d'habitats hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de longues périodes.											●	
Habitats non hygrophiles nouveau Q25, 27, 29, 48	Une forte emprise d'habitats non hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de courtes périodes.											●	
Habitats halophiles nouveau Q25, 27, 29	Une forte emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides salées ou saumâtres. halophile *indicateur spécifique aux sites estuariens, côtiers, de pannes dunaires ou péri-lagunaires*											●	
Habitats non halophiles nouveau Q25, 27, 29	Une faible emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à l'assimilation végétale de l'azote, à la rétention des sédiments et à la faune et la flore inféodées aux zones humides ni salées ni saumâtres. halophile *indicateur spécifique aux sites estuariens, côtiers, de pannes dunaires ou péri-lagunaires*				●			●				●	
Rareté de l'anthropisation de l'habitat recalibré Q25, 27, 29, 47, 48	L'absence d'activités anthropiques intensives favorise l'accueil de la faune et de la flore.											●	
Rareté des invasions biologiques végétales recalibré Q25, 27, 29	Une faible emprise d'espèces végétales associées à des invasions biologiques favorise l'accueil de la faune et de la flore autochtones. invasives											●	
Rareté de la fragmentation renommé Q59	La faible fragmentation d'un habitat indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à celui-ci.											●	
Similarité avec le paysage Q17, 25, 27, 29	Une forte ressemblance entre les milieux dans le site et dans le paysage favorise les connexions entre habitats.												●

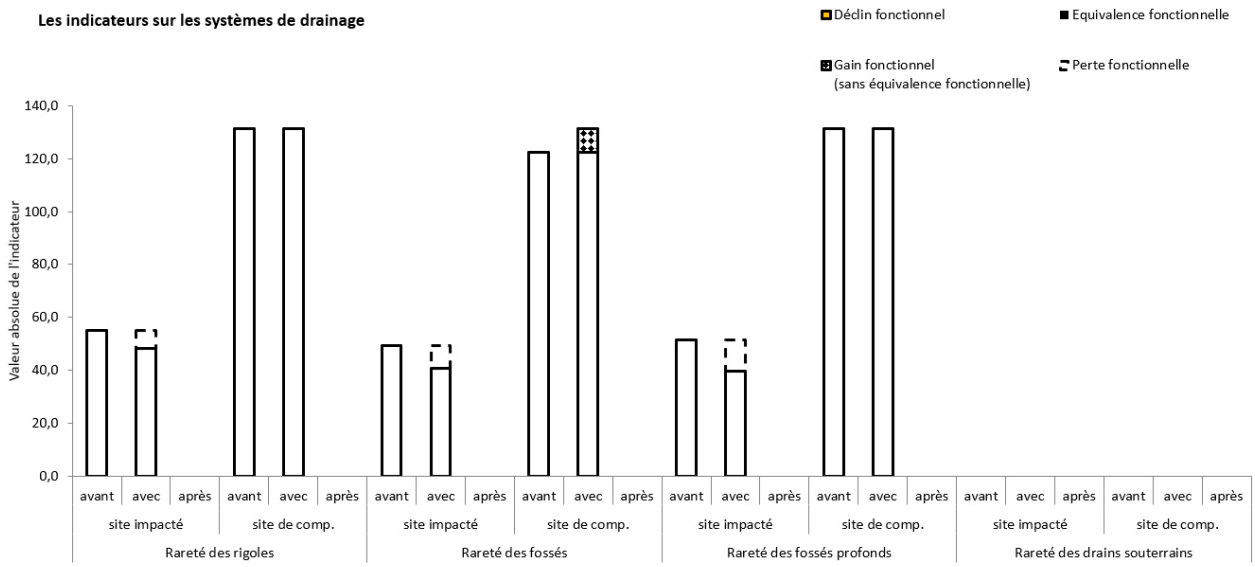
Annexe 2 Illustration simplifiée des indicateurs dans l'environnement du site et des fonctions associées

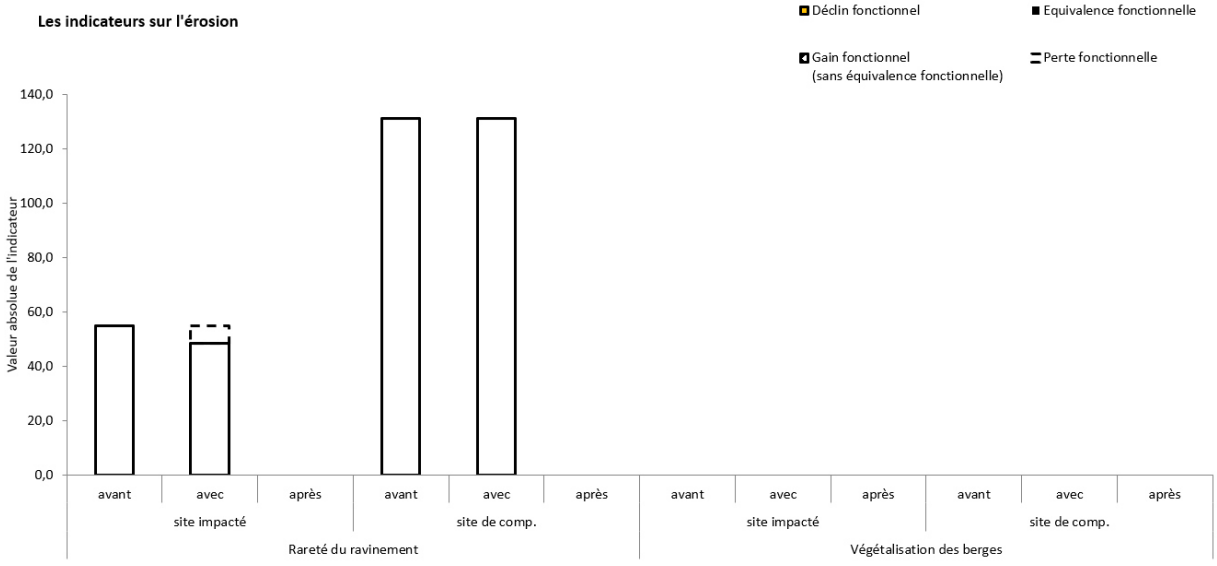


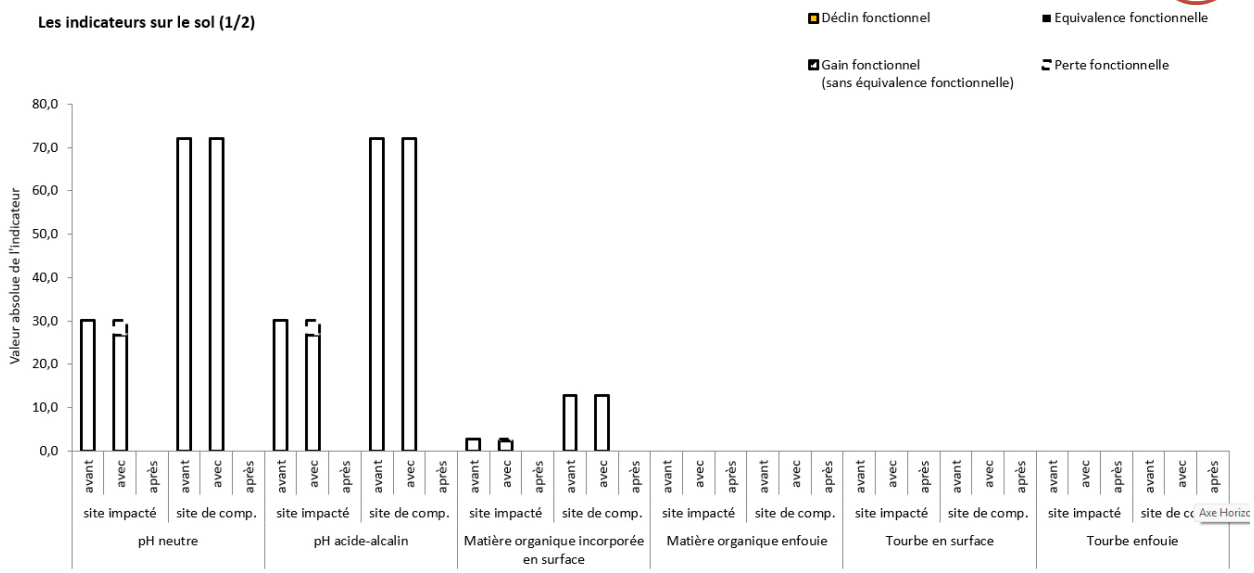
INDICATEUR N° de question dans la notice (partie B, p. 71)	Relation entre indicateur et fonctions Valeur faible de l'indicateur — Fonction réduite Valeur élevée de l'indicateur — Fonction importante	Atténuation du débit de crue[27]	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage[28]	Dénitrification	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Le paysage													
Richesse en milieux renommé et recalibré Q17	Un grand nombre de milieux naturels dans le paysage favorise la présence de communautés variées ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 											○	
Équipartition des milieux renommé et recalibré Q17	Une grande diversité de milieux naturels dans le paysage favorise la présence de communautés variées ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 											○	
Corridors boisés Q18	Une forte densité de corridors boisés dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 												○
Corridors aquatiques permanents Q19	Une forte densité de corridors aquatiques permanents dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 												○
Corridors aquatiques temporaires Q19	Une forte densité de corridors aquatiques temporaires dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 												○
Rareté des grandes infrastructures de transport Q19	Une faible densité de grandes infrastructures de transport dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 												○
Rareté des petites infrastructures de transport Q19	Une faible densité de petites infrastructures de transport dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 												○
Rareté de l'anthropisation des milieux nouveau Q17	De faibles perturbations anthropiques dans le paysage favorisent l'accueil de la biodiversité ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore. 											○	○

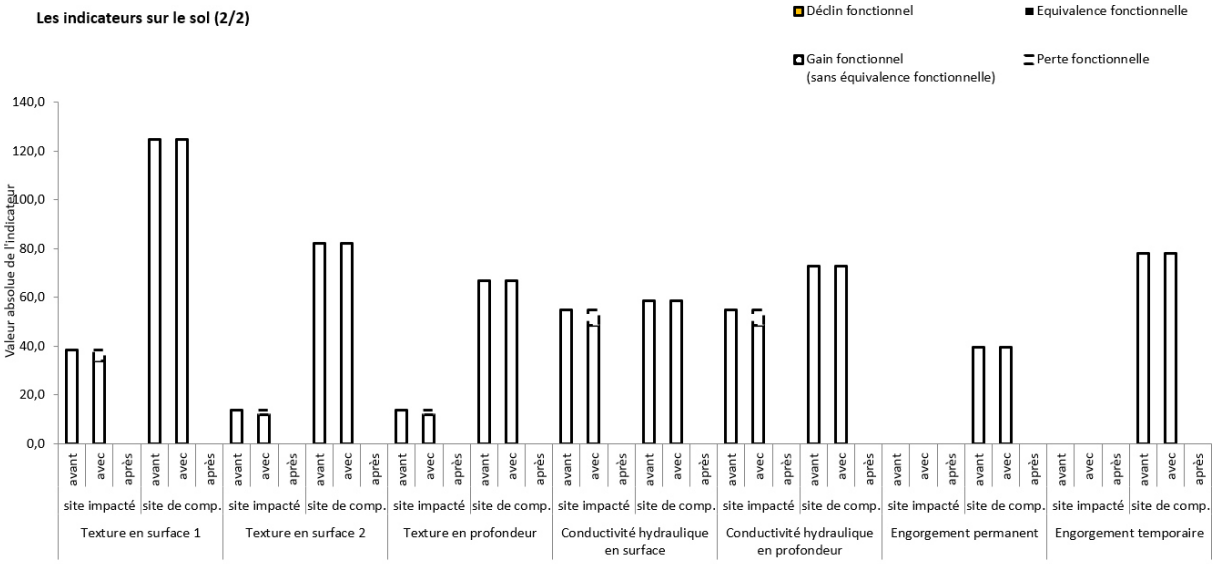
Annexe 3 Représentation graphique des indicateurs

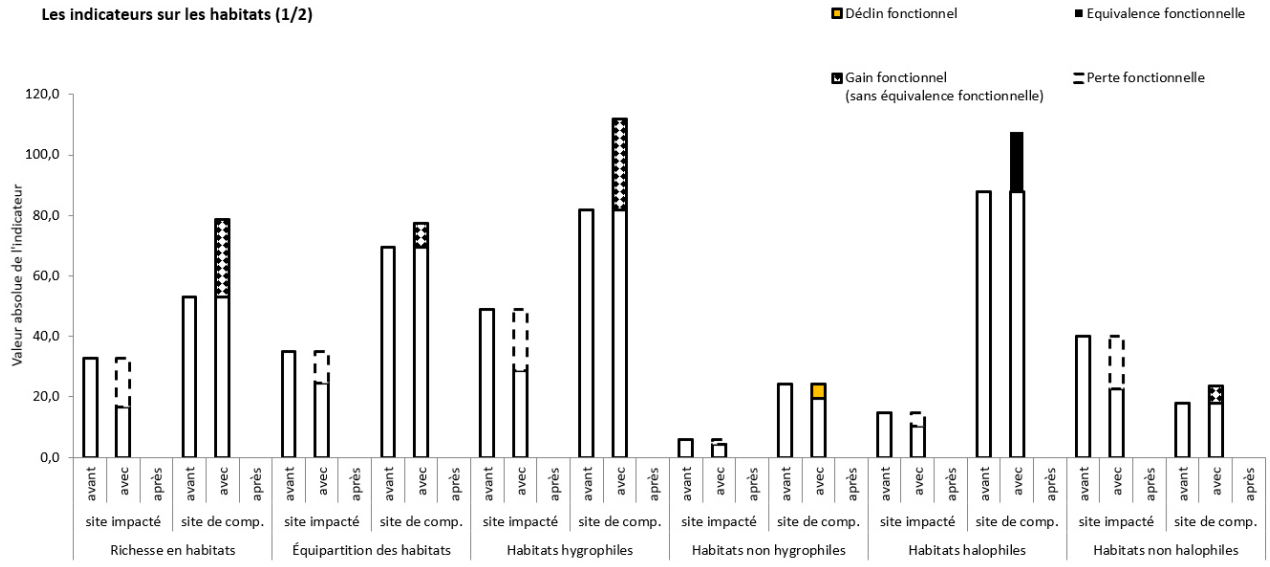


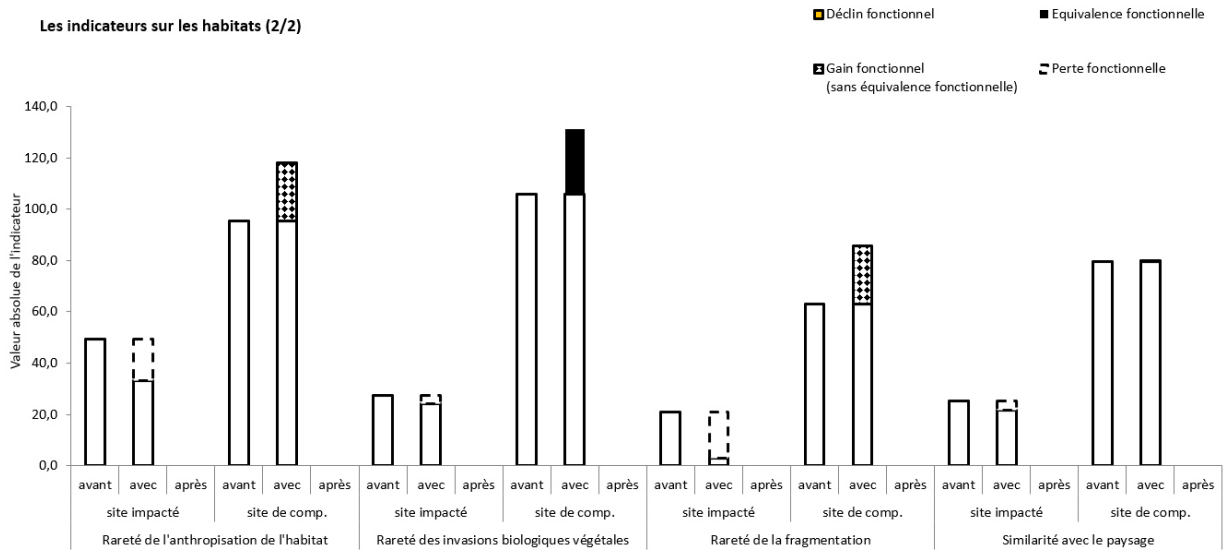





Les indicateurs sur le sol (1/2)
Déclin fonctionnel
Equivalence fonctionnelle
Gain fonctionnel (sans équivalence fonctionnelle)
Perte fonctionnelle
Valeur absolue de l'indicateur
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
avant
avec
après
site impacté
site de comp.
pH neutre
pH acide-alcalin
Matière organique incorporée en surface
Matière organique enfouie
Tourbe en surface
Tourbe enfouie


Les indicateurs sur le sol (2/2)
Déclin fonctionnel
Equivalence fonctionnelle
Gain fonctionnel (sans équivalence fonctionnelle)
Perte fonctionnelle
Valeur absolue de l'indicateur
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
avant
avec
après
site impacté
site de comp.
Texture en surface 1
Texture en surface 2
Texture en profondeur
Conductivité hydraulique en surface
Conductivité hydraulique en profondeur
Engorgement permanent
Engorgement temporaire


Les indicateurs sur les habitats (1/2)
Déclin fonctionnel
Equivalence fonctionnelle
Gain fonctionnel (sans équivalence fonctionnelle)
Perte fonctionnelle
Valeur absolue de l'indicateur
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
avant
avec
après
site impacté
site de comp.
Richesse en habitats
Équipartition des habitats
Habitats hygrophiles
Habitats non hygrophiles
Habitats halophiles
Habitats non halophiles


Les indicateurs sur les habitats (2/2)
Déclin fonctionnel
Equivalence fonctionnelle
Gain fonctionnel (sans équivalence fonctionnelle)
Perte fonctionnelle
Valeur absolue de l'indicateur
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
avant
avec
après
site impacté
site de comp.
Rareté de l'anthropisation de l'habitat
Rareté des invasions biologiques végétales
Rareté de la fragmentation
Similarité avec le paysage

Annexe 4 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED

Nom et fonction	**Julien VIGLIONE, Gérant/Directeur d'études**
Diplôme	Etudes et diplôme d'ingénierie à l'I.S.A.R.A. (Institut Supérieur d'Agriculture Rhône-Alpes), Lyon
Spécialités	Faune sauvage, notamment les reptiles/amphibiens (herpétologie), oiseaux (ornithologie), et botanique (notamment orchidologie méditerranéenne)
Compétences	Expertise et conseil aux aménageurs et collectivités en matière d'environnement naturel : spécialiste de la faune sauvage, notamment les reptiles/amphibiens (herpétologie), oiseaux (ornithologie), et botanique (notamment orchidologie méditerranéenne), mission "œil de l'expert". Formation et enseignement : métiers de l'environnement naturel, gestion de l'espace, prise en compte de la biodiversité dans les projets d'aménagement, en France (intervention dans les Grandes Ecoles et les Universités) et à l'International (workshop réalisés aux UEA, Maroc, Algérie…) Animation de réunions, d'atelier, groupes de travail.
Expérience	**Fondateur et gérant d'ECO-MED depuis 2003** - Participation à l'élaboration de nombreuses méthodologies en matière de prise en compte des enjeux écologiques, au plan régional (deux guides de références, carrières et ouvrages linéaires, avec la DREAL PACA, un guide sur l'interface carrières/biodiversité avec l'UNICEM PACAC…) et national (participations à des guides méthodologiques avec l'UNPG notamment). - Gestion d'une équipe d'environ 50 experts - Participation à l'analyse de projets environnementaux et à l'élaboration de nombreux programmes expérimentaux en matière de génie écologique et monitoring écologique. - Diagnostic de territoires naturels : travaux de réflexion sur l'interface entre les acteurs et conservation/gestion du milieu naturel. Mise en place d'une médiation environnementale et de méthodologies participatives entre acteurs.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Encadrement de l'équipe, interlocuteur du porteur de projet, animation de réunions.

Nom et fonction	**Lucie CHASTEL, Chargée d'études botaniste**
Diplôme	Master - Géographie, Aménagement, Environnement et Développement – Gestion et Evaluation des Environnements Montagnards, Université de Toulouse Licence – Science de la Vie et de la Santé – Biologie des Organismes et des Ecosystèmes, Université de Nice
Spécialité	Botanique, Habitats naturels, flore alpine
Compétences	- Inventaire de la flore - Caractérisation des habitats naturels Cartographie
Expérience	- Experte depuis avril 2023 chez ECO-MED - Inventaire de la flore prioritaire dans le Massif des Bauges, Savoie/Haute- Savoie Inventaire botanique en forêts anciennes et récentes de Vanoise
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires de la flore, cartographie des habitats, rédactions

Nom et fonction	**Sébastien FLEURY, Directeur d'études, Responsable du pôle de Botanique**
Diplôme	Doctorat d'écologie (2005). Université Joseph Fourier (Grenoble 1) / Centre d'Etudes et de Recherches sur les Montagnes Sèches et Méditerranéennes. Sujet : Enjeux théoriques de l'outil communautaire et conséquences pratiques, des contextes nationaux aux sites ardéchois ; cas d'espèces et d'habitats.
Spécialité	Biologie de la conservation, spécialisé en botanique.
Compétences	Ecologie végétale : - Inventaire de la flore et des habitats naturels, - Détermination et hiérarchisation des enjeux floristiques (espèces patrimoniales, envahissantes…), - Cartographie des habitats naturels (Phytosociologie sigmatiste), - Mise en place de protocoles de suivi de la végétation. Ecologie du paysage, Détermination des continuités écologiques (TVB) à différentes échelles (SRCE, SCOT, PLU), Recherche & Développement (fonctionnalité du réseau Natura 2000…), Animation de réunions, d'ateliers et de groupes de travail.
Expérience	**Expert naturaliste depuis avril 2006 pour ECO-MED.** Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN, - PLU : Volet naturel de l'état initial et de l'évaluation environnementale. Elaboration et réalisation de : - Suivis et veilles écologiques, - Génie écologique et restauration d'écosystèmes, - Plans de gestion, - TVB.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires.

Nom et fonction	**Guillaume COUENON, Chargé d'étude botaniste**
Spécialité	Botanique, Habitats naturels.
Diplôme	Master 2 gestion de l'environnement, Université Paul-Valéry, Montpellier (2023). Licence science de la vie, Sorbonne Université - Campus Pierre et Marie Curie (2020).
Compétences	- Inventaires de la flore et des habitats naturels, - Suivis floristiques, - Cartographie des habitats naturels.
Expérience	- Expert depuis juin 2023 chez ECO-MED, - Suivi de la flore dans les centrales photovoltaïques, - Service civique au Jardin Botanique de Bagatelle (Paris).
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires.

Nom et fonction	**Mathis BOUCAUD, Chargé d'études zones humides, pédologue**
Diplôme	Master Dynamique Terrestre et Risques Naturels – Université de Montpellier (2020) Licence Science de la Terre et de l'Environnement – Université de Bourgogne (2018)
Spécialité	Zones humides : sol et végétation
Compétences	Caractérisation et délimitation des zones humides : - Définition et délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, - Evaluation des fonctions des zones humides conformément à la méthode nationale de 2016. Compensation écologique des zones humides Diagnostics hydrogéologiques (hydrologie, géologie, topographie…) Appui à la réalisation de devis techniques/réponses aux Appels d'Offres
Expérience	Expert depuis décembre 2022 pour ECO-MED Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Dossier loi sur l'Eau
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Solène LODOVICHETTI, Chargée d'études zones humides**
Diplôme	Diplôme d'ingénieur de l'ENSAIA (Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, Université de Lorraine) Master de Biologie et Ecologie marine « Biology and ecology of the marine environment and sustainable use of the marine resources »
Spécialité	Zones humides, Agronomie, Ecologie marine
Compétences	Connaissances en pédologie et en botanique pour la caractérisation et la délimitation des zones humides Evaluation de paramètres relatifs aux habitats (EUNIS), aux prairies et à la gestion de l'eau, prélèvements de sol Rédaction de rapports
Expérience	Enquêtrice terrain chez Coba Group - 4 mois en 2022 Recueil de données d'occupation et d'utilisation des sols pour le Projet Européen LUCAS 2022 En poste à ECO-MED depuis mars 2023.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires dans le domaine des zones humides et rédaction.

Nom et fonction	**Livia VALLEJO – Chargée d'études, entomologue, faunisticienne généraliste**
Diplôme	Master 2 (2014) Gestion de l'Eau et des Milieux Aquatiques – Zones Humides Méditerranéennes (13) Master 1 (2008) Biodiversité et Ecologie Continentale (13)
Spécialité	Entomologie – Ornithologie – Gestion des milieux aquatiques
Compétences	Inventaires entomologiques diurnes et nocturnes des principaux groupes d'invertébrés (Lépidoptères Rhopalocères et Hétérocères Zygénidés – Odonates – Coléoptères – Orthoptères) Protocole recensement fourmis du genre *Myrmica* Macrophotographie Anglais
Expérience	Experte depuis avril 2021 pour ECO-MED

	Technicienne-animatrice à la réserve naturelle de Camargue pendant 2,5 ans (SNPN) Guide naturaliste indépendante pendant 6 ans Assistante de terrain bénévole pendant 13 ans (LPO- CEN PACA – PNR Alpilles) Agente de régulation de plantes exotiques envahissantes pendant 9 mois (SYNERNAT 13)
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Coordination de l'équipe ECO-MED, inventaires entomologiques et rédactions des rapports

Annexe 5 Fiche d'évaluation du projet d'aménagement – Méthode Nationale d'Evaluation des Fonctions des Zones Humides

METHODE NATIONALE D'EVALUATION DES FONCTIONS DES ZONES HUMIDES V2.0

FICHE D'EVALUATION DU PROJET D'AMENAGEMENT

Date de création du tableur V2.0 : 30/09/2023. Date de révision : néant.

Dans un premier temps, répondez aux questions dans les cellules avec un fond coloré de cet onglet (EVAL) selon les recommandations dans la notice du guide disponible sur le centre de ressources milieux humides, en cliquant sur l'icone à droite (dès la page 71).

Dans cet onglet (EVAL), les textes ***bleus*** sont des indications. Les textes rouges indiquent des réponses incohérentes.

Les questions avec un * sont uniquement informatives, sans effet sur les indicateurs.

Reportez-vous à la dernière question pour toute remarque ou illustration complémentaire.

Après avoir répondu aux questions de cet onglet (EVAL), dans un second temps, évaluez le respect des principes régissant la mise en œuvre de la séquence ERC en consultant les onglets en bleu du présent tableur.

IMPORTANT

Toute restitution du résultat d'une évaluation s'accompagne impérativement de cet onglet (EVAL) et des 6 onglets bleus du présent tableur sous formats XLSX et PDF + les couches SIG des sites + les photos d'habitats et de profils pédologiques.

1 INFORMATIONS A RENSEIGNER AU BUREAU AVANT LES PROSPECTIONS SUR LE TERRAIN

Date

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
26-janv.-26	27-janv.-26		13-mars-25	26-sept.-25	

Observateurs

Nom	Prénom	Fonction	Organisme
Boucaud	Mathis	Chargé d'études ZH	ECO-MED
Lodovichetti	Solène	Chargée d'études ZH	ECO-MED

Nom	Prénom	Fonction	Organisme
Boucaud	Mathis	Chargé d'études ZH	ECO-MED
Lodovichetti	Solène	Chargée d'études ZH	ECO-MED

Indiquez les documents mobilisés pour répondre aux questions

1.1 Les renseignements généraux

Site impacté	Site de compensation
Département(s)	
13 Bouches-du-Rhône	13 Bouches-du-Rhône
Commune(s)	
Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône	Port-Saint-Louis-du-Rhône
Lieu-dit	

Carte du site (polygone au contour rouge sans trame de fond) avec en fond de carte la BD ORTHO®

Site imp.



Site de comp.



Si l'emprise du site évolue entre les états "avant", "avec" et "après", insérez une carte matérialisant l'emprise du site par état.

Question 1 - Quelle est la superficie du site ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact		Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique	
54,930	48,420		*ha.*	131,208	#####		*ha.*

Recommandation : évitez d'évaluer un grand site d'un seul tenant, privilégiez plusieurs évaluations complémentaires (plusieurs tableurs) ! Recommandation : évitez d'

Pour mieux appréhendez le résultat, privilégiez plusieurs évaluations complémentaires (plusieurs tableurs) pour évaluer un grand site d'un seul tenant (par ex. > 10 ha) !

Question 2 - Si le site de compensation est constitué de polygones disjoints, quelle est la superficie moyenne de ces polygones ? Sinon, passez à la question suivante sans répondre à celle-ci.

Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique	
65,604	65,604		*ha.*

Question 3 - Le site de compensation fait-il actuellement l'objet d'engagements privés dans le cadre d'un autre projet d'aménagement que celui concerné par cette évaluation ? Fait-il actuellement l'objet d'engagements publics ?

Oui

Commentaire éventuel : Site utilisé pour une démarche compensatoire espèces protégées (Cerastium siculum), sans actions spécifiques

Question 4 - Actuellement, le site de compensation fait-il l'objet de mesures de compensation écologique autres que pour les « habitats » et les « fonctions » de zone humide ?

Oui

Commentaire éventuel : Espèces protégées, Voir DDEP

Question 5 - A quelle masse d'eau de surface appartient le site ?

	Site imp.	Site de comp.
CdEUMassD	FRDC04	FRDC04
NomMasseDE	Golfe de Fos	Golfe de Fos

Question 6* - Quels objectifs de préservation de la ressource en eau, des zones humides ou de la biodiversité sont identifiés sur le territoire où est le site ?

Site imp.	Site de comp.

Question 7 - Quel est le système hydrogéomorphologique du site ?

Répondre par un X

	Site imp.	Site de comp.
Alluvial		
Riverain des étendues d'eau		
Dépression		
Source et suintement		
Plateau		
Estuarien		
Péri-lagunaire		
Côtier	X	X
Panne dunaire		

Question 8 - Si le site est alluvial, riverain des étendues d'eau, estuarien, péri-lagunaire, côtier ou de panne dunaire, quel est le nom du cours d'eau, de l'étendue d'eau, de la baie ou de l'estuaire associé ? Sinon, passez à la question suivante sans répondre à celle-ci.

Site imp.	Site de comp.
Golfe de Fos	Golfe de Fos

Question 9* - Si le site est alluvial ou riverain des étendues d'eau, quel est le rang de Strahler du cours d'eau auquel il est associé ? Sinon, passez à la question suivante sans répondre à celle-ci.

Site imp.	Site de comp.

Question 10* - Quand ont été édités la BD ORTHO®, la BD TOPO® et le Registre parcellaire graphique utilisés pour réaliser l'évaluation ?

	Avant impact (état initial)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Après action écologique
BD ORTHO®	2024		2024	
BD TOPO®	2025		2023	
RPG	2024		2023	

1.2 La zone contributive

SI le site est estuarien, péri-lagunaire, côtier ou de panne dunaire,

OU s'il est alluvial ou riverain des étendues d'eau avec un rang de Strahler > 5 ;

ALORS passez à la question 14. Ne décrivez pas la zone contributive.

Question 11 - Quelle est la zone contributive du site ?

Carte du site (polygone au contour rouge sans trame de fond) et de sa zone contributive (polygone au contour bleu sans trame de fond) avec en fond de carte le SCAN 25®

Site imp.	Site de comp.

Question 12 – Quels sont la superficie et le périmètre de la zone contributive ?

Superficie		*ha.*	Superficie		*ha.*
Périmètre		*km.*	Périmètre		*km.*

Question 13 – Quelle est l'occupation du sol dans la zone contributive ?

Surfaces enherbées		*ha.*	Surfaces enherbées		*ha.*
Surfaces cultivées		*ha.*	Surfaces cultivées		*ha.*
Surfaces construites		*ha.*	Surfaces construites		*ha.*
Linéaire d'infrastructures de transport		*km.*	Linéaire d'infrastructures de transport		*km.*
Linéaire de cours d'eau		*km.*	Linéaire de cours d'eau		*km.*

1.3 La zone tampon

Question 14 - Quelle est la zone tampon du site ?

Carte du site (polygone au contour rouge sans trame de fond) et de sa zone tampon (polygone au contour noir sans trame de fond) avec en fond de carte la BD ORTHO®

Site imp.



Site de comp.

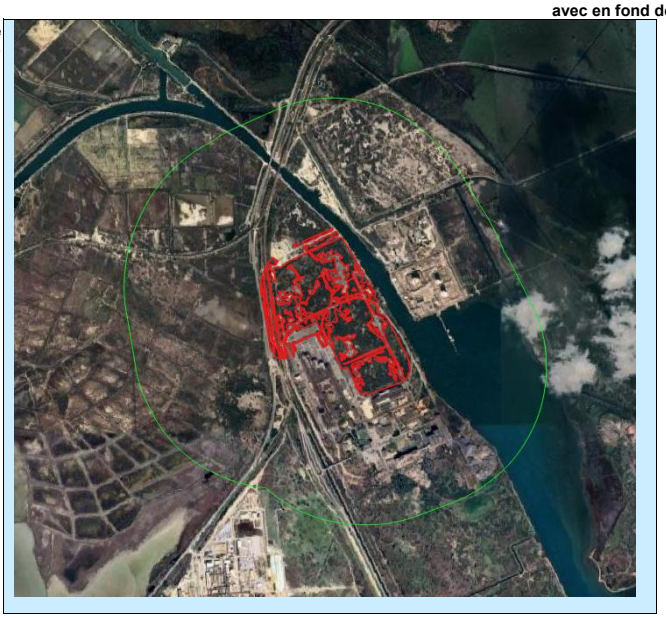


1.4 Le paysage

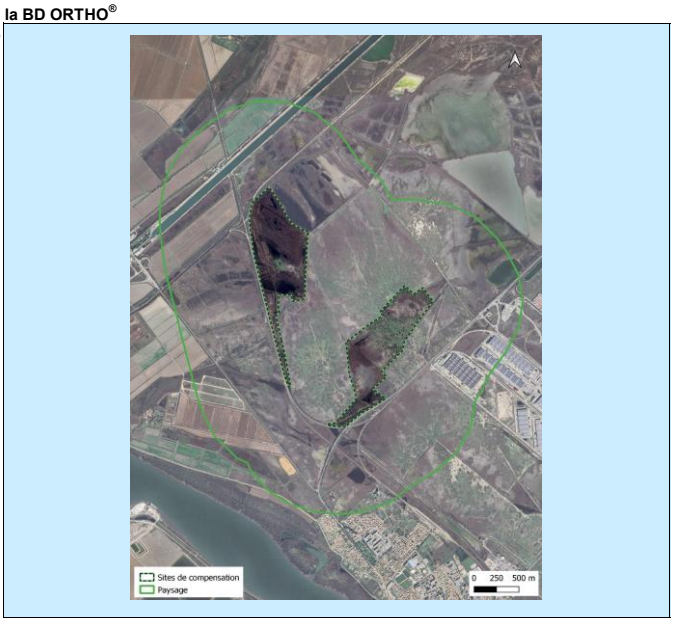
Question 15 - Quel est le paysage du site ?

Carte du site (polygone au contour rouge sans trame de fond) et de son paysage (polygone au contour vert sans trame de fond) avec en fond de carte la BD ORTHO®

Site imp.



Site de comp.



Question 16 - Quelle est la superficie du paysage ?

Superficie	685,908	*ha.*	1335,735	*ha.*

Question 17 - Quelle proportion du paysage est occupée par les milieux EUNIS niveau 1 ?

A	Habitats marins	30,0	%	45,0	%
B	Habitats côtiers	5,0	%	5,0	%
C	Eaux de surface continentales	2,0	%	9,0	%
D	Tourbières hautes et bas-marais	0,0	%	0,0	%
E	Prairies ; terrains dominés par des non graminoïdes […]	7,0	%	7,0	%
F	Landes, fourrés et toundras	25,0	%	8,0	%
G	Bois, forêts et autres habitats boisés	4,0	%	1,0	%
H	Habitats continentaux sans végétation […]	2,0	%	5,0	%
I	Habitats agricoles […] cultivés	0,0	%	10,0	%
J	Zones bâties, sites industriels et autres […]	25,0	%	10,0	%
	La somme doit être égale à 100 %	100,0		100,0	

Question 18 - Quelle est la superficie ou quel est le linéaire de corridors boisés dans le paysage ?

Superficie mesurée sur la BD TOPO®	3,090	*ha.*	1,378	*ha.*
Linéaire mesuré sur la BD ORTHO®		*km.*		*km.*

Question 19 - Quel est le linéaire de corridors aquatiques et d'infrastructures dans le paysage ?

Corridors aquatiques temporaires	1,603	*km.*	26,681	*km.*
Corridors aquatiques permanents	16,490	*km.*	40,443	*km.*
Grandes infrastructures de transport	23,849	*km.*	17,137	*km.*
Petites infrastructures de transport	30,480	*km.*	20,689	*km.*

Question 20* - Une ligne à haute tension, un parc éolien ou un puits de captage sont-ils dans le paysage ?

Ligne à haute tension	Oui	Non
Parc éolien	Non	Oui
Puits de captage	Non	Oui

1.5 Les habitats et le couvert végétal dans le site

Question 21* - Quelle(s) liste(s) de référence choisissez-vous pour distinguer les espèces végétales et animales associées à des invasions biologiques présentes dans le site ?

Site imp.	Site de comp.
INVMED PACA	INVMED PACA

Question 22* - Quelles sont les espèces animales et végétales associées à des invasions biologiques dont la présence est détectée dans le site ?

Site imp.	Site de comp.
Herbe de la Pampa et Olivier de Bohème (environ 20% du site)	Sénéçon en arbre et Olivier de Bohème (environ 20% du site)

Question 23* - Pouvez-vous renseigner la proportion totale du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Oui	Oui		Oui	Oui	

Question 24* - Quelle surface minimale choisissez-vous pour détecter la présence d'un habitat EUNIS niveau 3 dans le site ?

Souvent, une surface minimale de 2500 m² est à utiliser durant l'évaluation rapide du site impacté et du site de compensation.

156 m²

Question 25 – Sur le site impacté, quelle est l'évolution envisagée des habitats du fait des mesures d'évitement, de réduction et de l'aménagement ?

Avant impact (état initial)				devenir	Avec impact envisagé (simulation)		
Code	Nom de l'habitat	Proportion du site			Code	Nom de l'habitat	Proportion du site	
F9.3	Galeries et fourrés riverains méridionaux	58,9	%	→	F9.3	Galeries et fourrés riverains méridionaux	37,6	%
G1.3	Forêts riveraines méditerranéennes	14,1	%	→	G1.3	Forêts riveraines méditerranéennes	9,4	%
A2.52	Partie supérieure des marais salés	15,9	%	→	A2.52	Partie supérieure des marais salés	12,1	%
B1.4	Pelouses des dunes côtières fixées (dunes g	10,7	%	→	B1.4	Pelouses des dunes côtières fixées (dune	9,0	%
A2.2	Sable et sable vaseux intertidaux	0,2	%	→	A2.2	Sable et sable vaseux intertidaux	0,2	%
C3.2	Roselières et formations de bordure à grands	0,1	%	→	E5.1	Végétations herbacées anthropiques	31,5	%
C3.3	Formations riveraines à grandes Cannes	0,1	%	→	C3.3	Formations riveraines à grandes Cannes	0,2	%
EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	50,0	%	→	EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	50,0	%
			%	→				%
			%	→				%
			%	→				%
			%	→				%
			%	→				%
			%	→				%
			%	→				%
Le bilan doit être égal à 100 %		100,0			Le bilan doit être égal à 100 %		100,0	%

Question 26* – Quelles mesures d'évitement et de réduction sont mises en œuvre sur le site impacté ?

Nom de la mesure d'évitement ou de réduction	Commentaire sur les modalités de mise en œuvre
	Voir Rapport Joint au tableur

Question 27 – Sur le site de compensation, quelle est l'évolution envisagée des habitats du fait des actions écologiques ?

Liste et dénomination des actions écologiques dans l'annexe 4 pages 149 et 150 du guide

+ définition des actions écologiques dans le Référentiel d'actions écologiques sur le site internet où sont disponibles le guide et le tableur

Avant action écologique (état initial)					Avec action écologique envisagée (simulation)			
Code	Nom de l'habitat	Proportion du site	Action écologique d'impulsion		Code	Nom de l'habitat	Proportion du site	Action écologique d'exploitation-entretien
F9.3	Galeries et fourrés riverains méridionaux	5,6 %	Libre évolution	devenir	F9.3	Galeries et fourrés riverains méridionaux	5,6 %	Non intervention
A2.52	Partie supérieure des marais salés	47,3 %	Libre évolution	→	A2.52	Partie supérieure des marais salés	47,3 %	Non intervention
A2.53	Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés	2,6 %	Libre évolution	→	A2.53	Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés	2,6 %	Non intervention
E6.1	Steppes salées intérieures méditerranéennes	10,3 %	Libre évolution	→	E6.1	Steppes salées intérieures méditerranéennes	10,3 %	Non intervention
H5.3	Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente	3,7 %	Libre évolution	→	H5.3	Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente	3,7 %	Non intervention
EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	4,5 %	Coupe à blanc, défrichement et autres Gestion des niveaux d'eau	→	A2.52	Partie supérieure des marais salés	4,5 %	Gestion des niveaux d'eau Débroussaillage
EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	0,2 %	Coupe à blanc, défrichement et autres	→	A2.53	Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés	0,2 %	Débroussaillage
EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	5,5 %	Coupe à blanc, défrichement et autres Gestion des niveaux d'eau	→	F9.3	Galeries et fourrés riverains méridionaux	5,5 %	Gestion des niveaux d'eau Débroussaillage
EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	0,8 %	Coupe à blanc, défrichement et autres	→	E6.1	Steppes salées intérieures méditerranéennes	0,8 %	Débroussaillage
EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	0,5 %	Coupe à blanc, défrichement et autres	→	A2.52	Partie supérieure des marais salés	0,5 %	Débroussaillage

EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	1,6	%	Coupe à blanc, défrichement et autres Gestion des niveaux d'eau Plantation d'arbustes et d'arbres Transplantation	→	G1.3	Forêts riveraines méditerranéennes	1,6	%	Gestion des niveaux d'eau Débroussaillage
EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	1,6	%	Coupe à blanc, défrichement et autres Gestion des niveaux d'eau Plantation d'arbustes et d'arbres	→	F9.3	Galeries et fourrés riverains méridionaux	1,6	%	Gestion des niveaux d'eau Débroussaillage
EEEV	Emprises d'espèces végétales invasives	4,6	%	Coupe à blanc, défrichement et autres Gestion des niveaux d'eau	→	A2.52	Partie supérieure des marais salés	4,6	%	Gestion des niveaux d'eau Débroussaillage
H5.3	Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente	4,4	%	Désartificialisation du sol Déblaiement	→	A2.52	Partie supérieure des marais salés	4,4	%	Non intervention
A2.52	Partie supérieure des marais salés	6,8	%	Désartificialisation du sol Déblaiement	→	A2.52	Partie supérieure des marais salés	6,8	%	Non intervention
Le bilan doit être égal à 100 %		100,0	%			Le bilan doit être égal à 100 %		100,0	%	

Question 28* – Quelles sont les modalités techniques pour mettre en œuvre chaque action écologique sur le site de compensation ?

Commentaire : Voir Rapport Joint au Tableur

Question 29 – Quels sont les habitats présents dans le site au moment du contrôle ?

Après impact				Après action écologique		
Code	Nom de l'habitat	Proportion du site		Code	Nom de l'habitat	Proportion du site
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
			%			%
Le bilan doit être égal à 100 %			%		Le bilan doit être égal à 100 %	%

Question 30* – Quel est l'état de conservation des habitats ? Sans commentaire particulier, passez directement à la question suivante.

Avant impact (état initial)

Code	Nom de l'habitat	État de conservation
F9.3	Galeries et fourrés riverains méridionaux	bon-optimal
G1.3	Forêts riveraines méditerranéennes	bon-optimal
A2.52	Partie supérieure des marais salés	bon-optimal
B1.4	Pelouses des dunes côtières fixées (dunes	bon-optimal
C3.2	Roselières et formations de bordure à grand	bon-correct
A2.2	Sable et sable vaseux intertidaux	bon-optimal

Avant action écologique(état initial)

Code	Nom de l'habitat	État de conservation
F9.3	Galeries et fourrés riverains m	bon-correct
A2.52	Partie supérieure des marais s	bon-correct
A2.53	Roselières, jonchaies et cariça	bon-correct
E6.1	Steppes salées intérieures mé	bon-correct
H5.3	Habitats sans végétation ou à	bon-correct

Avec impact envisagé (simulation)

Code	Nom de l'habitat	État de conservation
F9.3	Galeries et fourrés riverains méridionaux	bon-correct
G1.3	Forêts riveraines méditerranéennes	bon-correct
A2.52	Partie supérieure des marais salés	bon-correct
B1.4	Pelouses des dunes côtières fixées (dunes	bon-correct
A2.2	Sable et sable vaseux intertidaux	bon-correct
E5.1	Végétations herbacées anthropiques	altéré

Avec action écologique envisagée (simulation)

Code	Nom de l'habitat	État de conservation
F9.3	Galeries et fourrés riverains m	bon-optimal
A2.52	Partie supérieure des marais s	bon-optimal
A2.53	Roselières, jonchaies et cariça	bon-optimal
E6.1	Steppes salées intérieures mé	bon-optimal
H5.3	Habitats sans végétation ou à	bon-optimal

Après impact

Code	Nom de l'habitat	État de conservation

Après action écologique

Code	Nom de l'habitat	État de conservation

Question 31* - Quels sont les habitats naturels menacés dont la présence est connue dans le site ?

Site imp. | Site de comp. Voir VNEI

Question 32* - Quelles sont les espèces végétales protégées ou menacées dont la présence est connue dans le site ?

Site imp. | Site de comp. Voir VNEI

Question 33* - Quelles sont les espèces animales protégées ou menacées dont la présence est connue sur le site ?

Site imp. | Site de comp. Voir VNEI

Question 34 - Quelle proportion du site est occupée par un couvert végétal permanent ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
95,0	95,0	%.	89,0	95,0	%.

1.6 Le système fluvial associé au site

SI le site est alluvial,

ALORS répondez aux 3 questions suivantes.

Question 35 - Quelle est la distance la plus courte entre le centre du site et le lit mineur du cours d'eau ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
			km.			km.

Question 36 - Quelle est la longueur développée et quelle est la longueur de l'enveloppe de méandrage du cours d'eau en passant par les points d'inflexion des sinuosités ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Longueur développée			km.			km.
Longueur de l'enveloppe de méandrage en passant par les points d'inflexion des sinuosités			km.			km.

Question 37* - Est-ce qu'il y a un endiguement entre le site et le cours d'eau ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique

1.7 La relation entre la mer et le site

SI le site est estuarien, péri-lagunaire, côtier ou de panne dunaire,

ALORS répondez aux 2 questions suivantes.

Question 38* - Est-ce qu'il y a un endiguement entre le site et la mer ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Non	Non		Non	Non	

Question 39* - Des ouvrages hydrauliques modulent-ils les entrées d'eau d'origine marine vers le site ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Oui	Oui		Oui	Oui	

1.8 Protocole pour localiser les sondages pédologiques à réaliser sur le terrain

Question 40* - Quels sont les matériaux parentaux dans le site ?

	Site imp.	Site de comp.
	Sables (Mz) et Vase (V)	Sables (Mz) et limons (LMz)

Question 41 - Le site a-t-il fait l'objet d'une pollution répertoriée sur la base de données nationale Basol ?

	Avant impact (état initial)	Avant action écologique (état initial)
	Non	Non
Commentaire éventuel :	Sites connus à proximités	

1.9 La topographie et le climat associé au site

Question 42 - A quel étage altitudinal est le site ?

	Site imp.	Site de comp.
	Collinéen	Collinéen

Question 43 - A quelle hydro écorégion de niveau 2 appartient le site ?

	Site imp.	Site de comp.
	Plaine méditerranéenne	Plaine méditerranéenne

2 INFORMATIONS A RENSEIGNER SUR LE TERRAIN

Date	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact
		27-janv.-26	

Date	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
		26-sept.-25	

Observateurs

Nom	Prénom	Fonction	Organisme
Boucaud	Mathis	Chargé d'études ZH	ECO-MED
Lodovichetti	Solène	Chargée d'études ZH	ECO-MED

Nom	Prénom	Fonction	Organisme
Boucaud	Mathis	Chargé d'études ZH	ECO-MED
Lodovichetti	Solène	Chargée d'études ZH	ECO-MED

2.1 Le sol dans le site

Question 44 - Quelles sont les caractéristiques de chaque sondage pédologique ?

Avant impact (état initial)

	N° du sous-ensemble homogène (de 1 à 15)	Proportion du site représentée en %. *La somme doit être égale à 100 %.*	Code de l'habitat EUNIS niveau 3	N° du sondage pédologique	Coordonnées géographiques (GPS)	Valeur du pH	Trait d'hydromorphie (mettre une X). *Si absent (par ex. fluviosols), ne pas renseigner.* — Histiques (H)	Réductiques (G), début inférieur ou égal à 0,5 m de profondeur	Rédoxiques (g ou –g) qui débutent à moins de 0,25 m de profondeur et se prolongent ou s'intensifient en profondeur	Rédoxiques à moins de 0,5 m de profondeur, se prolongent ou s'intensifient en profondeur, et des traits réductiques	Épaisseur de l'épisolum humifère en surface (O+A) en cm sans la litière.	Épaisseur de l'horizon Ab (horizon A enfoui) en cm.	Texture et horizons histiques (tourbe). Indiquez les codes en majuscules. **Pour chaque texture, indiquez les codes suivants :** "S" pour sableuse; "SL" pour sablo-limoneuse; "LS" pour limono-sableuse; "L" pour limoneuse; "LA" pour limono-argileuse; "AL" pour argilo-limoneuse; "A" pour argileuse. **Pour les horizons histiques, indiquez les codes suivants :** "TF" pour fibrique; "TM" pour mésique; "TS" pour saprique. **Si des cailloux font obstacles à des sondages plus profonds qu'1,2 m indiquez "C" à la profondeur maximale du sondage** — [0-10 cm]	]10-20 cm]	]20-30 cm]	]30-40 cm]	]40-50 cm]	]50-60 cm]	]60-70 cm]	]70-80 cm]	]80-90 cm]	]90-100 cm]	]100-110 cm]	]110-120 cm]	N° des photos réalisées sur le sondage ET sur l'habitat correspondant
			Sous-ensembles homogènes sans sondage pédologique possible, soit les habitats où il n'est pas possible de réaliser un sondage pédologique (par ex. inondations). ATTENTION : les indicateurs associés à la pédologie ne pourront pas être calculés si > 0%.																						
Exemple																									
	1	*30*	*D2.2*	*1*	*N 46°17'16" E 5°09'30"*	*6*	*X*				*0*	*0*	*TF*	*TF*	*TF*	*TM*	*TM*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*1234, 1235, 1236*
	1	*30*	*D2.2*	*2*	*N 46°17'17" E 5°09'30"*	*5*	*X*				*0*	*0*	*TF*	*TF*	*TM*	*TM*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*1237, 1238, 1239*
	2	*70*	*G1.4*	*3*	*N 46°17'17" E 5°09'29"*	*5*			*X*		*22*	*0*	*LA*	*LA*	*LA*	*AL*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*C*			*1240, 1241, 1242*
	2	*70*	*G1.4*	*4*	*N 46°17'19" E 5°09'31"*	*6*			*X*		*35*	*0*	*LA*	*LA*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*A*	*1243, 1244, 1245*
Avant impact (état initial)	1	100	F9.3	1		8					5	0	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	
	1	100	G1.3	2		8					5	0	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	
	1	100	A2.52	3		8					5	0	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	
	1	100	E1.6	4		8					5	0	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	
				5																					
				6																					
				7																					
				8																					
				9																					
				10																					
				11																					
				12																					
				13																					
				14																					
				15																					
				16																					
				17																					
				18																					
				19																					
				20																					
		100,0	%	Le bilan doit être égal à 100 %																					

Avec impact envisagé (simulation)

Avec impact envisagé (simulation)

N° du sous-ensemble homogène (de 1 à 15)	Proportion du site représentée en %. *La somme des pourcentages renseignés **de chaque sous-ensemble homogène** doit être égale à 100.*	Code de l'habitat EUNIS niveau 3	N° du sondage pédologique		Valeur du pH	Trait d'hydromorphie (mettre une X). *Si absent (par ex. fluviosols), ne pas renseigner.*				Épaisseur de l'épisolum humifère en surface (O+A) en cm sans la litière.	Épaisseur de l'horizon Ab (horizon A enfoui) en cm.	Texture et horizons histiques (tourbe). Indiquez les codes en majuscules.											
						Histiques (H)	Réductiques (G), début inférieur ou égal à 0,5 m de profondeur	Rédoxiques (g ou –g) qui débutent à moins de 0,25 m de profondeur et se prolongent ou s'intensifient en profondeur	Rédoxiques à moins de 0,5 m de profondeur, se prolongent ou s'intensifient en profondeur, et des traits réductiques			**Pour chaque texture, indiquez les codes suivants :** "S" pour sableuse ; "SL" pour sablo-limoneuse ; "LS" pour limono-sableuse ; "L" pour limoneuse ; "LA" pour limono-argileuse ; "AL" pour argilo-limoneuse ; "A" pour argileuse						**Pour les horizons histiques, indiquez les codes suivants :** "TF" pour fibrique ; "TM" pour mésique ; "TS" pour saprique. **Si des cailloux font obstacles à des sondages plus profonds qu'1,2 m indiquez "C" à la profondeur maximale du sondage**					
												[0-10 cm]	]10-20 cm]	]20-30 cm]	]30-40 cm]	]40-50 cm]	]50-60 cm]	]60-70 cm]	]70-80 cm]	]80-90 cm]	]90-100 cm]	]100-110 cm]	]110-120 cm]
			Sous-ensembles homogènes sans sondage pédologique possible, soit les habitats où il n'est pas possible de réaliser un sondage pédologique. ATTENTION : les indicateurs associés à la pédologie ne pourront pas être calculés si > 0%.																				
1	100	F9.3	1		8					5	0	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL
1	100	G1.3	2		8					5	0	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL
1	100	A2.52	3		8					5	0	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL
1	100	E1.6	4		8					5	0	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL
			5																				
			6																				
			7																				
			8																				
			9																				
			10																				
			11																				
			12																				
			13																				
			14																				
			15																				
			16																				
			17																				
			18																				
			19																				
			20																				
	100,0	%	Le bilan doit être égal à 100 %																				

Après impact

Après impact

N° du sous-ensemble homogène (de 1 à 15)	Proportion du site représentée en %. *La somme des pourcentages renseignés **de chaque sous-ensemble homogène** doit être égale à 100.*	Code de l'habitat EUNIS niveau 3	N° du sondage pédologique	Coordonnées géographiques (GPS)	Valeur du pH	Trait d'hydromorphie (mettre une X). *Si absent (par ex. fluviosols), ne pas renseigner.*				Épaisseur de l'épisolum humifère en surface (O+A) en cm sans la litière.	Épaisseur de l'horizon Ab (horizon A enfoui) en cm.	Texture et horizons histiques (tourbe). Indiquez les codes en majuscules.												N° des photos réalisées sur le sondage ET sur l'habitat correspondant
						Histiques (H)	Réductiques (G), début inférieur ou égal à 0,5 m de profondeur	Rédoxiques (g ou –g) qui débutent à moins de 0,25 m de profondeur et se prolongent ou s'intensifient en profondeur	Rédoxiques à moins de 0,5 m de profondeur, se prolongent ou s'intensifient en profondeur, et des traits réductiques			**Pour chaque texture, indiquez les codes suivants :** "S" pour sableuse; "SL" pour sablo-limoneuse; "LS" pour limono-sableuse; "L" pour limoneuse; "LA" pour limono-argileuse; "AL" pour argilo-limoneuse; "A" pour argileuse						**Pour les horizons histiques, indiquez les codes suivants :** "TF" pour fibrique; "TM" pour mésique; "TS" pour saprique. **Si des cailloux font obstacles à des sondages plus profonds qu'1,2 m indiquez "C" à la profondeur maximale du sondage**						
												[0-10 cm]	]10-20 cm]	]20-30 cm]	]30-40 cm]	]40-50 cm]	]50-60 cm]	]60-70 cm]	]70-80 cm]	]80-90 cm]	]90-100 cm]	]100-110 cm]	]110-120 cm]	
			Sous-ensembles homogènes sans sondage pédologique possible, soit les habitats où il n'est pas possible de réaliser un sondage pédologique (par ex. inondations). ATTENTION : les indicateurs associés à la pédologie ne pourront pas être calculés si > 0%.																					
			1																					
			2																					
			3																					
			4																					
			5																					
			6																					
			7																					
			8																					
			9																					
			10																					
			11																					
			12																					
			13																					
			14																					
			15																					
			16																					
			17																					
			18																					
			19																					
			20																					
	%	Le bilan doit être égal à 100 %																						

Avant action écologique

Avant action écologique

N° du sous-ensemble homogène (de 1 à 15)	Proportion du site représentée en %. *La somme des pourcentages renseignés **de chaque sous-ensemble homogène** doit être égale à 100.*	Code de l'habitat EUNIS niveau 3	N° du sondage pédologique	Coordonnées géographiques (GPS)	Valeur du pH	Trait d'hydromorphie (mettre une X). *Si absent (par ex. fluviosols), ne pas renseigner.*				Épaisseur de l'épisolum humifère en surface (O+A) en cm sans la litière.	Épaisseur de l'horizon Ab (horizon A enfoui) en cm.	Texture et horizons histiques (tourbe). Indiquez les codes en majuscules.												N° des photos réalisées sur le sondage ET sur l'habitat correspondant
						Histiques (H)	Réductiques (G), début inférieur ou égal à 0,5 m de profondeur	Rédoxiques (g ou –g) qui débutent à moins de 0,25 m de profondeur et se prolongent ou s'intensifient en profondeur	Rédoxiques à moins de 0,5 m de profondeur, se prolongent ou s'intensifient en profondeur, et des traits réductiques			**Pour chaque texture, indiquez les codes suivants :** "S" pour sableuse; "SL" pour sablo-limoneuse; "LS" pour limono-sableuse; "L" pour limoneuse; "LA" pour limono-argileuse; "AL" pour argilo-limoneuse; "A" pour argileuse						**Pour les horizons histiques, indiquez les codes suivants :** "TF" pour fibrique; "TM" pour mésique; "TS" pour saprique. **Si des cailloux font obstacles à des sondages plus profonds qu'1,2 m indiquez "C" à la profondeur maximale du sondage**						
												[0-10 cm]	]10-20 cm]	]20-30 cm]	]30-40 cm]	]40-50 cm]	]50-60 cm]	]60-70 cm]	]70-80 cm]	]80-90 cm]	]90-100 cm]	]100-110 cm]	]110-120 cm]	
			Sous-ensembles homogènes sans sondage pédologique possible, soit les habitats où il n'est pas possible de réaliser un sondage pédologique (par ex. inondations). ATTENTION : les indicateurs associés à la pédologie ne pourront pas être calculés si > 0%.																					
1	49	A2.52	1		7,9			X		10	0	S	S	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	
1	49	A2.52	2		7,9				X	10	0	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	
1	49	E6.1	3		7,8					10	0	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
1	49	E6.1	4		7,8					10	0	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
2	45	A2.52	5		7,7		X			10	0	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
2	45	A2.52	6		7,7			X		10	0	A	A	A	A	S	S	S	S	S	S	S	S	
3	6	A2.52	7		7,7				X	10	0	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
			8																					
			9																					
			10																					
			11																					
			12																					
			13																					
			14																					
			15																					
			16																					
			17																					
			18																					
			19																					
			20																					
	100,0	%	Le bilan doit être égal à 100 %																					

Avec action écologique envisagée (simulation)

Avec action écologique envisagée (simulation)

N° du sous-ensemble homogène (de 1 à 15)	Proportion du site représentée en %. *La somme des pourcentages renseignés **de chaque sous-ensemble homogène** doit être égale à 100.*	Code de l'habitat EUNIS niveau 3	N° du sondage pédologique		Valeur du pH	Trait d'hydromorphie (mettre une X). *Si absent (par ex. fluviosols), ne pas renseigner.*				Épaisseur de l'épisolum humifère en surface (O+A) en cm sans la litière.	Épaisseur de l'horizon Ab (horizon A enfoui) en cm.	Texture et horizons histiques (tourbe). Indiquez les codes en majuscules.											
						Histiques (H)	Réductiques (G), début inférieur ou égal à 0,5 m de profondeur	Rédoxiques (g ou –g) qui débutent à moins de 0,25 m de profondeur et se prolongent ou s'intensifient en profondeur	Rédoxiques à moins de 0,5 m de profondeur, se prolongent ou s'intensifient en profondeur, et des traits réductiques			**Pour chaque texture, indiquez les codes suivants :** "S" pour sableuse ; "SL" pour sablo-limoneuse ; "LS" pour limono-sableuse ; "L" pour limoneuse ; "LA" pour limono-argileuse ; "AL" pour argilo-limoneuse ; "A" pour argileuse						**Pour les horizons histiques, indiquez les codes suivants :** "TF" pour fibrique ; "TM" pour mésique ; "TS" pour saprique. **Si des cailloux font obstacles à des sondages plus profonds qu'1,2 m indiquez "C" à la profondeur maximale du sondage**					
												[0-10 cm]	]10-20 cm]	]20-30 cm]	]30-40 cm]	]40-50 cm]	]50-60 cm]	]60-70 cm]	]70-80 cm]	]80-90 cm]	]90-100 cm]	]100-110 cm]	]110-120 cm]
Sous-ensembles homogènes sans sondage pédologique possible, soit les habitats où il n'est pas possible de réaliser un sondage pédologique. ATTENTION : les indicateurs associés à la pédologie ne pourront pas être calculés si > 0%.																							
1	49	A2.52	1		7,9			X		10	0	S	S	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL
1	49	A2.52	2		7,9				X	10	0	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL
1	49	E6.1	3		7,8					10	0	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
1	49	E6.1	4		7,8					10	0	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2	45	A2.52	5		7,7		X			10	0	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	45	A2.52	6		7,7			X		10	0	A	A	A	A	S	S	S	S	S	S	S	S
3	6	A2.52	7		7,7				X	10	0	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
			8																				
			9																				
			10																				
			11																				
			12																				
			13																				
			14																				
			15																				
			16																				
			17																				
			18																				
			19																				
			20																				
	100,0	%	Le bilan doit être égal à 100 %																				

Après action écologique

Après action écologique

N° du sous-ensemble homogène (de 1 à 15)	Proportion du site représentée en %. *La somme des pourcentages renseignés **de chaque sous-ensemble homogène** doit être égale à 100.*	Code de l'habitat EUNIS niveau 3	N° du sondage pédologique	Coordonnées géographiques (GPS)	Valeur du pH	Trait d'hydromorphie (mettre une X). *Si absent (par ex. fluviosols), ne pas renseigner.*				Épaisseur de l'épisolum humifère en surface (O+A) en cm sans la litière.	Épaisseur de l'horizon Ab (horizon A enfoui) en cm.	Texture et horizons histiques (tourbe). Indiquez les codes en majuscules.												N° des photos réalisées sur le sondage ET sur l'habitat correspondant
						Histiques (H)	Réductiques (G), début inférieur ou égal à 0,5 m de profondeur	Rédoxiques (g ou –g) qui débutent à moins de 0,25 m de profondeur et se prolongent ou s'intensifient en profondeur	Rédoxiques à moins de 0,5 m de profondeur, se prolongent ou s'intensifient en profondeur, et des traits réductiques			**Pour chaque texture, indiquez les codes suivants :** "S" pour sableuse; "SL" pour sablo-limoneuse; "LS" pour limono-sableuse; "L" pour limoneuse; "LA" pour limono-argileuse; "AL" pour argilo-limoneuse; "A" pour argileuse							**Pour les horizons histiques, indiquez les codes suivants :** "TF" pour fibrique; "TM" pour mésique; "TS" pour saprique. **Si des cailloux font obstacles à des sondages plus profonds qu'1,2 m indiquez "C" à la profondeur maximale du sondage**						
												[0-10 cm]	]10-20 cm]	]20-30 cm]	]30-40 cm]	]40-50 cm]	]50-60 cm]	]60-70 cm]	]70-80 cm]	]80-90 cm]	]90-100 cm]	]100-110 cm]	]110-120 cm]	
			Sous-ensembles homogènes sans sondage pédologique possible, soit les habitats où il n'est pas possible de réaliser un sondage pédologique (par ex. inondations). ATTENTION : les indicateurs associés à la pédologie ne pourront pas être calculés si > 0%.																					
			1																					
			2																					
			3																					
			4																					
			5																					
			6																					
			7																					
			8																					
			9																					
			10																					
			11																					
			12																					
			13																					
			14																					
			15																					
			16																					
			17																					
			18																					
			19																					
			20																					
		%	Le bilan doit être égal à 100 %																					

Système de coordonnées géographiques pour localiser les sondages pédologiques

Site imp. Site de comp.

Question 45* - Quelle proportion du site est occupée par un remblai ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact		Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique	
	100,0	100,0		%	49,0	37,0		%

2.2 Les types de couverts végétaux dans le site

Question 46 - Quelle proportion du site est occupée par les couverts végétaux suivants ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact		Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique	
Sans couvert végétal, couverts principalement clairsemés (par ex. habitats EUNIS niveau 1 " H Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée") ou principalement muscinaux	5	5		%	11	5		%
Couverts principalement herbacés bas (hauteur < 1 m) cultivés ou non, majoritairement composés d'espèces non ligneuses								
Absence de pratique agricole (par ex. fauchage, pâturage) ou d'activité d'entretien renouvelant le couvert végétal	10	39		%				%
Présence de pratique agricole (par ex. fauchage, pâturage) ou d'activité d'entretien renouvelant le couvert végétal				%	36	36		%
Export annuel de biomasse inconnu				%				%
Couverts principalement herbacés hauts (hauteur ≥ 1 m) cultivés ou non, majoritairement composés d'espèces non ligneuses								
Absence de pratique agricole (par ex. fauchage, pâturage) ou d'activité d'entretien renouvelant le couvert végétal	15	10		%				%
Présence de pratique agricole (par ex. fauchage, pâturage) ou d'activité d'entretien renouvelant le couvert végétal				%	3	3		%
Export annuel de biomasse inconnu				%				%
Couverts principalement arbustifs surtout composés d'espèces ligneuses d'une hauteur ≥ 1 m et < 7 m	56	37		%	50	54		%
Couverts principalement arborescents (hauteur ≥ 7 m)	14	9		%		2		%
Somme doit être égale à 100%	100	100		%	100	100		%

Question 47 - Si des habitats FB.1, FB.2, FB.3, FB.4 sont dans le site, quel est le couvert herbacé dans ces habitats ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact		Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique	
Couvert herbacé < 30% en phase de croissance végétative				%				%
Couvert herbacé ≥ 30% en phase de croissance végétative								
Monospécifique ou quasi-monospécifique				%				%
Ni monospécifique, ni quasi-monospécifique				%				%
Somme				%				%

Question 48 - Si des habitats G1.C, G1.D, G2.8, G2.9, G3.7, G3.F, G5.2, G5.3, G5.4, G5.5 sont dans le site, quels sont les couverts herbacé, arbustif, hygrophile, non hygrophile dans ces habitats ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact		Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique	
Couvert hygrophile								
herbacé				%				%
arbustif				%				%
Couvert non hygrophile								
Couvert herbacé < 30% en phase de croissance végétative								
et couvert arbustif < 30%				%				%
et couvert arbustif ≥ 30% monospécifique ou quasi-monospécifique				%				%
Couvert herbacé ≥ 30% en phase de croissance végétative monospécifique ou quasi-monospécifique								
et couvert arbustif < 30%				%				%
et couvert arbustif ≥ 30% monospécifique ou quasi-monospécifique				%				%
Couvert herbacé ≥ 30% en phase de croissance végétative **ni** monospécifique **ni** quasi-monospécifique								
et/ou couvert arbustif ≥ 30% **ni** monospécifique **ni** quasi-monospécifique				%				%
Somme				%				%

Question 49 – Si le site contient au moins un sous-ensemble homogène forestier, quelle est la somme de la surface de la section transversale des arbres à 1,3 m ?
Sinon, passez directement à la question suivante.

Avant impact (état initial)

Sous-ensemble-homogène	Part du site en %.	Type de peuplement *(mettre une seule X)*			Mesure avec le relascope				
		Peu dense	Dense	Très dense	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5
Exemple									
1	*30*	*X*			*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
2	*70*		*X*		*23*	*18*	*30*	*25*	*24*
1	14		X		25	28	22	19	24
2	86	X			0	0	0	0	0

Avant action écologique (état initial)

Sous-ensemble-homogène	Part du site en %.	Type de peuplement *(mettre une seule X)*			Mesure avec le relascope				
		Peu dense	Dense	Très dense	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5
Exemple									
1	*30*	*X*			*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
2	*70*		*X*		*23*	*18*	*30*	*25*	*24*
1	100	X			0	0	0	0	0

Avec impact envisagé (simulation)

Sous-ensemble-homogène	Part du site en %.	Type de peuplement *(mettre une seule X)*			Mesure avec le relascope				
		Peu dense	Dense	Très dense	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5
1	9		X		25	28	22	19	24
2	91	X			0	0	0	0	0

Avec action écologique envisagée (simulation)

Sous-ensemble-homogène	Part du site en %.	Type de peuplement *(mettre une seule X)*			Mesure avec le relascope				
		Peu dense	Dense	Très dense	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5
1	98	X			0	0	0	0	0
2	2		X		25	18	32	20	17

Après impact

Sous-ensemble-homogène	Part du site en %.	Type de peuplement *(mettre une seule X)*			Mesure avec le relascope				
		Peu dense	Dense	Très dense	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5

Après action écologique

Sous-ensemble-homogène	Part du site en %.	Type de peuplement *(mettre une seule X)*			Mesure avec le relascope				
		Peu dense	Dense	Très dense	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5

2.3 Invasions biologiques dans la zone tampon

Question 50 - Dans la zone tampon, des espèces végétales associées à des invasions biologiques sont-elles présentes ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Oui	Oui		Oui	Oui	

2.4 Le fonctionnement hydraulique du site et de sa zone tampon

Question 51* - Détectez-vous la présence de sources dans le site ou dans sa zone tampon ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Non	Non		Non	Non	

Question 52 - Quel est le linéaire total de rigoles, de fossés et de fossés profonds dans le site et dans sa zone tampon ?

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Rigoles (profondeur < 0,3 m)						
Berges **et** fond végétalisés	0	0	m	0	0	m
Berges et/ou fond non végétalisés	0	0	m	0	0	m
Fossés (0,3 m ≤ profondeur < 1 m)						
Berges **et** fond végétalisés	1600	1600	m	2500	0	m
Berges et/ou fond non végétalisés	0	500	m	0	0	m
Fossés profonds (profondeur ≥ 1 m)						
Berges **et** fond végétalisés	0	0	m	0	0	m
Berges et/ou fond non végétalisés	500	1200	m	0	0	m

Question 53 - Quelle proportion du site et de sa zone tampon est drainée par des drains souterrains ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
je ne sais pas	je ne sais pas	%	je ne sais pas	je ne sais pas	%

Question 54 - Quelle proportion du site est ravinée sans végétation ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
0,0	0,0	%	0,0	0,0	%

2.5 Le système fluvial associé au site

SI le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou estuarien,

ALORS répondez aux 4 questions suivantes.

Question 55* - Le cours d'eau associé au site s'écoule-t-il complètement dans son talweg ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique

Question 56 - Quelle est la hauteur maximale du niveau à pleins bords du cours d'eau ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
		m			*m*

Question 57* - Des ouvrages en aval du site affectent-ils le niveau d'eau dans le cours d'eau ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique

Question 58 – Quelle est la longueur des berges de cours d'eau occupées par les aménagements ou couverts végétaux suivants ? Si aucune berge n'est dans le site, passez directement à la question suivante.

	Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact	Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique
Matériaux naturels (par ex. ripisylves, prairies, opération de génie civile ancienne) avec un couvert végétal permanent et dense			*km*			*km*
Berges sans couvert végétal permanent dense (par ex. berges érodées avec le sol mis à nu, opération de génie végétal récente, cultures)			*km*			*km*
Enrochements, gabions et matelas-gabions			*km*			*km*
Matériaux artificiels (par ex. palplanches)			*km*			*km*
Somme			*km*			*km*

3 INFORMATIONS A RENSEIGNER AU BUREAU SUITE AUX PROSPECTIONS SUR LE TERRAIN

3.1 Les habitats dans le site

Question 59 - Quelle est la longueur totale des limites entre les unités d'habitats EUNIS niveau 3 dans le site ?

Avant impact (état initial)	Avec impact envisagé (simulation)	Après impact		Avant action écologique (état initial)	Avec action écologique envisagée (simulation)	Après action écologique	
30,000	40,000		*km*	60,000	40,000		*km*

3.2 Les travaux, le suivi et l'accompagnement

Question 60* – Quand débuteront les travaux ?

Site imp. 01-janv.-28 Site de comp.

Question 61* – Quelles seront les modalités de suivi et leur durée ?

Site imp.	Site de comp.
Suivi de l'efficacité de la mesure d'évitement sur le site impacté, suivi de l'évolution des habitats naturels	Veille écologique pour contrôler les EVEE et l'évoluation des habitats naturels suite aux mesures, Suivi de l'efficacité des mesures de restauration sur le site de compensation (30 à 50 ans)

Question 62* – Quelles modalités de sécurisation foncière et financière assureront la pérennité des mesures de compensation écologique sur le site de compensation ?

Terrains sécurisés par le GPMM, intégration des mesures dans le SDPN (Schéma directeur du patrimoine naturel) du GPMM

Question 63* – Quelles mesures d'accompagnement seront mises en œuvre ?

Nom de la mesure d'accompagnement	Commentaire sur les modalités de mise en œuvre
	Voir Rapport joint à ce tableur

3.3 Commentaires généraux

Question 64* – Avez-vous un commentaire ou une information à ajouter à l'évaluation ? Si oui, faites-en part ici.

Voir Rapport joint à ce tableur

1. Après l'évaluation des sites, le respect des principes suivants est évalué avec les diagnostics de contexte

proximité géographique et fonctionnelle édictée dans le code de l'environnement

équivalence qualitative édictée dans le code de l'environnement

additionnalité aux engagements publics et privés d'après les lignes directrices nationales sur la séquence ERC

Voir page 32 du guide de la méthode

Date de création du tableur V2.0 : 30/09/2023. Date de révision : néant.

IMPORTANT

Toute restitution du résultat d'une évaluation s'accompagne impérativement de l'onglet jaune (EVAL) et des 6 onglets bleus du présent tableur sous formats XLSX et PDF + les couches SIG des sites + les photos d'habitats et de profils pédologiques.

Pour une aide à l'évaluation du respect des principes de proximité géographie et fonctionnelle, d'équivalence qualitative et d'additionnalité, voir les pages 59 et 60 du guide de la méthode.

DIAGNOSTICS DE CONTEXTE

Indiquez par un "X", si vous affichez le site de compensation :

[X] avec action écologique envisagée (simulation)

[ ] après action écologique (observation sur le terrain)

	SITE IMPACTE AVANT IMPACT à Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône - 54,93 ha (13 Bouches-du-Rhône)	**SITE DE COMP. AVEC ACTION ECOLOGIQUE ENVISAGEE à Port-Saint-Louis-du-Rhône - 131,208 ha (13 Bouches-du-Rhône)**
Date d'évaluation au bureau	26/01/26	
Date d'évaluation sur le terrain	00/01/00	
Date à laquelle le résultat escompté est simulé		26/09/25

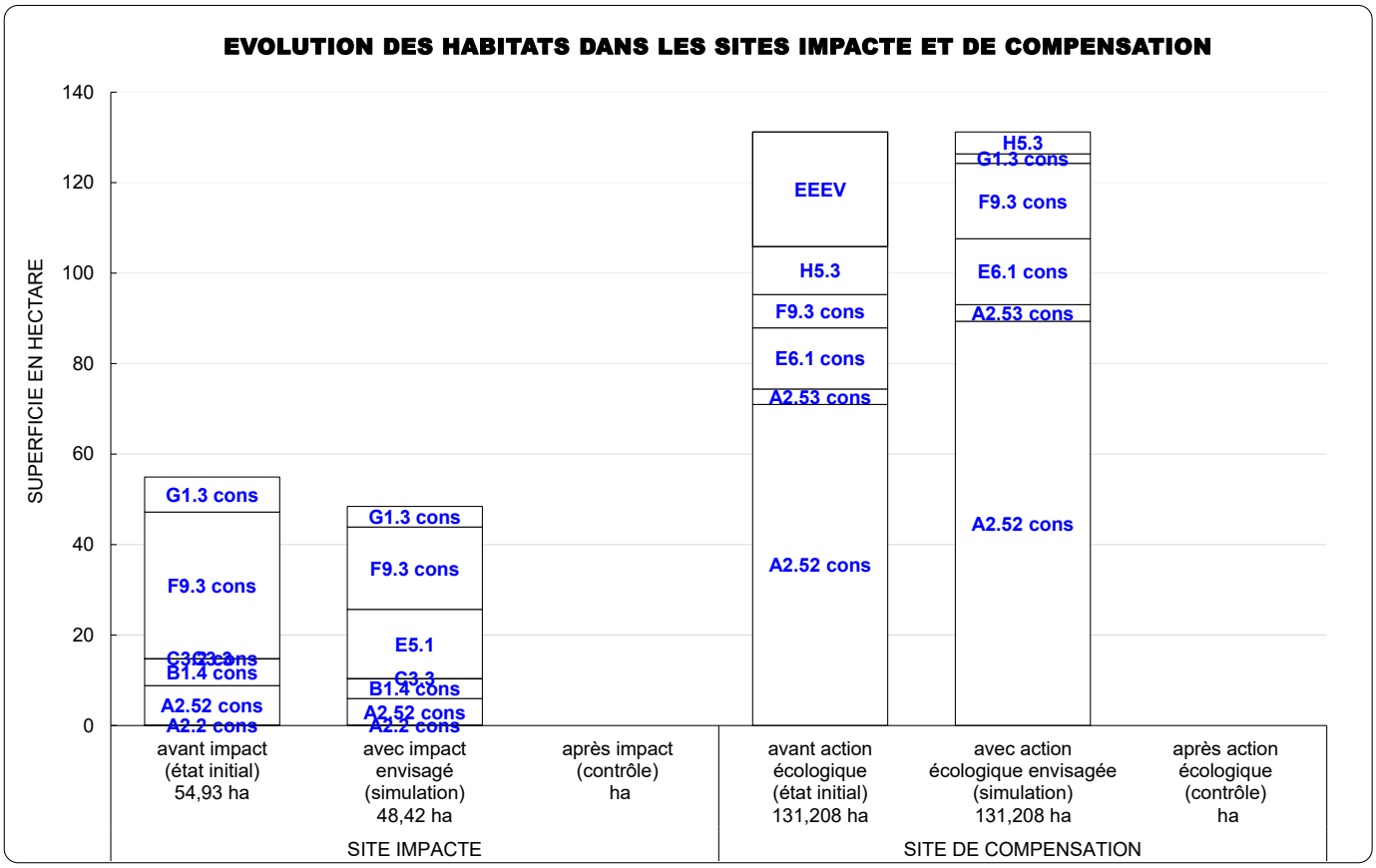
Appartenance à une masse d'eau de surface	FRDC04 - Golfe de Fos		FRDC04 - Golfe de Fos	
La zone contributive	non renseigné sur le littoral marin	ha.	non renseigné sur le littoral marin	ha.
Surfaces cultivées	ha soit	%.	ha soit	%.
Surfaces enherbées	ha soit	%.	ha soit	%.
Surfaces construites	ha soit		ha soit	
Infrastructures de transport	km soit	km/ 100ha.	km soit	km/ 100ha.
Année du RPG	2024		2023	
Année de la BD TOPO®	2025		2023	

Le paysage				
A Habitats marins	30,0	%.	45,0	%.
B Habitats côtiers	5,0	%.	5,0	%.
C Eaux de surface continentales	2,0	%.	9,0	%.
D Tourbières hautes et bas-marais	0,0	%.	0,0	%.
E Prairies […]	7,0	%.	7,0	%.
F Landes, fourrés […]	25,0	%.	8,0	%.
G Boisements, forêts […]	4,0	%.	1,0	%.
H Habitats continentaux sans végétation […]	2,0	%.	5,0	%.
I Habitats agricoles […] cultivés	0,0	%.	10,0	%.
J Zones bâties, sites industriels […]	25,0	%.	10,0	%.

Système hydrogéomorpho. du site	Côtier.	Côtier.
Éventuel nom du cours d'eau, de l'étendue d'eau, de la baie ou de l'estuaire associé	Golfe de Fos	Golfe de Fos

Habitats dans le site	A2.2 : Sable et sable vaseux intertidaux (0,2 %) A2.52 : Partie supérieure des marais salés (15,9 %) B1.4 : Pelouses des dunes côtières fixées (dunes grises) (10,7 %) C3.2 : Roselières et formations de bordure à grands hélophytes autres que les roseaux (0,1 %) C3.3 : Formations riveraines à grandes Cannes (0,1 %) F9.3 : Galeries et fourrés riverains méridionaux (58,9 %) G1.3 : Forêts riveraines méditerranéennes (14,1 %) EEEV : Emprises d'espèces végétales invasives (50 %)	A2.52 : Partie supérieure des marais salés (68,1 %) A2.53 : Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés (2,8 %) E6.1 : Steppes salées intérieures méditerranéennes (11,1 %) F9.3 : Galeries et fourrés riverains méridionaux (12,7 %) G1.3 : Forêts riveraines méditerranéennes (1,6 %) H5.3 : Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente (3,7 %)
Année de la BD ORTHO®	2024	2024

Surf. min. carto. choisie 156 *m²*



cons : habitat potentiellement d'intérêt communautaire ou sur la liste rouge des habitats européens - à vérifier par ex. via le Guide EUNIS de Gavet *et al*. (2018)
http://www.patrinat.fr/fr/actualites/guide-de-determination-des-habitats-de-la-typologie-eunis-6338

Dénomination des habitats dans le site impacté

Avant impact (état initial)	A2.2 : Sable et sable vaseux intertidaux (0,2 %) A2.52 : Partie supérieure des marais salés (15,9 %) B1.4 : Pelouses des dunes côtières fixées (dunes grises) (10,7 %) C3.2 : Roselières et formations de bordure à grands hélophytes autres que les roseaux (0,1 %) C3.3 : Formations riveraines à grandes Cannes (0,1 %) F9.3 : Galeries et fourrés riverains méridionaux (58,9 %) G1.3 : Forêts riveraines méditerranéennes (14,1 %) EEEV : Emprises d'espèces végétales invasives (50 %)
Avec impact envisagé (simulation)	A2.2 : Sable et sable vaseux intertidaux (0,2 %) A2.52 : Partie supérieure des marais salés (12,1 %) B1.4 : Pelouses des dunes côtières fixées (dunes grises) (9 %) C3.3 : Formations riveraines à grandes Cannes (0,2 %) E5.1 : Végétations herbacées anthropiques (31,5 %) F9.3 : Galeries et fourrés riverains méridionaux (37,6 %) G1.3 : Forêts riveraines méditerranéennes (9,4 %) EEEV : Emprises d'espèces végétales invasives (50 %)
Après impact (contrôle)	

Dénomination des habitats dans le site de compensation

Avant action écologique (état initial)	A2.52 : Partie supérieure des marais salés (54,1 %) A2.53 : Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés (2,6 %) E6.1 : Steppes salées intérieures méditerranéennes (10,3 %) F9.3 : Galeries et fourrés riverains méridionaux (5,6 %) H5.3 : Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente (8,1 %) EEEV : Emprises d'espèces végétales invasives (19,3 %)
Avec action écologique envisagée (simulation)	A2.52 : Partie supérieure des marais salés (68,1 %) A2.53 : Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés (2,8 %) E6.1 : Steppes salées intérieures méditerranéennes (11,1 %) F9.3 : Galeries et fourrés riverains méridionaux (12,7 %) G1.3 : Forêts riveraines méditerranéennes (1,6 %) H5.3 : Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente (3,7 %)
Après action écologique (contrôle)	

OBJECTIFS DE PRÉSERVATION DE LA RESSOURCE EN EAU, DES ZONES HUMIDES OU DE LA BIODIVERSITÉ

Sur le territoire du site impacté

Aucun objectif n'a été renseigné.

Sur le territoire du site de compensation

Aucun objectif n'a été renseigné.

BIODIVERSITÉ PROTÉGÉE OU MENACÉE

Dans le site impacté

Habitats naturels menacés

Aucun objectif n'a été renseigné.

Espèces végétales protégées ou menacées

Aucun objectif n'a été renseigné.

Espèces animales protégées ou menacées

Aucun objectif n'a été renseigné.

Dans le site de compensation

Habitats naturels menacés

Voir VNEI

Espèces végétales protégées ou menacées

Voir VNEI

Espèces animales protégées ou menacées

Voir VNEI

ENGAGEMENTS DÉJÀ PRIS SUR LE SITE DE COMPENSATION

Engagements privés durant un autre projet d'aménagement ou engagements publics

Des engagements ont été rapportés. Il s'agit de : Site utilisé pour une démarche compensatoire espèces protégées (Cerastium siculum), sans actions spécifiques

Mesures de compensation écologique autres qu'« habitats » et « fonctions »

Mesures de compensation écologique en cours. Il s'agit de : Espèces protégées, Voir DDEP

2. Après l'évaluation des sites, le respect des principes suivants est évalué via l'interface de dimensionnement, en octroyant un ratio fonctionnel à la mesure de compensation écologique



proportionnalité édictée dans le code de l'environnement



faisabilité édictée dans le code de l'environnement



proximité temporelle édictée dans le code de l'environnement



efficacité édictée dans le code de l'environnement

Voir page 37 du guide de la méthode

Date de création du tableur V2.0 : 30/09/2023. Date de révision : néant.



Toute restitution du résultat d'une évaluation s'accompagne impérativement de l'onglet jaune (EVAL) et des 6 onglets bleus du présent tableur sous formats XLSX et PDF + les couches SIG des sites + les photos d'habitats et de profils pédologiques.



Pour une aide à l'évaluation du respect des principes de proportionnalité, de faisabilité, de proximité temporelle et d'efficacité, voir la page 60 du guide de la méthode.

INTERFACE DE DIMENSIONNEMENT DE LA MESURE DE COMPENSATION ECOLOGIQUE

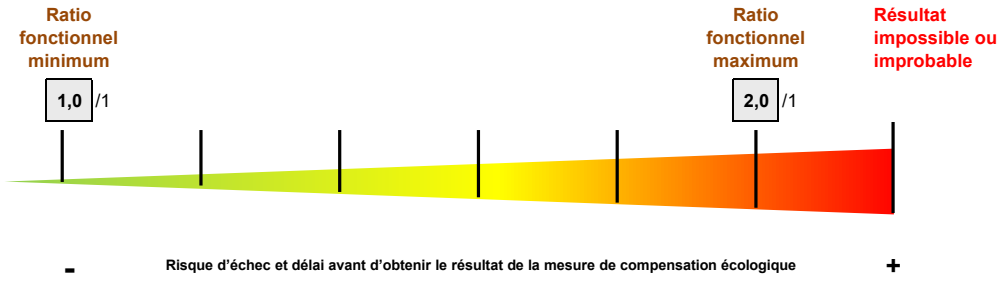
Étape 1 - Définition de l'intervalle de variation du ratio fonctionnel sur le territoire

Le ratio fonctionnel diffère du ratio surfacique, il quantifie l'intensité des gains fonctionnels nécessaires pour garantir d'obtenir une équivalence fonctionnelle.
Le ratio surfacique type SDAGE par exemple est à vérifier en plus de ce ratio fonctionnel.

Voir page 37 du guide de la méthode

Entrez les ratios fonctionnels minimum et maximum (cellules grises) entre lesquels variera le ratio fonctionnel attribué à la mesure de compensation écologique.

Voir page 38 du guide de la méthode



Pour information, comment a été défini l'intervalle de variation du ratio fonctionnel renseigné ci-avant ?

[ ] d'après une préconisation formelle sur le territoire où est prévu l'aménagement.
Cette préconisation peut être issue d'une disposition d'un SDAGE ou d'un SAGE sur un bassin versant, d'une doctrine départementale (InterMISEN, MISEN)…

Précisez alors d'où provient cette préconisation :

[X] en l'absence de préconisation formelle sur le territoire où est prévu l'aménagement, il a été déterminé par les parties prenantes en tenant compte des impacts négatifs résiduels significatifs du projet d'aménagement et des enjeux sur le territoire.

Étape 2 - Qualification de la mesure de compensation écologique d'un projet d'aménagement

Examinez la qualification automatisée de la mesure de compensation écologique réalisée avec l'interface.
Éventuellement, requalifiez la mesure et justifiez le impérativement avec des informations complémentaires (cellules grises) !

Voir pages 39-41 du guide de la méthode

Qualification de la faisabilité technique

Qualification automatisée de l'interface

Qualification éventuelle d'après l'observateur
Répondez avec un X

Faisabilité d'après les trajectoires écologiques prévues entre habitats dans le site de compensation

impossible ou improbable	H5.3 Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente vers -> A2.52 Partie supérieure des marais salés sur 4,4%		
très aléatoire	EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> A2.52 Partie supérieure des marais salés sur 4,5% EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> A2.53 Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés sur 0,2% EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> F9.3 Galeries et fourrés riverains méridionaux sur 5,5% EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> E6.1 Steppes salées intérieures méditerranéennes sur 0,8% EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> A2.52 Partie supérieure des marais salés sur 0,5% EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> G1.3 Forêts riveraines méditerranéennes sur 1,6% EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> F9.3 Galeries et fourrés riverains méridionaux sur 1,6% EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> A2.52 Partie supérieure des marais salés sur 4,6%		
assez aléatoire			
autres	F9.3 Galeries et fourrés riverains méridionaux vers -> F9.3 Galeries et fourrés riverains méridionaux sur 5,6% A2.52 Partie supérieure des marais salés vers -> A2.52 Partie supérieure des marais salés sur 47,3% A2.53 Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés vers -> A2.53 Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés sur 2,6% E6.1 Steppes salées intérieures méditerranéennes vers -> E6.1 Steppes salées intérieures méditerranéennes sur 10,3% H5.3 Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente vers -> H5.3 Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente sur 3,7% A2.52 Partie supérieure des marais salés vers -> A2.52 Partie supérieure des marais salés sur 6,8%	X	X

Explication du résultat de la qualification automatisée des trajectoires :

EEEV --> A2.52 Trajectoire prévoyant de faire disparaître des espèces végétales associées à des invasions biologiques
EEEV --> A2.53 Trajectoire prévoyant de faire disparaître des espèces végétales associées à des invasions biologiques
EEEV --> F9.3 Trajectoire prévoyant de faire disparaître des espèces végétales associées à des invasions biologiques
EEEV --> E6.1 Trajectoire prévoyant de faire disparaître des espèces végétales associées à des invasions biologiques
EEEV --> A2.52 Trajectoire prévoyant de faire disparaître des espèces végétales associées à des invasions biologiques
EEEV --> G1.3 Trajectoire prévoyant de faire disparaître des espèces végétales associées à des invasions biologiques
EEEV --> F9.3 Trajectoire prévoyant de faire disparaître des espèces végétales associées à des invasions biologiques
EEEV --> A2.52 Trajectoire prévoyant de faire disparaître des espèces végétales associées à des invasions biologiques
H5.3 --> A2.52 Habitats initial et attendu dans des écorégions ou des conditions écologiques distinctes. Habitats initial et attendu dans des écorégions ou des conditions écologiques distinctes.

Commentaire nécessaire de l'observateur en cas de requalification :

Faisabilité d'après les actions écologiques prévues dans le site de compensation

		Qualification automatisée de l'interface	Qualification éventuelle d'après l'observateur *Répondez avec un X*
très aléatoire			
assez aléatoire	Actions écologiques d'impulsion : Déblaiement (11,2%). Désartificialisation du sol (11,2%).		
assez bonne	Actions écologiques d'impulsion : Gestion des niveaux d'eau (17,8%). Libre évolution (69,5%). Plantation d'arbustes et d'arbres (3,2%). Transplantation (1,6%). Actions écologiques d'exploitation-entretien : Gestion des niveaux d'eau (17,8%).	X	X
bonne	Actions écologiques d'impulsion : Coupe à blanc, défrichement et autres (19,3%). Actions écologiques d'exploitation-entretien : Débroussaillage (19,3%). Non intervention (80,7%).		

Les pourcentages indiquent la proportion du site par action écologique énumérée. Plus l'emprise du site est occupée par des actions écologiques avec une faisabilité aléatoire, moins la faisabilité du génie écologique est satisfaisante. Si besoin, consultez l'onglet EVAL et la réponse à la question 27 pour connaître la combinaison d'actions écologiques par trajectoire écologique.

Commentaire nécessaire de l'observateur en cas de requalification :

Faisabilité d'après le niveau de dégradation du site de compensation en état initial	Qualification automatisée de l'interface	Qualification éventuelle d'après l'observateur *Répondez avec un X*
 très dégradé — Part du site remblayé importante (49%)	X	
 dégradé — Emprise d'espèces végétales associées à des invasions biologiques comprises entre]5-20%].		X
 peu ou pas dégradé — Emprise d'hab. nat. forte. Densité de fossés très réduite (19 m/ha). Absence de fossés profonds. Absence de ravinement. Non renseigné, présence de drains sout. inconnue.		

Commentaire nécessaire de l'observateur en cas de requalification :

La part du sité reblayée a été estimée suite à l'étude réalisée par Hydratis qui indique que la zone EST se trouve sur un ancien remblai lié au creusement des darses. Cependant, ce secteur habrite actuellement des habitats naturels dont l'état de conservation a été jugé majoritairement favorable.

Faisabilité d'après la superficie du site de compensation*		
 très petit		
 assez petit		
 assez grand — Superficie du site >= 2 ha	X	X

* ou la superficie moyenne des entités constituant un seul site

Commentaire nécessaire de l'observateur en cas de requalification :

Conclusion sur la faisabilité technique ▶	 Assez probable	 Assez probable

Qualification du délai (proximité temporelle)

		Qualification automatisée de l'interface	Qualification éventuelle d'après l'observateur *Répondez avec un X*
Délai d'après les trajectoires écologiques prévues entre habitats dans le site de compensation			
extrêmement long			
très long	EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> G1.3 Forêts riveraines méditerranéennes sur 1,6%		
long	EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> F9.3 Galeries et fourrés riverains méridionaux sur 5,5% EEEV Emprises d'espèces végétales invasives vers -> F9.3 Galeries et fourrés riverains méridionaux sur 1,6%		
rapide	F9.3 Galeries et fourrés riverains méridionaux vers -> F9.3 Galeries et fourrés riverains méridionaux sur 5,6% A2.52 Partie supérieure des marais salés vers -> A2.52 Partie supérieure des marais salés sur 47,3% A2.53 Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés vers -> A2.53 Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés sur 2,6% E6.1 Steppes salées intérieures méditerranéennes vers -> E6.1 Steppes salées intérieures méditerranéennes sur 10,3% H5.3 Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente vers -> H5.3 Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne	X	X

Commentaire nécessaire de l'observateur en cas de requalification :

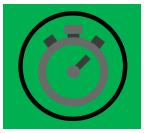
Délai d'après l'étage altitudinal			
alpin ou nival			
subalpin			
collinéen ou montagnard	Action écologique sur l'étage collinéen ou montagnard.	X	X

Commentaire nécessaire de l'observateur en cas de requalification :

Conclusion sur le délai ▶



Rapide



Rapide

Qualification de l'environnement du site





		Qualification automatisée de l'interface	Qualification **éventuelle** d'après l'observateur *Répondez avec un X*
 très altéré	Densité de grandes infrast. de transp. très importante (1,3 km/100ha).	X	
 assez altéré	Présence d'espèces végétales associées à des invasions biologiques dans la zone tampon.		X
 peu altéré	Anthropisation assez importante (cultures et urbanisations). Densité de petites infrast. de transp. réduite (1,5 km/100ha).		

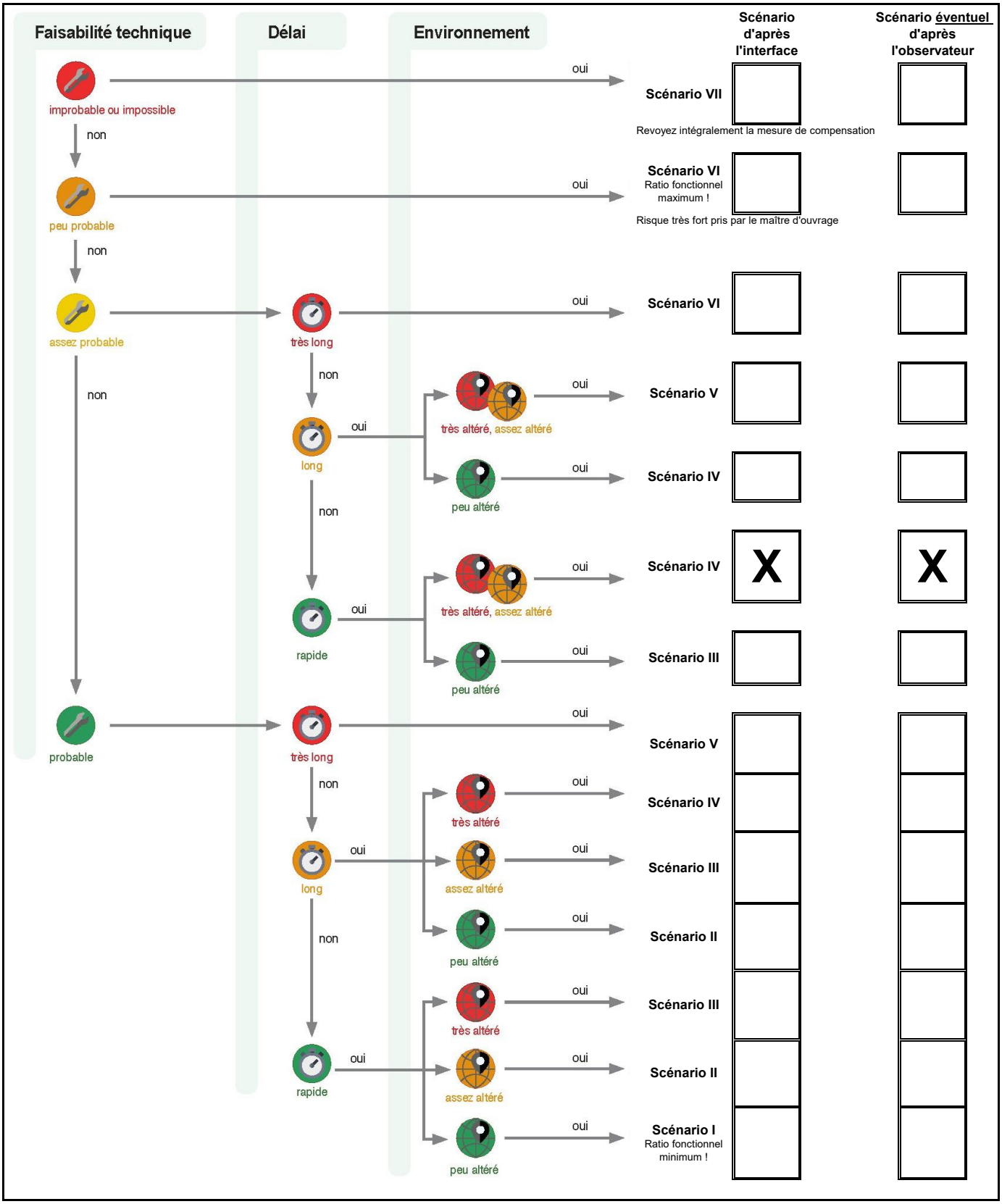
Commentaire nécessaire de l'observateur en cas de requalification :

Requalification de 1 niveau ici : afin de garantir la réussite de la mesure de gestion des EVEE, une gestion à plus large échelle s'étendant au-delà des limites du site est actuellement envisagée, par le traitement et la surveillance des EVEE sur une zone de buffer autour du site de compensation.

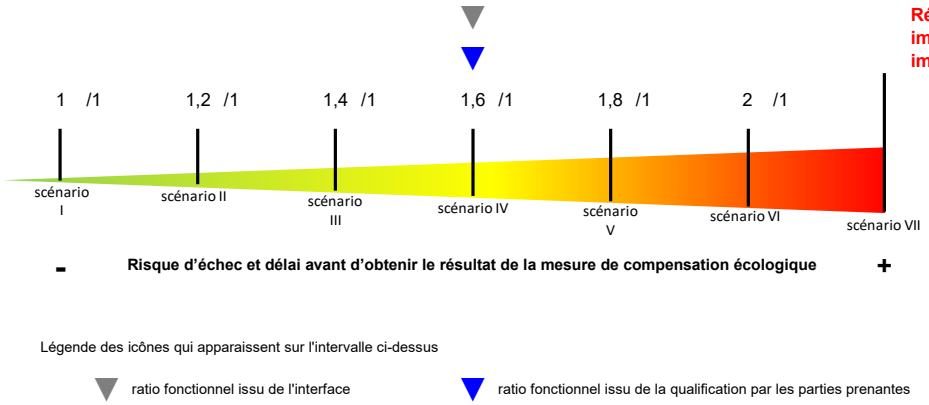
Étape 3 – Ratio fonctionnel attribué au projet d'aménagement

Lisez le résultat de l'évaluation de la mesure de compensation écologique puis le ratio fonctionnel octroyé qui en résulte

Scénario de compensation écologique identifié à l'issue de l'interface



Attribution d'un ratio fonctionnel à l'issue de l'interface



Légende des icônes qui apparaissent sur l'intervalle ci-dessus

▼ ratio fonctionnel issu de l'interface

▼ ratio fonctionnel issu de la qualification par les parties prenantes

Ratio fonctionnel octroyé : 1,6 /1

L'équivalence fonctionnelle est évaluée avec le ratio fonctionnel octroyé avec l'interface (▼),
sauf si les parties prenantes ont requalifié la mesure de compensation écologique (▼) d'après un argumentaire technique crédible. Vérifiez alors cet argumentaire avec les commentaires fournis ci-dessus !

IMPORTANT

L'interface ne pénalise pas la mise en œuvre de mesures de compensation écologique ambitieuses !

Le résultat automatisé de l'interface souligne d'abord des points de vigilance pour identifier les programmes d'actions écologiques dont le risque d'échec peut être significatif et/ou avec des résultats escomptés longs à obtenir.

L'éventuelle requalification par les parties prenantes permet ensuite de tenir compte des modalités techniques de mise en œuvre des actions écologiques spécifiques à un projet d'aménagement (par ex. détails techniques pour réaliser au mieux une action écologique). Fournir des informations factuelles, techniques, vérifiables, robustes... et spécifiques au programme d'actions écologiques concerné est donc la condition *sine qua non* à une éventuelle requalification pertinente de la mesure de compensation écologique par les parties prenantes.

Voir pages 41-43 du guide de la méthode

Un ratio fonctionnel supérieur à 1/1 n'implique pas nécessairement de viser des gains nettement supérieurs aux pertes. Le respecter implique de fournir des garanties que les gains seraient bien au moins égaux au pertes étant donné le risque d'échec de la mesure de compensation écologique et le délai avant d'obtenir les gains de la mesure de compensation écologique.

3. Après l'évaluation des sites et l'octroi d'un ratio fonctionnel, le respect des principes suivants est évalué avec les bilans fonctionnels

équivalence fonctionnelle quantitative édictée dans le code de l'environnement

efficacité édictée dans le code de l'environnement

plus value écologique édictée dans le code de l'environnement

Voir page 44 du guide de la méthode

Date de création du tableur V2.0 : 30/09/2023. Date de révision : néant.

IMPORTANT

Toute restitution du résultat d'une évaluation s'accompagne impérativement de l'onglet jaune (EVAL) et des 6 onglets bleus du présent tableur sous formats XLSX et PDF + les couches SIG des sites + les photos d'habitats et de profils pédologiques.

Pour une aide à l'évaluation du respect des principes d'équivalence fonctionnelle quantitative, d'efficacité et de plus-value écologique, voir les pages 61 à 64 du guide de la méthode.

L'équivalence des fonctions est évaluée indicateur par indicateur. Une étude ne peut pas se prévaloir d'utiliser la méthode avec rigueur si elle recourt à des sommes entre indicateurs ou des pondérations !

Voir page 53 du guide de la méthode

BILAN GLOBAL DE L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE SUR LE PROJET D'AMENAGEMENT

Indiquez par un "X", si vous affichez le bilan de :

X	**la simulation des pertes et des gains escomptés**	le site impacté avec impact envisagé + le site de compensation avec action écologique envisagée
	l'observation des pertes et des gains obtenus	le site impacté après impact + le site de compensation après action écologique

Ratio fonctionnel octroyé ➡ **1,6 /1**

Le ratio fonctionnel automatisé issu de l'interface était de 1,6/1.
Le ratio fonctionnel de 1,6/1 provient de la qualification de la mesure de comp. écol. par les parties prenantes.
Assurez vous d'avoir vérifié sa pertinence dans l'onglet DIMENSIONNER.

	Nombre d'indicateurs renseignés dans les 2 sites	**SITE IMPACTE avec impacté envisagé** Nombre d'indicateurs avec une perte fonctionnelle envisagée	**SITE DE COMPENSATION avec action écologique envisagée** Nombre d'indicateurs avec un gain fonctionnel envisagé	**EQUIVALENCE FONCTIONNELLE envisagée** Nombre d'indicateurs avec un gain ≥ la perte × le ratio fonctionnel
FONCTION HYDROLOGIQUE				
Atténuation du débit de crue*	7	6	1	0
Ralentissement des ruissellements	3	3	1	0
Recharge des nappes	5	5	1	0
Rétention des sédiments	8	8	3	0
Soutien au débit d'étiage**	7	Non évaluée dans cet HGM	Non évaluée dans cet HGM	0
FONCTION BIOGEOCHIMIQUE				
Dénitrification des nitrates	9	8	2	0
Assimilation végétale de l'azote	8	8	4	0
Adsorption et précipitation du phosphore	6	6	2	0
Assimilation végétale des orthophosphates	7	7	3	0
Séquestration du carbone	6	3	2	0
FONCTION D'ACCOMPLISSEMENT DU CYCLE BIOLOGIQUE DES ESPECES				
Support des habitats	9	9	8	2
Connexion des habitats	1	1	1	0
BILAN	29	26	14	2

* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier.
** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.

BILAN DE L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE SUR LE PROJET D'AMENAGEMENT PAR INDICATEUR

Nom de l'indicateur	Paramètre mesuré	Sous-fonctions associées											SITE IMPACTE avec impacté envisagé	SITE DE COMPENSATION avec action écologique envisagée	EQUIVALENCE FONCTIONNELLE ?
		Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption et précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Présence de perte fonctionnelle envisagée ?	Présence de gain fonctionnel envisagée ?	Gain ≥ la perte × le ratio fonctionnel ?
Le couvert végétal															
Végétalisation du site	Couvert végétal permanent				■		■	■	■	■				OUI	OUI (1,3 fois la perte)	non
Assimilation N et P	Type de couvert végétal							■		■				OUI	OUI (0,7 fois la perte)	non
Séquestration C	Type de couvert végétal										■			OUI	OUI (0,5 fois la perte)	non
Surface terrière carbone	Aire de section des arbres										■			OUI	OUI (0,7 fois la perte)	non
Surface terrière étiage	Aire de section des arbres					■								non renseigné	non renseigné	non renseigné
Rugosité du couvert végétal	Type de couvert végétal	■	■		■		■	■	■	■				non renseigné	non renseigné	non renseigné
Les systèmes de drainage																
Rareté des rigoles	Rigoles	■	■	■	■	■	■	■	■	■				OUI	non	non
Rareté des fossés	Fossés	■	■	■	■	■	■	■	■	■				OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non
Rareté des fossés profonds	Fossés profonds	■	■	■	■	■	■	■	■	■				OUI	non	non
Rareté des drains souterrains	Drains souterrains	■		■		■	■	■	■	■				non renseigné	non renseigné	non renseigné
L'érosion																
Rareté du ravinement	Ravines				■		■	■	■	■				OUI	non	non
Végétalisation des berges	Couvert végétal permanent rivulaire				■		■	■	■	■				non renseigné	non renseigné	non renseigné
Le sol																
pH neutre	pH									■				OUI	non	non
pH acide-alcalin	pH								■					OUI	non	non
Matière organique incorporée en surface	Épisolum humifère	■			■	■	■	■			■			OUI	non	non
Matière organique enfouie	Horizon humifère enfoui	■				■	■				■			non	non	non
Tourbe en surface	Horizons histiques										■			non	non	non
Tourbe enfouie	Horizons histiques enfouis										■			non	non	non
Texture en surface 1	Texture entre 0 et 30 cm				■									OUI	non	non
Texture en surface 2	Texture entre 0 et 30 cm						■							OUI	non	non
Texture en profondeur	Texture entre 30 et 120 cm						■							OUI	non	non
Conductivité hydraulique en surface	Texture et horizons histiques entre 0 et 30 cm	■		■		■								OUI	non	non
Conductivité hydraulique en profondeur	Texture et horizons histiques entre 30 et 120 cm	■		■		■								OUI	non	non
Engorgement permanent	Traits d'hydromorphie										■			non renseigné	non	non renseigné
Engorgement temporaire	Traits d'hydromorphie						■							non renseigné	non	non renseigné
Les habitats																
Richesse en habitats	Habitats EUNIS niveau 3											■		OUI	OUI (1,6 fois la perte)	non
Équipartition des habitats	Habitats EUNIS niveau 3											■		OUI	OUI (0,7 fois la perte)	non
Habitats hygrophiles	Habitats EUNIS niveau 3											■		OUI	OUI (1,5 fois la perte)	non
Habitats non hygrophiles	Habitats EUNIS niveau 3											■		OUI	non	non
Habitats halophiles	Habitats EUNIS niveau 3											■		OUI	OUI (4,5 fois la perte)	OUI
Habitats non halophiles	Habitats EUNIS niveau 3				■			■				■		OUI	OUI (0,3 fois la perte)	non
Rareté de l'anthropisation de l'habitat	Habitats EUNIS niveau 3											■		OUI	OUI (1,4 fois la perte)	non
Rareté des invasions biologiques végétales	Espèces végétales invasives											■		OUI	OUI (7,8 fois la perte)	OUI
Rareté de la fragmentation	Habitats EUNIS niveau 3											■		OUI	OUI (1,3 fois la perte)	non
Similarité avec le paysage	Habitats EUNIS niveau 1												■	OUI	OUI (0,1 fois la perte)	non

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier.
** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.

BILAN DE L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE SUR LE PROJET D'AMENAGEMENT PAR FONCTION

		SITE IMPACTE avec impacté envisagé	SITE DE COMPENSATION avec action écologique envisagée	EQUIVALENCE FONCTIONNELLE ?
		Présence de perte fonctionnelle envisagée ?	Présence de gain fonctionnel envisagée ?	Gain >= la perte x le ratio fonctionnel ?
FONCTION HYDROLOGIQUE				
	Atténuation du débit de crue*			
	Rugosité du couvert végétal	non renseigné	non renseigné	non renseigné
	Rareté des rigoles	OUI	non	non
	Rareté des fossés	OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non
	Rareté des fossés profonds	OUI	non	non
	Rareté des drains souterrains	non renseigné	non renseigné	non renseigné
	Matière organique incorporée en surface	OUI	non	non
	Matière organique enfouie	non	non	non
	Conductivité hydraulique en surface	OUI	non	non
	Conductivité hydraulique en profondeur	OUI	non	non
	Ralentissement des ruissellements			
	Rugosité du couvert végétal	non renseigné	non renseigné	non renseigné
	Rareté des rigoles	OUI	non	non
	Rareté des fossés	OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non
	Rareté des fossés profonds	OUI	non	non
	Recharge des nappes			
	Rareté des rigoles	OUI	non	non
	Rareté des fossés	OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non
	Rareté des fossés profonds	OUI	non	non
	Rareté des drains souterrains	non renseigné	non renseigné	non renseigné
	Conductivité hydraulique en surface	OUI	non	non
	Conductivité hydraulique en profondeur	OUI	non	non
	Rétention des sédiments			
	Végétalisation du site	OUI	OUI (1,3 fois la perte)	non
	Rugosité du couvert végétal	non renseigné	non renseigné	non renseigné
	Rareté des rigoles	OUI	non	non
	Rareté des fossés	OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non
	Rareté des fossés profonds	OUI	non	non
	Rareté du ravinement	OUI	non	non
	Végétalisation des berges	non renseigné	non renseigné	non renseigné
	Matière organique incorporée en surface	OUI	non	non
	Texture en surface 1	OUI	non	non
	Habitats non halophiles	OUI	OUI (0,3 fois la perte)	non
	Soutien au débit d'étiage**			
	Surface terrière étiage	non renseigné	non renseigné	non renseigné
	Rareté des rigoles	OUI	non	non
	Rareté des fossés	OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non
	Rareté des fossés profonds	OUI	non	non
	Rareté des drains souterrains	non renseigné	non renseigné	non renseigné
	Matière organique incorporée en surface	OUI	non	non
	Matière organique enfouie	non	non	non
	Conductivité hydraulique en surface	OUI	non	non
	Conductivité hydraulique en profondeur	OUI	non	non

* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier.

** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.

		SITE IMPACTE avec impacté envisagé	SITE DE COMPENSATION avec action écologique envisagée	EQUIVALENCE FONCTIONNELLE ?
		Présence de perte fonctionnelle envisagée ?	Présence de gain fonctionnel envisagée ?	Gain >= la perte x le ratio fonctionnel ?
FONCTION BIOGEOCHIMIQUE				
Dénitrification				
Végétalisation du site		OUI	OUI (1,3 fois la perte)	non
Rugosité du couvert végétal		non renseigné	non renseigné	non renseigné
Rareté des rigoles		OUI	non	non
Rareté des fossés		OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non
Rareté des fossés profonds		OUI	non	non
Rareté des drains souterrains		non renseigné	non renseigné	non renseigné
Rareté du ravinement		OUI	non	non
Végétalisation des berges		non renseigné	non renseigné	non renseigné
Matière organique incorporée en surface		OUI	non	non
Matière organique enfouie		non	non	non
Texture en surface 2		OUI	non	non
Texture en profondeur		OUI	non	non
Engorgement temporaire		non renseigné	non	non renseigné
Assimilation végétale de l'azote				
Végétalisation du site		OUI	OUI (1,3 fois la perte)	non
Assimilation N et P		OUI	OUI (0,7 fois la perte)	non
Rugosité du couvert végétal		non renseigné	non renseigné	non renseigné
Rareté des rigoles		OUI	non	non
Rareté des fossés		OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non
Rareté des fossés profonds		OUI	non	non
Rareté des drains souterrains		non renseigné	non renseigné	non renseigné
Rareté du ravinement		OUI	non	non
Végétalisation des berges		non renseigné	non renseigné	non renseigné
Matière organique incorporée en surface		OUI	non	non
Habitats non halophiles		OUI	OUI (0,3 fois la perte)	non
Adsorption et précipitation du phosphore				
Végétalisation du site		OUI	OUI (1,3 fois la perte)	non
Rugosité du couvert végétal		non renseigné	non renseigné	non renseigné
Rareté des rigoles		OUI	non	non
Rareté des fossés		OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non
Rareté des fossés profonds		OUI	non	non
Rareté des drains souterrains		non renseigné	non renseigné	non renseigné
Rareté du ravinement		OUI	non	non
Végétalisation des berges		non renseigné	non renseigné	non renseigné
pH acide-alcalin		OUI	non	non
Assimilation végétale des orthophosphates				
Végétalisation du site		OUI	OUI (1,3 fois la perte)	non
Assimilation N et P		OUI	OUI (0,7 fois la perte)	non
Rugosité du couvert végétal		non renseigné	non renseigné	non renseigné
Rareté des rigoles		OUI	non	non
Rareté des fossés		OUI	OUI (1,1 fois la perte)	non
Rareté des fossés profonds		OUI	non	non
Rareté des drains souterrains		non renseigné	non renseigné	non renseigné
Rareté du ravinement		OUI	non	non
Végétalisation des berges		non renseigné	non renseigné	non renseigné
pH neutre		OUI	non	non
Séquestration du carbone				
Séquestration C		OUI	OUI (0,5 fois la perte)	non
Surface terrière carbone		OUI	OUI (0,7 fois la perte)	non
Matière organique incorporée en surface		OUI	non	non
Matière organique enfouie		non	non	non
Tourbe en surface		non	non	non
Tourbe enfouie		non	non	non
Engorgement permanent		non renseigné	non	non renseigné

		SITE IMPACTE avec impacté envisagé	SITE DE COMPENSATION avec action écologique envisagée	EQUIVALENCE FONCTIONNELLE ?
		Présence de perte fonctionnelle envisagée ?	Présence de gain fonctionnel envisagée ?	Gain >= la perte x le ratio fonctionnel ?
FONCTION D'ACCOMPLISSEMENT DU CYCLE BIOLOGIQUE DES ESPECES				
Support des habitats				
	Richesse en habitats	OUI	OUI (1,6 fois la perte)	non
	Équipartition des habitats	OUI	OUI (0,7 fois la perte)	non
	Habitats hygrophiles	OUI	OUI (1,5 fois la perte)	non
	Habitats non hygrophiles	OUI	non	non
	Habitats halophiles	OUI	OUI (4,5 fois la perte)	OUI
	Habitats non halophiles	OUI	OUI (0,3 fois la perte)	non
	Rareté de l'anthropisation de l'habitat	OUI	OUI (1,4 fois la perte)	non
	Rareté des invasions biologiques végétales	OUI	OUI (7,8 fois la perte)	OUI
	Rareté de la fragmentation	OUI	OUI (1,3 fois la perte)	non
Connexion des habitats				
	Similarité avec le paysage	OUI	OUI (0,1 fois la perte)	non

4. Après l'évaluation des sites et l'octroi d'un ratio fonctionnel, il est possible de comprendre dans le détail le bilan fonctionnel avec les indicateurs détaillés

Date de création du tableur V2.0 : 30/09/2023. Date de révision : néant.

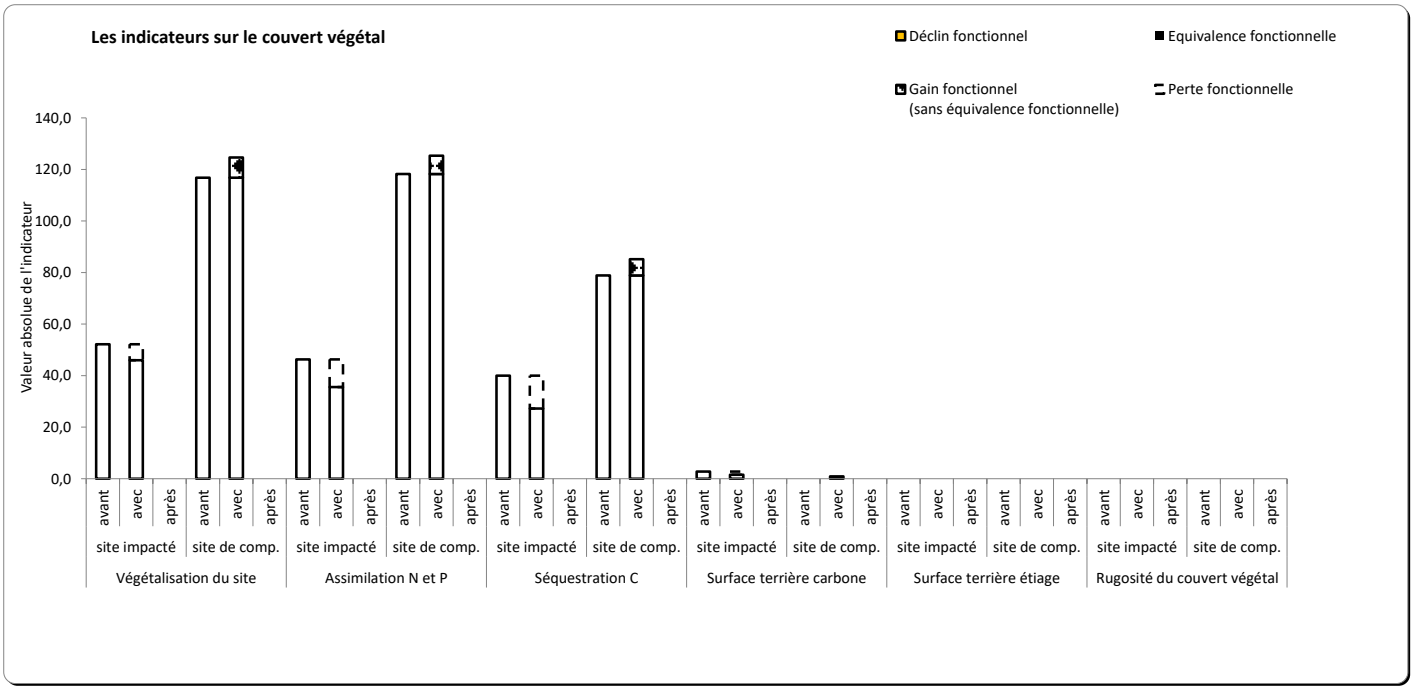
IMPORTANT

Toute restitution du résultat d'une évaluation s'accompagne impérativement de l'onglet jaune (EVAL) et des 6 onglets bleus du présent tableur sous formats XLSX et PDF + les couches SIG des sites + les photos d'habitats et de profils pédologiques.

REPRESENTATION DE L'EQUIVALENCE FONCTIONNELLE PAR INDICATEUR

Ratio fonctionnel octroyé → **1,6 /1**

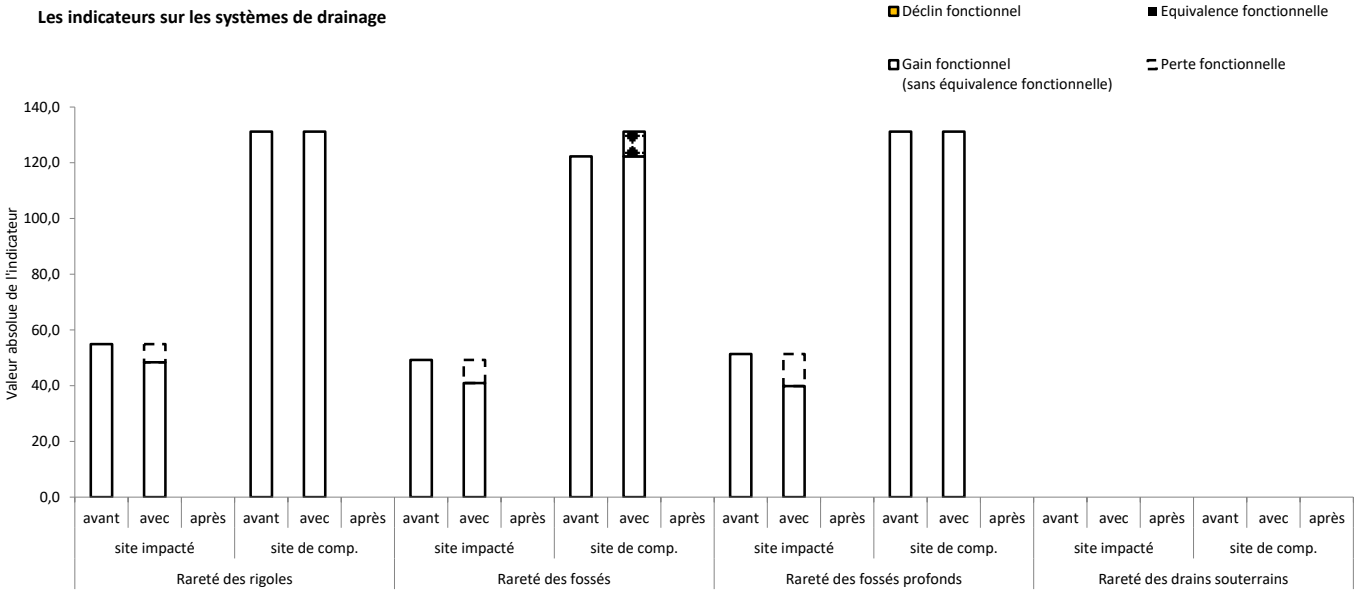
Le ratio fonctionnel automatisé issu de l'interface était de 1,6/1.
Le ratio fonctionnel de 1,6/1 provient de la qualification de la mesure de comp. écol. par les parties prenantes.
Assurez vous d'avoir vérifié sa pertinence dans l'onglet DIMENSIONNER.

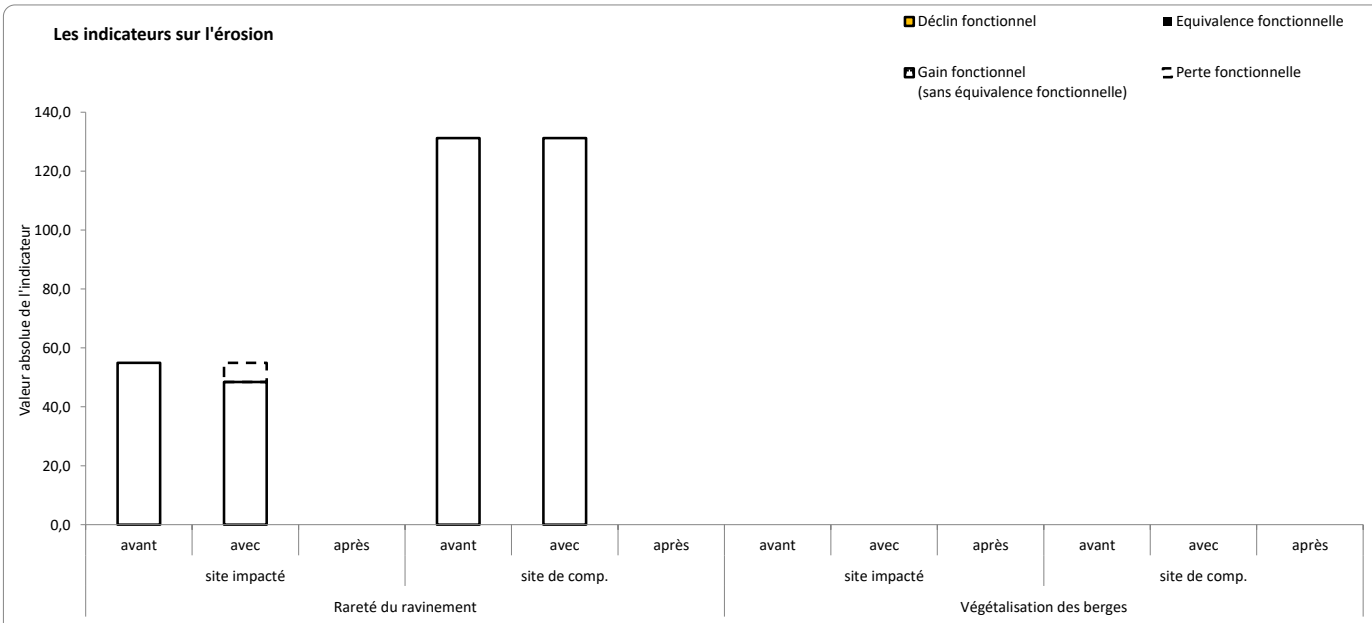


Valeur absolue des indicateurs = valeur relative de l'indicateur [0-1] × la superficie du site en ha.

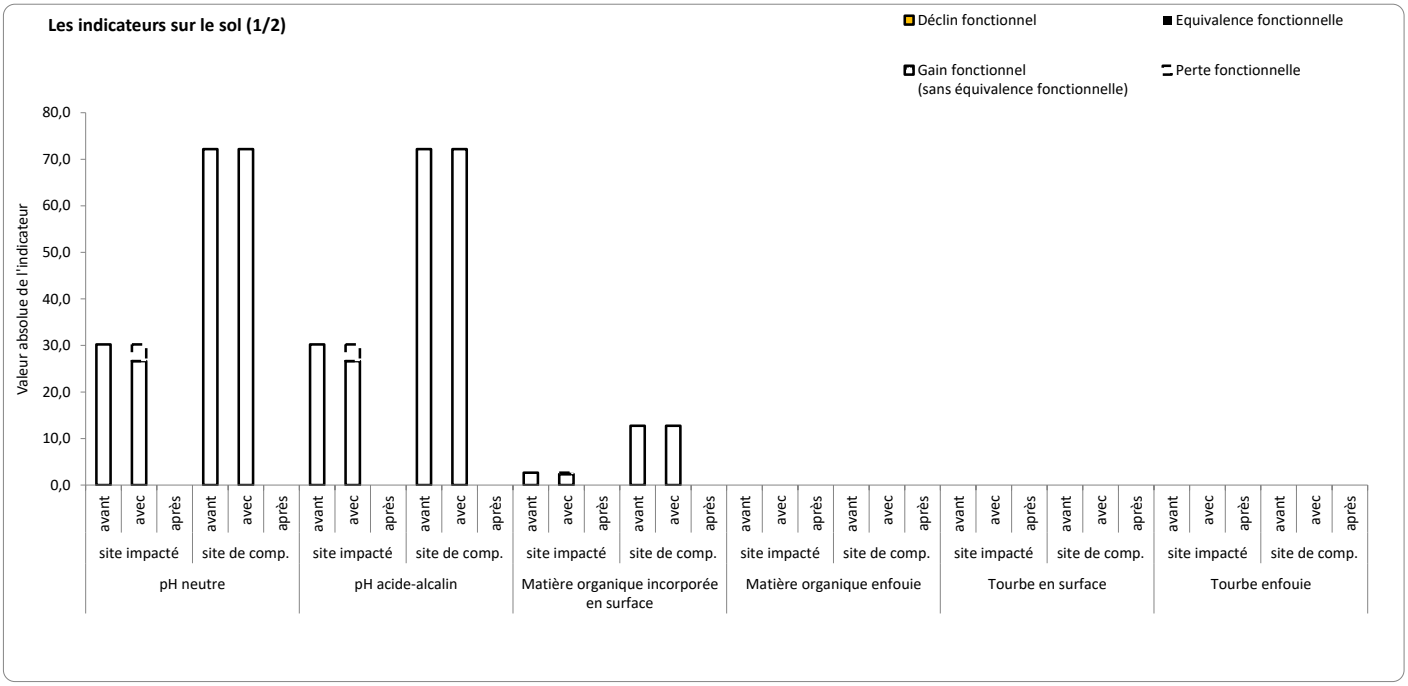
Sur le site impacté : la **perte fonctionnelle** indique une baisse de l'intensité de la fonction après l'impact.

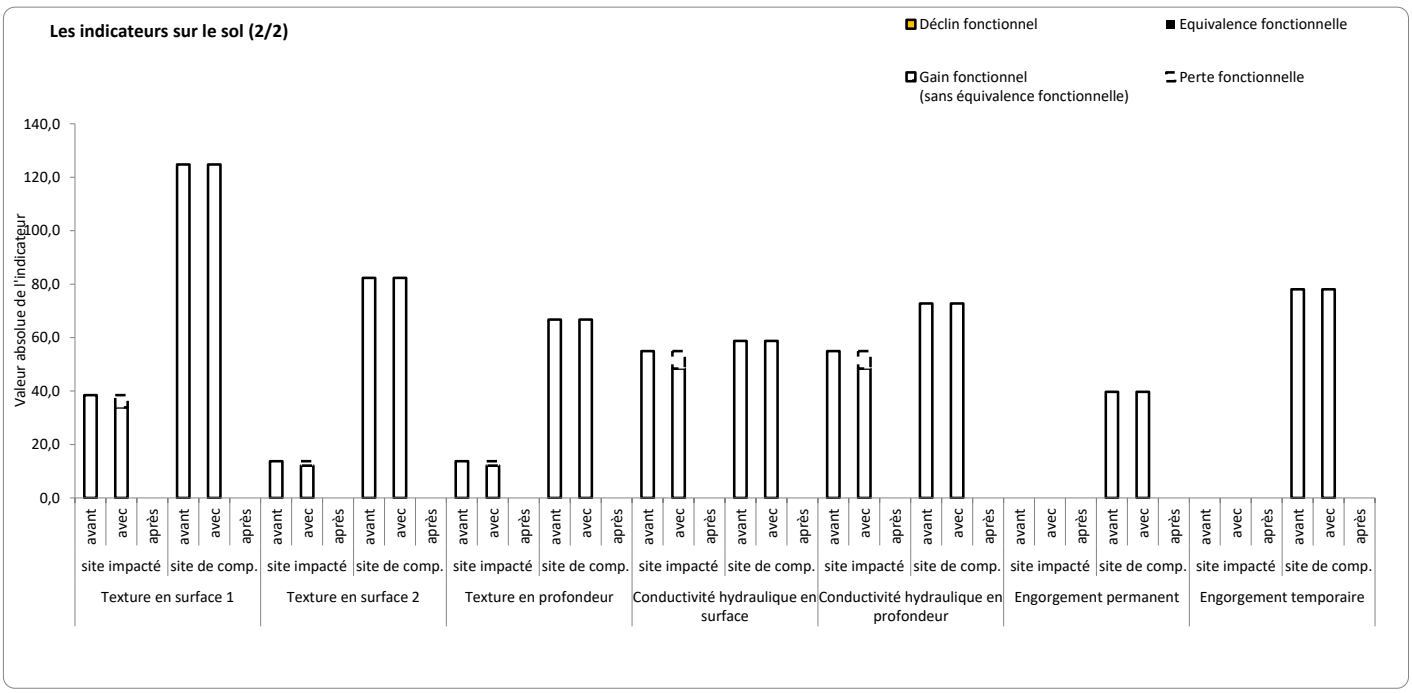
Sur le site de compensation : le **gain fonctionnel** indique une hausse de l'intensité de la fonction après l'action écologique.
Il y a alors **équivalence fonctionnelle** si le gain fonctionnel ≥ ratio fonctionnel × la perte fonctionnelle sur le site impacté.
Le **déclin fonctionnel** indique une baisse de l'intensité de la fonction après l'action écologique.

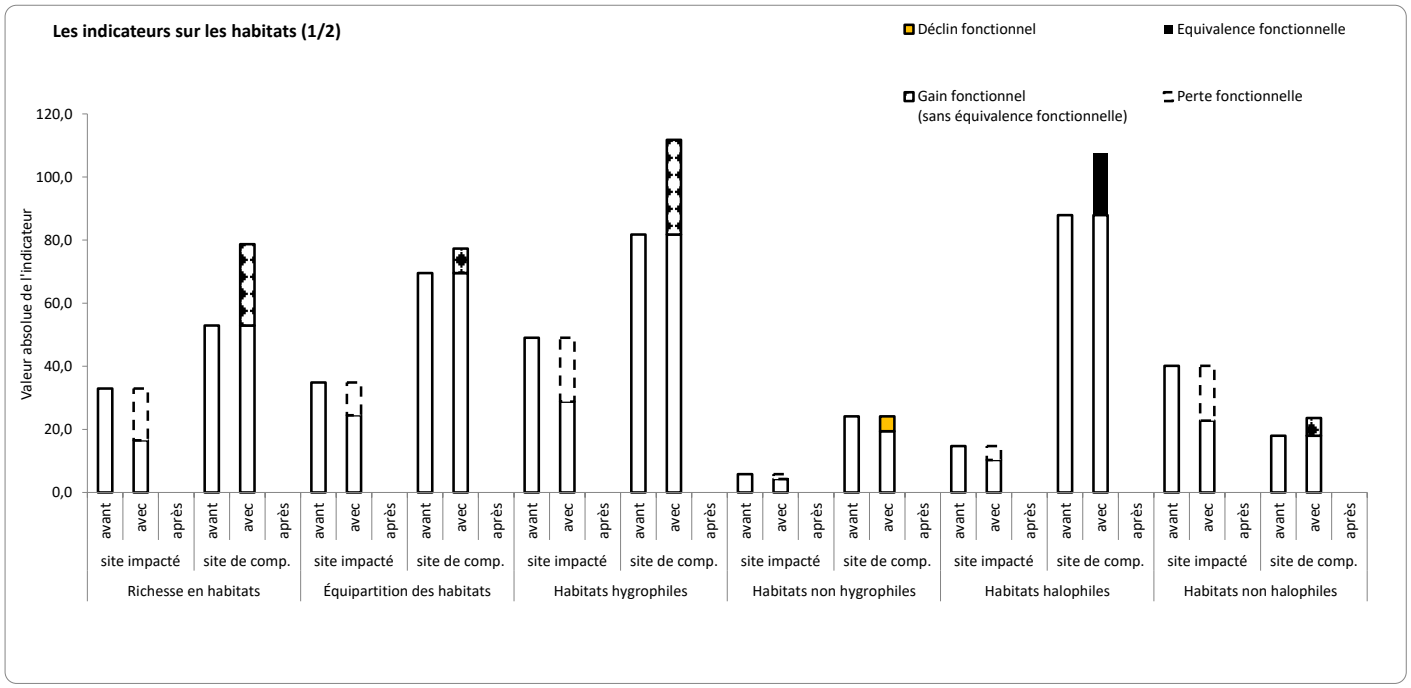


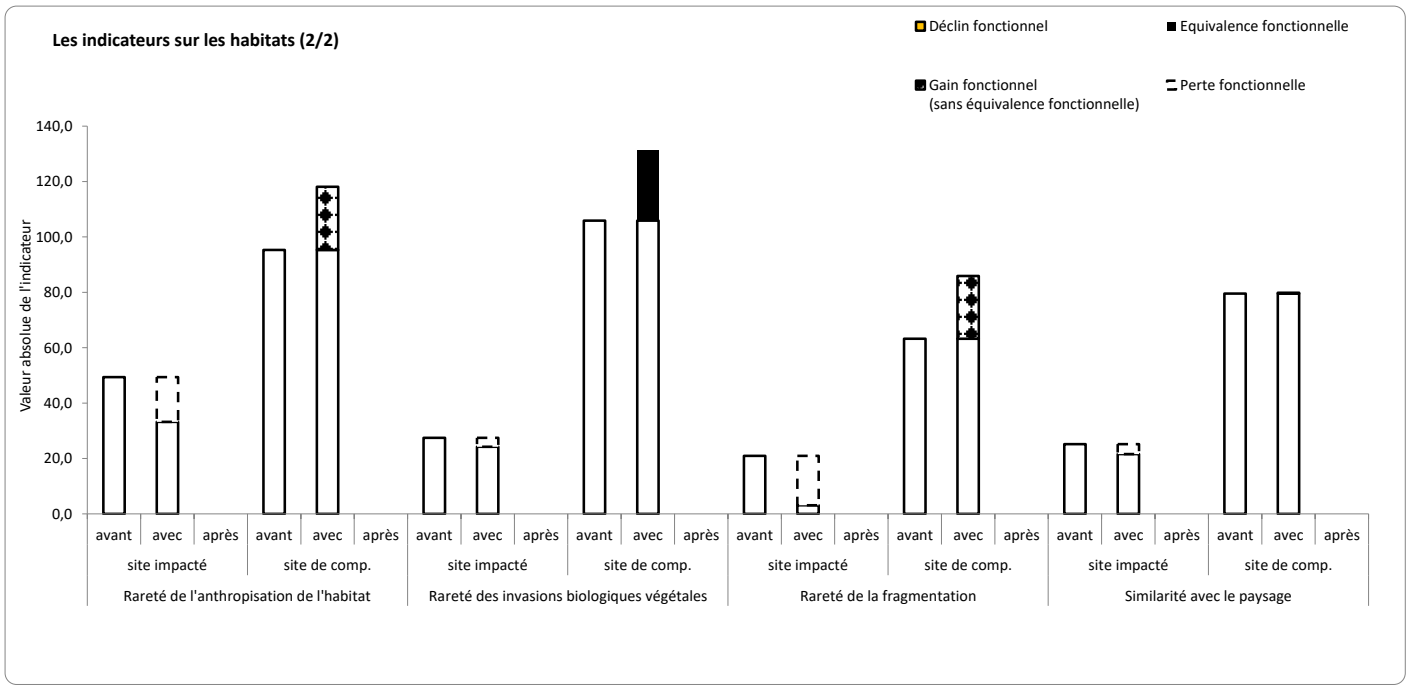


Note : la valeur absolue de l'indicateur "végétalisation des berges" est obtenue en multipliant sa valeur relative [0-1] par le linéaire de berges dans le site en km.


Les indicateurs sur le sol (1/2)
Déclin fonctionnel
Equivalence fonctionnelle
Gain fonctionnel (sans équivalence fonctionnelle)
Perte fonctionnelle
Valeur absolue de l'indicateur
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
avant
avec
après
site impacté
site de comp.
pH neutre
pH acide-alcalin
Matière organique incorporée en surface
Matière organique enfouie
Tourbe en surface
Tourbe enfouie


Les indicateurs sur le sol (2/2)
Déclin fonctionnel
Equivalence fonctionnelle
Gain fonctionnel (sans équivalence fonctionnelle)
Perte fonctionnelle
Valeur absolue de l'indicateur
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
avant
avec
après
site impacté
site de comp.
Texture en surface 1
Texture en surface 2
Texture en profondeur
Conductivité hydraulique en surface
Conductivité hydraulique en profondeur
Engorgement permanent
Engorgement temporaire


Les indicateurs sur les habitats (1/2)
Déclin fonctionnel
Equivalence fonctionnelle
Gain fonctionnel (sans équivalence fonctionnelle)
Perte fonctionnelle
Valeur absolue de l'indicateur
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
avant
avec
après
site impacté
site de comp.
Richesse en habitats
Équipartition des habitats
Habitats hygrophiles
Habitats non hygrophiles
Habitats halophiles
Habitats non halophiles


Les indicateurs sur les habitats (2/2)
Déclin fonctionnel
Equivalence fonctionnelle
Gain fonctionnel (sans équivalence fonctionnelle)
Perte fonctionnelle
Valeur absolue de l'indicateur
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
avant
avec
après
site impacté
site de comp.
Rareté de l'anthropisation de l'habitat
Rareté des invasions biologiques végétales
Rareté de la fragmentation
Similarité avec le paysage

4. Après l'évaluation des sites et l'octroi d'un ratio fonctionnel, il est possible de comprendre dans le détail le bilan fonctionnel avec les indicateurs détaillés

Date de création du tableur V2.0 : 30/09/2023. Date de révision : néant.



Toute restitution du résultat d'une évaluation s'accompagne impérativement de l'onglet jaune (EVAL) et des 6 onglets bleus du présent tableur sous formats XLSX et PDF + les couches SIG des sites + les photos d'habitats et de profils pédologiques.

TABLEAU DE BORD DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS LE SITE



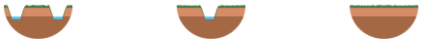
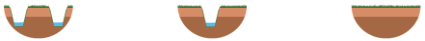
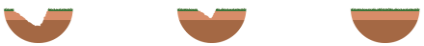
Indiquez par un "X", si vous affichez les indicateurs :

[X] dans le site impacté

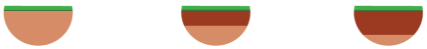
[ ] dans le site de compensation

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site impacté Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Le couvert végétal																
Végétalisation du site	34	*Un couvert végétal permanent capte, stabilise les sédiments et réduit le lessivage des nutriments.*				■		■	■	■	■				Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Couvert vég. permanent très important (95 %). Couvert vég. permanent très important (95 %).
Assimilation N et P	46	*Les couverts herbacés avec des pratiques agricoles, arbustifs ou arborés assimilent plus de nutriments que les couverts clairsemés, muscinaux ou herbacés sans pratique agricole.*							■		■				Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Couvert surtout herbacé avec export de biomasse et/ou Couverts intermédiaires.
Séquestration C	46	*Un couvert ligneux et une biomasse végétale importante stockent plus de carbone. Les pratiques agricoles stimulent cette fonction dans un couvert herbacé.*										■			Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Couverts intermédiaires. Couverts intermédiaires.
Surface terrière carbone	49	*Une surface de section des arbres (m^2/ha) importante indique une meilleure séquestration du carbone.*										■			Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Surface de section des arbres très faible. Surface de section des arbres très faible.
Surface terrière étiage	49	*Une surface de section des arbres (m^2/ha) faible en plateau, source et suintement et dépression limite l'évapotranspiration, ce qui favorise le soutien du débit d'étiage en aval.*					■								Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Non renseigné. Site ni en plateau, dépression ou source Non renseigné. Site ni en plateau, dépression ou source
Rugosité du couvert végétal	46	*Un couvert arboré ralentit plus les écoulements, retient plus de sédiments et de nutriments que les couverts arbustifs ; herbacés, clairsemés ou les zones à nu.* *spécifique aux sites alluviaux ou estuariens*	■	■		■		■	■	■	■				Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Non renseigné. Site ni alluvial, ni estuarien. Non renseigné. Site ni alluvial, ni estuarien.

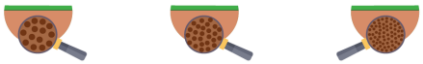
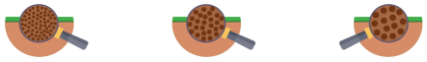
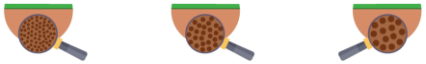
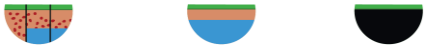
Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur : - Valeur faible de l'indicateur (fonction réduite) … + Valeur élevée de l'indicateur (fonction importante)	Sous-fonctions associées : Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site impacté : Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Les systèmes de drainage																
Rareté des rigoles	52	*L'absence de rigoles, de fossés et de fossés profonds accroît le temps de séjour des eaux, réduit les flux hydrosédimentaires et de nutriments vers l'aval et la décharge des nappes.* 													Avant impact	Absence de rigoles.
															Avec impact envisagé	Absence de rigoles.
															Après impact	
Rareté des fossés	52	*L'absence de fossés accroît le temps de séjour des eaux, réduit les flux hydrosédimentaires et de nutriments vers l'aval et la décharge des nappes.* 													Avant impact	Densité de fossés très réduite (29 m/ha).
															Avec impact envisagé	Densité de fossés très réduite (43 m/ha).
															Après impact	
Rareté des fossés profonds	52	*L'absence de fossés profonds accroît le temps de séjour des eaux, réduit les flux hydrosédimentaires et de nutriments vers l'aval et la décharge des nappes.* 													Avant impact	Densité de fossés profonds très réduite (9 m/ha).
															Avec impact envisagé	Densité de fossés profonds très réduite (25 m/ha).
															Après impact	
Rareté des drains souterrains	53	*L'absence de drains souterrains accroît le temps de séjour des eaux, réduit le lessivage de nutriments et la décharge des nappes.* 													Avant impact	Non renseigné, présence de drains sout. inconnue
															Avec impact envisagé	Non renseigné, présence de drains sout. inconnue
															Après impact	
L'érosion																
Rareté du ravinement	54	*L'absence de ravines réduit l'évacuation des sédiments et le lessivage de nutriments vers l'aval.* 													Avant impact	Absence de ravinement.
															Avec impact envisagé	Absence de ravinement.
															Après impact	
Végétalisation des berges	58	*La stabilisation des berges par un couvert végétal limite l'évacuation des sédiments et le lessivage de nutriments vers l'aval.*  *spécifique aux sites alluviaux ou estuariens*													Avant impact	Non renseigné. Site ni alluvial, ni estuarien.
															Avec impact envisagé	Non renseigné. Site ni alluvial, ni estuarien.
															Après impact	

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site impacté Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Le sol																
pH neutre	44	*Un pH [6-7] favorise l'assimilation végétale du phosphore, car cet élément est alors plus disponible pour la végétation dans le sol.* 													Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Sol généralement assez acide ou assez basique. Sol généralement assez acide ou assez basique.
pH acide-alcalin	44	*Un pH acide ou basique favorise la fixation du phosphore dans le sol.* 													Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Sol généralement assez acide ou assez basique. Sol généralement assez acide ou assez basique.
Matière organique incorporée en surface	44	*Un épisolum humifère épais (matière organique) fixe les sédiments, favorise la rétention de l'eau, fournit du carbone pour dénitrifier et indique la séquestration de carbone.* 													Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Episolum humifère très mince (moy.=5 cm). Episolum humifère très mince (moy.=5 cm).
Matière organique enfouie	44	*Un épisolum humifère enfoui épais (matière organique) favorise la rétention de l'eau, fournit du carbone pour dénitrifier et indique la séquestration de carbone.* 													Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Absence d'horizon humifère enfoui. Absence d'horizon humifère enfoui.

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site impacté Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Tourbe en surface	44	*Une tourbe (horizon histique) épaisse et peu décomposée indique une décomposition faible de la matière organique, favorable à la séquestration du carbone.* 													Avant impact	Absence d'horizon histique (tourbe).
															Avec impact envisagé	Absence d'horizon histique (tourbe).
															Après impact	
Tourbe enfouie	44	*Une tourbe enfouie (horizon histique) épaisse et peu décomposée indique une décomposition faible de la matière organique, favorable à la séquestration du carbone.* 													Avant impact	Absence d'horizon histique (tourbe).
															Avec impact envisagé	Absence d'horizon histique (tourbe).
															Après impact	
Texture en surface 1	44	*En surface [0-30 cm], les textures fines (argileuses) ou grossières (sableuses) sont plus cohésives ou plus lourdes que les limons ; et donc moins sensibles à l'érosion.* 													Avant impact	Granulométrie intermédiaire.
															Avec impact envisagé	Granulométrie intermédiaire.
															Après impact	
Texture en surface 2	44	*En surface [0-30 cm], une texture fine (argileuse) offre plus de surfaces de contact entre particules pour les organismes qui dénitrifient, ce qui favorise cette fonction.* 													Avant impact	Granulomètrie intermédiaire.
															Avec impact envisagé	Granulomètrie intermédiaire.
															Après impact	

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site impacté Valeur de l'indicateur [0-1]		Commentaire
Texture en profondeur	44	*En profondeur]30-120 cm], une texture fine (argileuse) offre plus de surfaces de contact entre particules pour les organismes qui dénitrifient, ce qui favorise cette fonction.* 						■							Avant impact Avec impact envisagé Après impact	■	Granulomètrie intermédiaire. Granulomètrie intermédiaire.
Conductivité hydraulique en surface	44	*En surface [0-30 cm], une texture grossière (sableuse) favorise une infiltration plus efficace des écoulements.* 	■		■		■								Avant impact Avec impact envisagé Après impact	■ ■	Très forte conductivité hydraulique en surface. Très forte conductivité hydraulique en surface.
Conductivité hydraulique en profondeur	44	*En profondeur]30-120 cm], une texture grossière (sableuse) favorise une infiltration plus efficace des écoulements.* 	■		■		■								Avant impact Avec impact envisagé Après impact	■ ■	Très forte conductivité hydraulique en profondeur. Très forte conductivité hydraulique en profondeur.
Engorgement permanent	44	*Un engorgement permanent en surface défavorise la dénitrification mais favorise la séquestration du carbone.* 									■				Avant impact Avec impact envisagé Après impact		Indicateur non calculé pour ce sol. Indicateur non calculé pour ce sol.
Engorgement temporaire	44	*Un engorgement temporaire en surface favorise la dénitrification.* 						■							Avant impact Avec impact envisagé Après impact		Indicateur non calculé pour ce sol. Indicateur non calculé pour ce sol.

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur : - Valeur faible de l'indicateur (fonction réduite) / + Valeur élevée de l'indicateur (fonction importante)	Sous-fonctions associées : Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site impacté : Valeur de l'indicateur [0-1]		Commentaire
Les habitats																	
Richesse en habitats	25, 27, 29, 47, 48	*Un grand nombre d'habitats indique des conditions favorables à l'accueil d'une faune et d'une flore variée.* 											■		Avant impact		Nombre d'habitats nat. élevé.
															Avec impact envisagé		Nomb. d'habitats nat. assez élevé.
															Après impact		
Équipartition des habitats	25, 27, 29, 47, 48	*Une répartition équilibrée des habitats indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à chacun.* 											■		Avant impact		Répartition des habitats nat. équilibrée.
															Avec impact envisagé		Répartition des habitats nat. assez équilibrée.
															Après impact		
Habitats hygrophiles	25, 27, 29, 48	*Une forte emprise d'habitats hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de longues périodes.* 											■		Avant impact		Emprise d'habitats hygrophiles très importante (89 %).
															Avec impact envisagé		Emprise d'habitats hygrophiles assez importante (60 %).
															Après impact		
Habitats non hygrophiles	25, 27, 29, 48	*Une forte emprise d'habitats non hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de courtes périodes.* 											■		Avant impact		Emprise d'habitats non hygrophiles très réduite (11 %).
															Avec impact envisagé		Emprise d'habitats non hygrophiles très réduite (9 %).
															Après impact		
Habitats halophiles	25, 27, 29	*Une forte emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides salées ou saumâtres.*  *spécifique aux sites est., côtiers, de pannes dunaires ou péri-lag.*											■		Avant impact		Emprise d'habitats halophiles assez réduite (27 %).
															Avec impact envisagé		Emprise d'habitats halophiles assez réduite (21 %).
															Après impact		
Habitats non halophiles	25, 27, 29	*Une faible emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à l'assimilation végétale de l'azote, à la rétention des sédiments et à la faune et la flore inféodées aux zones humides ni salées ni saumâtres.*  *spécifique aux sites est., côtiers, de pannes dunaires ou péri-lag.*				■		■					■		Avant impact		Emprise d'habitats non halophiles importante (73 %).
															Avec impact envisagé		Emprise d'habitats non halophiles assez importante (47
															Après impact		

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur	Sous-fonctions associées											Dans le site impacté		
		- Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) ; + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Rareté de l'anthropisation de l'habitat	25, 27, 29, 47, 48	*L'absence d' activités anthropiques intensives favorise l'accueil de la faune et de la flore.* 											■		Avant impact	Emprise d'hab. nat. très forte.
															Avec impact envisagé	Emprise d'hab. nat. forte.
															Après impact	
Rareté des invasions biologiques végétales	25, 27, 29	*Une faible emprise d'espèces végétales associées à des invasions biologiques favorise l'accueil de la faune et de la flore autochtones.* 											■		Avant impact	Emprise d'esp. inv. vég. assez élevée.
															Avec impact envisagé	Emprise d'esp. inv. vég. assez élevée.
															Après impact	
Rareté de la fragmentation	59	*La faible fragmentation d'un habitat indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à celui-ci.* 											■		Avant impact	Forte fragmentation (546,1 m/ha).
															Avec impact envisagé	Très forte fragmentation (826,1 m/ha).
															Après impact	
Similarité avec le paysage	17, 25, 27, 29	*Une forte ressemblance entre les milieux dans le site et dans le paysage favorise les connexions entre habitats.* 												■	Avant impact	Habitats assez similaires du paysage.
															Avec impact envisagé	Habitats assez similaires du paysage.
															Après impact	

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier.
** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.

4. Après l'évaluation des sites et l'octroi d'un ratio fonctionnel, il est possible de comprendre dans le détail le bilan fonctionnel avec les indicateurs détaillés

Date de création du tableur V2.0 : 30/09/2023. Date de révision : néant.



Toute restitution du résultat d'une évaluation s'accompagne impérativement de l'onglet jaune (EVAL) et des 6 onglets bleus du présent tableur sous formats XLSX et PDF + les couches SIG des sites + les photos d'habitats et de profils pédologiques.

TABLEAU DE BORD DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS LE SITE



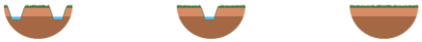
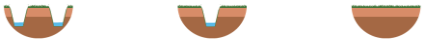
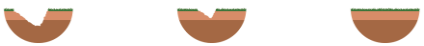
Indiquez par un "X", si vous affichez les indicateurs :

[ ] dans le site impacté

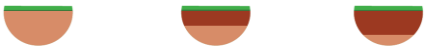
[X] dans le site de compensation

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées: Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site de compensation Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Le couvert végétal																
Végétalisation du site	34	*Un couvert végétal permanent capte, stabilise les sédiments et réduit le lessivage des nutriments.* 				■		■	■	■	■				Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Couvert vég. permanent très important (89 %). Couvert vég. permanent très important (95 %).
Assimilation N et P	46	*Les couverts herbacés avec des pratiques agricoles, arbustifs ou arborés assimilent plus de nutriments que les couverts clairsemés, muscinaux ou herbacés sans pratique agricole.* 							■		■				Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Couvert surtout herbacé avec export de biomasse et/ou Couvert surtout herbacé avec export de biomasse et/ou
Séquestration C	46	*Un couvert ligneux et une biomasse végétale importante stockent plus de carbone. Les pratiques agricoles stimulent cette fonction dans un couvert herbacé.* 										■			Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Couverts intermédiaires. Couverts intermédiaires.
Surface terrière carbone	49	*Une surface de section des arbres (m^2/ha) importante indique une meilleure séquestration du carbone.* 										■			Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Surface de section des arbres très faible. Surface de section des arbres très faible.
Surface terrière étiage	49	*Une surface de section des arbres (m^2/ha) faible en plateau, source et suintement et dépression limite l'évapotranspiration, ce qui favorise le soutien du débit d'étiage en aval.* 					■								Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Non renseigné. Site ni en plateau, dépression ou source Non renseigné. Site ni en plateau, dépression ou source
Rugosité du couvert végétal	46	*Un couvert arboré ralentit plus les écoulements, retient plus de sédiments et de nutriments que les couverts arbustifs ; herbacés, clairsemés ou les zones à nu.*  *spécifique aux sites alluviaux ou estuariens*	■	■		■		■	■	■	■				Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Non renseigné. Site ni alluvial, ni estuarien. Non renseigné. Site ni alluvial, ni estuarien.

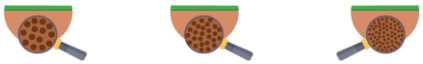
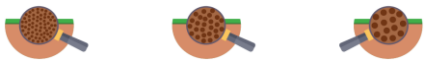
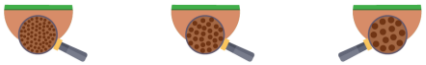
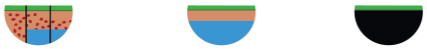
Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site de compensation Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Les systèmes de drainage																
Rareté des rigoles	52	*L'absence de rigoles, de fossés et de fossés profonds accroît le temps de séjour des eaux, réduit les flux hydrosédimentaires et de nutriments vers l'aval et la décharge des nappes.* 													Avant action écologique	Absence de rigoles.
															Avec act. écol. envisagée	Absence de rigoles.
															Après action écologique	
Rareté des fossés	52	*L'absence de fossés accroît le temps de séjour des eaux, réduit les flux hydrosédimentaires et de nutriments vers l'aval et la décharge des nappes.* 													Avant action écologique	Densité de fossés très réduite (19 m/ha).
															Avec act. écol. envisagée	Absence de fossés.
															Après action écologique	
Rareté des fossés profonds	52	*L'absence de fossés profonds accroît le temps de séjour des eaux, réduit les flux hydrosédimentaires et de nutriments vers l'aval et la décharge des nappes.* 													Avant action écologique	Absence de fossés profonds.
															Avec act. écol. envisagée	Absence de fossés profonds.
															Après action écologique	
Rareté des drains souterrains	53	*L'absence de drains souterrains accroît le temps de séjour des eaux, réduit le lessivage de nutriments et la décharge des nappes.* 													Avant action écologique	Non renseigné, présence de drains sout. inconnue.
															Avec act. écol. envisagée	Non renseigné, présence de drains sout. inconnue
															Après action écologique	
L'érosion																
Rareté du ravinement	54	*L'absence de ravines réduit l'évacuation des sédiments et le lessivage de nutriments vers l'aval.* 													Avant action écologique	Absence de ravinement.
															Avec act. écol. envisagée	Absence de ravinement.
															Après action écologique	
Végétalisation des berges	58	*La stabilisation des berges par un couvert végétal limite l'évacuation des sédiments et le lessivage de nutriments vers l'aval.*  *spécifique aux sites alluviaux ou estuariens*													Avant action écologique	Non renseigné. Site ni alluvial, ni estuarien.
															Avec act. écol. envisagée	Non renseigné. Site ni alluvial, ni estuarien.
															Après action écologique	

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site de compensation Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Le sol																
pH neutre	44	*Un pH [6-7] favorise l'assimilation végétale du phosphore, car cet élément est alors plus disponible pour la végétation dans le sol.* 									■			Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Sol généralement assez acide ou assez basique. Sol généralement assez acide ou assez basique.
pH acide-alcalin	44	*Un pH acide ou basique favorise la fixation du phosphore dans le sol.* 								■				Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Sol généralement assez acide ou assez basique. Sol généralement assez acide ou assez basique.
Matière organique incorporée en surface	44	*Un épisolum humifère épais (matière organique) fixe les sédiments, favorise la rétention de l'eau, fournit du carbone pour dénitrifier et indique la séquestration de carbone.* 	■			■	■	■	■			■			Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Episolum humifère très mince (moy.=10 cm). Episolum humifère très mince (moy.=10 cm).
Matière organique enfouie	44	*Un épisolum humifère enfoui épais (matière organique) favorise la rétention de l'eau, fournit du carbone pour dénitrifier et indique la séquestration de carbone.* 	■				■	■				■			Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Absence d'horizon humifère enfoui. Absence d'horizon humifère enfoui.

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - → + Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) — Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site de compensation Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Tourbe en surface	44	*Une tourbe (horizon histique) épaisse et peu décomposée indique une décomposition faible de la matière organique, favorable à la séquestration du carbone.* 										■			Avant action écologique	Absence d'horizon histique (tourbe).
															Avec act. écol. envisagée	Absence d'horizon histique (tourbe).
															Après action écologique	
Tourbe enfouie	44	*Une tourbe enfouie (horizon histique) épaisse et peu décomposée indique une décomposition faible de la matière organique, favorable à la séquestration du carbone.* 										■			Avant action écologique	Absence d'horizon histique (tourbe).
															Avec act. écol. envisagée	Absence d'horizon histique (tourbe).
															Après action écologique	
Texture en surface 1	44	*En surface [0-30 cm], les textures fines (argileuses) ou grossières (sableuses) sont plus cohésives ou plus lourdes que les limons ; et donc moins sensibles à l'érosion.* 				■									Avant action écologique	Granulométrie très grossière et/ou très fine.
															Avec act. écol. envisagée	Granulométrie très grossière et/ou très fine.
															Après action écologique	
Texture en surface 2	44	*En surface [0-30 cm], une texture fine (argileuse) offre plus de surfaces de contact entre particules pour les organismes qui dénitrifient, ce qui favorise cette fonction.* 						■							Avant action écologique	Granulométrie intermédiaire.
															Avec act. écol. envisagée	Granulométrie intermédiaire.
															Après action écologique	

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - → + Valeur faible de l'indicateur *fonction réduite* Valeur élevée de l'indicateur *fonction importante*	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site de compensation Valeur de l'indicateur [0-1]		Commentaire
Texture en profondeur	44	*En profondeur]30-120 cm], une texture fine (argileuse) offre plus de surfaces de contact entre particules pour les organismes qui dénitrifient, ce qui favorise cette fonction.* 						■							Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	 	Granulométrie intermédiaire. Granulométrie intermédiaire.
Conductivité hydraulique en surface	44	*En surface [0-30 cm], une texture grossière (sableuse) favorise une infiltration plus efficace des écoulements.* 	■		■		■								Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	 	Assez faible conductivité hydraulique en surface. Assez faible conductivité hydraulique en surface.
Conductivité hydraulique en profondeur	44	*En profondeur]30-120 cm], une texture grossière (sableuse) favorise une infiltration plus efficace des écoulements.* 	■		■		■								Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	 	Assez faible conductivité hydraulique en profondeur. Assez faible conductivité hydraulique en profondeur.
Engorgement permanent	44	*Un engorgement permanent en surface défavorise la dénitrification mais favorise la séquestration du carbone.* 									■				Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	 	Engorgement permanent peu fréquent. Engorgement permanent peu fréquent.
Engorgement temporaire	44	*Un engorgement temporaire en surface favorise la dénitrification.* 						■							Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	 	Engorgement temporaire assez fréquent. Engorgement temporaire assez fréquent.

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur : - Valeur faible de l'indicateur (fonction réduite) / + Valeur élevée de l'indicateur (fonction importante)	Sous-fonctions associées : Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans le site de compensation : Valeur de l'indicateur [0-1]		Commentaire
Les habitats																	
Richesse en habitats	25, 27, 29, 47, 48	*Un grand nombre d'habitats indique des conditions favorables à l'accueil d'une faune et d'une flore variée.* 											■		Avant action écologique		Nombre d'habitats nat. élevé.
															Avec act. écol. envisagée		Nombre d'habitats nat. élevé.
															Après action écologique		
Équipartition des habitats	25, 27, 29, 47, 48	*Une répartition équilibrée des habitats indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à chacun.* 											■		Avant action écologique		Répartition des habitats nat. assez équilibrée.
															Avec act. écol. envisagée		Répartition des habitats nat. assez équilibrée.
															Après action écologique		
Habitats hygrophiles	25, 27, 29, 48	*Une forte emprise d'habitats hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de longues périodes.* 											■		Avant action écologique		Emprise d'habitats hygrophiles importante (62 %).
															Avec act. écol. envisagée		Emprise d'habitats hygrophiles très importante (85 %).
															Après action écologique		
Habitats non hygrophiles	25, 27, 29, 48	*Une forte emprise d'habitats non hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de courtes périodes.* 											■		Avant action écologique		Emprise d'habitats non hygrophiles très réduite (18 %).
															Avec act. écol. envisagée		Emprise d'habitats non hygrophiles très réduite (15 %).
															Après action écologique		
Habitats halophiles	25, 27, 29	*Une forte emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides salées ou saumâtres.*  *spécifique aux sites est., côtiers, de pannes dunaires ou péri-lag.*											■		Avant action écologique		Emprise d'habitats halophiles importante (67 %).
															Avec act. écol. envisagée		Emprise d'habitats halophiles très importante (82 %).
															Après action écologique		
Habitats non halophiles	25, 27, 29	*Une faible emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à l'assimilation végétale de l'azote, à la rétention des sédiments et à la faune et la flore inféodées aux zones humides ni salées ni saumâtres.*  *spécifique aux sites est., côtiers, de pannes dunaires ou péri-lag.*				■			■					■		Avant action écologique		Emprise d'habitats non halophiles très réduite (14 %).
															Avec act. écol. envisagée		Emprise d'habitats non halophiles très réduite (18 %).
															Après action écologique		

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur	Sous-fonctions associées												Dans le site de compensation		
		- Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) ; + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Valeur de l'indicateur [0-1]		Commentaire
Rareté de l'anthropisation de l'habitat	25, 27, 29, 47, 48	*L'absence d' activités anthropiques intensives favorise l'accueil de la faune et de la flore.* 											■		Avant action écologique	[redacted]	Emprise d'hab. nat. forte.
															Avec act. écol. envisagée	[redacted]	Emprise d'hab. nat. très forte.
															Après action écologique		
Rareté des invasions biologiques végétales	25, 27, 29	*Une faible emprise d'espèces végétales associées à des invasions biologiques favorise l'accueil de la faune et de la flore autochtones.* 											■		Avant action écologique	[redacted]	Emprise d'esp. inv. vég. très réduite.
															Avec act. écol. envisagée	[redacted]	Absence d'esp. vég. inv.
															Après action écologique		
Rareté de la fragmentation	59	*La faible fragmentation d'un habitat indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à celui-ci.* 											■		Avant action écologique	[redacted]	Assez forte fragmentation (457,3 m/ha).
															Avec act. écol. envisagée	[redacted]	Faible fragmentation (304,9 m/ha).
															Après action écologique		
Similarité avec le paysage	17, 25, 27, 29	*Une forte ressemblance entre les milieux dans le site et dans le paysage favorise les connexions entre habitats.* 												■	Avant action écologique	[redacted]	Habitats similaires au paysage.
															Avec act. écol. envisagée	[redacted]	Habitats similaires au paysage.
															Après action écologique		

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier.
** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.

4. Après l'évaluation des sites et l'octroi d'un ratio fonctionnel, il est possible de comprendre dans le détail le bilan fonctionnel avec les indicateurs détaillés

Date de création du tableur V2.0 : 30/09/2023. Date de révision : néant.

IMPORTANT

Toute restitution du résultat d'une évaluation s'accompagne impérativement de l'onglet jaune (EVAL) et des 6 onglets bleus du présent tableur sous formats XLSX et PDF + les couches SIG des sites + les photos d'habitats et de profils pédologiques.

TABLEAU DE BORD DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS L'ENVIRONNEMENT DU SITE

Indiquez par un "X", si vous affichez les indicateurs :

[X] dans l'environnement du site impacté

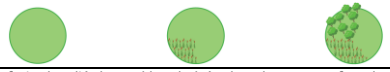
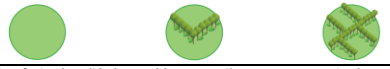
[ ] dans l'environnement du site de compensation

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - → + Valeur faible de l'indicateur *fonction réduite* Valeur élevée de l'indicateur *fonction importante*	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans l'environnement du site impacté Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Dans la zone contributive																
Surfaces cultivées	13	*De grandes surfaces cultivées favorisent les apports de sédiments et de nutriments ; soulignant l'intérêt du site pour retenir les sédiments, dénitrifier, assimiler l'azote, le phosphore…* 				■		■	■	■	■					Non renseigné, site estuarien, péri-lagunaire, côtier, de panne dunaire.
Surfaces enherbées	13	*De grandes surfaces enherbées favorisent les apport de nutriments ; soulignant l'intérêt du site pour retenir les sédiments, dénitrifier, assimiler l'azote, le phosphore…* 						■	■	■	■					Non renseigné, site estuarien, péri-lagunaire, côtier, de panne dunaire.
Surfaces construites	13	*De grandes surfaces construites favorisent l'apport de sédiments, de nutriments ; soulignant l'intérêt du site pour retenir les sédiments, dénitrifier, assimiler l'azote, le phosphore…* 				■		■	■	■	■					Non renseigné, site estuarien, péri-lagunaire, côtier, de panne dunaire.
Infrastructures de transport	13	*Une grande densité d'infrastructures favorise l'apport de sédiments ; soulignant l'intérêt du site pour retenir les sédiments.* 				■										Non renseigné, site estuarien, péri-lagunaire, côtier, de panne dunaire.
Écoulement retardé	13	*Moins le réseau hydrographique est dense, plus les écoulements vers l'aval sont lents ; soulignant l'intérêt du site pour réaliser les fonctions hydrologiques.* 		■	■		■									Non renseigné, site estuarien, péri-lagunaire, côtier, de panne dunaire.
Exposition aux crues	12	*Plus la zone contributive a une forme sphérique, plus la concentration des écoulements vers l'aval est rapide ; soulignant l'intérêt du site pour réaliser les fonctions hydrologiques.*  *spécifique aux sites alluviaux et riverains d'étendues d'eau*	■	■	■											Non renseigné, site ni alluvial, ni riverain d'étendue d'eau.

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Nom de l'Indicateur	N° de question	Propriétés de l'Indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans l'environnement du site impacté Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Sur le cours d'eau éventuellement associé																
Sinuosité du cours d'eau	36	*Plus le cours d'eau est sinueux, plus le site est exposé à des écoulements lents dans la plaine durant les submersions, ce qui favorise les fonctions hydrologiques dans le site.*  *spécifique aux sites alluviaux*	■	■		■										Non renseigné. Site non alluvial.
Proximité au lit mineur	35	*Plus le site est proche du cours d'eau, plus il est exposé aux submersions ; favorisant les fonctions hydrologiques.*  *spécifique aux sites alluviaux*	■			■										Non renseigné. Site non alluvial.
Incision du lit mineur	56	*Moins le cours d'eau est incisé, moins il contribue à décharger les nappes adjacentes et plus le site est exposé aux submersions ; favorisant les fonctions hydrologiques.*  *spécifique aux sites alluviaux et estuariens*	■	■	■	■										Non renseigné. Site non alluvial et non estuarien.

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Nom de l'Indicateur	N° de question	Propriétés de l'Indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans l'environnement du site impacté Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Dans le paysage																
Richesse en milieux	17	*Un grand nombre de milieux naturels dans le paysage favorise la présence de communautés variées ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 											■		■	Grand nombre de milieux naturels et/ou avec une emprise importante.
Équipartition des milieux	17	*Une grande diversité de milieux naturels dans le paysage favorise la présence de communautés variées ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 											■		■	Répartition des milieux naturels assez équilibrée.
Corridors boisés	18	*Une forte densité de corridors boisés dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 												■	■	Densité de corr. boisés très réduite.
Corridors aquatiques permanents	19	*Une forte densité de corridors aquatiques permanents dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 												■	■	Densité de corr. aq. perm. très importante (2,4km/100ha).
Corridors aquatiques temporaires	19	*Une forte densité de corridors aquatiques temporaires dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 												■	■	Densité de corr. aq. temp. très réduite (0,2 km/100ha).

Nom de l'Indicateur	N° de question	Propriétés de l'Indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans l'environnement du site impacté Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Rareté des grandes infrastructures de transport	19	*Une faible densité de grandes infrastructures de transport dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 												■		Densité de grandes infrast. de transp. très importante (3,5 km/100ha).
Rareté des petites infrastructures de transport	19	*Une faible densité de petites infrastructures de transport dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 												■	■	Densité de petites infrast. de transp. très importante (4,4 km/100ha).
Rareté de l'anthropisation des milieux	18	*De faibles perturbations anthropiques dans le paysage favorisent l'accueil de la biodiversité ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 											■	■	■	Anthropisation assez importante (cultures et urbanisations).

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier.
** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.

4. Après l'évaluation des sites et l'octroi d'un ratio fonctionnel, il est possible de comprendre dans le détail le bilan fonctionnel avec les indicateurs détaillés

Date de création du tableur V2.0 : 30/09/2023. Date de révision : néant.



Toute restitution du résultat d'une évaluation s'accompagne impérativement de l'onglet jaune (EVAL) et des 6 onglets bleus du présent tableur sous formats XLSX et PDF + les couches SIG des sites + les photos d'habitats et de profils pédologiques.

TABLEAU DE BORD DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS L'ENVIRONNEMENT DU SITE



Indiquez par un "X", si vous affichez les indicateurs :

[ ] dans l'environnement du site impacté

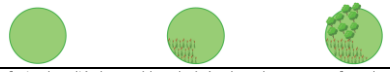
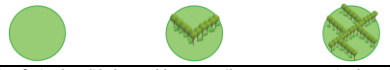
[X] dans l'environnement du site de compensation

Nom de l'indicateur	N° de question	Propriétés de l'indicateur - → + Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans l'environnement du site de compensation Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Dans la zone contributive																
Surfaces cultivées	13	*De grandes surfaces cultivées favorisent les apports de sédiments et de nutriments ; soulignant l'intérêt du site pour retenir les sédiments, dénitrifier, assimiler l'azote, le phosphore…* 				■		■	■	■	■					Non renseigné, site estuarien, péri-lagunaire, côtier, de panne dunaire.
Surfaces enherbées	13	*De grandes surfaces enherbées favorisent les apport de nutriments ; soulignant l'intérêt du site pour retenir les sédiments, dénitrifier, assimiler l'azote, le phosphore…* 						■	■	■	■					Non renseigné, site estuarien, péri-lagunaire, côtier, de panne dunaire.
Surfaces construites	13	*De grandes surfaces construites favorisent l'apport de sédiments, de nutriments ; soulignant l'intérêt du site pour retenir les sédiments, dénitrifier, assimiler l'azote, le phosphore…* 				■		■	■	■	■					Non renseigné, site estuarien, péri-lagunaire, côtier, de panne dunaire.
Infrastructures de transport	13	*Une grande densité d'infrastructures favorise l'apport de sédiments ; soulignant l'intérêt du site pour retenir les sédiments.* 				■										Non renseigné, site estuarien, péri-lagunaire, côtier, de panne dunaire.
Écoulement retardé	13	*Moins le réseau hydrographique est dense, plus les écoulements vers l'aval sont lents ; soulignant l'intérêt du site pour réaliser les fonctions hydrologiques.* 		■	■		■									Non renseigné, site estuarien, péri-lagunaire, côtier, de panne dunaire.
Exposition aux crues	12	*Plus la zone contributive a une forme sphérique, plus la concentration des écoulements vers l'aval est rapide ; soulignant l'intérêt du site pour réaliser les fonctions hydrologiques.*  *spécifique aux sites alluviaux et riverains d'étendues d'eau*	■	■	■											Non renseigné, site ni alluvial, ni riverain d'étendue d'eau.

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Nom de l'Indicateur	N° de question	Propriétés de l'Indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans l'environnement du site de compensation Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Sur le cours d'eau éventuellement associé																
Sinuosité du cours d'eau	36	*Plus le cours d'eau est sinueux, plus le site est exposé à des écoulements lents dans la plaine durant les submersions, ce qui favorise les fonctions hydrologiques dans le site.* *spécifique aux sites alluviaux*	■	■		■										Non renseigné. Site non alluvial.
Proximité au lit mineur	35	*Plus le site est proche du cours d'eau, plus il est exposé aux submersions ; favorisant les fonctions hydrologiques.* *spécifique aux sites alluviaux*	■			■										Non renseigné. Site non alluvial.
Incision du lit mineur	56	*Moins le cours d'eau est incisé, moins il contribue à décharger les nappes adjacentes et plus le site est exposé aux submersions ; favorisant les fonctions hydrologiques.* *spécifique aux sites alluviaux et estuariens*	■	■	■	■										Non renseigné. Site non alluvial et non estuarien.

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

Nom de l'Indicateur	N° de question	Propriétés de l'Indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans l'environnement du site de compensation Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Dans le paysage																
Richesse en milieux	17	*Un grand nombre de milieux naturels dans le paysage favorise la présence de communautés variées ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 											■		■	Grand nombre de milieux naturels et/ou avec une emprise importante.
Équipartition des milieux	17	*Une grande diversité de milieux naturels dans le paysage favorise la présence de communautés variées ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 											■		■	Répartition des milieux naturels assez équilibrée.
Corridors boisés	18	*Une forte densité de corridors boisés dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 												■		Densité de corr. boisés très réduite.
Corridors aquatiques permanents	19	*Une forte densité de corridors aquatiques permanents dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 												■	■	Densité de corr. aq. perm. très importante (3km/100ha).
Corridors aquatiques temporaires	19	*Une forte densité de corridors aquatiques temporaires dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 												■	■	Densité de corr. aq. temp. très importante (2 km/100ha).

Nom de l'Indicateur	N° de question	Propriétés de l'Indicateur - Valeur faible de l'indicateur (*fonction réduite*) + Valeur élevée de l'indicateur (*fonction importante*)	Sous-fonctions associées Atténuation du débit de crue*	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage**	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Dans l'environnement du site de compensation Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
Rareté des grandes infrastructures de transport	19	*Une faible densité de grandes infrastructures de transport dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 												■		Densité de grandes infrast. de transp. très importante (1,3 km/100ha).
Rareté des petites infrastructures de transport	19	*Une faible densité de petites infrastructures de transport dans le paysage favorise les connexions entre habitats et les déplacements des individus ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 												■	[redacted]	Densité de petites infrast. de transp. réduite (1,5 km/100ha).
Rareté de l'anthropisation des milieux	18	*De faibles perturbations anthropiques dans le paysage favorisent l'accueil de la biodiversité ; soulignant l'intérêt du site pour accueillir la faune et la flore.* 											■	■	[redacted]	Anthropisation assez importante (cultures et urbanisations).

Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.

* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier.
** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.

ANNEXE 18 : ECO-MED 2026 – ÉVALUATION APPROPRIEE DES INCIDENCES DU PROJET NEOCARB SUR LE RESEAU NATURA 2000 LOCAL – ELYSE ENERGY – FOS-SUR-MER (13) – 297 P.









NEOCARB
Fos-sur-Mer (13)

Évaluation Appropriée des Incidences Natura 2000

ZSC FR9301596 « MARAIS DE LA VALLEE DES BAUX ET MARAIS D'ARLES »
ZSC FR9301592 « CAMARGUE »
ZSC FR9301590 « LE RHONE AVAL »
ZPS FR312001 « MARAIS ENTRE CRAU ET GRAND RHONE »
ZPS FR9310019 « CAMARGUE »
ZPS FR9310064 «CRAU»

Réalisé pour le compte de

Elyse

Directeur d'étude — Julien VIGLIONE
06 80 90 58 80
j.viglione@ecomed.fr

Cheffe de projet — Livia VALLEJO
06 60 40 61 73
l.vallejo@ecomed.fr

ECO-MED Ecologie & Médiation S.A.R.L. au capital de 150 000 euros
TVA intracommunautaire FR 94 450 328 315 | SIRET 450 328 315 000 38 | NAF 7112 B
Tour Méditerranée 13ème étage, 65 avenue Jules Cantini, 13006 MARSEILLE
+33 (0)4 91 80 14 64 +33 (0)4 91 80 17 67 contact@ecomed.fr ***www.ecomed.fr***

Référence bibliographique à utiliser

ECO-MED 2026 – Évaluation Appropriée des Incidences du projet NEOCARB sur le réseau Natura 2000 local – ELYSE ENERGY – Fos-sur-Mer (13) – 297 p.

Suivi de la version du document

Version	Date	Commentaire
0	01/09/2025	Création du document
Octobre 2025	14/10/2025	Version déposée en octobre 2025
Février 2026	03/02/2026	Version déposée en février 2026
20fev26	20/02/2026	Complétude du dossier déposé le 20 février 2026

Porteur du projet

Nom de l'entreprise : ELYSE ENERGY
Adresse de l'entreprise : 48, quai du Lazaret, 13002 Marseille
Contact Projet : Maxime VIGOT
Coordonnées : mvigot@elyse.energy

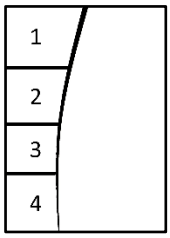
Equipe technique ECO-MED

Julien VIGLIONE– Directeur d'étude
Lucie CHASTEL, Guillaume COUENON et Sébastien FLEURY – Botanistes
Solène LODOVICHETTI et Mathis BOUCAUD – Expert.e.s zones humides
Livia VALLEJO – Entomologiste
Félix THIRION – Batrachologue/Herpétologue
Virginie GAILLY – Ornithologue
Léo SERANNE – Mammalogue
Carla LEON et Solène BAILLET – Chiroptérologues
Nicolas DENMAT – Géomaticien

Prestataires

Marie-Odile DURAND – Chiroptérologue

Le présent rapport a été conçu par l'équipe ECO-MED sous la coordination de Julien VIGLIONE, directeur d'étude.



Illustrations page de garde :

1 – Mosaïque d'habitats sur substrat sablonneux, V. GAILLY, 25/03/2024, Fos-sur-Mer (13), *in situ*

2 – Crapaud calamite (*Epidalea calamita*), F. THIRION, 25/03/2024, Fos-sur-Mer (13), *in situ*

3 – Bosquet d'Argousiers hébergeant le Sphinx de l'Argousier (*Hyles hippophaes*), L. VALLEJO, 07/06/2024, Fos-sur-Mer (13), *in situ*

4 – Diane (*Zerynthia polyxena),* V. GAILLY, 25/03/2024, Fos-sur-Mer (13), *in situ*

Table des matières

Préambule 10

Partie 1 : Etat des lieux 11

1. Présentation du secteur d'étude 12
   1.1. Localisation et environnement naturel 12
   1.2. Aires d'étude 14
   1.3. Localisation du projet par rapport au réseau Natura 2000 local 15
   1.4. Description du projet (Source : ELYSE ENERGY) 17

2. Méthode d'inventaire 25
   2.1. Calendrier des prospections 25
   2.2. Synthèse des prospections 2024 28
   2.3. Méthodes d'inventaires de terrain 28
   2.4. Espèces fortement potentielles 43
   2.5. Critères d'évaluation 43

3. Présentation du site natura 2000 ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval » 44
   3.1. Description du site 44
   3.2. Objectifs généraux de conservation 44
   3.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000 44
   3.4. Autres espèces importantes de faune et de flore 47

4. Présentation du site natura 2000 ZSC FR9301592 « Camargue » 49
   4.1. Description du site 49
   4.2. Objectifs généraux de conservation 49
   4.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000 49
   4.4. Autres espèces importantes de faune et de flore 53

5. Présentation du site natura 2000 ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles » 54
   5.1. Description du site 54
   5.2. Objectifs généraux de conservation 55
   5.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000 55
   5.4. Autres espèces importantes de faune et de flore 57

6. Présentation du site natura 2000 ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhone » 59
   6.1. Description du site 59
   6.2. Objectifs généraux de conservation 59
   6.3. Espèces d'oiseaux Natura 2000 60
   6.4. Autres espèces importantes d'oiseaux 67

7. Présentation du site natura 2000 ZPS FR9310019 « Camargue »....68
7.1. Description du site....68
7.2. Objectifs généraux de conservation....68
7.3. Qualité et importance....68
7.4. Espèces d'oiseaux Natura 2000....69
7.5. Autres espèces importantes d'oiseaux....83
8. Présentation du site natura 2000 ZPS FR9310064 « Crau »....86
8.1. Description du site....86
8.2. Objectifs généraux de conservation....86
8.3. Espèces d'oiseaux Natura 2000....87
8.4. Autres espèces importantes d'oiseaux....91
9. Résultat des inventaires....93
9.1. Description de la zone d'étude....93
9.2. Habitats naturels....96
9.3. Flore....100
9.4. Invertébrés....100
9.5. Amphibiens....102
9.6. Reptiles....102
9.7. Oiseaux....104
9.8. Mammifères terrestres....117
9.9. Chiroptères....117
10. Habitats et espèces Natura 2000, présents et fortement potentiels qui feront l'objet de l'évaluation des incidences....127
10.1. Tableau récapitulatif....127
11. Critères définissant la nécessité d'une évaluation pour chaque habitat et espèce Natura 2000....130
12. Espèces et habitats Natura 2000 soumis à l'évaluation....131
12.1. État de conservation des habitats naturels et des populations d'espèces évalués....133
Partie 2 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000....135
1. Méthodes d'évaluation des atteintes....136
1.1. Méthodes d'évaluation des atteintes sur les habitats et espèces Natura 2000....136
1.2. Méthodes d'évaluation des effets cumulés....136
2. Effets préssentis et cumulés du projet....138
2.1. Effets pressentis du projet sur la conservation et l'intégrité des sites appartenant au réseau Natura 2000....138
2.2. Effets cumulés....138

3. Évaluation des incidences sur la ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval » 140
3.1. Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1) 140
4. Évaluation des incidences sur la ZSC FR9301592 « Camargue » 145
4.1. Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1) 145
4.2. Évaluation des incidences sur la ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles » 150
5. Évaluation des incidences sur la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône » 155
6. Évaluation des incidences sur la ZPS FR9310019 « Crau » 159
7. Évaluation des incidences sur la ZPS FR9310064 « Camargue » 162
8. Bilan des atteintes du projet sur les sites Natura 2000 considérés 166
9. Synthèse des atteintes du projet sur les sites Natura 2000 considérés 170
Partie 3 : Mesures proposées pour atténuer les atteintes du projet 173
1. Mesures d'évitement 175
2. Mesures de réduction 182
3. Mesures de compensation proposées 212
4. Mesures correctives 234
5. Mesures d'accompagnement écologique 237
6 Suivi scientifique des mesures 243
6.2. Suivis, contrôles et évaluation des mesures de compensation et d'accompagnement écologique 244
7. Synthèse des suivis écologiques 245
Partie 4 : Conclusion relative aux incidences du projet sur le réseau Natura 2000 246
1. Bilan des incidences du projet sur chaque site Natura 2000 248
1.1. ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval » 248
1.2. ZSC FR9301592 « Camargue » 249
1.3. ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles » 250
1.4. ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône » 251
1.5. ZPS FR9310019 « Camargue » 252
1.6. ZPS FR9310064 « Crau » 253
2. Raisons justifiant la réalisation du projet 255
3. Analyse des méthodes utilisées pour évaluer les incidences du projet sur l'état de conservation de chaque site Natura 2000 256
Sigles 257

Bibliographie 260

Annexe 1 Critères d'évaluation 265

Annexe 2 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED 267

Annexe 3 Relevé relatif à la flore 274

Annexe 4 Relevé relatif aux invertébrés 279

Annexe 5 Relevé relatif aux amphibiens 286

Annexe 6 Relevé relatif aux reptiles 287

Annexe 7 Relevé relatif aux oiseaux 289

Annexe 8 Relevé relatif aux mammifères terrestres 298

Annexe 9 Relevé relatif aux chiroptères 299

Annexe 10 Limites techniques et scientifiques liées à l'étude de la biodiversité 301

Table des cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude 13
Carte 2 : Réseau Natura 2000 local 16
Carte 3 : Zone d'emprise finale du projet NEOCARB GLOBAL – source ECO-MED-PARLYM-ELYSE ENERGY 2025 23
Carte 4 : Carte de l'aire d'étude élargie relative à l'étude d'impacts du raccordement au réseau RTE 24
Carte 5 : Localisation des prospections pour les habitats naturels et la flore 29
Carte 6 : Localisation des prospections invertébrés 31
Carte 7 : Localisation des prospections amphibiens 33
Carte 8 : Localisation des prospections reptiles 35
Carte 9 : Localisation des prospections oiseaux de la zone d'étude 38
Carte 10 : Localisation des prospections mammifères terrestres 40
Carte 11 : Localisation des prospections chiroptères – Zone d'étude 42
Carte 12 : Habitats naturels EUNIS 96
Carte 13 : Habitats naturels Natura 2000 99
Carte 14 : Oiseaux Natura 2000 recensés 116
Carte 15 : Chiroptères Natura 2000 recensés 126
Carte 16 : Zonage des enjeux écologiques du Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN) 175
Carte 17 : Zone d'emprise initiale (élaborée entre 2023 et mi-2024) 177
Carte 18 : Première évolution des emprises NEOCARB par ELYSE à la suite du diagnostic écologique des terrains ASCOFIELD / Marcegaglia (sept 2024) 177
Carte 19 : Proposition de solutions d'évitements amont (septembre 2024) 178
Carte 20 : Proposition de réduction des impacts majeurs (février 2025) 179
Carte 21 : Nouvelle implantation avec recherche du moindre impact écologique, à l'issue de la séquence itérative de 2024 au premier trimestre2025. 180
Carte 22 : Emprises définitives au 01-07-2025 181
Carte 23 : Localisation de la mesure R10 – Strict respect des emprises et des zones préservées 188
Carte 24 : Localisation de la mesure R11 – Abattage de moindre impact 194
Carte 25 : Localisation des corridors à restaurer 201
Carte 26 : Localisation des continuités écologiques entre NEOCARB et projets adjacents 207
Carte 27 : Localisation de la mesure C2 215
Carte 28 : Localisation du gîte anthropique à restaurer 222
Carte 29 : Localisation de la mesure C6 : Plantation d'une ripisylve 225
Carte 30 : Localisation de la mesure C10 : Installation de gîtes à chiroptères arboricoles 230
Carte 31 : Localisation de la mesure C11 : Installation d'arbres-totem 232
Carte 32 : Localisation des zones tampons (buffer) de surveillance élargies des EVEE autour des zones traitées 241

Table des tableaux

Tableau 1. Calendrier des prospections de la faune et de la flore 25
Tableau 2. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux invertébrés 30
Tableau 3. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux amphibiens.....32
Tableau 4. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux reptiles 34
Tableau 5. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux oiseaux sur la zone d'étude.....37
Tableau 6. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux mammifères terrestres 39
Tableau 7. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux chiroptères – zone d'étude 41
Tableau 8. Espèces de la flore avérées au sein de la zone d'étude 100
Tableau 9. Espèces d'invertébrés avérées au sein de la zone d'étude.....101
Tableau 10. Espèces d'amphibiens avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude.....102
Tableau 11. Espèces de reptiles avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude 103
Tableau 12. Espèces d'oiseaux avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude 114
Tableau 13. Niveaux d'activité des chiroptères.....120
Tableau 14. Autres espèces de chiroptères avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude constituant un enjeu zone d'étude modéré ou fort 124
Tableau 15. Liste des habitats naturels de la directive « Habitat-faune-flore » présents dans la zone d'étude.....127
Tableau 16. Liste des espèces de la faune de la directive « Habitat-faune-flore » présents dans la zone d'étude 127

Préambule

Dans le cadre d'un projet de plateforme industrielle de logistique et de production de e-carburants sur la commune de Fos-sur-Mer dans le département des Bouches-du-Rhône (13), ELYSE ENERGY a missionné le bureau d'études en environnement naturel ECO-MED (Ecologues et Médiateurs) afin de réaliser l'analyse des incidences Natura 2000.

Cette évaluation porte sur les sites Natura 2000 suivants :

- **La Zone Spéciale de Conservation (ZSC) FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles » ;**
- **La Zone Spéciale de Conservation (ZSC) FR9301592 « Camargue » ;**
- **La Zone Spéciale de Conservation (ZSC) FR9301590 « le Rhône aval » ;**
- **La Zone de Protection Spéciale (ZPS) FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône » ;**
- **La Zone de Protection Spéciale (ZPS) FR9310019 « Camargue » ;**
- **La Zone de Protection Spéciale (ZPS) ZPS FR9310064 « Crau »**

Ce document constitue **l'Evaluation Appropriée des Incidences** (EAI) du projet sur les éléments Natura 2000 ayant justifié la désignation des quatre sites Natura 2000 listés ci-avant, afin de vérifier que le projet ne présente pas d'incidence significative sur l'intégrité de ces sites.

La présente Evaluation Appropriée des Incidences Natura 2000 porte sur l'ensemble des phases 1 +2 du projet Neocarb. Une actualisation de l'Evaluation des Incidences Natura 2000 est prévue lors du dépôt de la phase 2 du projet NeoCarb.

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

Le travail de terrain d'ECO-MED a été effectué au cours des périodes clés pour chaque groupe biologique présentant des enjeux de conservation.

Une équipe de onze experts a été mobilisée sous la coordination de Julien VIGLIONE.

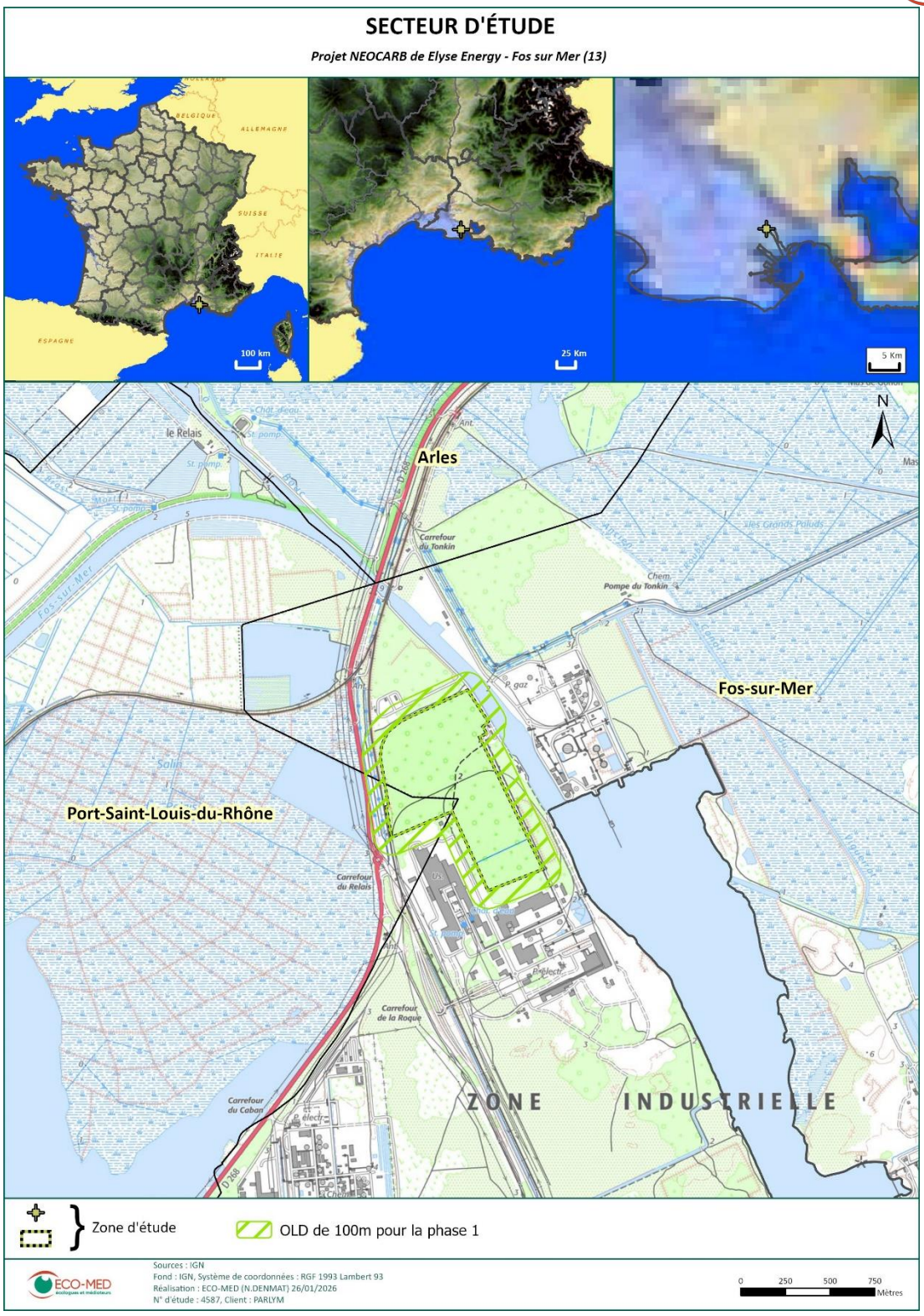
.

PARTIE 1 : ETAT DES LIEUX

1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

1.1. Localisation et environnement naturel

Contexte administratif		
Région de Provence-Alpes-Côte d'Azur	Département des Bouches-du-Rhône	Commune de Fos-sur-Mer
Métropole d'Aix-Marseille Provence		
Contexte environnemental		
Topographie : Plaine littorale	Altitude moyenne : 2 mètres	
Hydrographie : Rhône à 5 km	Bassin versant : mer Méditerranée (situation littorale)	
Contexte géologique : Sables d'anciens cordons littoraux, sables limoneux, vases des étangs		
Étage altitudinal : Mésoméditerranéen		
Petite région naturelle : Golfe de Fos		
Aménagements urbains à proximité		
Aménagements :	Môle central du Grand Port Maritime de Marseille en bordure de darse 1 et du canal de navigation de Fos au Rhône Usines à proximité immédiate Route D268 – attenante au linéaire d'étude 1 voie ferrée en limite ouest de l'étude et 2 voies ferrées incluses dans la zone d'étude d'ouest en est et sud-ouest à est	
Zones urbaines les plus proches :	Zone industrialo-portuaire de Fos – Incluse Centre urbain de Fos-sur-Mer - 6 km à l'est Centre urbain de Port-Saint-Louis-du-Rhône – 8,5 km à l'ouest	



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude constitue la quasi-totalité d'un petit secteur naturel de type broussailles. Elle est limitée à l'est/sud-est par la darse 1 (mer) de la zone industrialo-portuaire du GPMM et par un canal (le canal de navigation du Rhône au port de Fos-sur-Mer) remontant de l'est au nord de la zone. Ces deux éléments sont des extensions de la mer (eau salée). A l'ouest, la zone est délimitée par une voie ferrée (sortie de l'usine Marcegaglia- ex-Ascometal) direction nord-sud et le réseau routier. A l'ouest des réseaux routiers et ferrés, se trouve une grande zone de marais

(commune de Port-St-Louis-du-Rhône). La zone d'étude est délimitée au sud et sud-ouest par l'usine Marcegaglia-ex-Ascometal.

La zone d'étude a été modifiée en 2026, suivant les remarques de la DREAL. Ainsi la nouvelle zone d'étude est constituée de 51,9 ha correspondant à la parcelle Neocarb, initialement étudiée à laquelle sont ajoutées les Obligations Légales de Débroussaillement (OLD) d'une largeur de 100 mètres tout autour de la limite de la parcelle projet. Cela ajoute ainsi 37,15 ha à étudier.

SECTEURS ETUDIES POUR LE DEPOT DE FEVRIER 2026	SURFACE (ha)
Parcelle Neocarb (zone d'étude initiale)	51,9
OLD 100 mètres (ajout février 2026)	37,2

1.2. Aires d'étude

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

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

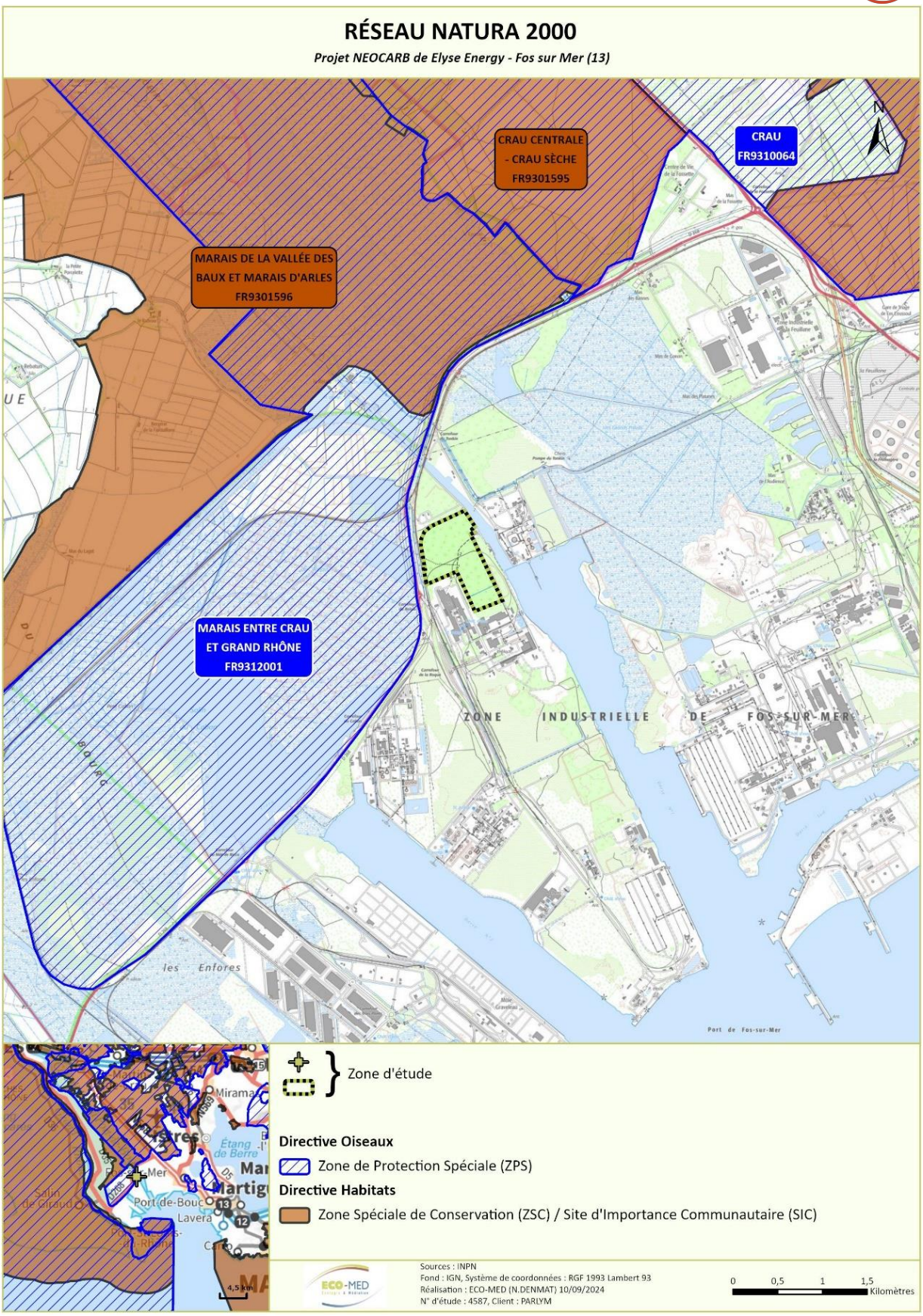
Attention : Par souci de lisibilité, une seule zone d'étude est présentée sur nos cartes, elle correspond à la **zone prospectée minimale commune à tous les groupes biologiques étudiés**. Chaque groupe biologique a été étudié, *a minima*, sur l'ensemble de cette zone cartographiée. Ainsi, des espèces observées hors de cette zone prospectée minimale peuvent être représentées, correspondant aux observations effectuées par les experts lors de leurs prospections.

1.3. Localisation du projet par rapport au réseau Natura 2000 local

Type	Nom du site	Habitat(s) et espèce(s) Natura 2000	Distance avec le projet	Lien écologique
ZPS	« Marais entre Crau et Grand Rhône »	74 espèces d'oiseaux dont Milan noir, Milan royal, Mouette mélanocéphale, Pie-grièche écorcheur, Circaète Jean-le-Blanc, Butor étoilé, Blongios nain, etc.	1,5 km	Fonctionnel
ZSC	FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	10 habitats naturels dont 3 prioritaires 8 espèces de mammifères 1 espèce de reptile 1 espèce de poisson 4 espèces d'invertébrés	3,3 km	Peu fonctionnel Habitats différents
ZSC	« Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »	12 habitats déterminants dont 3 prioritaires 4 espèces d'invertébrés 4 espèces de poissons 1 espèce de reptile (Cistude d'Europe) 9 espèces de mammifères	3,5 km	Fonctionnel
ZPS	« Camargue »	91 espèces DO1 81 espèces EMR	4,5 km	Fonctionnel (Faible à modéré en fonction des espèces et de leur capacité de déplacement)
ZSC		26 habitats naturels 8 espèces de mammifères 1 espèce de reptile 5 espèces de poissons 3 espèces d'invertébrés		Fonctionnel (pour les espèces à grande capacité de dispersion)
ZSC	« Le Rhône aval »	24 habitats 6 espèces d'invertébrés 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile 8 espèces de poissons 9 espèces de mammifères	6,5 km	Fonctionnel (Pour les espèces à grande capacité de dispersion)

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

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



Carte 2 : Réseau Natura 2000 local

1.4. Description du projet (Source : ELYSE ENERGY)

Le projet NeoCarb, porté par Elyse Energy, vise à construire et exploiter une plateforme industrialo-portuaire intégrée de production d'hydrogène renouvelable ou bas-carbone, d'e-méthanol et de carburants d'aviation durable (CAD ou SAF), destinés aux marchés de l'industrie, du maritime et de l'aérien.

Cette plateforme sera implantée au sein de la ZIP de Fos-sur-Mer, pour répondre aux enjeux de décarbonation, de souveraineté industrielle et énergétique, et de réduction de la pollution atmosphérique issue des activités aériennes et maritimes. La ZIP de Fos-sur-Mer et plus particulièrement la zone de PIICTO constituent un site d'implantation privilégié grâce à leur multimodalité combinée à la présence d'un vaste écosystème industriel, dont une grande partie est investi dans la distribution de carburants depuis des décennies.

La plateforme NeoCarb vise par ailleurs à alimenter, dès 2030, des navires à passagers escalant dans les ports de la Région, et contribuer notamment à la mise en œuvre d'un « Corridor Vert Corse Continent » en lien avec les opérateurs ferry concernés.

Un choix d'implantation mesuré et assumé

NeoCarb vient compléter le maillage des bassins industriels majeurs et connectés à des équipements portuaires et aéroportuaires qui représentent des futurs foyers de consommation de e-carburants sur lesquels Elyse Energy s'est positionné, tout en s'ouvrant sur la Méditerranée.

NeoCarb, situé au cœur de la ZIP de Fos, apporterait ainsi une réponse aux enjeux de décarbonation de la mobilité lourde et notamment le transport maritime dans les ports de Marseille, Toulon et Nice.

A cette ambition d'assurer une couverture optimale de ses marchés adressables, s'ajoutent des opportunités de synergies et interconnexions entre les sites eux-mêmes, et notamment entre les projets eM-Rhône et NeoCarb via le Rhône pour alimenter à terme la brique de production de e-kérosène par voie « alcool-to-jet », et dans un premier temps les marchés de la mobilité maritime.

Genèse du projet et choix de la ZIP de Fos-sur-Mer :

L'initiative d'un projet de production de molécules bas carbone par Elyse Energy sur la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer débute en 2020 avec un travail d'identification objectivé de sites industriels d'implantation présentant des conditions favorables d'accueil à la fois techniques et d'intégration au territoire (taille du foncier, adaptabilité à une implantation industrielle SEVESO, capacités logistiques, accès à l'électricité, connexions portuaires et aéroportuaires, accès aux utilités, …) :

- Un premier site à Brignoles, à proximité de la centrale Sylviana, avec pour objectif de développer des synergies, notamment en captant le CO2 émis, a été écarté en raison de contraintes foncières et logistiques et de l'absence de connexion aux infrastructures multimodales ;
- Les concertations sur des projets similaires conduites au cours des dernières années (Hynovera, HyVence, …) sur le territoire ont révélé la nécessité d'une implantation éloignée des zones urbanisées et au cœur de bassins industriels existants.
- Une analyse multicritère a ainsi mis en évidence la Zone Industrialo Portuaire (ZIP) de Fos-sur-Mer comme site optimal pour répondre aux ambitions et aux besoins du projet.

Ce choix est également motivé par sa proximité avec le port de Marseille Fos et l'aéroport Marseille Provence ainsi que par la présence de terminaux de vracs liquides comme DPF et Chane pouvant assurer la fonction de stockage des produits fabriqués sur la plateforme NeoCarb.

Le choix d'implantation au cœur de la ZIP de Fos-sur-Mer est stratégique pour le développement du projet NeoCarb. Historiquement grand port pétrolier, cette zone dispose d'un écosystème industriel riche, d'infrastructures existantes et adaptées aux molécules carburantes qui seront produites par Elyse Energy.

Trois sites avaient été envisagés au sein de la ZIP :

- Un site de 20 ha au sein de la ZIP de Fos-sur-Mer, sur la zone de l'Audience, a été écarté en raison de sa superficie insuffisante pour la réalisation du projet.
- Un autre site dans la zone sud du Caban-Tonkin, également dans la ZIP et sur une emprise du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM). Ce site a fait l'objet de premières pré-études techniques et a ensuite été soumis à un Appel à Manifestation d'Intérêt lancé par le GPMM, puis affecté à un autre type d'implantation (nouveau poste source RTE – poste DARSE).
- Le site d'Asco Fields Nord, enfin, qui dans ce contexte a été retenu, conforté par plusieurs études et analyse de scénarios, comme emplacement idéal pour le développement de NeoCarb et parfaitement adapté grâce à son environnement industriel et portuaire, sa surface disponible, son caractère multimodal (offrant un accès à des dessertes maritimes, fluviales, ferroviaires et routières, ainsi qu'au réseau de canalisations de la ZIP de Fos-sur-Mer) et sa compatibilité avec l'accueil de sites SEVESO notamment grâce à son insertion dans le Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) FOS-OUEST qui garantit la maîtrise des risques industriels au sein du territoire du golfe de Fos-sur-Mer.

Le site retenu pour le projet NeoCarb est d'une surface de 52 hectares. À ce jour, la **parcelle foncière a été sécurisée** et les conditions d'implantation foncière ont été contractualisées avec le propriétaire du site Ascofields.



L'implantation du projet NeoCarb au sein de la ZIP de Fos

L'intégration du projet dans l'écosystème local

A partir de 2022, Elyse Energy amorce le travail d'ancrage au sein du territoire avec les initiatives suivantes :

- Identification des synergies avec les industriels de la plateforme PIICTO ;
- Rencontre des industriels et des acteurs du territoire ;
- Adhésion à l'association PIICTO et Participation au programme SYRIUS ;
- Participation au Comité Opérationnel PIICTO PPRT Fos Ouest ;
- Intégration au COMOP du Sous-Préfet d'Istres ;
- Réunions de pré-cadrage avec les services de l'Etat ;
- Mise en place d'un COPIL mensuel avec les équipes du GPMM ;
- Adhésion au Groupement Maritime et Industriel de Fos (GMIF) ;
- Adhésion à la démarche Provence Fabrique des Possibles ;
- Labellisation pôle de compétitivité Capenergies ;

- Prise de bureaux au domaine de la Mériquette à Fos-sur-Mer ;
- Réalisation de la Concertation Préalable en lien avec la CNDP.
- Participation active au Débat Public Fos Berre Provence

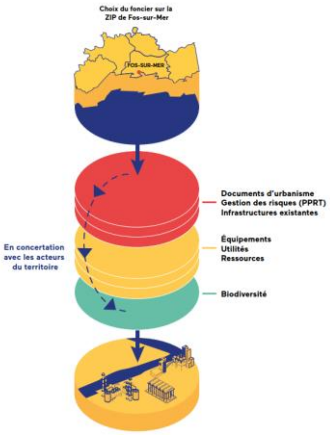
A ce jour, le projet NeoCarb porté par Elyse Energy est reconnu comme faisant partie de la nouvelle génération de projet industriels, incarnation de l'évolution de la ZIP de Fos à travers le prisme de la décarbonation.

La compatibilité du projet sur le site d'implantation

La plateforme NeoCarb a fait l'objet, à l'issue du choix du foncier sur la ZIP de Fos-sur-Mer, de plusieurs étapes d'études pour définir un principe d'implantation de ses composantes.

Un travail d'analyse du site et des besoins du projet a permis de formaliser différents filtres d'opportunités et de contraintes. Ces filtres ont été posés sur le plan de la parcelle choisie pour configurer au mieux le projet en fonction du cadre défini.

Cette démarche a été conduite en concertation avec les services de l'État, les collectivités, les acteurs institutionnels, industriels et territoriaux. Grâce à cette méthode, le schéma d'implantation, et le projet NeoCarb lui-même, ont connu plusieurs évolutions pour aboutir à la proposition actuelle.



Étapes d'élaboration du schéma d'implantation de la plateforme NeoCarb.

Les documents d'urbanisme

PLU : La configuration du projet est compatible avec les prescriptions du zonage UEA (PLU de Fos-sur-Mer) et du zonage 2UAEc (PLU Port-Saint-Louis-du-Rhône).
PPRT : Le site est localisé dans le périmètre du PPRT FOS-OUEST. Conformément au règlement associé et après échanges avec la DREAL, Elyse Energy, en coordination avec l'association PIICTO et les industriels à l'origine des risques, s'engage dans une démarche volontaire d'adhésion à la Plateforme Économique (PFE). Elyse Energy a ainsi travaillé dès la conception du projet, et de manière itérative, avec la DREAL pour s'assurer de la compatibilité du projet avec le PPRT. Une analyse préliminaire des risques et des potentiels de danger du projet a été menée en collaboration avec les sociétés d'ingénierie Naldeo et Parlym, et présentée à la DREAL dans le cadre des réunions de pré-cadrage multiservices de l'État. Par la suite, une étude de dangers complète a été réalisée avec la société APAVE pour la première phase du projet « NeoCarb Log », conformément à la réglementation en vigueur.

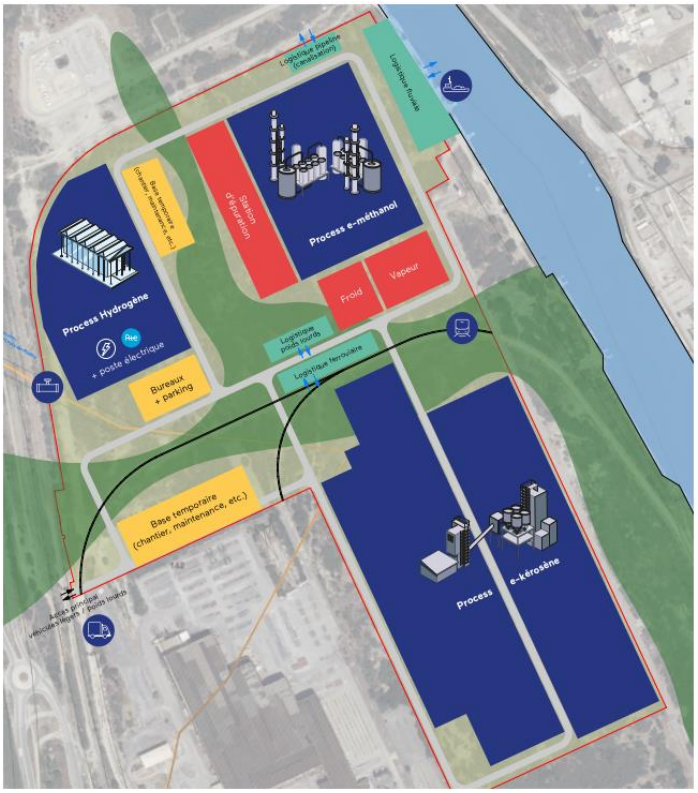
Les infrastructures existantes

La multimodalité de la plateforme PIICTO avec ses dessertes maritimes, fluviales, ferroviaires et routières et son réseau de canalisation existant, combiné à la présence d'un vaste écosystème industriel, générateur de synergies, constituent deux atouts structurants du projet. Ils sont essentiels pour la logistique amont (hydrogène, carbone) et aval (e-méthanol et SAF) du projet.

Dans ce cadre, des études sont en cours avec les sociétés d'ingénierie Captrain et Eureteq afin de définir le schéma logistique optimal du projet, et de les intégrer dans un schéma directeur partagé avec le voisinage industriel (Marcegaglia et Gravithy notamment).

La prise en compte des enjeux de biodiversité

Le site d'implantation est soumis aux enjeux de biodiversité inhérents à la ZIP : présence de zones humides et d'espèces faunes-flores protégées.
Elyse Energy, avec l'aide du bureau d'étude ECOMED, a donc amorcé la séquence ERC (Éviter, Réduire, Compenser) spécifique aux espèces identifiées en évitant au maximum les zones à forts enjeux écologiques dès la conception du projet.
De plus, une réflexion de maintien de corridors écologiques entre des réservoirs de biodiversité a été intégrée dans la méthodologie d'implantation. Elle a été complétée par un travail de recherche de continuité écologique avec les sites voisins, notamment Marcegaglia et le GPMM.
Ce travail d'analyse du site et des besoins du projet a ainsi permis d'aboutir à un premier plan de principe de la plateforme NeoCarb (plan ci-dessous) qui a été affiné dans le cadre des études réalisées dans la perspective d'un dépôt de DDAEU.



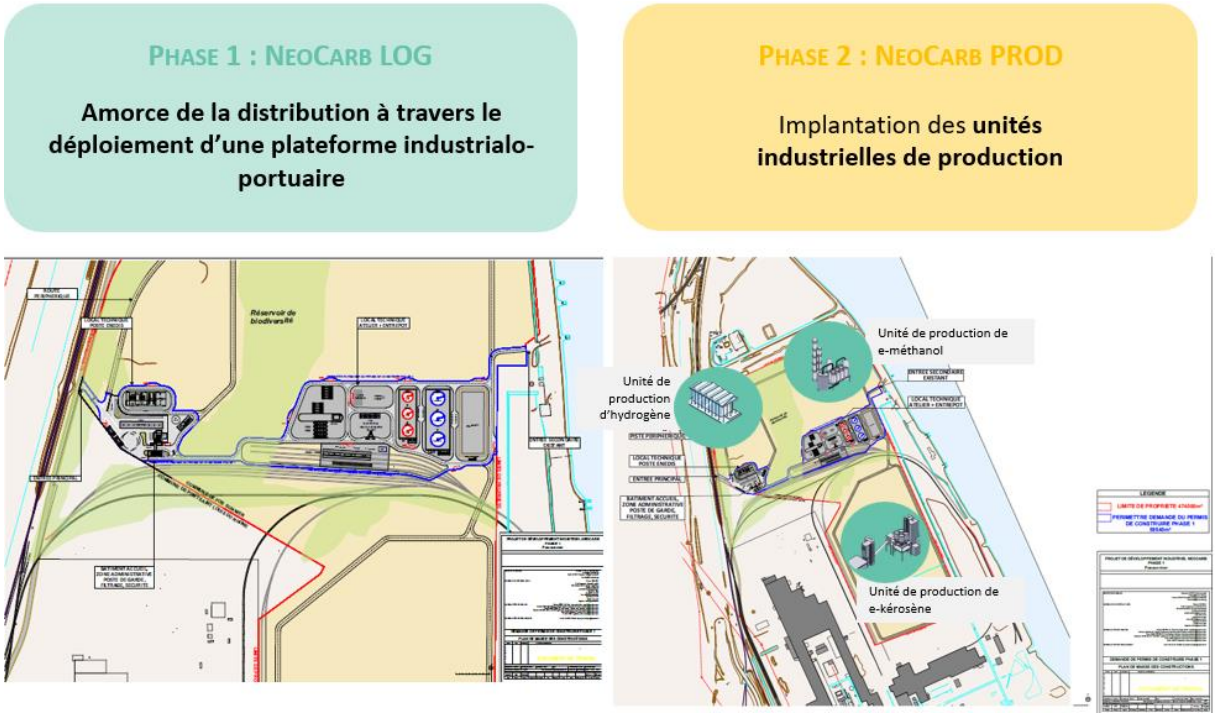
Plan de principe de la plateforme NeoCarb

La première phase du projet NeoCarb : NeoCarb Log – plateforme logistique, de stockage et de distribution de e-fuels

Alors qu'elle amorçait une phase décisive de la conduite du projet NeoCarb, Elyse Energy s'est retrouvée confrontée à l'évolution significative d'éléments structurants du projet qui l'ont conduit à adapter le portage de son instruction, et à adopter une approche séquencée, en œuvrant dans un premier temps à l'inscription du site NeoCarb comme une plateforme dédiée à la logistique de carburants de synthèse, et conçue pour accueillir à terme des unités de production de carburants de synthèse et leurs utilités en mode plug & play.

Ainsi, la première phase du projet, « NeoCarb Log », permettra de par sa capacité de stockage de méthanol et de carburants d'aviation durable de proposer une offre locale de molécules décarbonantes aux futurs usagers que sont les acteurs du transport aérien et maritime, et à l'industrie chimique.

La deuxième phase « NeoCarb Prod » intègrera les unités de production de méthanol bas-carbone et de carburant d'aviation durable. Ces deux unités de production utiliseront de l'hydrogène bas-carbone produit sur site par électrolyse, complété par des sources industrielles locales ou de la future connexion au réseau de transport d'hydrogène par canalisation (projet Hynframed).



Approche séquencée du projet NeoCarb

Le projet NeoCarb entend ainsi contribuer à la décarbonation et à la transition énergétique des activités territoriales pour positionner Fos-sur-Mer au cœur des mobilités bas-carbone.

Obligations Légales de Débroussaillement (OLD)

Les obligations légales de débroussaillement, selon l'Arrêté Préfectoral de 2014, sont de 50m autour des bâtiments et sont de 10m de part et d'autre des voies de circulation. Cela concerne une surface d'environ 3 ha dans la partie nord du site et au-delà de la limite de maîtrise foncière dans la moitié sud englobant des zones anthropisées goudronnées, des pistes industrielles, des voies ferrées, des bâtiments industriels ainsi que des habitats naturels : bosquets à Tamaris, pelouses psammophiles.

Des échanges entre ECO-MED et le pétitionnaire ont amené à considérer dès à présent l'emplacement des futurs bâtiments des phases suivantes. Il a été entériné de les reculer de 25 m des limites parcellaires, permettant ainsi de **réduire fortement les impacts dus à l'ouverture des OLD au sein des zones de biodiversité préservées** en les cantonnant à une zone située entre 20 et 50m des bâtiments. Au-delà de 20m, les OLD peuvent être conçues au cas par cas, en **évitant un maximum d'impacts en raisonnant par îlots** notamment.

Par ailleurs, à la suite des phases de travaux successifs, les secteurs arborés et arbustifs seront parcellaires et discontinus autour du projet NEOCARB, rendant la propriété peu sensible à l'aléa « feu ».

A l'issue d'une réunion d'échanges avec le SDIS13 le 15/09/2025, il est ressorti qu'un abattage raisonné des arbres était possible autour des bâtiments et dans le secteur préservé. Il en a découlé **la carte de principe** ci-dessous **de localisation du périmètre OLD au sein de la parcelle NEOCARB** ainsi que les secteurs d'élimination de Tamaris

permettant de créer des noyaux d'arbres/arbustes éloignés les unes des autres de 3 mètres au-delà des 25m autour des bâtiments.

Nous présentons ici la carte de l'implantation finale du projet (3 phases) intégrant notamment la phase itérative de réduction des impacts (évitement de conception) présentée en Partie 4 - Mesures d'évitement.



Carte 3 : Zone d'emprise finale du projet NEOCARB GLOBAL – source ECO-MED-PARLYM-ELYSE ENERGY 2025

Raccordement au réseau RTE de NEOCARB

Une étude d'impacts sera réalisée sur ce projet de raccordement afin de mesurer les éventuelles incidences complémentaires liées au projet NEOCARB. Toutefois, à ce jour, cette étude n'est qu'en phase préliminaire et ne donnera ses résultats qu'en 2026.

La phase NEOCARB LOG ne faisant pas l'objet du raccordement**, les résultats de l'étude d'impacts du raccordement RTE seront intégrés en complément du dépôt de dossier des phases ultérieures de NEOCARB**.

Par ailleurs, le raccordement RTE est prévu comme souterrain, sous la future desserte du môle central, ses impacts sont dès à présent considérés comme faibles, sous réserve des conclusions qui seront apportées à l'étude appropriée, courant 2026.



Carte 4 : Carte de l'aire d'étude élargie relative à l'étude d'impacts du raccordement au réseau RTE

2. METHODE D'INVENTAIRE

2.1. Calendrier des prospections

Tableau 1. Calendrier des prospections de la faune et de la flore

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Nombre de passages	Durée des passages (1/2J, J, 1/2N, N)	Terrain	Rédaction
Flore/ Habitats naturels	Thomas CROZE Olivier JONQUET Romain BARTHELD Adrien ROLLAND (NATURALIA)	28/03/2018	15 passages	-	X	-
		12/04/2018				
		13/04/2018				
		18/05/2018				
		13/09/2018				
		22/02/2019				
		09/04/2019				
		10/04/2019				
		05/03/2020				
		09/03/2020				
		05/03/2021				
		13/04/2021				
		09/06/2021				
		02/07/2021				
		09/09/2021				
	Lucie CHASTEL	25 mars 2024 (D)	8 passages diurnes	J	X	X
		28 mars 2024 (D)		J		
		29 avril 2024 (D)		J		
		30 avril 2024 (D)		J		
		17 mai 2024 (D)		J		
		17 juin 2024 (D)		J		
		18 juin 2024 (D)		J		
		19 juin 2024 (D)		J		
	Guillaume COUENON	28 mars 2024 (D)	1 passage diurne	J	X	-
	Sébastien FLEURY	28 mars 2024 (D)	1 passage diurne	J	X	X
Zones humides	Thibault VEYRET Cécile SERBOURCE Héloïse CELERIER (NATURALIA)	17/04/2019	5 passages diurnes	-	X	-
		29/04/2019				
		30/04/2019				
		7 et 8 avril 2021				
	Solène LODOVICHETTI	30 avril 2024 (D)	1 passage diurne	J	X	-
	Mathis BOUCAUD	30 avril 2024 (D)	1 passage diurne	J	X	X
Invertébrés	Guillaume AUBIN Sylvain FADDA (NATURALIA)	20/04/2018	7 passages	-	X	-
		12/06/2018				
		05/07/2018				
		13/09/2018				

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Nombre de passages	Durée des passages (1/2J, J, 1/2N, N)	Terrain	Rédaction
		13/04/2021				
		16/06/2021				
		01/07/2021				
	Livia VALLEJO	13 mai2024	5 passages diurnes	J	X	X
		07 juin 2024		J		
		10 juin 2024		J		
		03 juillet 2024		J		
		24 juillet 2024		J		
Amphibiens	Mattias PEREZ (NATURALIA)	15 mars 2018	3 passages	-	X	-
		27 avril 2018				
		22 octobre 2018				
	Félix THIRION (ECO-MED)	25 mars 2024 (D)	2 passages diurnes 5 passages nocturnes	J	X	X
		25 mars 2024 (N)		N		
		26 mars 2024 (N)		J		
		27 mars 2024 (D)		J		
		4 septembre 2024 (N)		N		
		8 octobre 2024 (N)		N		
		24 février 2025		N		
Reptiles	Mattias PEREZ (NATURALIA)	09 avril 2019	5 passages	-	X	-
		29 mai 2019				
		16 avril 2021				
		23 avril 2021				
		08 juillet 2021				
	Félix THIRION (ECO-MED)	25 mars 2024 (D)	4 passages diurnes	J	X	X
		27 mars 2024 (D)		J		
		03 mai 2024 (D)		J		
		03 juin 2024 (D)		J		
Oiseaux	Charlie BODIN Cyril SABRAN (NATURALIA)	23/02/2018	5 passages	-	X	-
		24/04/2018				
		26/06/2018				
		23/04/2021				
		08/07/2021				
	Virginie GAILLY	25 mars 2024 (D)	8 passages diurnes 3 passage nocturne	J	X	X
		26 mars 2024 (D)		J		
		26 avril 2024 (D+N)		J+N		
		13 juin 2024 (D)		J		
		27 septembre 2024 (D)		J		
		17 décembre 2024 (D)		J		
		10 mars 2024 (D+N)		J+N		
		15 mai 2025 (D+N)		J+N		

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Nombre de passages	Durée des passages (1/2J, J, 1/2N, N)	Terrain	Rédaction
Mammifères terrestres/Chiroptères	Lénaïc ROUSSEL Jonathan JAFFRÉ (NATURALIA)	07/02/2018	7 passages	J	X	-
		26/04/2018				
		30/04/2018				
		15/06/2018				
		18/09/2018				
		08/07/2021				
		14/09/2021				
Mammifères terrestres	Léo SERANNE	14 juin 2024 (D)	2 passages diurnes - Pose et récupération des appareils photographiques	J	X	X
		28 juin 2024 (D)		J		
Chiroptères	Solène BAILLET	28 mai 2024 (D+N)	6 passages diurnes 3 passages nocturnes - Pose et récupération des appareils acoustiques, Analyse fonctionnelle et sortie de gîte	J+N	X	X
		29 mai 2024 (D)		J		
		17 juillet 2024 (D+N)		J+N		
		18 juillet 2024 (D)		J		
		19 septembre 2024 (D+N)		J+N		
		20 septembre 2024 (D)		J		
	Marie-Odile DURAND (Prestataire)	-	Analyse des sons	J	-	-

D : diurne / N : nocturne

2.2. Synthèse des prospections 2024-2025

	2024											2025				
	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai
Habitats naturels Flore		D	D	D	D											
Zones humides			D													
Invertébrés				D	D	D										
Amphibiens		D+N						N	N				N			
Reptiles		D		D	D				D							
Oiseaux		D	D+N		D			D			D			D+N		D+N
Mammifères terrestres					D											
Chiroptères				*Transit*	.	*Reproducti*		*Transit*								

2.3. Méthodes d'inventaires de terrain

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

2.3.1. Prospections des habitats naturels et de la flore

L'expertise a ciblé en priorité les zones à enjeux floristiques potentiels et Natura 2000 (notamment à partir de bibliographie) afin de relever les éventuelles espèces protégées et/ou à enjeu local de conservation.

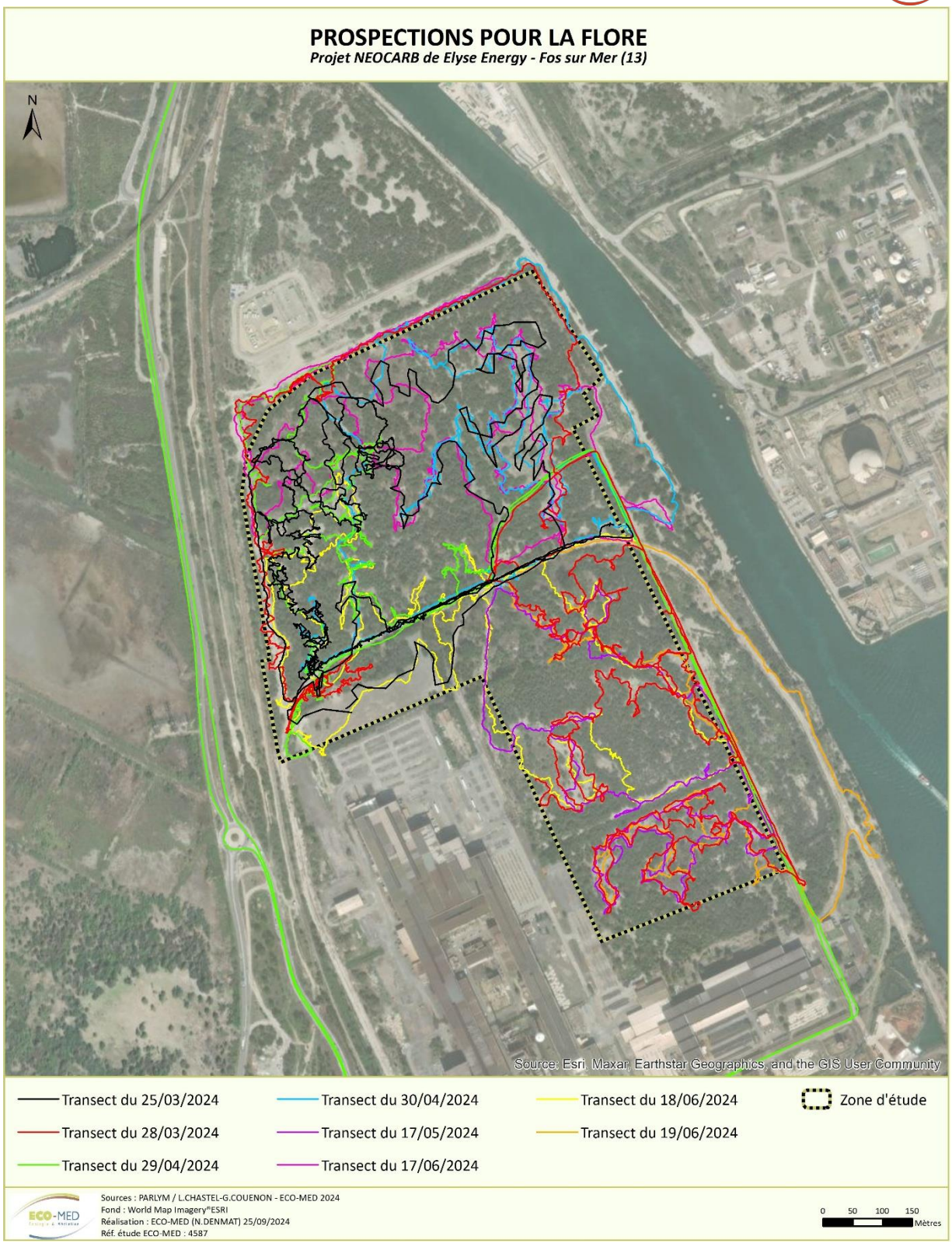
Les espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) ont également été observées et relevées. L'outil du CBN méditerranéen concernant la liste des EVEE en PACA a permis de définir ces espèces et leur catégorie.

La caractérisation des habitats naturels a été réalisée en même temps que les inventaires floristiques. Deux outils ont aidé à délimiter les habitats ainsi définis : la carte topographique et la photographie de la zone d'étude. Une attention particulière a été portée aux habitats d'intérêt communautaire et à leur rattachement.

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

Les données d'inventaires ont donc été complétées par des données issues d'autres prospections réalisées par un autre bureau d'études (Naturalia) dans le même secteur entre 2019 et 2023.

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



Carte 5 : Localisation des prospections pour les habitats naturels et la flore

2.3.2. Prospections de la faune

■ **Invertébrés**

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

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

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

Les périodes de passage ont permis d'inventorier les espèces vernales telles que l'Hespérie de la Ballote et la Diane mais aussi les espèces estivales (Sphinx de l'Argousier, orthoptères et odonates).

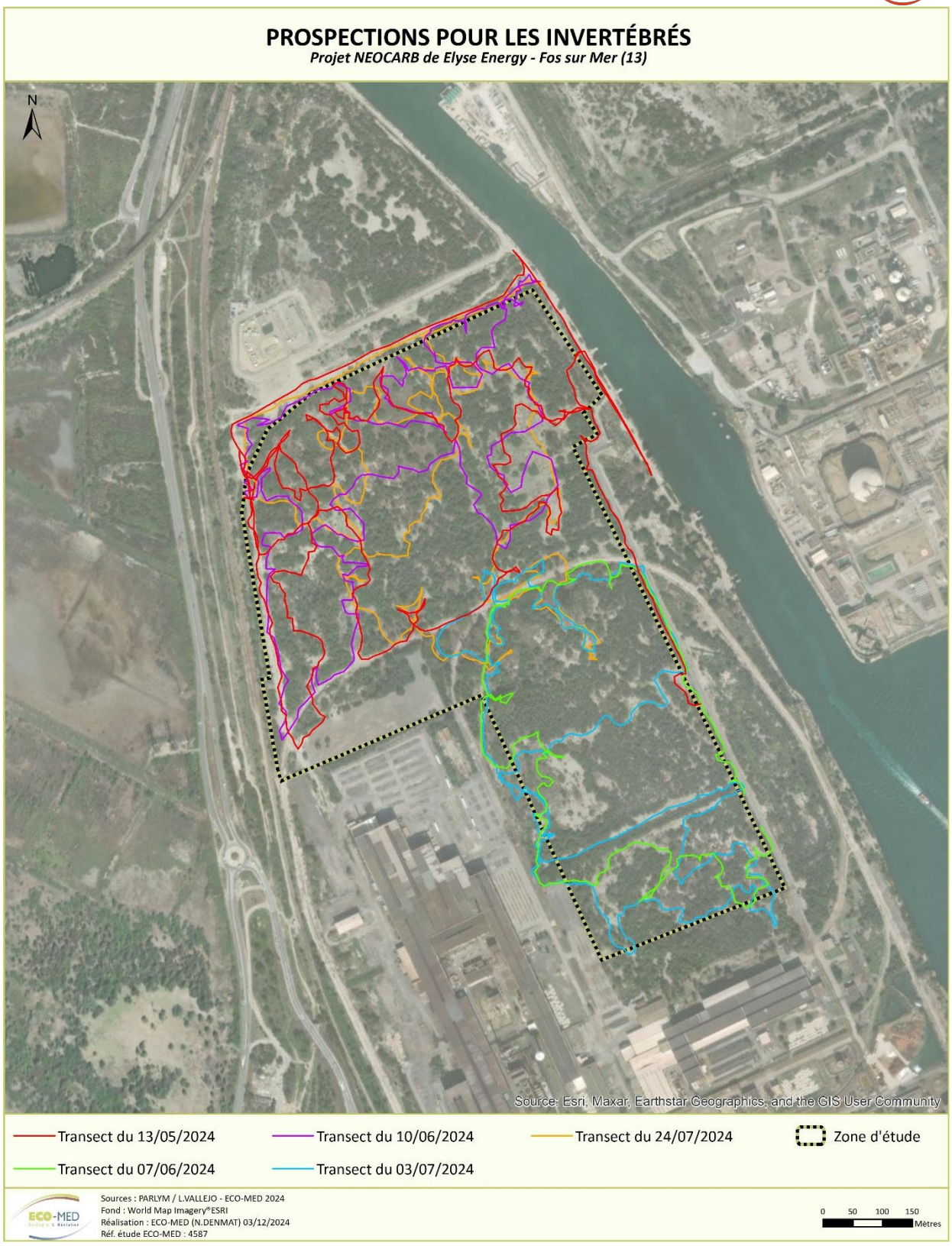
Les prospections ont été réalisées sous conditions météorologiques favorables à l'observation des invertébrés.

Tableau 2. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux invertébrés

Date de prospection	Température minimale	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
13 mai 2024	20°C	Faible	Quelques nuages	Absentes	Conditions météorologiques favorables à très favorables
07 juin 2024	29°C	Faible	Léger voile		
10 juin 2024	22°C	Moyen	Léger voile		
03 juillet 2024	30°C	Moyen	Quelques nuages		
24 juillet 2024	27°C	Moyen	Nul		

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 4** du rapport.



Carte 6 : Localisation des prospections invertébrés

■ **Amphibiens**

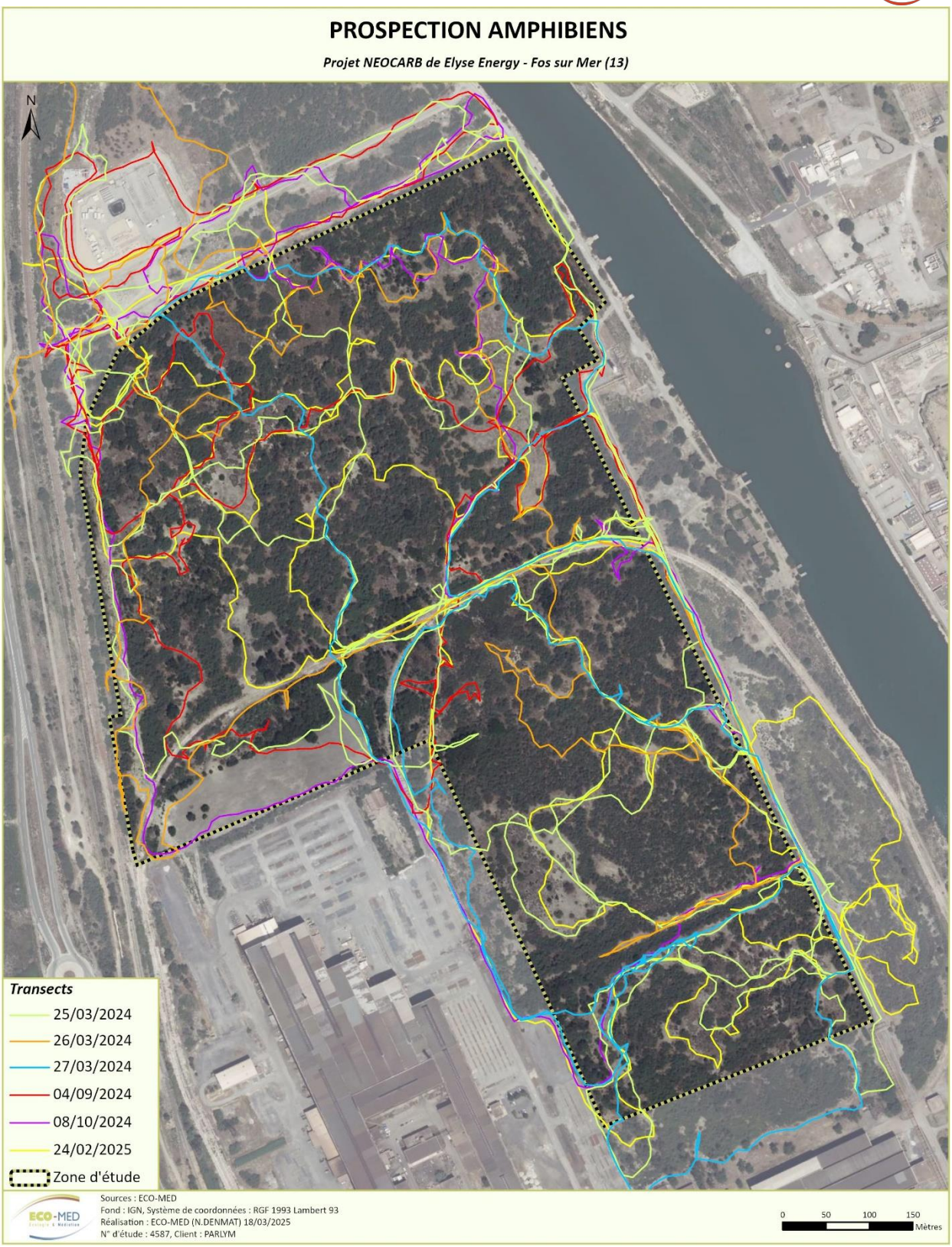
L'ensemble de la zone d'étude et ses abords ont été prospectés de manière opportuniste avec une attention particulière portée sur les points d'eau et les refuges potentiels propices aux amphibiens, repérés en premier lieu en passage diurne puis prospectés en passage nocturne, en retournant délicatement les blocs rocheux et débris présent sur zone. La période de passage se trouvait adaptée à l'observation des espèces en déplacement ou pour l'écoute des chants. Les conditions météorologiques se trouvaient en revanche peu favorables avec un vent soutenu lors des prospections nocturnes.

Tableau 3. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux amphibiens

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
15 mars 2018 27 avril 2018 22 octobre 2018 09 avril 2019 29 mai 2019 16 avril 2021 23 avril 2021 08 juillet 2021 (NATURALIA)	-	-	-	-	-
25 mars 2024 (D)	16°C	Fort	Nuageux	Absentes	Conditions météorologiques favorables
25 mars 2024 (N)	8°C	Moyen	Nuageux	Absentes	
26 mars 2024 (N)	11°C	Modéré	Nuageux	Bruine	
27 mars 2024 (D)	15°C	Nul	Nul	Absentes	
04 septembre 2024 (N)	18°C	Nul	Nuageux	Pluie	
08 octobre 2024 (N)	19°C	Nul	Nuageux	Pluie	
24 février 2025 (N)	13°C	Nul	Nuageux	Bruine	

D : diurne / N : nocturne

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



Carte 7 : Localisation des prospections amphibiens

■ **Reptiles**

Les inventaires des reptiles ont été réalisés selon trois modes opératoires complémentaires :

- Principalement, la recherche à vue où la prospection, qualifiée de semi-aléatoire, s'opère discrètement au niveau des habitats jugés les plus propices. Cette prospection est systématiquement accompagnée d'une recherche à vue dite « à distance » où l'utilisation des jumelles s'avère indispensable pour détecter certaines espèces farouches telles que les couleuvres ;
- La recherche d'individus directement dans leurs gîtes permanents ou temporaires, en soulevant délicatement les blocs rocheux, souches, débris, etc., et en regardant dans les anfractuosités ;
- Enfin, une recherche minutieuse d'indices de présence tels que les traces (mues, fèces) au niveau des gîtes

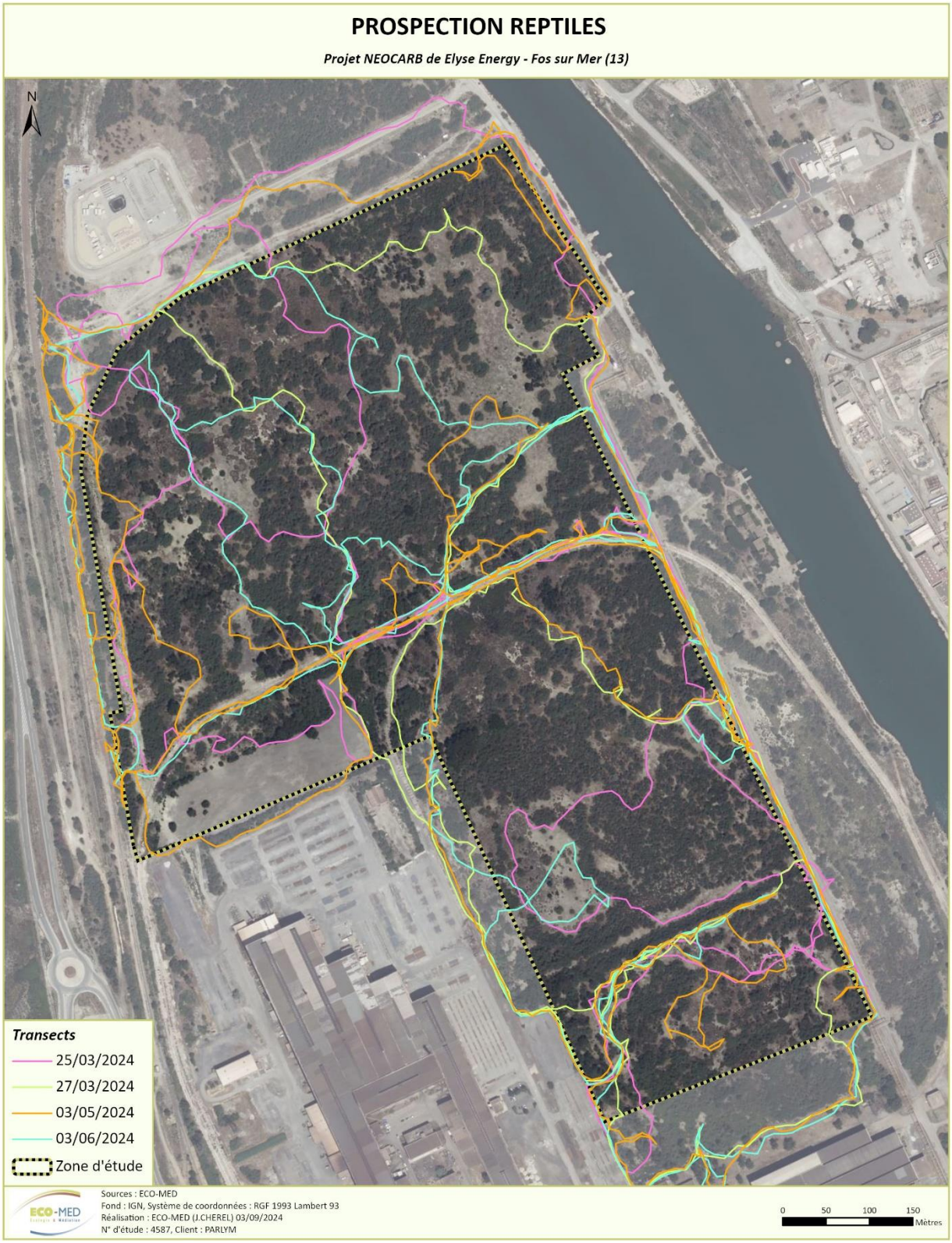
Les périodes de passage diurnes et les conditions météorologiques ont été favorables pour l'observation d'espèces en insolation, en chasse ou en reproduction.

Tableau 4. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux reptiles

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
15 mars 2018 27 avril 2018 22 octobre 2018 09 avril 2019 29 mai 2019 16 avril 2021 23 avril 2021 08 juillet 2021 (NATURALIA)	-	-	-	-	-
25 mars 2024 (D)	16°C	Fort	Nuageux	Absentes	Conditions météorologiques favorables
27 mars 2024 (D)	15°C	Nul	Nul	Absentes	
03 mai 2024 (D)	18°C	Nul	Nul	Absentes	
03 juin 2024 (D)	21°C	Nul	Nul	Absentes	

D : diurne

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



Carte 8 : Localisation des prospections reptiles

■ **Oiseaux**

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

Quatre passages diurnes et une prospection nocturne se sont déroulés durant les mois de mars, avril et juin 2024. Ces passages se sont déroulés au cours de la période de reproduction de l'avifaune. Les espèces sédentaires ainsi que les espèces estivantes précoces et tardives ont ainsi pu être contactées lors des prospections de terrain. En effet, selon la bibliographie ornithologique, au moins deux passages (l'un avant le 15 mai et l'autre après cette date) sont nécessaires afin de tendre à l'exhaustivité dans le recensement des oiseaux nicheurs (BIBBY, 2000). Ces inventaires diurnes ont été complétés par une prospection nocturne, réalisée lors de la période de reproduction, le 26 avril 2024. Par conséquent, l'ensemble des espèces nicheuses diurnes et nocturnes ont été prises en compte au cours des inventaires.

Deux autres passages ont également été effectué en automne et en hiver (septembre-octobre et décembre-janvier) afin d'inventorier les espèces utilisant la zone d'étude au cours de leur migration postnuptiale et au cours de leur hivernage en Camargue.

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

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

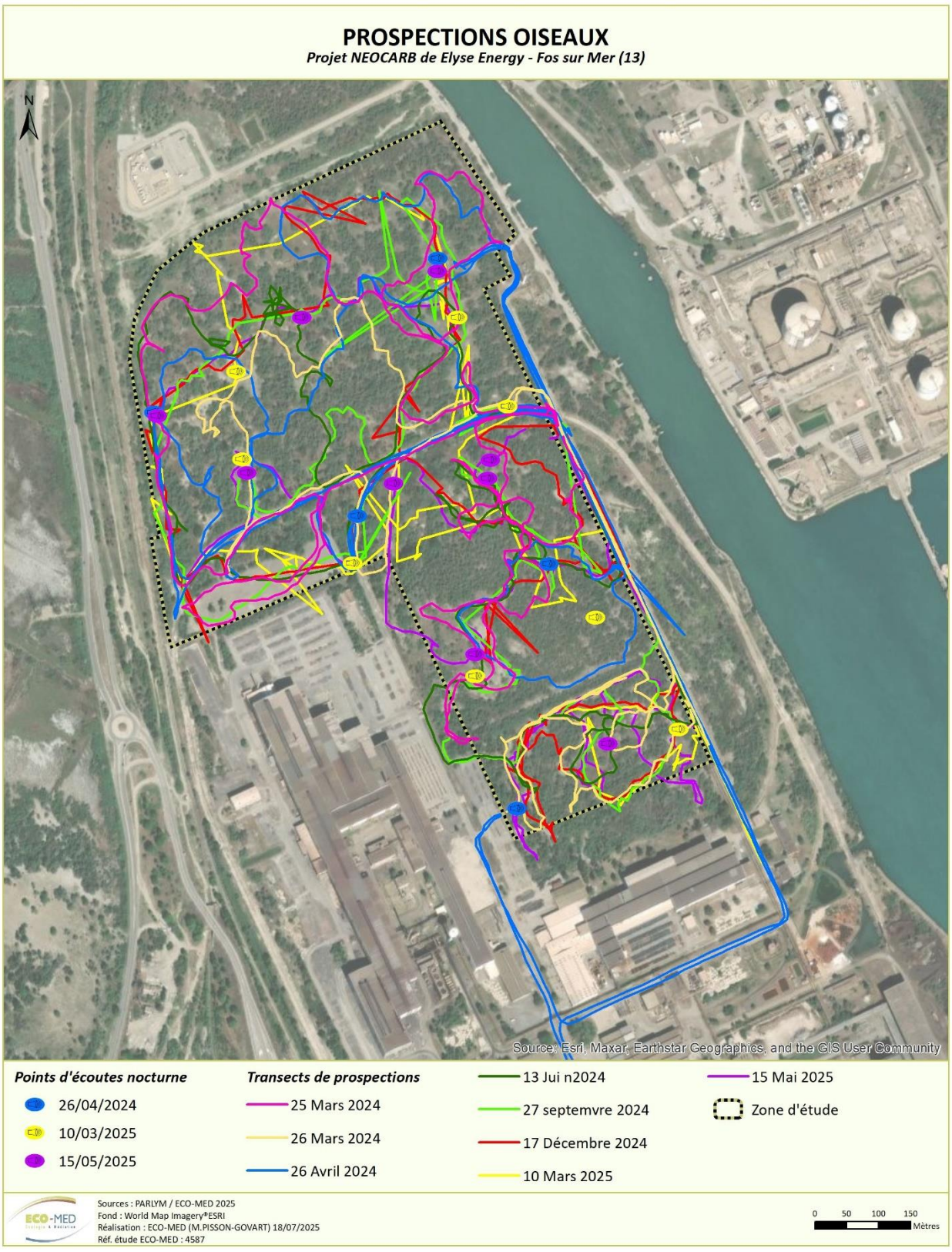
16. Nid avec jeune(s) (vu ou entendu).
Codes comportementaux et statuts de reproduction définis d'après l'EOAC (European Ornithological Atlas Committee).

Tableau 5. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux oiseaux sur la zone d'étude

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
23 février 2018 24 avril 2018 26 juin 2018 23 avril 2021 08 juillet 2021 (NATURALIA)	-	-	-	-	-
25 mars 2024 (D)	9°C	Nul	Léger voile	Absentes	Conditions météorologiques favorables
26 mars 2024 (D)	13°C	Moyen	Nuageux	Absentes	
26 avril 2024 (D+N)	12°C	Faible	Nuageux	Absentes	
13 juin 2024 (D)	15°C	Faible	Nul	Absentes	
27 septembre 2024 (D)	22°C	Nul	Quelques nuages	Absentes	
17 décembre 2024 (D)	8°C	Nul	Nuageux	Absentes	
10 mars 2024 (D+N)	14°C	Faible	Nuageux	Absentes	
15 mai 2025 (D+N)	26°C	Moyen	Nul	Absentes	

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 7** du rapport.



Carte 9 : Localisation des prospections oiseaux de la zone d'étude

■ **Mammifères terrestres**

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

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

La centre de la zone d'étude se trouve à moins d'un kilomètre d'un gîte de reproduction d'Effraie des clochers, situé sous le pont SNCF passant au-dessus de la D268, où des pelotes ont été récupérés lors des différents passages. En considérant que le territoire de chasse est de 2 km de diamètre autour du reposoir, il est probable que les micromammifères identifiés lors de l'analyse des pelotes de réjection aient été chassé sur la zone d'étude. L'analyse des pelotes récoltées sur ce reposoir permettra d'établir la communauté de micromammifères évoluant sur la zone d'étude

Lors de la prospection du 14 juin, 7 pièges photographiques ont été déployés dans la zone d'étude à des emplacements stratégiques, soit pour cibler des espèces spécifiques, soit pour observer l'utilisation d'un milieu. Ils sont particulièrement efficaces pour détecter les espèces nocturnes et cryptiques, difficiles à observer lors de prospections diurnes. Les pièges photographiques ont été récupérés lors du passage du 28 juin. Les pièges photographiques augmentent la pression de prospection en enregistrant tous les passages d'animaux entre leur installation et leur récupération. La période de déploiement des pièges photographiques était de 14 jours et nuits.

Les dates de prospections sont présentées ci-après.

Tableau 6. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux mammifères terrestres

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
07 février 2018 26 avril 2018 30 avril 2018 15 juin 2018 18 septembre 2018 08 juillet 2021 14 septembre 2021 (NATURALIA) Mutualisation avec prospections chiroptères	-	-	-	-	-
14 juin 2024 (D)	24°C	Faible	Nuageux	Absentes	Conditions météorologiques favorables
28 juin 2024 (D)	24°C	Nul	Léger voile	Absentes	

D : diurne / N : nocturne

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 8** du rapport.



Carte 10 : Localisation des prospections mammifères terrestres

■ Chiroptères

Les prospections dédiées aux chiroptères ont été réalisées après une analyse préliminaire de la physionomie des habitats de la zone d'étude, *via* photo-interprétation, croisée avec les sources bibliographiques disponibles, dans

un large secteur englobant la zone d'étude. Ceci a permis d'orienter les prospections et de dresser une liste d'espèces à rechercher *in situ*.

L'étude des chiroptères s'est articulée selon plusieurs axes :

- **Une approche bibliographique** a été effectuée concernant les espèces de chauves-souris présentes localement permettant une identification des enjeux aux abords de la zone d'étude du projet. Pour cela, une recherche à partir des différents périmètres à statut (ZNIEFF, Natura 2000, etc.) a été réalisée en parallèle afin d'avoir une vision approfondie du contexte mammalogique local ;
- **La recherche de gîtes et la caractérisation des habitats**, qui permettent d'estimer le type de fréquentation de la zone d'étude par les chiroptères et de raisonner en termes de fonctionnalités. Ces prospections se sont étendues sur les arbres gîtes potentiels, les cavités souterraines et bâtis accessibles dans un périmètre élargi ;
- **Les sessions d'écoute au sol**, réalisées au sein de la zone d'étude à l'aide de détecteurs passifs à enregistrement continu, de type SM4BAT™ (Wildlife accoutics), ont permis, après analyse des enregistrements, d'identifier des espèces de chiroptères présentes en chasse ou en transit dans la zone d'étude. Chaque appareil, posé pendant une nuit, fonctionne du coucher du soleil au lever de soleil.

  Les ultrasons enregistrés lors des nuits de prospection ont ensuite été analysés et déterminés (lorsque cela était possible) grâce aux logiciels : BatSound 4.4 (Pettersson electronics et acoustics AB™) et Sonochiro.™.

Trois sorties de gîte ont été réalisées le 28/05/2024, 17/07/2024 et 19/09/2024 dans la zone d'étude afin de vérifier la présence de chiroptères dans le bâtiment abandonné et de comptabiliser le nombre d'individus.

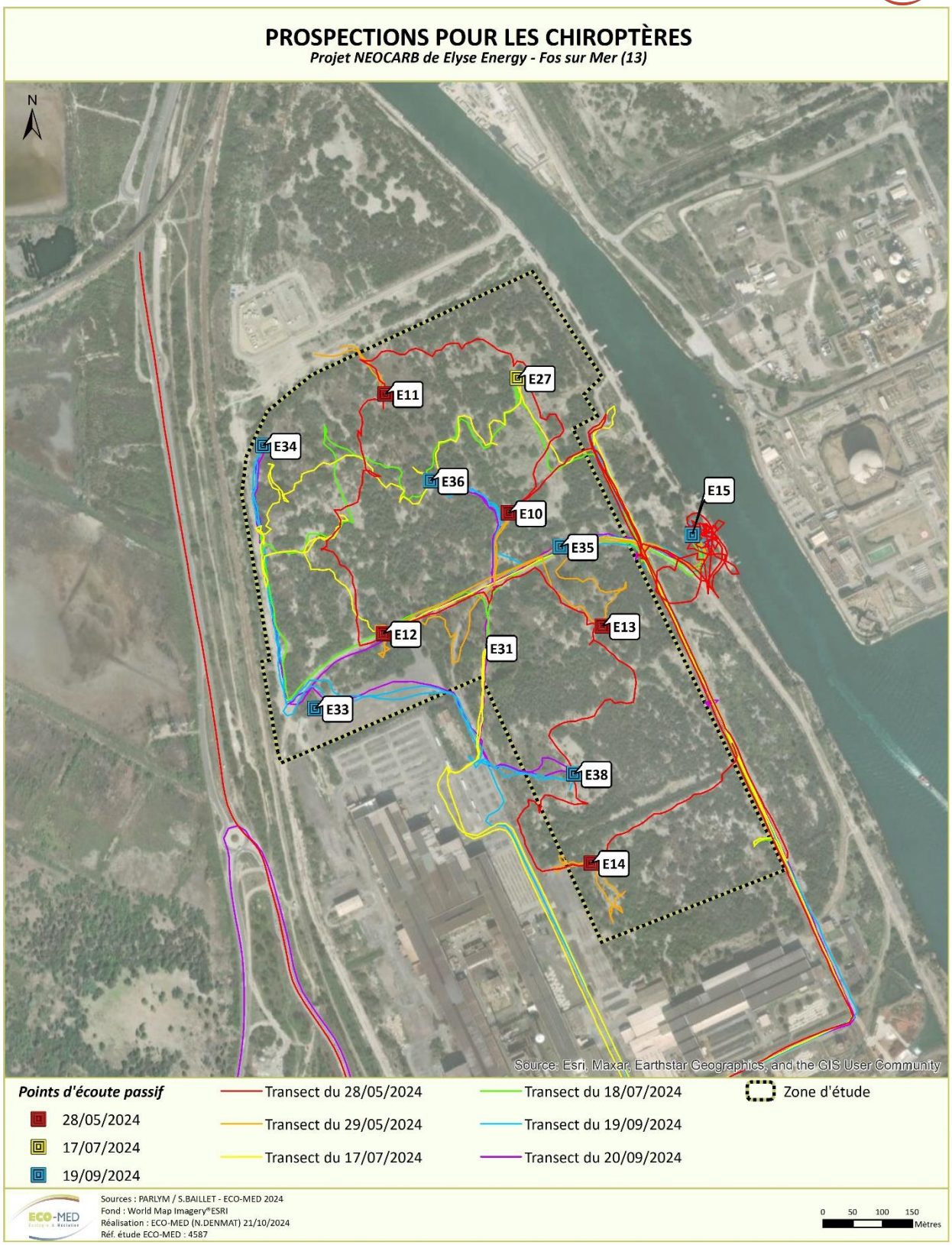
Les conditions météorologiques ont été favorables et la période d'enregistrement a permis de recouvrir trois cycles écologiques où les chauves-souris sont en activité à savoir le transit printanier, la période de mise-bas / élevage des jeunes et le transit automnal.

Tableau 7. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux chiroptères – zone d'étude

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
07 février 2018 26 avril 2018 30 avril 2018 15 juin 2018 18 septembre 2018 08 juillet 2021 14 septembre 2021 (NATURALIA) Mutualisation avec prospections mammifères terrestres	-	-	-	-	-
28/29 mai 2024 (D+N)	23°C-15°C	Modéré 30 km/h	Nul 9%	Absentes	Conditions météorologiques favorables
17/18 juillet 2024 (D+N)	33°C-21°C	Modéré 33 km/h	Nul 2%	Absentes	
19/20 septembre 2024 (D+N)	25°C-14°C	Faible 13 km/h	Quelques nuages 16%	Absentes	

D : diurne / N : nocturne

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



Carte 11 : Localisation des prospections chiroptères – Zone d'étude

2.3.3. Difficultés rencontrées

Le printemps 2024 a été plus frais et plus humides que les années précédentes, avec un possible décalage phénologique pour des espèces plus sensibles aux variations de température.

Les principales limites techniques et scientifiques inhérentes à l'étude de la biodiversité sont exposées **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** du rapport.

2.4. Espèces fortement potentielles

Sont également intégrées à la présente étude, les **espèces fortement potentielles** dans la zone d'étude. La forte potentialité de présence d'une espèce est principalement justifiée par :

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

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

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

2.5. Critères d'évaluation

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

2.5.1. Statuts des espèces

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

Parmi les outils réglementaires et scientifiques présentés figurent les suivants :

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

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

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

3. PRESENTATION DU SITE NATURA 2000 ZSC FR9301590 « LE RHONE AVAL »

Toutes les données mentionnées dans les tableaux de cette partie sont issues du Formulaire Standard de Données (FSD) du site Natura 2000 considéré. Les FSD des sites Natura 2000 sont disponibles sur le site Internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le : 22/07/2025

Surface : 12 579 ha

Dates de désignation : 31/12/1998 (pSIC), 19/07/2006 (SIC) et 12/08/2015 (ZSC, premier arrêté)

Mise à jour : 16/07/2021

État du DOCOB : Validé le 12/08/2014 (COPIL du 31/03/2014) + animation (PNR de Camargue)

3.1. Description du site

Le Rhône constitue un des plus grands fleuves européens. Dans sa partie aval, il présente une grande richesse écologique, notamment plusieurs habitats naturels et espèces d'intérêt communautaire. Grâce à la préservation de certains secteurs, de larges portions du fleuve sont exploitées par des espèces remarquables, notamment par le Castor d'Europe et diverses espèces de poissons.

L'axe fluvial assure un rôle fonctionnel important pour la faune et la flore : fonction de corridor (déplacement des espèces tels que les poissons migrateurs), fonction de diversification (mélange d'espèces montagnardes et méditerranéennes) et fonction de refuge (milieux naturels relictuels permettant la survie de nombreuses espèces).

Les berges sont caractérisées par des ripisylves en bon état de conservation, et localement très matures (présence du tilleul). La flore est illustrée par la présence d'espèces tempérées en limite d'aire, d'espèces méditerranéennes et d'espèces naturalisées.

Au total, 24 habitats naturels d'intérêt communautaire sont présents, 23 espèces de la faune Natura 2000 CDH2 fréquentent le site.

3.2. Objectifs généraux de conservation

Les 6 objectifs de conservation du site se forcent d'harmoniser les exigences socio-économiques présentes sur le site avec les exigences écologiques. Parmi ces objectifs, les 4 premiers sont transversaux, les 2 derniers sont liés à la conservation d'habitats ou d'espèces :

1 Aller vers une amélioration de la dynamique fluviale et de rétablissement du régime naturel d'inondation
2 Rétablir la fonction de corridor du fleuve et de sa ripisylve et favoriser les « réservoirs de biodiversité » et les ensembles fonctionnels à forte naturalité
3 Lutter contre les sources de dégradation des eaux et améliorer la qualité de l'eau
4 Lutter contre la colonisation ou l'implantation d'espèces exotiques envahissantes
5 Améliorer la qualité d'accueil des espèces de la Directive Habitat

3.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000

3.3.1. Habitats naturels Natura 2000 (CDH1

Type d'habitat	Code EUR28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	1110	0,18	Significative	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Significative
Estuaires	1130	6,77	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Excellente
Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	1140	1,08	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Lagunes côtières*	1150	2,55	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Grandes criques et baies peu profondes	1160	0,91	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Végétation annuelle des laissés de mer	1210	0,01	Significative	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Significative
Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	1310	0,02	Significative	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Significative
Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)	1410	0,17	Significative	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Significative
Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques *(Sarcocornietea fruticosi)*	1420	4,63	Excellente	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Excellente
Steppes salées méditerranéennes *(Limonietalia)**	1510	0,50	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Excellente
Dunes mobiles embryonnaires	2110	0,00	Significative	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Significative
Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches)	2120	0,17	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae*	2210	0,05	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp.	3140	0,00	Non significative	-	-	-
Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de *l'Hydrocharition*	3150	2,46	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Mares temporaires méditerranéennes*	3170	0,00	Significative	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Significative
Rivières permanentes méditerranéennes à *Glaucium flavum*	3250	0,09	Significative	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculion fluitantis* et du *Callitricho-Batrachion*	3260	7,42	Bonne	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Bonne

Type d'habitat	Code EUR28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Rivières avec berges vaseuses avec végétation du *Chenopodion rubri* p.p. et du *Bidention* p.p.	3270	0,04	Significative	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Significative
Rivières permanentes méditerranéennes du Paspalo-Agrostidion avec rideaux boisés riverains à *Salix* et *Populus alba*	3280	0,21	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnards à alpins	6430	0,03	Significative	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Significative
Forêts mixtes à *Quercus robur, Ulmus laevis, Ulmus minor, Fraxinus excelsior*	91F0	0,20	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Forêts-galeries à *Salix alba* et *Populus alba*	92A0	9,81	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Excellente
Galeries et fourrés riverains méridionaux (*Nerio-Tamaricetea* et *Securinegion tinctoriae*)	92D0	0,68	Excellente	100% ≥ p > 15%	Bonne	Excellente

**Habitats prioritaires : habitats en danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres et pour la conservation desquels l'Union européenne porte une responsabilité particulière.*

3.3.2. Espèces Natura 2000 (CDH2)

Groupe biologique	Nom scientifique	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolement	Globale
Mammifères	**Grand rhinolophe** *(Rhinolophus ferrumequinum)*	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Excellente
	Rhinolophe euryale *(Rhinolophus euryale)*	Concentration (V)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Petit Murin *(Myotis blythii)*	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Minioptère de Schreibers *(Miniopterus schreibersii)*	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Moyenne
	Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii*)	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Murin à oreilles échancrées *(Myotis emarginatus)*	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Grand Murin *(Myotis myotis)*	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne

Groupe biologique	Nom scientifique	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolement	Globale
	Castor d'Eurasie (*Castor fiber*)	Sédentaire (C)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Excellente
	Loutre d'Europe *(Lutra lutra)*	Concentration	2 >= p > 0 %	Moyenne	Isolée	Bonne
Amphibiens	**Triton crêté** *(Triturus cristatus)*	Sédentaire (V)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Isolée	Moyenne
Reptiles	**Cistude d'Europe** (*Emys orbicularis*)	Sédentaire (R)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
Poissons	**Lamproie marine** *(Petromyzon marinus)*	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne
		Reproduction (V)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Alose (*Alosa fallax*)	Concentration (C)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Excellente
		Reproduction (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne
	Chabot commun *(Cottus gobio)*	Sédentaire (V)	Non significative	-	-	-
	Bouvière (*Rhodeus amarus*)	Sédentaire (C)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Blageon *(Telestes souffia)*	Sédentaire (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Toxostome *(Parachondrostoma toxostoma)*	Sédentaire (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
Insectes	**Cordulie à corps fin** *(Oxygastra curtisii)*	Concentration (10 – 10 stations)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*)	Concentration (2 – 2 stations)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Gomphe de Graslin *Gomphus graslinii*	Concentration (2 – 2 stations)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Marginale	Moyenne
	Lucane cerf-volant *(Lucanus cervus)*	Sédentaire (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Grand Capricorne *(Cerambyx cerdo)*	Sédentaire (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Écaille chinée (*Euplagia quadripunctaria*)	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-

Légende

Statut biologique sur la ZSC :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles, C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

3.4. Autres espèces importantes de faune et de flore

Ces espèces sont mentionnées dans le FSD du site Natura 2000 FR9301590 « Le Rhône aval ». N'ayant pas justifié la désignation du site Natura 2000 FR9301590 « Le Rhône aval » (non inscrites à l'arrêté ministériel de création du

site Natura 2000), ces espèces ne sont mentionnées ici qu'à titre indicatif et ne feront pas l'objet de l'évaluation des incidences.

3.4.1. Autres espèces importantes - ZSC « Le Rhône aval »

Groupe biologique	Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Motivation
Oiseaux	**Tourterelle des bois** *(Streptopelia turtur)*	Rare	Liste rouge nationale, convention internationale
Poissons	**Anguille d'Europe** *(Anguilla anguilla)*	Individus Présente	Liste rouge nationale et convention nationale
Plantes	**Aldrovandie à vessies** *(Aldrovanda vesiculosa*	Individus Présente	Liste rouge nationale et convention nationale

4. PRESENTATION DU SITE NATURA 2000 ZSC FR9301592 « CAMARGUE »

Toutes les données mentionnées dans les tableaux de cette partie sont issues du Formulaire Standard de Données (FSD) du site Natura 2000 considéré. Les FSD des sites Natura 2000 sont disponibles sur le site Internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le : 21/07/2025

Surface : 113 466 ha

Date de désignation : 31/07/2003 (pSIC), 22/12/2009 (SIC) et 26/06/2014 (ZSC)

Mise à jour : 09/11/2017

État du DOCOB : DOCOB validé par le COPIL de 10/10/2011

4.1. Description du site

Le delta de Camargue constitue une zone humide d'importance internationale. Le site abrite une grande diversité d'habitats littoraux et d'espèces d'intérêt communautaire.

Les groupements végétaux sont agencés en une mosaïque complexe, déterminée essentiellement par la présence et l'abondance de l'eau et du sel. Ils se déclinent en communautés halophiles et halonitrophiles, prés salés méditerranéens, steppes salées, dunes, étangs eutrophes, mattorals à Genévrier de Phénicie. Certains habitats d'intérêt communautaire sont particulièrement bien représentés, tels que les sansouïres et les lagunes.

Plantes aquatiques très rares en France : selon étude CBN Med 2012-2013, présence avérée de *Riella helicophylla*, *Riella notarisii, Riella cossoniana* (première mention pour la France), *Althenia filiformis, Tolypella salina*.

Parmi la faune d'intérêt communautaire, le site présente un intérêt particulier pour la conservation de la Cistude d'Europe (le plus important noyau de population régional), du Grand Rhinolophe (importantes colonies de reproduction) et de quelques autres espèces de chauves-souris.

La bande marine (3 milles) comprend l'embouchure du Grand Rhône et du Petit Rhône. Elle constitue une zone de forte productivité biologique, présentant un intérêt particulier pour le grossissement de l'Alose feinte et la migration des lamproies marine et fluviatile. Le secteur de l'anse de Carteau se caractérise par la présence d'une remarquable couverture de végétation aquatique, composée d'espèces originales et très localisées dans la région (phanérogames marines : zostères, cymodocées). Une faune abondante s'y développe et s'y reproduit (nurseries pour divers poissons).

4.2. Objectifs généraux de conservation

Les objectifs généraux de conservation du DOCOB sont :

- Maintien ou restauration de la diversité et de l'hétérogénéité des zones humides camarguaises
- Prise en compte des habitas et espèces d'intérêt communautaire (prioritaires notamment) situés en particulier à l'extérieur des sites protégés du Delta
- Prise en compte des habitats et espèces d'intérêt communautaire littoraux et marins
- Maintien ou amélioration de la compatibilité entre les activités socio-économiques traditionnelles et les HIC (pratiques extensives à conforter par les démarches agro-environnementales)
- Prise en compte des secteurs à forts enjeux écologiques situés en périphérie immédiate du site

4.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000

4.3.1. Habitats naturels Natura 2000 (CDH1) – ZSC « Camargue »

Type d'habitat	Code EUR 28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	1110	30,16%	Excellente	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Excellente
Estuaires	1130	0,84%	Significative	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	1140	0,99%	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Excellente	Excellente
Lagunes côtières*	1150	18,18%	Excellente	100% ≥ p > 15%	Bonne	Excellente
Grandes criques et baies peu profondes	1160	0,81%	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Récifs	1170	0%	Significative	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Significative
Végétation annuelle des laissés de mer	1210	0,1%	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	1310	0,71%	Excellente	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Excellente
Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)	1410	2,66%	Excellente	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Bonne
Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (*Sarcocornietea fruticosi*)	1420	7,87%	Excellente	100% ≥ p > 15%	Bonne	Excellente
Steppes salées méditerranéennes (*Limonietalia*)*	1510	0,03%	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Dunes mobiles embryonnaires	2110	0,03%	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Bonne
Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches)	2120	0,1%	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Bonne
Dépressions humides intradunaires	2190	0%	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Bonne
Dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae*	2210	0,22%	Bonne	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Bonne
Dunes avec pelouses des *Malcolmietalia*	2230	0%	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Dunes avec pelouses des *Brachypodietalia* et des plantes annuelles	2240	0%	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Excellente	Excellente
Dunes littorales à *Juniperus* spp.*	2250	0,09%	Excellente	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Bonne
Dunes à végétation sclérophylle des *Cisto-Lavanduletalia*	2260	0,09%	Excellente	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Bonne

Type d'habitat	Code EUR 28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Dunes avec forêts à *Pinus pinea* et/ou *Pinus pinaster**	2270	0%	Excellente	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Excellente
Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp.	3140	0,33%	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Bonne
Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de *l'Hydrocharition*	3150	4,4%	Excellente	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Bonne
Mares temporaires méditerranéennes*	3170	0,03%	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Parcours substeppiques de graminées et annuelles des *Thero-Brachypodietea**	6220	0,49%	Bonne	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne
Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du *Molinio-Holoschoenion*	6420	0,04%	Significative	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Significative
Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	6430	0%	Présence non significative	Non évalué	Non évalué	Non évalué
Prairies maigres de fauche de basse altitude (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)	6510	0,01%	Significative	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Significative
Forêts-galeries à *Salix alba* et *Populus alba*	92A0	0,22%	Significative	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Bonne
Galeries et fourrés riverains méridionaux (*Nerio-Tamaricetea* et *Securinegion tinctoriae*)	92D0	0,02%	Bonne	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Bonne

**Habitats prioritaires : habitats en danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres et pour la conservation desquels l'Union européenne porte une responsabilité particulière.*

4.3.2. Espèces Natura 2000 (CDH2) (Faune, Flore) – ZSC « Camargue »

Groupe biologique	Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolement	Globale
Mammifères	**Petit Rhinolophe** (*Rhinolophus hipposideros*)	Concentration (V)	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Concentration	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Excellente
		Reproduction (660-660 l)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Excellente
	Petit Murin (*Myotis blythii*)	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii*)	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Concentration (60-60 l)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
		Reproduction (170-170 l)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Grand Murin (*Myotis myotis*)	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Castor d'Eurasie (*Castor fiber*)	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Grand dauphin commun *(Tursiops truncatus)*	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Moyenne
Reptiles	**Cistude d'Europe** (*Emys orbicularis*)	Sédentaire (C)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Excellente
	Tortue caouanne *(Caretta caretta)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-
Poissons	**Lamproie marine** *(Petromyzon marinus)*	Concentration (R)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Lamproie de rivière *(Lampetra fluviatilis)*	Concentration (R)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Alose (*Alosa fallax*)	Concentration (R)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Excellente
	Bouvière (*Rhodeus amarus*)	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
Invertébrés	**Cordulie à corps fin** *(Oxygastra curtisii)*	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*)	Sédentaire (V)	Non significative	-	-	-
	Lucane cerf-volant *(Lucanus cervus)*	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-
	Grand Capricorne *(Cerambyx cerdo)*	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-

Groupe biologique	Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolement	Globale
	Écaille chinée (*Euplagia quadripunctaria*)	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-
Plantes	*Riella helicophylla*	Sédentaire (V) (5 -5 stations)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Isolée	Bonne

Légende

Statut biologique sur la ZSC :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles, C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

4.4. Autres espèces importantes de faune et de flore

Ces espèces sont mentionnées dans le FSD du site Natura 2000 FR9301592. N'ayant pas justifié la désignation du site Natura 2000 FR9301592 (non inscrites à l'arrêté ministériel de création du site Natura 2000), ces espèces ne sont mentionnées ici qu'à titre indicatif et ne feront pas l'objet de l'évaluation des incidences.

4.4.1. Autres espèces importantes – ZSC « Camargue »

Groupe biologique	Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Motivation
Oiseaux	**Tourterelle des bois** *(Streptopelia turtur)*	Rare	Liste rouge nationale, convention internationale
Poissons	**Anguille d'Europe** *(Anguilla anguilla)*	Individus Présente	Liste rouge nationale, convention internationale
Plantes	**Althénie filiforme** *(Althenia filiformis var. filiformis)*	Rare (80 - 80 Stations)	Liste rouge nationale
	Riella notarisii	Très rare (6 - 6 Stations)	Autre raison
	Tolypelle saline *(Tolypella salina)*	Très rare (5 - 5 Stations)	Autre raison

5. PRESENTATION DU SITE NATURA 2000 ZSC FR9301596 « MARAIS DE LA VALLEE DES BAUX ET MARAIS D'ARLES »

Toutes les données mentionnées dans les tableaux de cette partie sont issues du Formulaire Standard de Données (FSD) du site Natura 2000 considéré. Les FSD des sites Natura 2000 sont disponibles sur le site Internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le : 10/01/2025

Surface : 11 061 ha.

Dates de désignation : 30/11/2004 (pSIC), 12/12/2008 (SIC) et 08/11/2007 (ZSC)

Mise à jour : 02/02/2024

État du DOCOB : Approuvé (arrêté du 03/08/09) et animation (Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône)

5.1. Description du site

Le site est situé à l'interface entre le delta de Camargue, la plaine de la Crau et la chaîne des Alpilles. L'un de ses principaux intérêts réside dans la diversité et l'étendue des milieux aquatiques présents (4400 ha). Parmi ceux-ci, on relèvera les superficies remarquables de marais à marisques (900 ha) et de roselières (>1000 ha). Plusieurs habitats présentent un intérêt particulier pour la faune invertébrée et la flore : les mares temporaires méditerranéennes, les sources oligotrophes basiques, les eaux oligo-mésotrophes calcaires. L'intérêt biologique du site réside également en la présence d'espèces animales devenues rares (ex. : Cistude d'Europe), la présence d'espèces végétales rares en région méditerranéenne (Gentiane des marais, Thélyptéris des marais) et la seule station française d'une espèce de plante (Germandrée de Crau). Le site est d'autre part très important pour l'avifaune, avec la présence d'espèces menacées mondialement (Aigle criard, Faucon crécerellette) ou au niveau communautaire (Butor étoilé, Ibis falcinelle, Aigle de Bonelli, Vautour percnoptère, Ganga cata, Glaréole à collier).

La Loutre d'Europe (*Lutra lutra*), autrefois courante, était citée à Beauchamp, à l'étang des Aulnes et aux marais du Vigueirat (jusqu'aux années 1960). Une population relictuelle se serait maintenue sur le canal du Vigueirat à hauteur du marais de Meyrannes jusqu'au début des années 1990. En novembre 2012, des indices de présence (épreintes) ont été trouvés dans le marais du Vigueirat. Des prospections complémentaires seront à réaliser afin de déterminer si cette présence est liée à une réelle recolonisation de la zone par l'espèce ou si ces indices proviennent d'un individu erratique.

Selon une étude menée en 2014 (A Rocha), une population autochtone de Gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*), a été découverte pour la première fois en PACA (auparavant seules des observations ponctuelles avaient été faites, E. IORIO 2010-2012). Six individus mâles différents ont été contactés lors de 2 prospections spécifiques effectuées fin juin 2014 sur le canal de la Vallée des Baux (3 individus à chaque sortie). L'analyse des photographies confirme qu'il s'agit bien d'individus différents. Quelques exuvies ont également été trouvées début juillet 2014 en amont, d'où une forte suspicion de reproduction sur le site. De manière plus ponctuelle, il a également été observé en amont, au niveau du marais de l'Ilon (1 individu à chaque fois). La dynamique locale de l'espèce semble progressive.

Le site englobe un ensemble remarquable de milieux humides alimentés par de l'eau douce (résurgences de la nappe de Crau) par endroits, et plus ou moins salée lorsqu'on approche la Camargue à l'ouest et la mer au sud.

Les principales problématiques identifiées sur le site sont la pollution de l'eau (notamment par fertilisation agricole, pesticides, rejets domestiques, macrodéchets, rejets atmosphériques), la modification de l'hydrologie des zones humides (drainage, irrigation, endiguements), le maintien des pratiques agricoles garantes du bon état de conservation des habitats (notamment élevage extensif, foin de Crau), le développement des réseaux (ex. : autoroute), la prolifération de plantes exotiques envahissantes (jussies, baccharis).

5.2. Objectifs généraux de conservation

Les 13 objectifs de conservation présentés ci-dessous sont communs avec la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône » :

1. Maintenir et améliorer la qualité physico-chimique des eaux ;
2. Développer une gestion globale et concertée de la ressource en eau, à l'échelle des bassins versants ;
3. Préserver et si possible restaurer le fonctionnement hydrologique des habitats des zones humides (habitats et habitats d'espèces) ;
4. Préserver et entretenir la végétation des habitats ouverts et des habitats humides et encourager leur restauration ;
5. Favoriser l'expression de la biodiversité forestière ;
6. 6A. Maintenir et optimiser la richesse écologique et le rôle de corridor des ripisylves ;
7. 6B. Préserver la biodiversité liée aux canaux (milieux aquatiques et berges) ;
8. Limiter les impacts occasionnés par les espèces exogènes invasives dans le respect des habitats et des autres espèces ;
9. Maintenir et restaurer les connectivités des populations de vertébrés vulnérables et réduire leurs causes de mortalités ;
10. Maintenir des conditions d'accueil optimales pour les oiseaux d'eau
11. Maintenir les conditions nécessaires à l'accueil du vautour percnoptère et des autres rapaces charognards
12. Optimiser l'accueil des colonies de chiroptères
13. Développer un projet socio-économique rural et industriel durable s'appuyant notamment sur l'agriculture, le tourisme, la chasse, la pêche et la protection de l'environnement
14. Mettre en œuvre le DOCOB

5.3. Habitats naturels et espèces Natura 2000

5.3.1. Habitats naturels Natura 2000 (CDH1) – ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »

Type d'habitat	Code EUR28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)	1410	3,45	Significative	2% ≥ p > 0%	Bonne	Bonne
Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (*Sarcocornietea fruticosi*)	1420	2,73	Significative	2% ≥ p > 0%	Bonne	Bonne
Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara spp.*	3140	0,83	Bonne	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Bonne
Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition	3150	5,08	Significative	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Significative
Mares temporaires méditerranéennes	3170	0,23	Excellente	2% ≥ p > 0%	Bonne	Excellente
Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculion fluitantis* et du *Callitricho-Batrachion*	3260	0,01	Bonne	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Bonne

Type d'habitat	Code EUR28	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale
Parcours substeppiques de graminées et annuelles des T*hero-Brachypodietea*	6220	0,03	Significative	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Significative
Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du *Molinio-Holoschoenion*	6420	7,58	Excellente	100% ≥ p > 15%	Bonne	Bonne
Prairies maigres de fauche de basse altitude (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)	6510	4,74	Significative	2% ≥ p > 0%	Bonne	Significative
Marais calcaires à *Cladium mariscus* et espèces du *Caricion davallianae*	7210	8,15	Excellente	100% ≥ p > 15%	Moyenne	Bonne
Forêts à *Quercus ilex* et *Quercus rotundifolia*	9340	5,77	Bonne	2% ≥ p > 0%	Bonne	Bonne
Forêts-galeries à *Salix alba* et *Populus alba*	92A0	2,69	Significative	2% ≥ p > 0%	Bonne	Bonne

**Habitats prioritaires : habitats en danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres et pour la conservation desquels l'Union européenne porte une responsabilité particulière*

5.3.2. Espèces Natura 2000 (CDH2) - ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »

Groupe biologique	Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolement	Globale
Insectes	**Cordulie à corps fin** *(Oxygastra curtisii)*	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Marginale	Bonne
	Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*)	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Excellente
	Gomphe de Graslin *(Gomphus graslinii)*	Sédentaire (V)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Isolée	Bonne
	Ecaille chinée *(Euplagia quadripunctata)*	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-
Poissons	**Alose** (*Alosa fallax*)	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-
	Chabot commun *(Cottus gobio)*	Sédentaire (V)	Non significative	-	-	-
	Bouvière (*Rhodeus amarus*)	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne
	Blageon *(Telestes souffia)*	Sédentaire (R)	Non significative	-	-	-
Reptiles	**Cistude d'Europe** (*Emys orbicularis*)	Sédentaire (C)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Bonne
Mammifères	**Petit Rhinolophe** (*Rhinolophus hipposideros*)	Concentration (V)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Moyenne
	Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Concentration (100-200 I)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Petit Murin (*Myotis blythii*)	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Moyenne
Mammifères	**Minioptère de Schreibers** (*Miniopterus schreibersii*)	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Moyenne

Groupe biologique	Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Évaluation du site			
			Population	Conservation	Isolement	Globale
	Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii*)	Concentration (V)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Moyenne
	Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Grand Murin (*Myotis myotis*)	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Castor d'Eurasie (*Castor fiber*)	Sédentaire (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne
	Loutre d'Europe *(Lutra lutra)*	Concentration (R)	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Non isolée	Moyenne

Légende :

Statut biologique sur la ZSC :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles.

C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

5.4. Autres espèces importantes de faune et de flore

Ces espèces sont mentionnées dans le FSD du site Natura 2000. N'ayant pas justifié la désignation du site Natura 2000 (non inscrites à l'arrêté ministériel de création du site Natura 2000), ces espèces ne sont mentionnées ici qu'à titre indicatif et ne feront pas l'objet de l'évaluation des incidences.

5.4.1. Autres espèces importantes – ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »

Groupe biologique	Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Motivation
Amphibiens	**Alyte accoucheur** (*Alytes obstetricans*)	Individus Rare	Annexe IV directive Habitats, Liste rouge nationale, Conventions internationales
	Crapaud calamite (*Epidalea calamita*)	Individus Commune	Annexe IV directive Habitats, Liste rouge nationale, Conventions internationales
	Pélobate cultripède (*Pelobates cultripes*)	Individus Rare	Annexe IV directive Habitats, Liste rouge nationale, Conventions internationales
	Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*)	Individus Rare	Liste rouge nationale, Conventions internationales
	Triton palmé (*Lissotriton helveticus*)	Stations Présente	Autres raisons
Oiseaux	**Tourterelle des bois** *(Streptopelia turtur)*	Rare	Liste rouge nationale, Conventions internationales
Poissons	**Spirlin** (*Alburnoides bipunctatus*)	Individus Commune	Liste rouge nationale, Conventions internationales
	Anguille européenne (*Anguilla anguilla*)	Individus Commune	Liste rouge nationale, Conventions internationales
	Hotu (*Chondrostoma nasus*)	Individus Rare	Liste rouge nationale, Conventions internationales
Plantes	**Salicaire à feuilles de thym** (*Lythrum thymifolium)*	Stations Présente	Liste rouge nationale
	Salicaire à trois bractées (*Lythrum tribracteatum*)	Stations Présente	Liste rouge nationale

Groupe biologique	Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Motivation
	Menthe des cerfs (*Mentha cervina)*	Stations Présente	Liste rouge nationale
	Sorzonaire à petites fleurs (*Scorzonera parviflora)*	Individus Rare	Liste rouge nationale
	Germandrée de Crau (*Teucrium aristatum*)	Stations Présente	Liste rouge nationale
Reptiles	**Couleuvre d'Esculape** (*Zamenis longissimus*)	Individus Commune	Annexe IV directive Habitats, Autres raisons
	Lézard ocellé (*Timon lepidus*)	Individus Rare	Liste rouge nationale, Conventions internationales

6. PRESENTATION DU SITE NATURA 2000 ZPS FR9312001 « MARAIS ENTRE CRAU ET GRAND RHONE »

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le : 22/07/2025.

Surface : 7 218 ha

Date de désignation : Premier arrêté ZPS le 30/11/2000 ; dernier arrêté ZPS le 04/07/2018

Mise à jour : 16/08/2017

État du DOCOB : Approuvé et animation (Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône)

6.1. Description du site

Vastes zones humides à l'interface entre la Camargue et la Crau. Mosaïque de milieux allant des plus salés (sansouïre) aux plus doux (phragmitaies). Certains sont représentatifs des milieux de la Camargue fluvio-lacustre, d'autres sont caractéristiques de la zone charnière entre la Camargue et la plaine steppique de la Crau. Vaste superficie de roselières. Le site fait partie du complexe humide de la Camargue et présente donc une forte richesse avifaunistique :

- Plus de 300 espèces d'oiseaux observées, dont plus de 60 espèces d'intérêt communautaire ;
- Une des seules populations naturelles d'Oie cendrée nichant en France ;
- Présence de toutes les espèces métropolitaines de hérons, formant d'importantes colonies et fréquentant l'ensemble du site pour s'alimenter ;
- Présence de vastes roselières (environ 1 000 ha), permettant la nidification de diverses espèces paludicoles ;
- Jusqu'à 35 000 canards en hiver (soit près d'un quart des canards hivernants sur le delta de Camargue) ;
- Un site important pour la migration de nombreuses espèces, notamment des passereaux paludicoles.

Le site présente un intérêt d'ordre national à international pour une vingtaine d'espèces. Certaines espèces d'intérêt communautaire nichent hors périmètre mais fréquentent régulièrement le site pour s'alimenter : Circaète Jean-le-Blanc, Faucon crécerellette, Ganga cata, Grand-duc d'Europe. L'Alouette calandre semble avoir disparu du site comme nicheuse, la dernière observation datant de 1999 (1 à 3 couples sur le secteur ouest de Caban).

La vulnérabilité du site est liée à :

- Pollution des eaux et des sols (industries voisines, intrants agricoles, insecticides, plomb...).
- Expansion d'espèces végétales introduites : Jussies (*Ludwigia grandiflora, Ludwigia peploïdes*), Baccharis ou Séneçon en arbre (*Baccharis hamilifolia*), Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*).
- Surfréquentation de certains secteurs sensibles.
- Du fait du caractère industriel à fort développement de ses abords (zone industrialo-portuaire de Fos), le site est concerné par divers aménagements existants ou en projet (canaux, voiries, lignes électriques, éoliennes, etc). Ces aménagements devront s'inscrire dans une logique de développement durable.

6.2. Objectifs généraux de conservation

Les 13 objectifs de conservation présentés ci-dessous sont communs avec la ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »

1. Maintenir et améliorer la qualité physico-chimique des eaux ;
2. Développer une gestion globale et concertée de la ressource en eau, à l'échelle des bassins versants ;
3. Préserver et si possible restaurer le fonctionnement hydrologique des habitats des zones humides (habitats et habitats d'espèces) ;

4. Préserver et entretenir la végétation des habitats ouverts et des habitats humides et encourager leur restauration ;
5. Favoriser l'expression de la biodiversité forestière ;
6. 6A. Maintenir et optimiser la richesse écologique et le rôle de corridor des ripisylves ;
7. 6B. Préserver la biodiversité liée aux canaux (milieux aquatiques et berges) ;
8. Limiter les impacts occasionnés par les espèces exogènes invasives dans le respect des habitats et des autres espèces ;
9. Maintenir et restaurer les connectivités des populations de vertébrés vulnérables et réduire leurs causes de mortalités ;
10. Maintenir des conditions d'accueil optimales pour les oiseaux d'eau
11. Maintenir les conditions nécessaires à l'accueil du vautour percnoptère et des autres rapaces charognards
12. Optimiser l'accueil des colonies de chiroptères
13. Développer un projet socio-économique rural et industriel durable s'appuyant notamment sur l'agriculture, le tourisme, la chasse, la pêche et la protection de l'environnement
14. Mettre en œuvre le DOCOB

6.3. Espèces d'oiseaux Natura 2000

6.3.1. Espèces d'oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR) – ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Butor étoilé (*Botaurus stellaris*)	Concentration (R) (20-65 m)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (100 -500 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (20 -65 m)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Blongios nain (*Ixobrychus minutus*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (5-30 m)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Bihoreau gris (*Nycticorax nycticorax*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (25-312 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Crabier chevelu (*Ardeola ralloides*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (10-66 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Aigrette garzette (*Egretta garzetta*)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (240 - 1100 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (100 – 560 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Héron pourpré (*Ardea purpurea*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (10-250 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Cigogne noire (*Ciconia nigra*)	Concentration (1 – 11 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Grand Aigrette *(Egretta alba)*	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
	Hivernage (P) (50 - 250 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
	Reproduction (60-90 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*)	Concentration (C) (5-10 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (10-50 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (15-20 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*)	Concentration (100-300 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
	Hivernage (100-300 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
	Reproduction (0–12 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
Spatule blanche (*Platalea leucorodia*)	Concentration (100-200 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Bonne	CDO1
	Hivernage (V) (0-1 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Flamant rose (*Phoenicopterus ruber*)	Concentration (3000 - 3000 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (150 – 1500 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*)	Hivernage (0-5 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Bondrée apivore (*Pernis apivorus*)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (0–1 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Milan noir (*Milvus migrans*)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (25–40 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Milan royal (*Milvus milvus*)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (V)	Non significative	-	-	-	CDO1
Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*)	Concentration (C) (1-5 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Circaète Jean-le-Blanc (*Circaetus gallicus*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (4 -5 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Busard cendré (*Circus pygargus*)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (50 - 200 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (10–20 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Aigle criard (*Aquila clanga*)	Hivernage (1 - 4 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
Aigle botté (*Aquila pennata*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (1 – 4 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*)	Concentration (R) (1-5 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Faucon crécerellette (*Falco naumanni*)	Concentration (100 - 300 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
Faucon kobez (*Falco vespertinus*)	Concentration (1– 10 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Faucon émerillon (*Falco columbarius*)	Hivernage (0 - 2 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Faucon d'Eléonore (*Falco eleonorae)*	Concentration (0 - 5 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (R) (0 - 2 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Marouette ponctuée (*Porzana porzana*)	Concentration (V)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (V)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (V)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Marouette poussin (*Porzana parva*)	Concentration (V)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Talève sultane *(Porphyrio porphyrio)*	Reproduction (1 – 5 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Outarde canepetière (*Tetrax tetrax*)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Echasse blanche (*Himantopus himantopus*)	Concentration (100 – 800 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (10 -60 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*)	Concentration (R) (10 – 50 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (R) (0 – 5 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (R) (0 -22 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
	Reproduction (R) (20 – 30 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Glaréole à collier (*Glareola pratincola*)	Concentration (R) (0 – 11 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Marginale	Bonne	CDO1
Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*)	Concentration (C) (50 - 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Marginale	Bonne	CDO1
	Hivernage (R) (0 – 10 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (0 -22 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Pluvier doré (*Pluvialis apricaria*)	Concentration (R) (100 - 200 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (R) (100 - 200 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Combattant varié (*Philomachus pugnax*)	Concentration (C) (100 - 300 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (R) (0 - 20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Chevalier sylvain (*Tringa glareola*)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Mouette mélanocéphale (*Larus melanocephalus*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (0 – 613 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
Goéland railleur (*Larus genei*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*)	Concentration (10 – 200 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Sterne caspienne (*Sterna caspia*)	Concentration (R) (10 – 50 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolé	Moyenne	CDO1
Sterne caugek (*Sterna sandvicensis*)	Concentration (R) (1 – 20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolé	Moyenne	CDO1
Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*)	Concentration (1 – 20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Sterne naine (*Sternula albifrons*)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (0 - 1 p)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Guifette moustac (*Chlidonias hybridus*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Guifette noire (*Chlidonias niger*))	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolé	Bonne	CDO1
Ganga cata (*Pterocles alchata)*	Concentration (100 - 200 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Marginale	Excellente	CDO1
Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*)	Concentration (1 - 10 I)	Non significative	-	-	-	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Hibou des marais (*Asio flammeus*)	Hivernage (V)	Non significative	-	-	-	CDO1
Martin-pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis*)	Sédentaire (2 - 15 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolé	Excellente	CDO1
Rollier d'Europe (*Coracias garrulus*)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Reproduction (10 - 20 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non isolé	Excellente	CDO1
Alouette calandre *(Melanocorypha calandra)*	Concentration (V)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non isolé	Moyenne	CDO1
Alouette calandrelle (*Calandrella brachydactyla*)	Reproduction (1 – 6 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Pipit rousseline (*Anthus campestris*)	Reproduction (30 – 50 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Marginale	Bonne	CDO1
	Hivernage (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Marginale	Bonne	CDO1
Lusciniole à moustaches (*Acrocephalus melanopogon)*	Concentration (R)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (R)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (180 – 850 p)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*)	Concentration (V)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Fauvette pitchou (*Sylvia undata*)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*)	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*)	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*)	Hivernage (50 – 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*)	Hivernage (50 – 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*)	Concentration (C)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (1 000 - 4 500 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Reproduction (100 - 1 218 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Héron cendré (*Ardea cinerea*)	Sédentaire (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Cygne tuberculé (*Cygnus olor*)	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Canard siffleur (*Anas penelope*)	Hivernage (0 – 30 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Oie cendrée *(Anser anser)*	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Marginale	Excellente	EMR
	Hivernage (500 – 1000 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	EMR
	Reproduction (15 – 20 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Excellente	EMR
Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*)	Hivernage (100 – 300 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (10 – 50 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Sarcelle d'hiver (*Anas crecca*)	Concentration (C)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (3000 – 15000 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Canard chipeau (*Anas strepera*)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (500 – 1000 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Reproduction (1 – 5 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Canard colvert (*Anas platyrhynchos)*	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (500 – 1000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (25 – 30 Grille 1x1 km)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Canard pilet (*Anas acuta*)	Hivernage (10 – 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Sarcelle d'été (*Anas querquedula*)	Concentration (50 – 100 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Canard souchet (*Anas clypeata*)	Hivernage (300 – 1000 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Fuligule milouin (*Aythya ferina*)	Hivernage (50 – 350 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Nette rousse (*Netta rufina*)	Concentration (C)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (1000 – 2000 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Reproduction (25 – 30 Grille 1x1 km)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Fuligule morillon (*Aythya fuligula*)	Hivernage (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Râle d'eau (*Rallus aquaticus*)	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Gallinule poule-d'eau (*Gallinula chloropus*)	Sédentaire (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Foulque macroule *(Fulica atra)*	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (C) (500 – 1000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*)	Concentration (1 – 10 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Petit Gravelot (*Charadrius dubius*)	Concentration (100 – 500 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Grand Gravelot (*Charadrius hiaticula*)	Concentration (100 – 500 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Vanneau huppé *(Vanellus vanellus)*	Hivernage (500 – 1000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Bécasseau minute (*Calidris minuta)*	Concentration (10 – 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Bécasseau de Temminck *(Calidris temminckii)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Bécasseau variable (*Calidris alpina)*	Concentration (10 – 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Bécassine sourde *(Lymnocryptes minimus)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Bécassine des marais (*Gallinago gallinago)*	Hivernage (100 – 500 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Barge à queue noire (*Limosa limosa)*	Concentration (1000 – 6000 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Courlis corlieu (*Numenius phaeopus*)	Concentration (0 – 20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Courlis cendré (*Numenius arquata*)	Concentration (50 – 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (10 – 20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Chevalier arlequin *(Tringa erythropus)*	Concentration (50 – 100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Chevalier gambette (*Tringa totanus*)	Concentration (10 – 50 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Chevalier aboyeur (*Tringa nebularia*)	Concentration (10 – 50 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Chevalier culblanc (*Tringa ochropus*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (10 – 30 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (1 – 5 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Mouette rieuse (*Larus ridibundus*)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (0 -126 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Goéland leucophée *(Larus michaellis)*	Concentration (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (C)	Non significative	-	-	-	EMR

Légende :

Statut biologique sur la ZPS :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles.

C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

Critères justifiant la désignation de la ZPS :

CDO1 : *Espèces inscrites à l'annexe I de la directive Oiseaux ;* ***EMR*** *: Espèces Migratrices Régulières*

6.4. Autres espèces importantes d'oiseaux

Sur le FSD figurent plusieurs autres espèces classées comme « importantes ». Ces espèces ne figurent pas sur l'arrêté ministériel de création de la ZPS et n'ont donc pas justifié la désignation de la ZPS. Ces espèces ne feront donc pas l'objet d'une évaluation appropriée des incidences, cependant elles sont brièvement évoquées ici.

6.4.1. Autres espèces importantes d'oiseaux – ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhône »

Nom	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Motivation
Rousserolle turdoïde (*Acrocephalus arundinaceus*)	(4 - 13 Grille 1x1 km)	Liste rouge nationale
Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*)	(1 – 5 p)	Conventions internationales
Coucou geai (*Clamator glandarius*)	(6 - 14 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Faucon hobereau (*Falco subbuteo*)	(1 - 4 p)	Conventions internationales
Cochevis huppé (*Galerida cristata*)	(5 - 13 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Locustelle luscinioïde (*Luscinella luscinoides*)	Présente (50 - 70 m)	Liste rouge nationale
Guêpier d'Europe (*Merops apiaster*)	Commune (100 - 200 p)	Conventions internationales
Bruant proyer (*Miliaria calandra*)	(2 - 11 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Panure à moustaches (*Panurus biarmicus*)	(4 - 6 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Moineau friquet (*Passer montanus*)	(3 - 7 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Pic vert *(Picus viridis)*	(4 - 23 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*)	Rare (2 - 9 Grille 1x1 km)	Conventions internationales
Huppe fasciée (*Upupa epops*)	(1 - 10 Grille 1x1 km)	Conventions internationales

Légende :

Statut biologique sur la ZPS :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles.

C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

7. PRESENTATION DU SITE NATURA 2000 ZPS FR9310019 « CAMARGUE »

Toutes les données mentionnées dans les tableaux de cette partie sont issues du Formulaire Standard de Données (FSD) du site Natura 2000 considéré. Les FSD des sites Natura 2000 sont disponibles sur le site Internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le : 22/07/2025

Surface 220574 ha

Dates de désignation : 03/09/2018

Mise à jour : 14/12/2017

État du DOCOB : Résultats DOCOB non encore disponibles car en cours d'élaboration (2016)

7.1. Description du site

Le delta de Camargue est une vaste plaine alluviale parsemée d'étangs et de lagunes. Elle s'est formée à l'issue de la dernière glaciation quaternaire (Wurm). Les groupements végétaux sont agencés en une mosaïque complexe, déterminée essentiellement par la présence et l'abondance de l'eau et du sel. Ils se déclinent en communautés halophiles et halonitrophiles, prés salés méditerranéens, steppes salées, dunes, étangs eutrophes, mattorals à Genévrier de Phénicie. La zone marine présente de faibles pentes et constitue la partie orientale du plateau du golfe du Lion.

Vulnérabilité :

- artificialisation et banalisation des milieux par rupture des cycles naturels.
- pollution des eaux et des sols (industries voisines, intrants agricoles, insecticides, plomb...).
- expansion d'espèces végétales introduites : Jussies (*Ludwigia grandiflora, Ludwigia peploïdes*), Baccharis ou Séneçon en arbre (*Baccharis hamilifolia*), Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*).
- abandon de l'exploitation des salins, accueillant de nombreuses colonies de laro-limicoles.
- surfréquentation touristique de certains secteurs sensibles.

7.2. Objectifs généraux de conservation

Le Document d'Objectifs (DOCOB) est en cours d'élaboration et n'a pas encore été publié. Les objectifs de conservation ne pouvant pas être connus avec précision à ce jour, nous considérerons que l'objectif général est la conservation des habitats et espèces ayant justifié la désignation du site Natura 2000, sans plus de précision.

7.3. Qualité et importance

Le delta de Camargue constitue une zone humide d'importance internationale pour la reproduction, l'hivernage et la migration de nombreuses espèces d'oiseaux. Près de 370 espèces fréquentent le site, dont plus de 80 espèces d'intérêt communautaire. Cette richesse exceptionnelle est liée à la position géographique du delta (zone côtière méditerranéenne, au carrefour d'axes migratoires) mais également à l'originalité de certains milieux naturels (lagunes, marais, roselières, sansouires, dunes...) et à leur grande étendue spatiale.

- présence de l'unique colonie française de Flamant rose.
- importantes colonies de laro-limicoles et de hérons arboricoles / paludicoles, souvent en effectifs d'importance nationale.
- présence d'espèces nicheuses rarissimes ou très localisées à l'échelon national : Crabier chevelu, Grande Aigrette, Ibis falcinelle, Spatule blanche, Talève sultane, Glaréole à collier, Sterne hansel, Mouette mélanocéphale, Goéland railleur, etc
- zone d'hivernage d'importance internationale, accueillant chaque année des milliers d'oiseaux d'eau, notamment des canards et des foulques.

- zone très importante comme étape migratoire automnale et printanière. Pour de nombreuses espèces, la Camargue est la dernière halte terrestre avant le franchissement de la mer en automne, ou le premier havre de repos après la traversée maritime au printemps.

La partie marine (couvrant 141 793 ha, soit 64 % de la ZPS) constitue une zone de forte productivité biologique, utilisée comme aire d'alimentation, de stationnement et de repos par diverses espèces d'oiseaux marins ou littoraux. Elle constitue notamment :

- une zone d'alimentation en période de reproduction pour diverses espèces nichant à proximité, notamment les larolimicoles ;
- une zone d'hivernage significative pour le Fou de Bassan, le Grand cormoran, le Pingouin torda, le Grèbe huppé, les Plongeons (3 espèces dont le Plongeon arctique, le plus régulier), les macreuses noires et brunes. Les abords du They de la Gracieuse constituent une zone d'hivernage du Harle huppé et de l'Eider à duvet ;
- une zone d'alimentation importante pour le Puffin cendré et le Puffin yelkouan. Ces espèces pélagiques fréquentent principalement la zone au large, mais peuvent également se rapprocher des côtes par fort vent marin.

7.4. Espèces d'oiseaux Natura 2000

7.4.1. Espèces d'oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR) – ZPS FR9310019 « Camargue »

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Plongeon catmarin (*Gavia stellata)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non isolée en marge	Significative	CDO1
	Hivernage (1-20 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non isolée en marge	Significative	
Plongeon arctique (*Gavia arctica*)	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (1-20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Plongeon imbrin (*Gavia immer*)	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (1-5 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Grèbe esclavon (*Podiceps auritus*)	Concentration (1-10 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	CDO1
Puffin de Scopoli (*Calonectris diomedea*)	Concentration (100-300 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*)	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
Butor étoilé (*Botaurus stellaris*)	Concentration	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (50-100 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
	Reproduction (50-60 m)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Blongios nain (*Ixobrychus minutus*)	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (50-100 m)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Bihoreau gris (*Nycticorax nycticorax)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (100-200 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction (275-327 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Crabier chevelu *(Ardeola ralloides)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (68—311p)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Aigrette garzette *(Egretta garzetta)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (4000 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	
	Reproduction (1000–3000 p)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	
Grand Aigrette *(Ardea alba)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (200-300 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	
	Reproduction (30–40 p)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non isolée en marge	Excellente	
Héron pourpré *(Ardea purpurea)*	Concentration	100% ≥ p > 15%	Moyenne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (34-540 p)	100% ≥ p > 15%	Moyenne	Non-isolée	Excellente	
Cigogne noire (*Ciconia nigra)*	Concentration (5 – 15 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	CDO1
Cigogne blanche (*Ciconia ciconia)*	Concentration (100-200 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (30p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus)*	Concentration (500-1000 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non isolée en marge	Bonne	CDO1
	Hivernage (400-500 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non isolée en marge	Bonne	
	Reproduction (50-100 p)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non isolée en marge	Bonne	
	Concentration	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Spatule blanche (*Platalea leucorodia)*	(100-150 I)					
	Reproduction (50-100 p)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	
Flamant rose (*Phoenicopterus ruber)*	Sédentaire (3000-10000 p)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Cygne de Bewick (*Cygnus columbianus)*	Concentration	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non isolée en marge	Bonne	CDO1
	Hivernage (100 - 200 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non isolée en marge	Bonne	
Cygne chanteur (*Cygnus cygnus)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (1 -6 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Significative	
Bernache nonnette (*Branta leucopsis)*	Hivernage (0 -30 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Fuligule nyroca (*Aythya nyroca)*	Hivernage (1-5 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Harle piette (*Mergellus albellus)*	Hivernage (0-4 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	CDO1
Bondrée apivore (*Pernis apivorus)*	Reproduction	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	CDO1
	Concentration (100-600 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	
Milan noir (*Milvus migrans)*	Concentration (500-1000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (20-30 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Milan royal (*Milvus milvus)*	Concentration (1-10 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Pygargue à queue blanche (*Haliaeetus albicilla)*	Hivernage (0-1 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus)*	Hivernage (1–2 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Concentration (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Circaète Jean-le-Blanc (*Circaetus gallicus)*	Reproduction (1-5 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	
Busard des roseaux (*Circus aeruginosus)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (220-300 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
	Reproduction (56-75 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	CDO1
	Hivernage (10-20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	
Busard cendré (*Circus pygargus)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
Aigle pomarin (*Clanga pomarina)*	Concentration (0–1 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Aigle criard (*Aquila clanga)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (1–5 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Bonne	
Aigle royal (*Aquila chrysaetos)*	Concentration (0–1 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (1–3 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	
Aigle botté (*Hieraaetus pennatusa)*	Concentration (R) (10–50 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (2–5 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	
Aigle de Bonelli (*Aquila fasciata)*	Hivernage (0–1 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus)*	Concentration (1–7 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	CDO1
	Hivernage (1 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	
Faucon crécerellette (*Falco naumanni)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Faucon kobez (*Falco vespertinus)*	Concentration (1-24 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Faucon émerillon (*Falco columbarius)*	Concentration (2-5 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (1-4 I)	Non significative	-	-	-	
Faucon d'Eléonore (*Falco eleonorae)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
Faucon pèlerin (*Falco peregrinus)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	CDO1
Marouette ponctuée (*Porzana porzana)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	CDO1
	Hivernage	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	
	Reproduction	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	
Marouette poussin (*Zapornia parva)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	CDO1
	Reproduction	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	
Marouette de Baillon (*Zapornia pusilla)*	Reproduction	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	CDO1
	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	
Râle des genêts (*Crex crex)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	CDO1
Talève sultane (*Porphyrio porphyrio)*	Sédentaire (10-50 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
Grue cendrée (*Grus grus)*	Concentration (1000-2000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (500 – 3450 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Outarde canepetière (*Tetrax tetrax)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
Echasse blanche	Concentration (500-1000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (50-500 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
(*Himantopus himantopus*)						
Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*)	Concentration (1000-4000 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (200-700 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
	Reproduction (32-345 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*)	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
	Reproduction (1–5 p)	Non significative	-	-	-	
Glaréole à collier (*Glareola pratincola*)	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (50–100 p)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée en marge	Bonne	
Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*)	Concentration (500-1000)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (100-300)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction (300-350)	100% ≥ p > 15%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	
Pluvier guignard *Eudromias morinellus*	Concentration (10-50 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	CDO1
Pluvier doré *(Pluvialis apricaria)*	Concentration (400-1500 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (250-500 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	
Combattant varié *(Calidris pugnax)*	Concentration (3000-5000 I)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (40-100 I)	100% ≥ p > 15%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	
Barge rousse (*Limosa lapponica*)	Concentration (2350-4315 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (20-60 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Chevalier sylvain (*Tringa glareola*)	Concentration (100-568 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Phalarope à bec étroit (*Phalaropus lobatus*)	Concentration (3-20 I)	Non significative	-	-	-	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Mouette mélanocéphale (*Larus melanocephalus)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (1000-2000 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
	Reproduction (12-4718 p)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Mouette pygmée (*Hydrocoloeus minutus)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (10-80 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Goéland railleur (*Larus genei)*	Concentration	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (0 -488 p)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Goéland d'Audouin (*Ichthyaetus audouinii)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
Sterne hansel *(Gelochelidon nilotica*)	Concentration	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (0 -250 p)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Sterne caspienne (*Hydroprogne caspia)*	Concentration (10-140 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Sterne caugek (*Thalasseus sandvicensis)*	Concentration (2000-3000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Hivernage (100-400 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
	Reproduction (0-252 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Sterne pierregarin (*Sterna hirundo)*	Concentration (1000-2500 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (108-568 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Sterne naine (*Sternula albifrons)*	Concentration (1000-2000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Reproduction (43-307 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Guifette moustac (Chlidonias hybrida*)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	CDO1
	Hivernage (10-20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	
	Reproduction (1-20 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	
Guifette noire	Concentration (1000-5000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
(Chlidonias niger)						
Grand-duc d'Europe *(Bubo bubo)*	Sédentaire (1-2 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	CDO1
Hibou des marais (*Asio flammeus)*	Concentration (10-40 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Significative	CDO1
	Hivernage	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	
Martin-pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis)*	Sédentaire	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Rollier d'Europe (*Coracias garrulus)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (20-40 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Alouette calandre (*Melanocorypha calandra)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
Alouette calandrelle (*Calandrella brachydactyla)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	CDO1
	Reproduction (1-5 Grille 1x1 km)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	
Alouette lulu (*Lullula arborea)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (1 – 10 I)	Non significative	-	-	-	
Pipit rousseline (*Anthus campestris)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
	Reproduction (39-114 Grille 1x1 km)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage	Non significative	-	-	-	
Lusciniole à moustaches (*Acrocephalus melanopogon)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction (8-36 Grille 1x1 km)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	CDO1
Fauvette pitchou (*Sylvia undata)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage	Non significative	-	-	-	
Pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
Pie-grièche à poitrine rose (*Lanius minor)*	Concentration (0-1 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Bruant ortolan (*Emberiza hortulana)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
Puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus)*	Hivernage (1-5 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristotelis)*	Concentration	Non significative	-	-	-	CDO1
Puffin yelkouan (*Puffinus yelkouan)*	Concentration (100-2000 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Grèbe huppé (*Podiceps cristatus)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (100-4500 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (100-2300 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Bonne	

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Fou de Bassan (*Morus bassanus*)	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	EMR
	Hivernage (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative	
Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*)	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (250-2783 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
	Reproduction (90-150 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée en marge	Bonne	
Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*)	Sédentaire (5500 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
Héron cendré (*Ardea cinerea*)	Sédentaire (372-654 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	EMR
Cygne tuberculé (*Cygnus olor*)	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (1500-2000 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non isolée en marge	Bonne	
Oie des moissons *(Anser fabalis)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (1-42 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Significative	
Oie rieuse *(Anser albifrons)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (1-15 I)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	
Oie cendrée (*Anser anser*)	Concentration (500 – 1000 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (1000 – 3000 I)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	
Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*)	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (500-3500 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	
	Reproduction (300-500 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	
Canard siffleur (*Mareca penelope*)	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (6000 – 25000 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Bonne	

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Canard chipeau (*Anas strepera)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (2000 – 17000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Sarcelle d'hiver (*Anas crecca)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (17000-81000 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Canard colvert (*Anas platyrhynchos)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (10000-33500 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction (5000 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Canard pilet (*Anas acuta)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (200-12000 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Sarcelle d'été (*Anas querquedula)*	Concentration (100-500 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Canard souchet (*Anas clypeata)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (3600-20000 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Nette rousse (*Netta rufina)*	Concentration	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (2500-5300 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction (100-300 I)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Fuligule milouin (*Aythya ferina)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (1400-8000 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Fuligule morillon (*Aythya fuligula)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (100-2000 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Fuligule milouinan (*Aythya marila)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (1-30 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Eider à duvet (*Somateria mollissima)*	Hivernage (10-100 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Harelde boréale *Clangula hyemalis*	Hivernage (1-10 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Macreuse noire (*Melanitta nigra)*	Concentration (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (30-80 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Macreuse brune (*Melanitta fusca)*	Concentration (20-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (20-100 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Garrot à œil d'or (*Bucephala clangula)*	Hivernage (1-10 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Harle huppé (*Mergus serrator)*	Concentration (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (20-112 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Harle bièvre (*Mergus merganser)*	Hivernage (1-10 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Râle d'eau (*Rallus aquaticus)*	Sédentaire	Non significative	-	-	-	EMR
Gallinule poule-d'eau (*Gallinula chloropus)*	Sédentaire	2% ≥ p > 0%	-	-	-	EMR
Foulque macroule (*Fulica atra)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	EMR
	Hivernage (10000-50000 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
	Reproduction (C)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente	
Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus)*	Concentration (R) (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (20-50 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction (36-66 p)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	
Petit Gravelot	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
(*Charadrius dubius)*	(500-1000 I)					
Grand Gravelot (*Charadrius hiaticula)*	Concentration (700-1825 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Pluvier argenté (*Pluvialis squatarola)*	Concentration (500-1000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (100-300 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Vanneau huppé (*Vanellus vanellus)*	Concentration (1000-2000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (500-2000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction (5-15 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Bécasseau maubèche (*Calidris canutus)*	Concentration (100-537 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Bécasseau sanderling (*Calidris alba)*	Concentration (29-641 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (100-250 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Bécasseau minute (*Calidris minuta)*	Concentration (710-1633 I)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	EMR
Bécasseau de Temminck (*Calidris temminckii)*	Concentration (19-43 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Bécasseau cocorli (*Calidris ferruginea)*	Concentration (500-5000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Bécasseau variable (*Calidris alpina)*	Concentration (1000-6000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Bécassine sourde (*Lymnocryptes minimus)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Non significative	EMR
Bécassine des marais (*Gallinago gallinago)*	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (100-500 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Bécasse des bois (*Scolopax rusticola)*	Hivernage	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Non significative	EMR
Barge à queue noire *(Limosa limosa)*	Concentration (2350-4315 I)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	EMR
Courlis corlieu (*Numenius phaeopus)*	Concentration (38–56 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Courlis cendré (*Numenius arquata)*	Concentration (50–250 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	EMR
Chevalier arlequin (*Tringa erythropus)*	Concentration (218–800 I)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	EMR
Chevalier gambette (*Tringa totanus)*	Concentration (500-1500 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (R) (100-400 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction (10-30 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Chevalier aboyeur (*Tringa nebularia)*	Concentration (100-500 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Hivernage (R) (10-20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Chevalier culblanc (*Tringa ochropus)*	Concentration (100-500 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (10-50 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos)*	Concentration (41-226 I)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (V) (1-10 I)	Non significative	-	-	-	
Tournepierre à collier (*Arenaria interpres)*	Concentration (20-76 I)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (10-50 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Labbe pomarin (*Stercorarius pomarinus)*	Concentration (V) (1-5 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Labbe parasite	Concentration (V)	Non significative	-	-	-	EMR

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR - FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
(*Stercorarius parasiticus*)	(10-50 I)					
Grand Labbe (*Stercorarius skua*)	Concentration (V) (1-2 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Mouette rieuse (*Larus ridibundus*)	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
	Reproduction (219-1661 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Goéland cendré (*Larus canus*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	
Goéland brun (*Larus fuscus*)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (10-30 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Non significative	
Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*)	Hivernage (V) (0-5 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Pingouin torda *Alca torda*	Concentration (R) (1-150 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Non significative	EMR
Goéland leucophée *(Larus michahellis)*	Sédentaire (C) (5000-6000 p)	100% ≥ p > 15%	Excellent	Non-isolée	Excellent	EMR

Légende

Statut biologique sur la ZPS :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles, C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

Critères justifiant la désignation de la ZPS :

CDO1 *Espèces inscrites à l'annexe I de la directive Oiseaux*

EMR *Espèces Migratrices Régulières*

7.5. Autres espèces importantes d'oiseaux

Sur le Formulaire Standard de Données figurent 21 autres espèces classées comme « importantes ». Ces espèces ne figurent pas sur l'arrêté ministériel de création de la ZPS et n'ont donc pas justifié la désignation de la ZPS FR9310019 « Camargue ». Ces espèces ne feront donc pas l'objet d'une évaluation appropriée des incidences, cependant elles sont brièvement évoquées ici.

7.5.1. Autres espèces importantes d'oiseaux – ZPS FR9310019 « Camargue »

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Motivation
Faucon hobereau (*Falco subbuteo*)	Reproduction (5-10 p)	Conventions internationales
Caille des blés *(Coturnix coturnix)*	(50-150 grids1x1)	Conventions internationales
Pigeon colombin *(Columba oenas)*	(50-150 i)	Liste rouge nationale /Conventions internationales
Tourterelle des bois *(Streptopelia turtur)*	Concentration (22-53 grids1x1)	Conventions internationales
Coucou geai *(Clamator glandarius)*	Reproduction (8-10 p)	Autres raisons
Effraie des clochers *(Tyto alba)*	(13-24 grids1x1)	Conventions internationales
Chevêche d'Athéna *(Athene noctua)*	Reproduction (10-30 p)	Conventions internationales
Guêpier d'Europe *(Merops apiaster)*	Reproduction (100-250 p)	Conventions internationales
Huppe fasciée *(Upupa epops)*	Reproduction (50-100 p)	Conventions internationales
Pic vert *(Picus viridis)*	Concentration (7-48 grids1x1)	Conventions internationales
Cochevis huppé *(Galerida cristata)*	Reproduction (50-100 p)	Conventions internationales
Hirondelle rousseline *(Cecropis daurica)*	Concentration (2 grids1x1)	Autres raisons
Rémiz penduline *(Remiz pendulinus)*	Hivernage (100-500 i)	Liste rouge nationale /Conventions internationales
Locustelle luscinoïde *(Locustella luscinioides)*	Reproduction	Liste rouge nationale
Rousserole turdoïde *(Acrocephalus arundinaceus)*		Liste rouge nationale
Fauvette à lunettes *(Sylvia conspicillata)*	Reproduction (50-100 p)	Liste rouge nationale
Panure à moustaches *(Panurus biarmicus)*	Sédentaire (26-43 grids1x1)	Conventions internationales
Moineau friquet *(Passer montanus)*	Sédentaire (25-76 grids1x1)	Conventions internationales
Pinson du nord *(Fringilla montifringilla)*		Conventions internationales
Linotte mélodieuse *(Linaria cannabina)*	(18-41 grids1x1)	Liste rouge nationale /Conventions internationales
Bruant proyer *(Emberiza calandra)*	Sédentaire (37-130 grids1x1)	Conventions internationales

Légende

Statut biologique sur la ZPS :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles, C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

8. PRESENTATION DU SITE NATURA 2000 ZPS FR9310064 « CRAU »

Consultation du FSD sur le site de l'INPN le 22/07/2025

Surface : 39 248 ha.

Date de désignation : ZPS : Premier arrêté : 30/11/1990, ZPS : Dernier arrêté : 03/09/2018

Mise à jour : 14/12/2017

État du DOCOB : : DOCOB approuvé en août 2002 et actualisé en 2016

8.1. Description du site

Dans le Sud de la France, juste à côté de la Camargue, se trouve un paysage surprenant en Europe : une plaine couverte de galets où ne pousse aucun arbre sur des milliers d'hectares. La chaleur et la sécheresse rappellent plutôt les bords du Sahara que les paysages typiques de la Provence. On se trouve dans l'une des dernières steppes d'Europe, delta fossile de la Durance. Une flore et une faune uniques en Europe, adaptée aux dures conditions de vie de ces régions, ont pu coloniser ce milieu hostile à la vie des hommes. Ceux-ci ont néanmoins trouvé un mode de vie adapté aux contraintes des steppes : le pastoralisme. La steppe de Crau, dite Crau sèche, est ceinturée par la Crau dite verte, formée principalement de prairies de fauche (irrigation gravitaire) et de diverses cultures (maraîchage, arboriculture). Certains secteurs sont pourvus d'un important maillage de haies.

De par son avifaune exceptionnelle, tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif, la Crau figure parmi les sites européens à préserver en priorité, au titre de la directive Oiseaux.

Plusieurs espèces nicheuses figurant à l'annexe I de la directive Oiseaux justifient la désignation de cette ZPS. Le Ganga cata maintient ici son unique population française. Le Faucon crécerellette et l'Alouette calandre, espèces menacées de disparition dans notre pays, concentrent en Crau l'essentiel de leur effectif national. En outre, la Crau accueille de 30 à 50% de la population nationale d'Outarde canepetière, et près de 10% de celles de l'Œdicnème criard et du Rollier d'Europe. D'autres espèces remarquables se reproduisent en Crau, telles que l'Alouette calandrelle (forte densité), le Pipit rousseline, le Coucou geai, la Pie-grièche méridionale, la Huppe fasciée, la Chevêche d'Athéna ou le Petit duc scops. Plusieurs espèces nichent à proximité mais fréquentent le site pour leur alimentation (Aigle de Bonelli, Circaète Jean-le-Blanc, Percnoptère d'Egypte, Grand-duc d'Europe, Héron garde-bœufs, etc.). Enfin, de nombreuses espèces d'oiseaux utilisent la Crau comme site d'hivernage (Aigle de Bonelli, Milan royal, Busard Saint-Martin, Faucons pèlerin et émerillon, Outarde canepetière, Pluvier doré, Mouette mélanocéphale, Vanneau huppé) ou d'étape (Faucon kobez, Circaète Jean-le-Blanc, Pluvier guignard, etc.).

La Glaréole à collier nichait autrefois en Crau (en 1975) mais a aujourd'hui disparu. La Pie-grièche à poitrine rose a quasiment disparu et ne se reproduit en Crau que de façon très exceptionnelle (1 couple observé en 2005).

La préservation de l'avifaune patrimoniale de Crau dépend étroitement du maintien d'une agriculture respectueuse de l'environnement, notamment de l'élevage ovin (pastoralisme) et de la culture du foin de Crau.

8.2. Objectifs généraux de conservation

Les objectifs de conservation présentés ci-dessous sont communs avec la ZSC FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche » :

- Préservation des habitats d'intérêt communautaire.
- Préservation des espèces d'intérêt communautaire.
- Maintien et pratique du pastoralisme en Crau.
- Maintien de l'exploitation traditionnelle des prairies de foin.
- Maintien des peuplements en insectes.
- Maintien du réseau bocager.
- Gestion de la fréquentation.

- Réalisation d'études complémentaires (chiroptères, etc.).
- Suivis et évaluation des prescriptions de gestion.
- Suivi et maintien de la qualité de l'eau.
- Création d'un élément structurant : veille et réseau.
- Communication – sensibilisation – animation

8.3. Espèces d'oiseaux Natura 2000

8.3.1. Espèces d'oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR) – ZPS FR9310064 « Crau »

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Butor étoilé (*Botaurus stellaris*)	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Blongios nain *(Ixobrychus minutus)*	Reproduction (0-3 m)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Bihoreau gris (Nycticorax nycticorax)	Concentration (10-20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Crabier chevelu (*Ardeola ralloides)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Aigrette garzette *(*Egretta garzetta)	Concentration (50-200 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Grande Aigrette (Ardea alba)	Hivernage (10-40 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Héron pourpré *(*Ardea purpurea)	Reproduction (0-12 p)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Cigogne blanche *(Ciconia ciconia*)	Concentration (50-100 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (R) (10-20 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (3-6 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	CDO1
Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*)	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Fuligule nyroca *(Aythya nyroca)*	Hivernage	Non significative	-	-	-	CDO1
Bondrée apivore (*Pernis apivorus)*	Concentration (C)	Non significative	-	-	-	CDO1
Milan noir *(Milvus migrans)*	Concentration (100-500 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (50-100 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Milan royal (*Milvus milvus)*	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (80-200 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Percnoptère d'Egypte	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Marginale	Bonne	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
(Neophron percnopterus)	(10-15 I)					
Circaète Jean-le-Blanc *(Circaetus gallicus)*	Concentration (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Reproduction (0-2 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*)	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Busard des roseaux (*Circus aeruginosus)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Reproduction (1-3 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Busard cendré (*Circus pygargus*)	Concentration (20-25 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
	Reproduction (V) (0-1 p)	Non significative	-	-	-	CDO1
Aigle de Bonelli *(Aquila* fasciata)	Concentration (1-5 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Moyenne	CDO1
	Hivernage (1-5 I)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Marginale	Moyenne	CDO1
Balbuzard pêcheur *(Pandion haliaetus)*	Concentration (V) (1-5 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Faucon crécerellette *(Falco naumanni)*	Reproduction (150-200 p)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Isolée	Excellente	CDO1
Faucon kobez *(Falco vespertinus*)	Concentration (25-100 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Isolée	Bonne	CDO1
Faucon émerillon *(Falco columbarius)*	Concentration (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Moyenne	CDO1
	Hivernage (R)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Faucon pèlerin *(Falco peregrinus)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Hivernage (1-10 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Outarde canepetière *(Tetrax tetrax*)	Hivernage (1700-2300 I)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
	Sédentaire (1000-1500 m)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*)	Reproduction (700-800 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Pluvier guignard *(Charadrius morinellus*)	Concentration (10-100 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Pluvier doré (*Pluvialis apricaria*)	Concentration (100-500 I)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
	Hivernage (50-200 i)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1
Chevalier sylvain *(Tringa glareola)*	Concentration (10-100 I)	Non significative	-	-	-	CDO1
Mouette mélanocéphale	Hivernage	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Bonne	CDO1

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
(Larus melanocephalus)	(1000-2000 I)					
Ganga cata *(Pterocles alchata)*	Sédentaire (100-150 p)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Isolée	Excellente	CDO1
Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Martin-pêcheur d'Europe *(Alcedo atthis*)	Sédentaire (2-5 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	CDO1
Rollier d'Europe *(Coracias garrulus)*	Reproduction (100-130 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Alouette calandre *(Melanocorypha calandra)*	Sédentaire (100-160 p)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Isolée	Excellente	CDO1
Alouette calandrelle (*Calandrella brachydactyla)*	Reproduction (500-1000 p)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Marginale	Excellente	CDO1
Alouette lulu (*Lullula arborea)*	Sédentaire (1-10 p)	Non significative	-	-	-	CDO1
Pipit rousseline *(Anthus campestris*)	Reproduction (100-200 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	CDO1
Fauvette pitchou (*Sylvia undata)*	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
	Reproduction (R) (1 - 3 Grille 1x1 km)	Non significative	-	-	-	CDO1
Pie-grièche écorcheur *(Lanius collurio)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	CDO1
Pie-grièche à poitrine rose (*Lanius minor)*	Concentration (V)	Non significative	-	-	-	CDO1
Grèbe castagneux *(Tachybaptus ruficollis)*	Hivernage (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (10-20 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Grèbe huppé *(Podiceps cristatus)*	Hivernage (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (5-10 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis)*	Hivernage (R) (5-10 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo)*	Hivernage (100-400 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis)*	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (C)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Héron cendré (*Ardea cinerea)*	Sédentaire (5-10 p)	Non significative	-	-	-	EMR
Cygne tuberculé (*Cygnus olor)*	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna)*	Reproduction	Non significative	-	-	-	EMR
Canard siffleur (*Anas penelope)*	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Canard souchet	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
(Anas clypeata)	(50-200 I)					
Canard chipeau (*Anas strepera)*	Concentration (50-200 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
	Reproduction (0-5 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Sarcelle d'hiver (*Anas crecca)*	Hivernage (10-30 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Canard colvert (*Anas platyrhynchos)*	Concentration (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (C)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (20-50 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Nette rousse (*Netta rufina)*	Hivernage (500-1000 I)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Marginale	Bonne	EMR
	Reproduction (3-6 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Marginale	Bonne	EMR
Fuligule milouin (*Aythya ferina)*	Hivernage (500-1000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Fuligule morillon ***(*Aythya fuligula)**	Hivernage (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Râle d'eau (*Rallus aquaticus*)	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Reproduction (1-5 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Gallinule poule-d'eau (*Gallinula chloropus)*	Sédentaire (10-50 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Foulque macroule *(Fulica atra)*	Hivernage (1 000 - 2 000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Reproduction (10-50 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Petit Gravelot (*Charadrius dubius)*	Concentration (1-10 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Vanneau huppé (*Vanellus vanellus)*	Concentration (1000-3000 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
	Hivernage (500-1000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Bécassine des marais (*Gallinago gallinago)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (10-50 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Bécasse des bois (*Scolopax rusticola)*	Hivernage (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Courlis corlieu (*Numenius phaeopus)*	Concentration (1-10 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Courlis cendré (*Numenius arquata)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
Chevalier cul-blanc (*Tringa ochropus)*	Concentration (R)	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (5-10 I)	Non significative	-	-	-	EMR

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Évaluation du site				CDO1 - EMR FSD ZPS
		Population	Conservation	Isolement	Globale	
Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos)*	Concentration (1-10 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Mouette rieuse (*Larus ridibundus)*	Concentration (C) Alimentation sur le site	Non significative	-	-	-	EMR
	Hivernage (C) (1000-3000 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne	EMR
Goéland cendré (*Larus canus)*	Hivernage (50-100 I)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	EMR
Goéland brun *(Larus fuscus)*	Hivernage (V) (1-20 I)	Non significative	-	-	-	EMR
Goéland leucophée (*Larus michahellis)*	Concentration (C)	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne	EMR
	Hivernage (C)	Non significative	-	-	-	EMR

Légende :

Statut biologique sur la ZPS :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles.

C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

Critères justifiant la désignation de la ZPS :

CDO1 : *Espèces inscrites à l'annexe I de la directive Oiseaux ;* ***EMR*** *: Espèces Migratrices Régulières*

8.4. Autres espèces importantes d'oiseaux

Sur le Formulaire Standard de Données figurent d'autres espèces classées comme « importantes ». Ces espèces ne figurent pas sur l'arrêté ministériel de création de la ZPS et n'ont donc pas justifié la désignation de la ZPS FR9310064 « Crau ». Ces espèces ne feront donc pas l'objet d'une évaluation appropriée des incidences, cependant elles sont brièvement évoquées ici.

8.4.1. Autres espèces importantes d'oiseaux - ZPS FR9310064 « Crau »

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Motivation
Rousserolle turdoïde *(Acrocephalus arundinaceus)*	Présente (5-10 m)	Liste rouge nationale
Chevêche d'Athéna (*Athene noctua)*	Présente (150-250 p)	Convention internationale
Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina)*	(1 - 9 Grille 1x1 km)	Liste rouge nationale
Coucou geai (*Clamator glandarius)*	Rare (10-20 p)	Convention internationale
Caille des blés (*Coturnix coturnix)*	(8 - 20 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Cochevis huppé (*Galerida cristata)*	Présente (100-200 p)	Convention internationale
Pie-grièche méridionale (*Lanius meridionalis)*	Présente (50-60 p)	Liste rouge nationale, Convention internationale
Pie-grièche à tête rousse (*Lanius senator)*	(2 - 9 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Guêpier d'Europe (*Merops apiaster)*	Présente (10-20 p)	Convention internationale
Bruant proyer (*Miliaria calandra)*	(36 - 87 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Traquet motteux (*Oenanthe oenanthe)*	(4 - 6 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Petit-duc scops (*Otus scops)*	Présente (20-30 p)	Convention internationale
Moineau friquet (*Passer montanus)*	(5 - 10 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Pic vert (*Picus viridis)*	Commune (23 - 106 Grille 1x1 km)	Convention internationale

Espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Motivation
Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur)*	(16 - 41 Grille 1x1 km)	Convention internationale
Huppe fasciée (*Upupa epops)*	Commune (55 - 96 Grille 1x1 km)	Convention internationale

Légende :

Statut biologique sur la ZPS :

I : individus, p : couples, m : mâles, f : femelles.

C : espèce commune, R : espèce rare, V : espèce très rare, P : population présente.

9. RESULTAT DES INVENTAIRES

9.1. Description de la zone d'étude

La zone d'étude localisée sur la commune de Fos-sur-Mer (13), se situe au nord du site industriel de Marcegaglia (ex Ascometal) au bord de la darse 1 (partie sud de la zone d'étude) et du canal de navigation de Fos au Rhône (partie nord de la ZE). La création de la darse et des zones d'activités a entrainé d'importants changements dans le fonctionnement écologique de la zone d'étude et dans les paysages. Les systèmes dunaires et lagunaires sont aujourd'hui résiduels mais une faune et une flore diversifiées et à enjeu patrimonial continue de s'y développer.



Orthophotographies anciennes (1950-1965) **Orthophotographies récentes (2020)**

Photos : analyse diachronique de la zone d'étude

Dans la zone d'étude, les habitats majoritaires sont des formations rudérales et pionnières qui résultent de l'ensemble des remaniements et des remblais. Plusieurs pelouses sont occupées par le Piptathère faux-millet (*Oloptum miliaceum*) ou l'Inule visqueuse (*Dittrichia viscosa*) tandis que les zones boisées sont dominées par le Peuplier blanc (*Populus alba*) et le Tamaris (*Tamarix gallica*). Toutes ces espèces ont une amplitude écologique importante et sont dites pionnières car elles font partie des premières à se réinstaller après des perturbations du sol. D'autres espèces pionnières et plastiques mais exogènes ont également profité de l'espace créé lors des remaniements. Ainsi, on retrouve plusieurs de ces espèces tel que l'Olivier de Bohème (*Elaeagnus angustifolia*) et l'Herbe de la Pampa (*Cortaderia sellona*). Ces Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE) entrent en concurrence avec les espèces indigènes et tendent à homogénéiser les milieux ce qui peut entrainer une perte de la richesse spécifique du site.



Bosquet à Peuplier blanc



Bosquet à Tamaris



Bosquet d'Olivier de Bohème



Bosquet d'herbe de la Pampa

Photos : Aperçu des milieux rudéralisés de la zone d'étude

L.CHASTEL, 17/05/2024, Fos-sur-Mer (13)

Hormis sur la zone de scories au sud-ouest, des habitats plus préservés s'imbriquent dans les zones rudéralisées. On retrouve des habitats issus d'anciennes dunes comme les pelouses sableuses. Lorsqu'elles sont occupées par des espèces annuelles, elles sont l'habitat privilégié d'une espèce singulière et fortement patrimoniale, le Myosotis nain (*Myosotis pusilla)* mais elles constituent également le substrat privilégié pour plusieurs habitats pouvant être rattachés à l'habitat d'intérêt communautaire 1410 - Prés salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*) ici essentiellement composé de Scirpe du Midi (*Scirpoides holoschoenus*), Jonc piquant (*Juncus acutus*) et Jonc maritime (*Juncus maritimus*). Plusieurs espèces patrimoniales y sont présentes comme la Canne de Ravenne (*Saccharrum ravennae)* ou le Rostraire du littoral (*Rostraria pubescens*). Des zones de dépression, plus proches du littoral, sont occupées par des prés-salés et des zones résiduelles de Saladelle (*Limonium sp*) correspondants à l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1510 - Steppes salées méditerranéennes.



Pré-salé à Scirpe



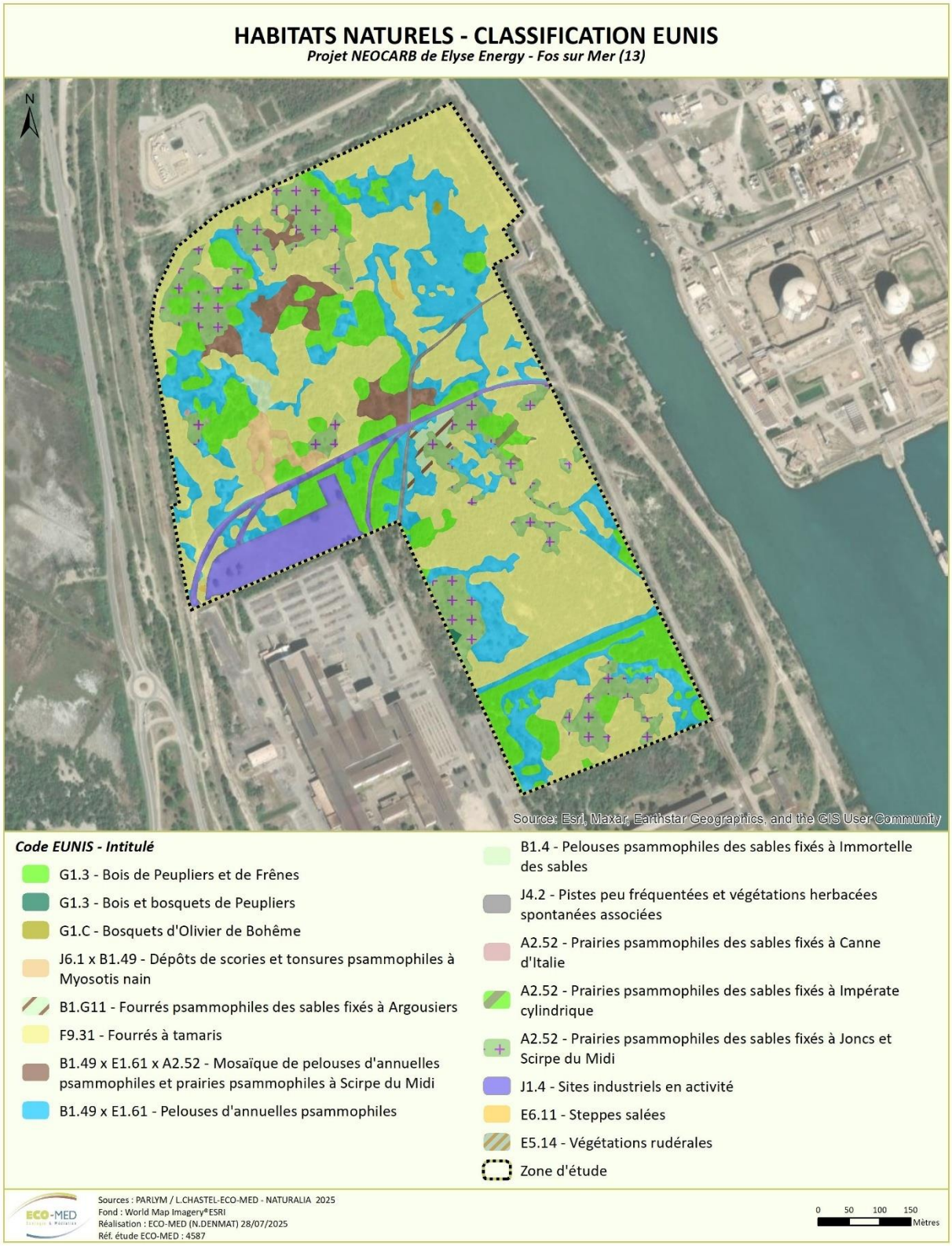
Pré-salé à Jonc piquant



Steppe à Saladelle residuelle

Aperçu des habitats d'intérêt communautaire de la zone d'étude

L.CHASTEL, 17/06/2024, Fos-sur-Mer (13)



Carte 12 : Habitats naturels EUNIS

9.2. Habitats naturels

9.2.1. Habitats Natura 2000 (CDH1)

Prés salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)

Code EUNIS	A2.52	**Code EUR28**	1410
Code CORINE biotopes	15.6	**Autre(s) statut (s)**	ZH « H »




L. CHASTEL, 17/05/2024, Fos-sur-Mer (13)

Description et répartition dans la zone d'étude : *D'important patchs sont présents sur l'ensemble de la zone d'étude, ils sont composés généralement de plusieurs espèces de Joncs tel que (Scirpe du Midi (Scirpoides holoschoenus), Jonc piquant (Juncus acutus) et Jonc maritime (Juncus maritimus).*

Cortège végétal associé	*Scirpoides holoschoenus, Lycopsis arvensis, Ononis spinosa, Lysmachia arvensis, Centaurium tenuifolium, Cerastium semidecandrum, Teucrium dunesens, etc*

Rattachement phytosociologique possible : Alliance du *Halo-Artemision coerulescentis*.
Menace(s) : Aménagement du littoral, drainage des sols
Vulnérabilité : *Faible*
État de conservation : En bon état sur plusieurs secteurs, il est parfois dégradé par la présence d'espèces végétales envahissantes.
Localisation : Présent du nord au sud sur l'ensemble de la zone d'étude.
Surface : 13,91 ha
Connectivité avec habitat similaire hors zone d'étude : Connectivité affaiblit par la multiplication des aménagements bien que des habitats similaires subsistent au nord de la zone d'étude. Les voies de circulations et les voies ferrées participent également à l'absence de connectivité.

Steppes salées méditerranéennes

Code EUNIS	E6.11	**Code EUR28**	1510*
Code CORINE biotopes	34.51	**Autre(s) statut (s)**	ZH « H »




L. CHASTEL, 17/05/2024, Fos-sur-Mer (13)

Description et répartition dans la zone d'étude : Deux petites zones sont présentes au centre et au nord de la zone d'étude, elles sont composées de Saladelles (*Limonium* spp) mais aussi de Céraiste (*Cerastium* spp). Déjà éloigné de la darse, ces habitats sont relictuels.

Cortège végétal associé	*Limonium cuspidatum, Cerastium glomeratum, Lysmachia arvensis, Salicornia fruticose, etc*

Rattachement phytosociologique possible : Alliance du *Limonion confusi.*
Menace(s) : Aménagement du littoral, drainage des sols
Vulnérabilité : *Forte*
État de conservation : Habitat relictuel en mauvais état de conservation sur la zone d'étude et en voie de disparition par colonisation des jonchaies attenantes.
Localisation : Deux patches au nord et au centre de la zone d'étude.
Surface : 0,04 ha
Connectivité avec habitat similaire hors zone d'étude : Connectivité très faible en l'absence de lien avec les secteurs attenants à la darse où l'habitat est mieux représenté.

■ **Cas particulier : 92A0 et 92D0**

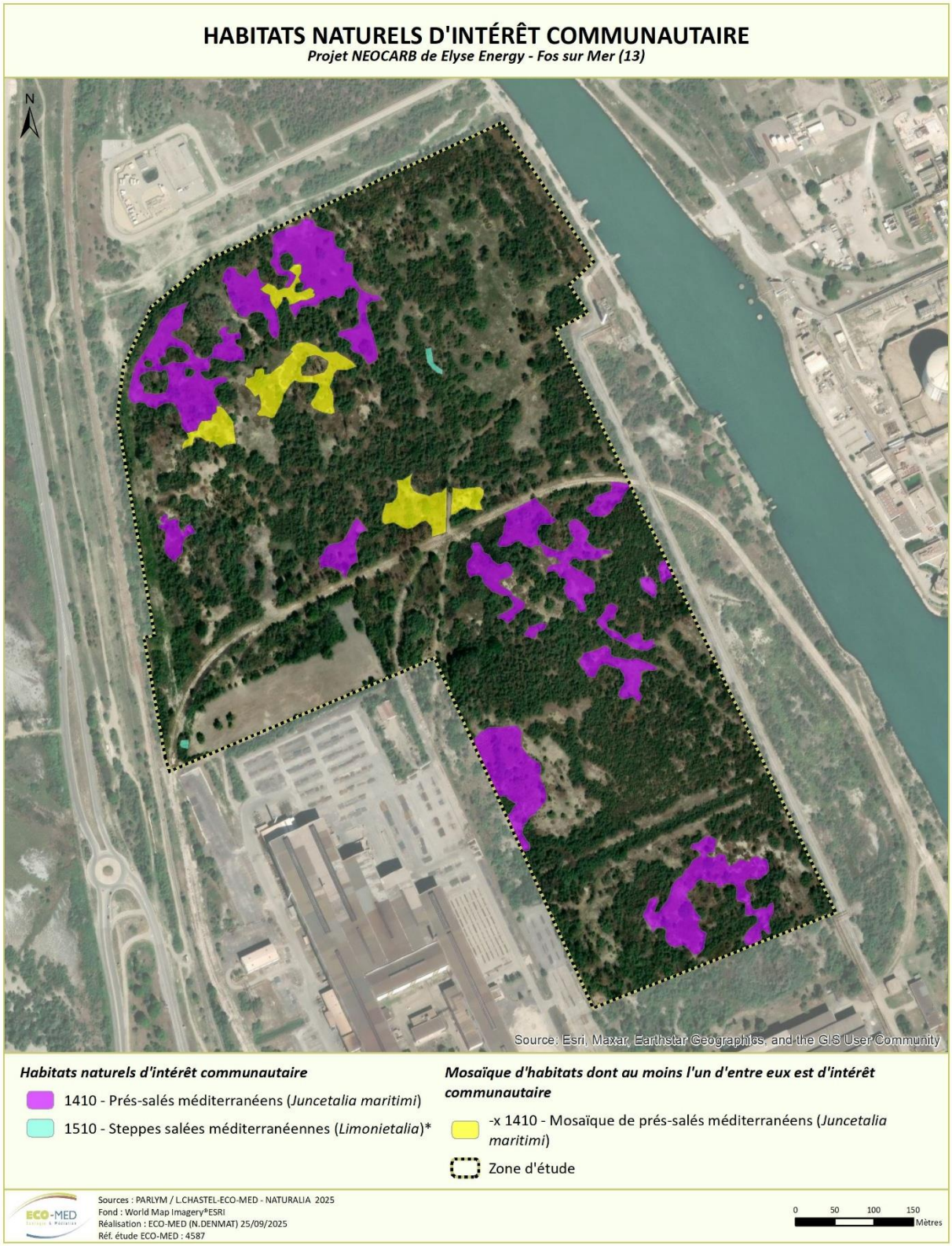
Parmi les habitats de la zone d'étude, 3 autres ont un code EUNIS ayant une équivalence parmi les codes Natura 2000 :

- Les « bois de Peupliers et de Frênes » et les « bois et bosquets de Peupliers » rattachés au code G1.3 pouvant correspondre à l'habitat d'intérêt communautaire « 92A0 - Forêts-galeries à Salix alba et Populus alba » ;
- Les « fourrés à Tamaris » rattachés au code au F9.31 pouvant correspondre à l'habitat d'intérêt communautaire « 92D0 - Galeries et fourrés riverains méridionaux (Nerio-Tamaricetea et Securinegion tinctoriae) ».

Néanmoins, aucun de ces habitats, dans le contexte de la zone d'étude, ne correspondent aux critères référencés dans les cahiers d'habitats Natura 2000 (tome 2 et 3). C'est la raison pour laquelle ils ne sont pas rattachés aux habitats d'intérêt communautaire et ne seront donc pas considérés dans cette analyse.

9.2.2. Bilan concernant les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)

16 habitats naturels ont été identifiés parmi lesquels 2 sont d'intérêt communautaire.



Carte 13 : Habitats naturels Natura 2000

9.3. Flore

9.3.1. Espèces Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de flore Natura 2000 n'a été avérée ou n'est jugée fortement potentielle.

9.3.2. Autres espèces avérées à enjeu zone d'étude

Ne sont évoquées ici que les espèces non présentées précédemment et qui constituent un enjeu zone d'étude modéré ou fort. Ces espèces sont présentées plus en détail dans le volet naturel de l'étude d'impact.

Une liste de 207 espèces avérées a été dressée, et présentée en **Annexe 3**, parmi lesquels 9 à enjeu modéré ou supérieur et 4 protégées. Elles sont recensées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8. Espèces de la flore avérées au sein de la zone d'étude

Espèce	Source	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Myosotis nain* (*Myosotis pusilla*)	ECO-MED Naturalia	Pelouses sableuses	Très fort	Forte	Très fort
Céraiste de Sicile* (*Cerastium siculum*)	ECO-MED Naturalia	Pelouses sableuses	Fort	Forte	Fort
Statice de Provence* *(Limonium cuspidatum*)	ECO-MED	Pelouses sableuses	Fort	Modérée	Fort
Scammonée de Montpellier* (*Cynanchum acutum*)	Naturalia	Pelouses sableuses, jonchaies	Modéré	Forte	Fort
Avellinie fausse fétuque *(Avellinia fetuscoides*)	ECO-MED Naturalia	Pelouses sableuses	Modéré	Modérée	Modéré
Canne de Ravenne (*Sacchraum ravennae*)	ECO-MED Naturalia	Pelouses sableuses, prairies et jonchaies	Modéré	Modérée	Modéré
Fléole des sables *(Phleum arenarium)*	ECO-MED Naturalia	Pelouses sableuses	Modéré	Modérée	Modéré
Impérate cylindrique* *(Imperata cylindrica)*	ECO-MED Naturalia	Pelouses sableuses	Modéré	Modérée	Modéré
Rostraire du littoral *(Rostraria pubescens)*	ECO-MED Naturalia	Pelouses sableuses	Modéré	Modérée	Modéré
Statice dur (*Limonium duriusculum*)	ECO-MED Naturalia	Steppe à Saladelles, pelouses	Fort	Faible	Modéré

9.4. Invertébrés

9.4.1. Espèces Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'invertébrés inscrits à la directive « Habitats-faune-flore » n'est concerné par le projet.

9.4.2. Autres espèces avérées à enjeu zone d'étude

Ne sont évoquées ici que les espèces non présentées précédemment et qui constituent un enjeu zone d'étude modéré ou fort. Ces espèces sont présentées plus en détail dans le volet naturel de l'étude d'impact.

Une liste de 102 espèces avérées a été dressée, et présentée en Erreur ! Source du renvoi introuvable., parmi lesquels 8 à enjeu dont 2 protégées. Elles sont recensées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9. Espèces d'invertébrés avérées au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Sphinx de l'Argousier* *Hyles hippophaes*	Arbousiers	Modéré	Forte	Fort
Diane* *Zerynthia polyxena*	Milieux ouverts hygrophiles et mésothermophiles pourvus d'Aristoloche à feuille ronde et/ou clématite	Modéré	Modérée	Modéré
Hespérie de la Ballote *Muschampia baeticus*	Milieux ouverts pourvus de Marrube commun	Modéré	Modérée	Modéré
Cicindèle des marais *Cylindera paludosa*	Sansouire	Fort	Faible	Modéré
Criquet des dunes *Calephorus compressicornis*	Milieux sablonneux à végétation herbacée peu développée	Modéré	Modérée	Modéré
Decticelle à serpe *Platycleis falx*	Milieux herbacés variés	Modéré	Modérée	Modéré
Anomala ausonia	Peupliers	Modéré	Modérée	Modéré
Blakeius bipunctatus	Milieux sablonneux	Modéré	Modérée	Modéré

9.5. Amphibiens

9.5.1. Espèces Natura 2000 (CDH2)

■ **Espèces avérées**

Aucune espèce d'intérêt communautaire n'est avérée ni jugée fortement potentielle au sein de la zone d'étude.

9.5.1. Autres espèces importantes d'amphibiens avérées

Ne sont évoquées ici que les espèces non présentées précédemment et qui constituent un enjeu zone d'étude modéré ou fort. Ces espèces sont présentées plus en détail dans le volet naturel de l'étude d'impact.

Le Pélobate cultripède, le Pélodyte ponctué, la Rainette méridionale et le Crapaud calamite sont quatre espèces listées dans les FSD comme espèces importantes. Ces quatre espèces ont été avérées sur la zone d'étude, mais cette dernière, parfaitement enclavée entre la mer à l'est et la voie ferrée à l'ouest, n'offre aucune connexion écologique entre les individus de la zone d'étude et les populations des ZSC concernées.

Tableau 10. Espèces d'amphibiens avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Pélobate cultripède* (*Pelobates cultripes*)	Zones sableuses et broussailleuses	Très fort	Modéré	Fort (Alimentation, gîte)
Pélodyte ponctué* (*Pelodytes punctatus*)	Fossé, mares temporaires et ornières, zones sableuses et broussailleuses	Modéré	Modéré	Modéré (Alimentation, reproduction, gîte
Complexe de Grenouille de Pérèz/Graf* (*Pelophylax perezi – Pelophylax kl. grafi*)	Fossé, zones buissonnantes	Modéré	Modéré	Modéré (Alimentation, reproduction, gîte
Rainette méridionale* (*Hyla meridionalis*)	Fossé, zones buissonnantes	Faible	Modéré	Faible (Alimentation, reproduction, gîte)
Crapaud calamite* (Epidalea calamita)	Mares temporaires et ornières, zones sableuses et broussailleuses	Faible	Modéré	Faible (Alimentation, reproduction, gîte)

9.6. Reptiles

9.6.1. Espèces Natura 2000 (CDH2)

■ **Espèces avérées**

Aucune espèce d'intérêt communautaire n'est avérée ni jugée fortement potentielle au sein de la zone d'étude.

9.6.2. Autres espèces avérées à enjeu zone d'étude

Ne sont évoquées ici que les espèces non présentées précédemment et qui constituent un enjeu zone d'étude modéré ou fort. Ces espèces sont présentées plus en détail dans le volet naturel de l'étude d'impact.

Des espèces à enjeu ont été observées ou sont considérées comme fortement potentielles.

Tableau 11. Espèces de reptiles avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Couleuvre à échelons* (*Zamenis scalaris*)	Décombres anthropiques, blocs rocheux, zones broussailleuses	Modéré	Modéré	Modéré (Reproduction, alimentation, gîte)
Couleuvre de Montpellier* (*Malpolon monspessulanus*)	Décombres anthropiques, blocs rocheux, zones broussailleuses	Modéré	Modéré	Modéré (Reproduction, alimentation, gîte)
Coronelle girondine* (*Coronella girondica*)	Décombres anthropiques, blocs rocheux, zones broussailleuses	Modéré	Modéré	Modéré (Reproduction, alimentation, gîte)
Orvet de Vérone* (*Anguis veronensis*)	Milieux semi-ouverts et buissonnants	Modéré	Modéré	Modéré (Reproduction, alimentation, gîte)

9.7. Oiseaux

9.7.1. Espèces Natura 2000 (CDO1 et EMR)

■ **Espèces avérées**



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

Protection	NO3	**UICN France**	NT
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	**Liste Rouge PACA**	EN

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



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

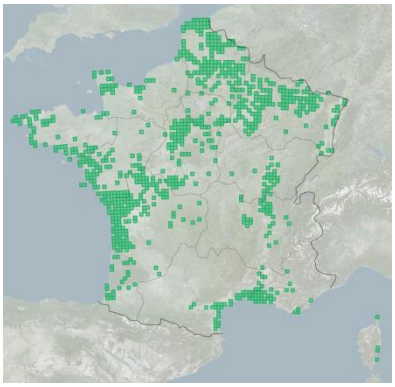
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

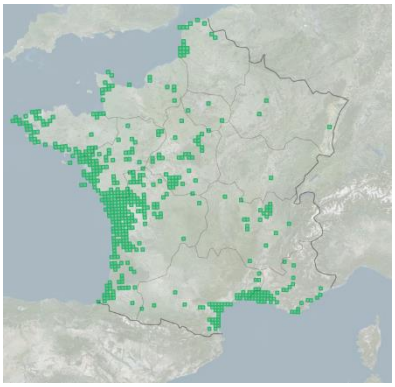
Le Busard des roseaux est nicheur sur la commune de Fos-sur-Mer (13) (Faune-France). L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

Un individu de Busard des roseaux a été observé en vol au-dessus de la zone d'étude. Celle-ci étant proche de zones humides, il n'est pas rare de voir des oiseaux de zones humides la survoler pour transiter d'un site de reproduction vers les zones d'alimentation. La zone d'étude représentée par de la végétation plus ou moins dense peut occasionnellement être utilisée pour les recherches alimentaires de l'espèce.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française



Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus* (Linné, 1766))

Protection	NO3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	**Liste Rouge PACA**	-

Répartition mondiale	Nicheur paléarctique, les populations nordiques sont migratrices, tandis que celles d'Europe de l'Ouest sont partiellement sédentaires. Les individus migrateurs hivernent jusqu'en Afrique équatoriale.
Répartition française	Le Busard Saint-Martin occupe la plupart des régions de France mais ne semble pas nicher en région PACA.

Habitats d'espèce, écologie	Son habitat se compose de landes et prairies. Il a récemment colonisé les milieux agricoles et les friches. L'espèce niche au sol.
Menaces	La régression des habitats de reproduction naturels et la diminution des disponibilités alimentaires sont les principales menaces.



J-M. SALLES, 02/09/2007, Bromont (63)

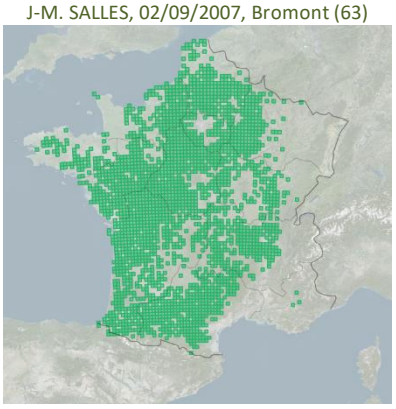
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

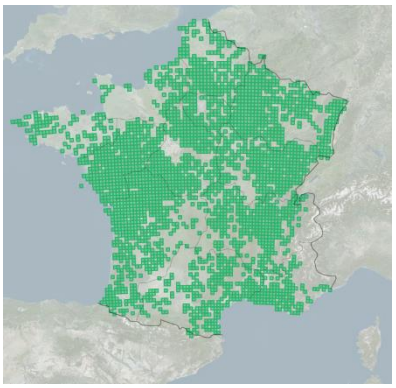
Plusieurs données de Busard Saint-Martin sont avérées sur la commune de Fos-sur-Mer (Faune-France.org). L'espèce est sédentaire en France, elle y en présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

Le Busard Saint-Martin a été observé en chasse au-dessus de la zone d'étude. Il n'y est cependant pas resté longtemps. Les milieux semi-ouverts peuvent lui servir ponctuellement de zone de chasse.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Canard colvert (*Anas platyrhynchos* (Linné, 1758))

Protection	-	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	IBO2, IBE3		

Répartition mondiale	De répartition quasi-cosmopolite, il est absent de quelques pays d'Amérique du Sud et d'Afrique centrale.
Répartition française	En France, l'espèce fréquente tous types de zones humides et se répartie de manière très homogène sur l'ensemble du territoire national.
Habitats d'espèce, écologie	Bien que le Canard colvert fréquente toute sorte de milieux humide, il a une préférence pour les marais d'eau douce peu profond.
Menaces	Bien que le Canard colvert soit opportuniste et omnivore, la dégradation des zones humides, représente la principale menace qui pèse sur l'espèce.



P. DEVOUCOUX, 01/2019, Montpellier (34)

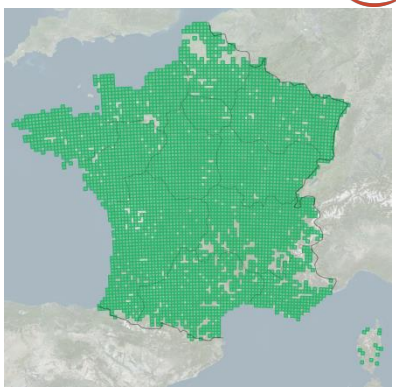
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

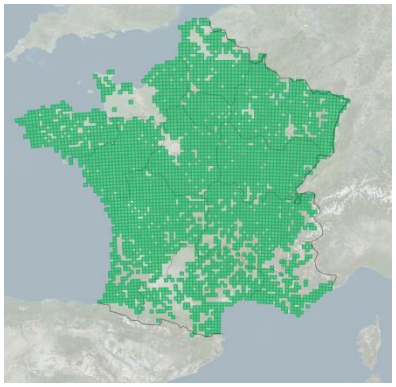
Le Canard colvert est nicheur sur la commune de Fos-sur-Mer (Faune-France). Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout l'année.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs individus de canard colvert ont été observés en vol au-dessus de la zone d'étude. Celle-ci étant proche de zones humides, il n'est pas rare de voir des oiseaux d'eau la survoler pour transiter d'un site de reproduction vers les zones d'alimentation. La zone d'étude représentée par de la végétation plus ou moins dense n'est cependant pas favorable à tout ou parties du cycle biologique de l'espèce. Cette espèce n'est présente qu'en survol.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Goéland leucophée (*Larus michahellis* (Naumann, 1840))

Protection	NO3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	**Liste Rouge PACA**	LC

Répartition mondiale	L'aire de reproduction du Goéland leucophée englobe l'ensemble du bassin méditerranéen, le littoral atlantique depuis le golfe de Gascogne jusqu'au sud de Maroc, et les îles de Macaronésie.
Répartition française	L'espèce est essentiellement présente sur l'ensemble des départements de la côte méditerranéenne, qui abrite près de 99 % de la population nationale.
Habitats d'espèce, écologie	C'est un oiseau marin colonial qui niche au sol sur les côtes et îles rocheuses, et de plus en plus à l'intérieur des terres, notamment en ville, sur les bâtiments.
Menaces	C'est une espèce opportuniste qui est en forte expansion, et dont le statut de protection n'est absolument pas défavorable.



P. DEVOUCOUX, 06/04/2019, Montpellier (34)

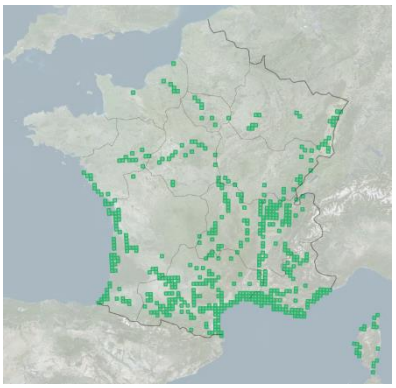
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

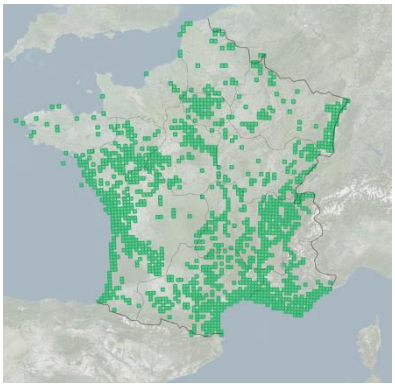
Le Goéland leucophée est nicheur sur la commune de Fos-sur-Mer (Faune-France.org). L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente toute l'année.

Dans la zone d'étude :

Le Goéland leucophée a régulièrement été observé au-dessus de la zone d'étude. L'espèce niche sur le toit des bâtiments industriels alentours et utilise la zone d'étude comme zone de transit entre les zones d'alimentation et les zones de reproduction. Les habitats présents au sein de la zone d'étude représentés par de la végétation plus ou moins dense ne sont pas favorables à sa reproduction ou ses recherches alimentaires. L'espèce n'est présente qu'en survol.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo* (Linné, 1758))

Protection	NO3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	**Liste Rouge PACA**	NT

Répartition mondiale	Le Grand Cormoran a une répartition mondiale, excluant l'Amérique du Sud et l'Antarctique.
Répartition française	L'espèce niche surtout sur le littoral, mais aussi dans les zones humides intérieures. En hiver, la France accueille un afflux d'oiseaux en provenance d'Europe centrale et parfois d'Europe du Nord.
Habitats d'espèce, écologie	Ichtyophage, le Grand Cormoran se rencontre sur tous les types d'eaux libres, littorales ou eaux douces.
Menaces	Le dérangement sur les sites de reproduction est la principale menace qui pèse sur l'espèce.



P. DEVOUCOUX, 17/01/2020, Saintes-Maries-de-la-Mer (13)

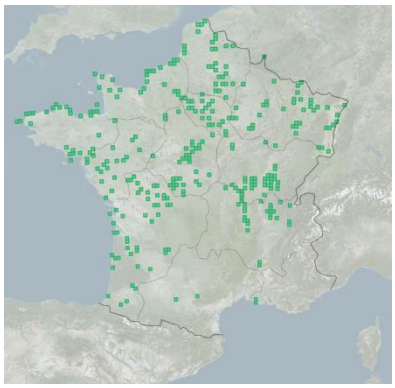
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

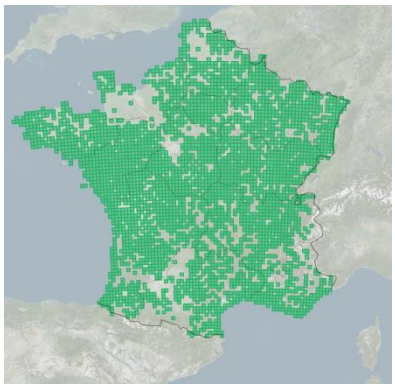
Le Grand Cormoran est nicheur localement (Faune-France). Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente toute l'année.

Dans la zone d'étude :

Quelques individus de Grand Cormoran ont été observés en vol au-dessus de la zone d'étude. Cette dernière peut être survolée par l'espèce pour transiter entre les zones d'alimentation et les zone de reproduction. La zone d'étude représentée par de la végétation plus ou moins dense ne semble pas favorable à tout ou parties du cycle biologique de l'espèce. Elle peut cependant la survoler lors de ses déplacements.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Héron cendré (*Ardea cinerea* (Linné, 1758))

Protection	NO3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	**Liste Rouge PACA**	LC

Répartition mondiale	Nicheur de l'Ancien Monde, il est partiellement sédentaire en Europe.
Répartition française	Dans le territoire, l'espèce est principalement absente des régions montagneuses, du nord-ouest ainsi qu'en Corse.
Habitats d'espèce, écologie	C'est un oiseau d'eau piscivore, nichant en colonie dans les arbres et arbustes au sein des zones humides.
Menaces	La principale menace concerne quelques cas de destruction directe d'individus notamment aux abords des pisciculteurs.



F. PAWLOWSKI, 21/10/2008, Arles (13)

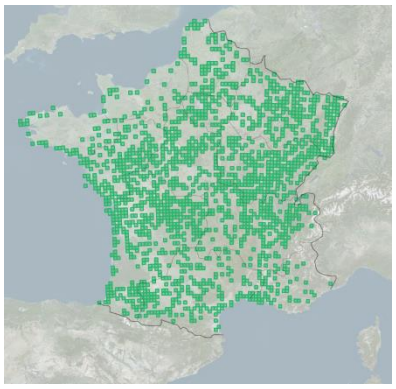
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

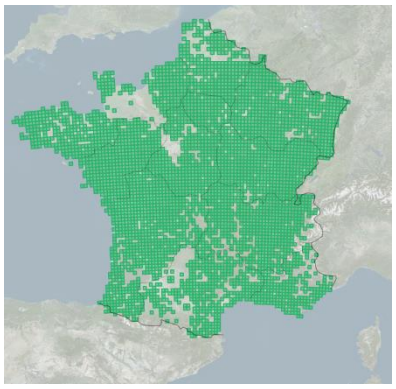
Le Héron cendré est bien représenté sur la commune de Fos-sur-Mer (13) (Faune-France.org). L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

Un individu de Héron cendré a été observé au-dessus de la zone d'étude. Les habitats présents au sein de la zone d'étude représentée par de la végétation plus ou moins dense qui n'est pas favorables à sa reproduction ou ses recherches alimentaires. L'espèce n'est présente qu'en survol.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis* (Linné, 1758))

Protection	NO3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	**Liste Rouge PACA**	LC

Répartition mondiale	Nicheur holarctique partiellement sédentaire, la France représente cependant la limite septentrionale de son aire de répartition.
Répartition française	En France, sa répartition concerne la quasi-totalité des zones humides de la façade atlantique, de l'intérieur des terres ainsi que du littoral méditerranéen.
Habitats d'espèce, écologie	Oiseau d'eau colonial arboricole, le Héron garde-bœufs fréquente de préférence les zones humides et les secteurs pâturés même si ces derniers se situent en zone aride.
Menaces	La dégradation des zones humides, la réduction de l'élevage et des zones pâturées ainsi que les mauvaises conditions météorologiques sont les principales menaces.



J.M. SALLES, 02/05/2008, Arles (13)

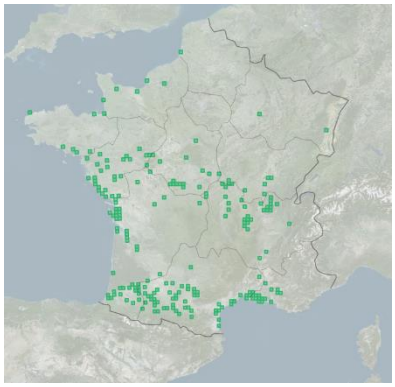
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

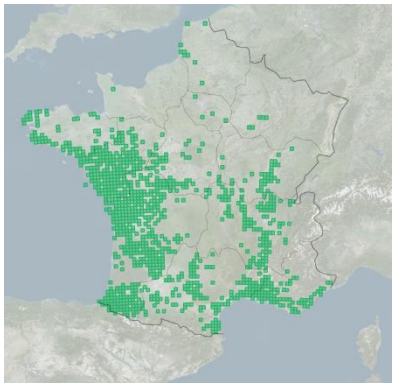
Le Héron Garde-Bœufs est fréquemment observé sur la commune de Fos-sur-Mer (13) (Faune-France.org). L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs individus de Héron garde-bœufs a été observé au-dessus de la zone d'étude. Les habitats présents au sein de la zone d'étude représentée par de la végétation plus ou moins dense qui n'est pas favorables à sa reproduction ou ses recherches alimentaires. L'espèce n'est présente qu'en survol.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française



Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus* (Linné, 1758))

Protection	-	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	IBE3	**Liste Rouge PACA**	CR

Répartition mondiale	Espèce nicheuse de l'Ancien Monde et d'une partie de l'Océanie, l'Huîtrier pie est un oiseau d'eau migrateur.
Répartition française	En France, l'Huîtrier pie se reproduit principalement en Bretagne et en Normandie et il ne compte que quelques dizaines de couples pour les autres régions.
Habitats d'espèce, écologie	L'Huîtrier pie est un oiseau typique des rivages marins. Il affectionne les îlots, les hauts de plage ainsi que la périphérie des lagunes méditerranéennes pour nicher.
Menaces	La raréfaction de la ressource alimentaire ainsi que le dérangement des couples nicheurs sont les principales menaces.



P. DEVOUCOUX, 13/05/2019, Saintes-Maries-de-la-Mer (13)

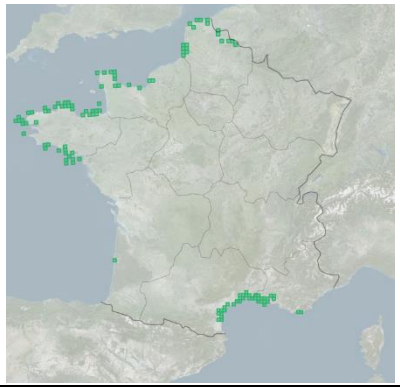
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

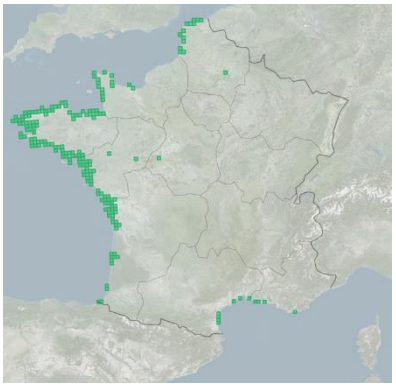
Quelques données d'Huîtrier pie confirment sa reproduction sur la commune de Fos-sur-Mer. Elle niche sur des bancs de sable et/ou galets présents au bord de l'eau. L'espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

L'Huîtrier pie a été observé plusieurs fois au-dessus de la zone d'étude et à proximité. L'espèce niche sur le banc de galets le long du canal d'Arles à Bouc. La zone d'étude représentée par des habitats à végétation plus ou moins dense n'est pas favorable à la nidification ou au recherches alimentaires de l'espèce. Elle peut cependant y transiter pour rejoindre les sites d'alimentation et de reproduction.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Milan noir (*Milvus migrans* (Boddaert, 1783))

Protection	NO3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	**Liste Rouge PACA**	LC
Répartition mondiale	Nicheur de l'Ancien Monde et de l'Océanie, c'est, en Europe, un migrateur qui hiverne en Afrique.		
Répartition française	Dans le territoire, l'espèce est principalement absente des régions du nord, du nord-ouest ainsi qu'en Corse.		
Habitats d'espèce, écologie	Nécrophage et opportuniste, il niche dans les grands arbres, souvent à proximité de l'eau (ripisylves).		
Menaces	Dégradation, voire régression de ses milieux de prédilection, principalement les zones humides.		



V.GAILLLY, 02/06/2023,
Saint-Martin-de-Crau (13)

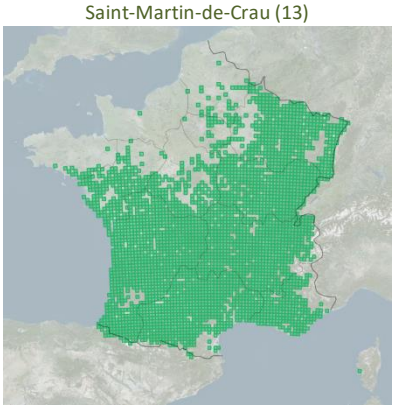
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

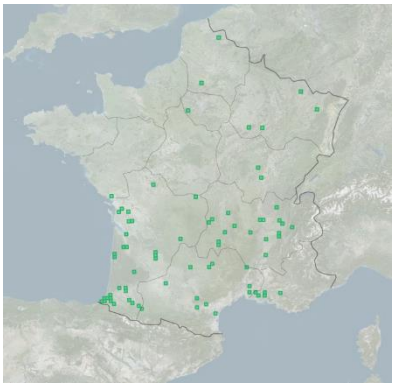
Localement le Milan noir est considéré comme nicheur. Fos-sur-Mer y accueil de nombreux couple. L'espèce est nicheuse en France, elle y est présente qu'en période de reproduction.

Dans la zone d'étude :

Plusieurs couples de Milan noir nichent au sein des arbres présents dans la zone d'étude. Les milieux semi-ouverts servent pour leurs recherches alimentaires.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Mouette mélanocéphale (*Ichthyaetus melanocephalus* (Temminck, 1820))

Protection	NO3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBO2, IBE2	**Liste Rouge PACA**	VU

Répartition mondiale	Nicheuse ouest-paléarctique, c'est une espèce principalement pélagique en hiver.
Répartition française	En France, l'espèce niche essentiellement sur le littoral, en Camargue, dans l'Hérault, le Pas-de-Calais et en Vendée.
Habitats d'espèce, écologie	Cette espèce niche sur des îlots de végétation au sein de zones humides. Elle s'alimente essentiellement dans les prairies humides (Crau), les marais d'eau douce et les zones cultivées en période de reproduction.
Menaces	La régression des zones humides et la concurrence avec le Goéland leucophée sur les sites de nidification sont les principales menaces qui pèsent sur l'espèce.



S. CABOT, 22/06/2014, Arles (13)

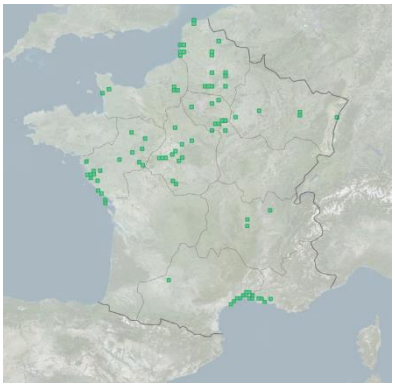
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

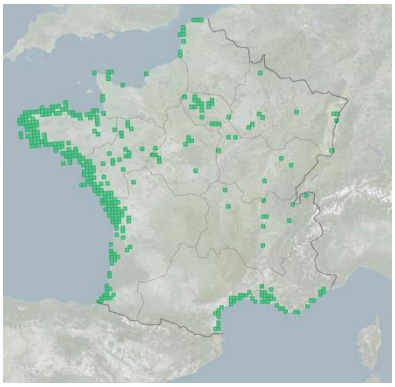
La Mouette mélanocéphale est bien présente sur la commune de Fos-sur-Mer (13) (Faune-France.org). Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

La zone d'étude est entourée de milieux humides, il n'est pas rare de voir les mouettes transiter entre les sites de nidification et le zone d'alimentation. Les habitats présents représenté par de la végétation plus ou moins dense n'est pas favorable à a nidification et aux recherches alimentaires de l'espèce.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

Mouette rieuse (*Chroicocephalus ridibundus* (Linné, 1766))

Protection	NO3	**UICN France**	NT
Autre(s) statut (s)	IBE3	**Liste Rouge PACA**	VU

Répartition mondiale	Son aire de répartition s'étend du Paléarctique et de la Sibérie orientale en période de reproduction jusqu'à l'Afrique et l'Asie tropicale en période d'hivernage.
Répartition française	La population nicheuse est surtout concentrée dans la moitié nord de la France alors qu'en saison inter-nuptiale, les effectifs se concentrent dans les régions côtières de l'ouest et du sud de notre pays.
Habitats d'espèce, écologie	Inféodée aux zones humides, elle se reproduit en colonies dans la végétation palustre ou au sein d'îlots végétalisés.
Menaces	La régression des zones humides, la prédation, le dérangement et la dégradation des ressources alimentaires.



A. REBOUL, 27/11/2022, Arles (13)

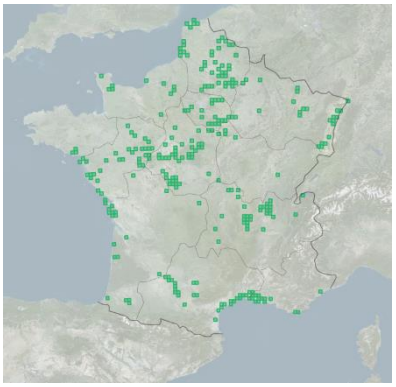
Contexte local

Dans le secteur d'étude :

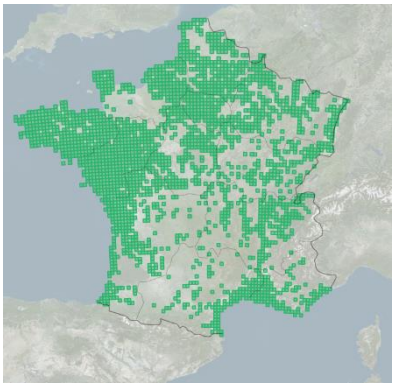
La Mouette rieuse est bien présente sur la commune de Fos-sur-Mer (13) (Faune-France.org). Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

Dans la zone d'étude :

La zone d'étude est entourée de milieux humides, il n'est pas rare de voir les mouettes transiter entre les sites de nidification et le zone d'alimentation. Les habitats présents représenté par de la végétation plus ou moins dense n'est pas favorable à a nidification et aux recherches alimentaires de l'espèce.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

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

Protection	NO3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	CDO1, IBE2, IBO2	**Liste Rouge PACA**	LC

Répartition mondiale	Nicheur de l'Ancien Monde, les populations françaises hivernent principalement en Afrique.
Répartition française	L'espèce se reproduit principalement dans le centre et l'ouest de la France ainsi qu'en région méditerranéenne.
Habitats d'espèce, écologie	Il affectionne les milieux cultivés mais également les zones steppiques et les autres milieux à végétation rase.

Menaces	L'intensification agricole et la raréfaction du pastoralisme engendrent une diminution des habitats favorables à l'espèce.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'Œdicnème criard est réparti de manière discontinue dans toute la France. L'espèce est bien représentée en PACA et plusieurs données confirment sa présence en nidification à Fos-sur-Mer (Faune-France.org). Dans ce secteur, elle se reproduit principalement dans les milieux ouverts rocailleux avec peu de végétation. Cette espèce est sédentaire en France, elle y est présente tout au long de l'année.

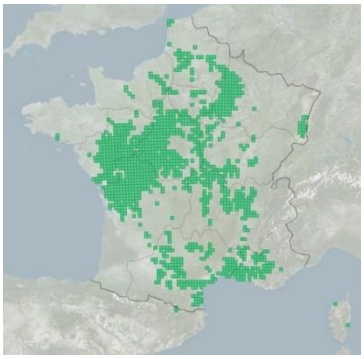
Dans la zone d'étude :

L'Œdicnème criard a été avéré nicheur en 2018, 2019 et 2021 par le bureau d'études Naturalia.

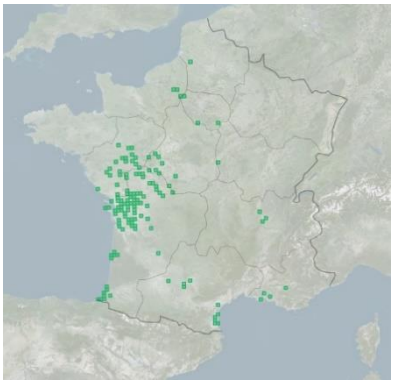
Lors des inventaires de 2024 et 2025, l'espèce a été contactée à plusieurs reprises en mars, avril et juin. Un à deux couples ont été observés dans les milieux ouverts, un sur une grande zone uniquement faites de cailloux. L'autre dans une zone ouverte à végétation rase et caillouteuse. Ces milieux sont utilisés comme site de nidification et/ou de recherche alimentaire.



V.GAILLY, 21/05/2023, Fos-sur-Mer (13)



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

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

Protection	NO3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	IBO2, IBE2	**Liste Rouge PACA**	LC

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

Contexte local



S. CABOT, 12/04/2016,

Berre-l'Etang (13)

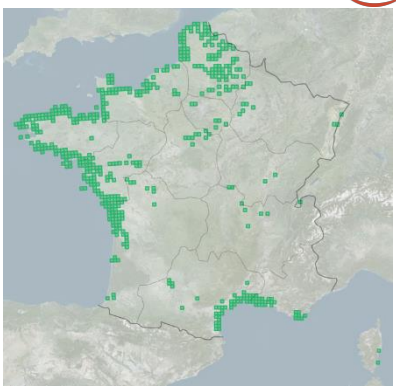
Dans le secteur d'étude :

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

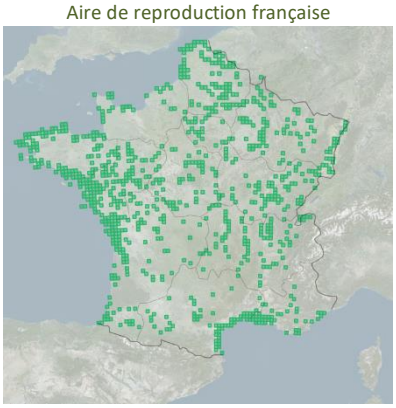
Dans la zone d'étude :

Le Tadorne de Belon a été avéré nicheur par le bureau d'étude Naturalia en 2018, 2019 et 2021.

L'espèce est principalement côtière, en période de reproduction il se retrouve également à l'intérieur des terres où la végétation et cavité au sol sont présentes pour y nicher. Cette mosaïque est bien représentée au sein de la zone d'étude, composé de nombreuse garennes favorable pour sa nidification. Lors des inventaires en 2024, le Tadorne de Belon a été observé en juin sur la zone d'étude, tournant à plusieurs reprises et poussant des cris d'alerte.



Aire de reproduction française



Aire d'hivernage française

■ **Espèces non contactées malgré des prospections ciblées**

➢ **Engoulevent d'Europe *(Caprimulgus europaeus)*; IBE2 NO3 CDO1**

Les données bibliographiques recueillies localement ont montré la présence ponctuelle d'individus d'Engoulevent d'Europe localement (Istres, Port-de-Bouc) (source : www.faune-paca.org). Il peut utiliser les milieux semi-ouverts pour sa nidification et son alimentation.

L'espèce a donc été recherchée au sein de ces habitats présents notamment au sud de la zone d'étude, lors des prospections nocturnes et notamment durant la période de reproduction. Malgré une recherche attentive au sein de la zone d'étude aucun contact n'a été relevé au cours de l'inventaire, traduisant l'absence de cette espèce localement. Au regard de ces éléments, l'Engoulevent d'Europe est jugé absent de la zone d'étude.

➢ **Effraie des clochers *(Tyto alba)* ; IBE2 NO3 CCA**

L'Effraie des clochers est nicheuse localement, l'espèce a été avérée nicheuse à moins de 500m. Cette espèce s'alimente de micromammifères qu'elle trouve en milieux ouverts.

Les habitats présents au sein de la zone d'étude sont peu favorables, on y retrouve des milieux fermés et denses, de nombreux arbres et des milieux semi-ouverts avec de la végétation buissonnante. Cependant, l'espèce y a quand même été cherchée suite à la proximité avec un site de nidification. Aucun contact n'a été relevé au cours de l'inventaire nocturne d'avril 2024 et mai 2025.

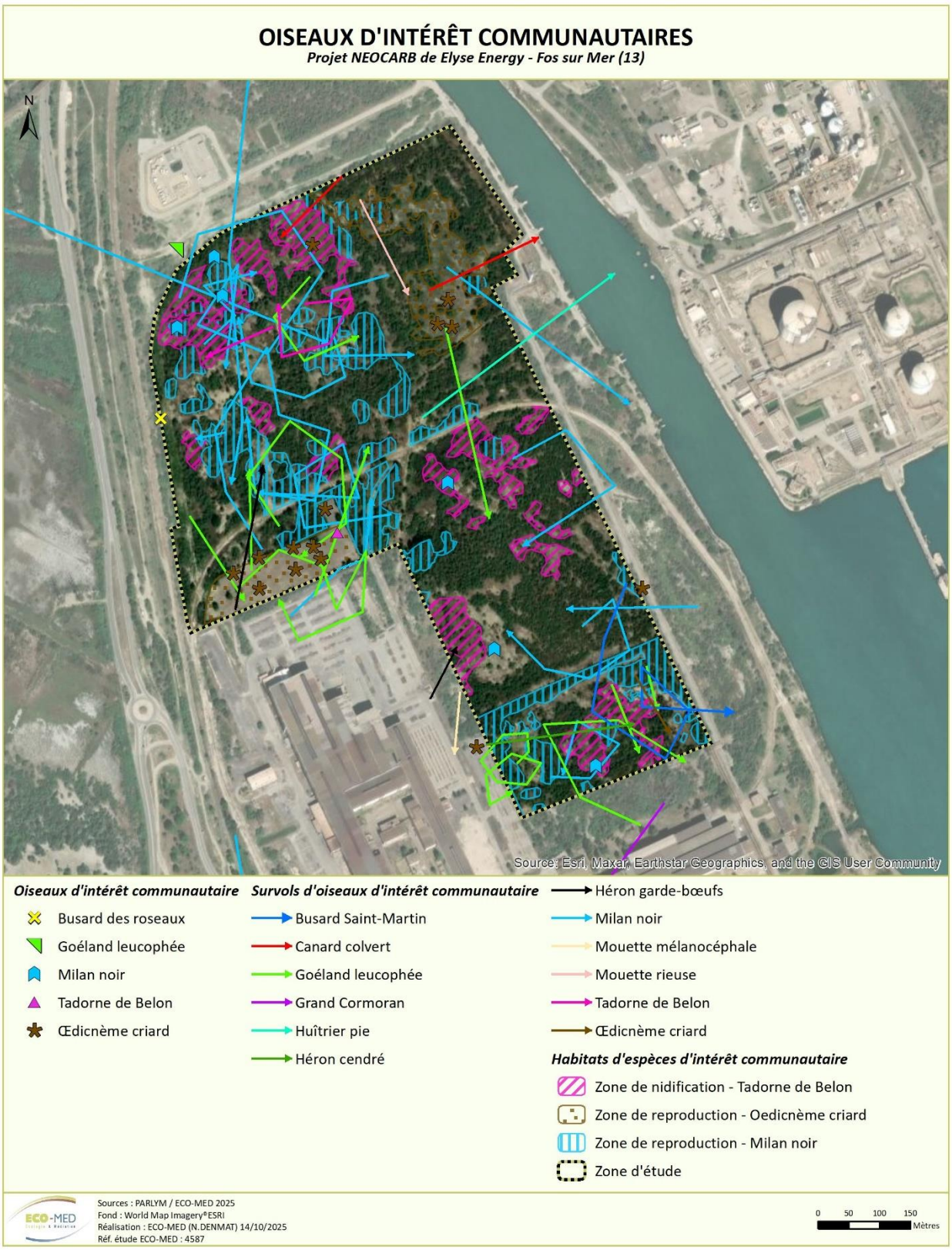
9.7.2. Autres espèces avérées à enjeu zone d'étude

Il s'agit d'espèce figurant comme autres espèces importantes dans le FSD du site.

Tableau 12. Espèces d'oiseaux avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude	Commentaire
Coucou geai* *(Clamator glandarius)*	Milieux semi-ouverts (nidification et alimentation)	Modéré	Modéré	**Modéré**	Contacté à plusieurs reprises au sein de la zone d'étude, où elle parasite les nids de Pie bavarde pour s'y reproduire et s'alimente au niveau des milieux semi-ouverts thermophiles. La physionomie de la zone d'étude semble favorable à ses recherches alimentaires, au sein des milieux ouverts.
Huppe fasciée* *(Upupa epops)*	Cavités (nidification) milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Modéré	**Modéré**	Observée à plusieurs reprises au sein de la zone d'étude et est considérée comme nicheuse dans les arbres à cavités présents au niveau des boisements et en alimentation dans les milieux ouverts et semi-ouverts.
Petit-duc scops* (*Otus scops*)	Cavités (nidification) milieux ouverts et semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Modéré	**Modéré**	Contacté à plusieurs reprises le long de la zone d'étude, où il est considéré comme nicheur localement au sein des arbres à cavités. Un individu chanteur a été contacté à plusieurs reprises au sein de la zone. Les milieux ouverts et semi-ouverts sont utilisés pour les recherches alimentaires.
Bruant proyer* *(Emberiza calandra)*	Milieux semi-ouverts (alimentation)	Faible	Faible	**Faible**	Contacté en petit groupe sur la zone, celle-ci n'est pas favorable à sa reproduction car les milieux sont en train de se refermer, mais il peut s'alimenter au sein des milieux semi-ouverts.
Guêpier d'Europe* *(Merops apiaster)*	Milieux ouverts (alimentation)	Modéré	Faible	**Faible**	Avéré nicheur à proximité de la zone d'étude, et en alimentation au niveau des milieux ouverts de la zone d'étude. Aucun nid n'a été observé dans la zone d'étude, où le sol sableux favorable à de la nidification est recouvert par un couvert végétal diminuant son attractivité.
Linotte mélodieuse* *(Linaria cannabina)*	Milieux semi-ouverts (alimentation)	Modéré	Faible	**Faible**	Contacté en période migratoire, elle peut s'alimenter dans les milieux semi-ouverts de la zone.

9.7.3. Bilan concernant les oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR)



Carte 14 : Oiseaux Natura 2000 recensés

9.8. Mammifères terrestres

9.8.1. Espèces Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'intérêt communautaire n'est avérée ni jugée fortement potentielle au sein de la zone d'étude.

Concernant la Loutre d'Europe et le Castor d'Eurasie, la zone d'étude ne dispose pas suffisamment d'habitats favorables à leurs écologies. De plus, pour le Castor d'Eurasie, la zone d'étude est inaccessible et isolée des lieux de présence identifiés dans les ZSC étudiées. Ces deux espèces sont donc considérées comme absentes de la zone d'étude.

9.8.2. Autres espèces importantes de mammifères terrestres avérées

Aucune autre espèce de mammifères terrestres importante ne figure aux FSD des ZSC évaluées.

9.8.1. Autres espèces avérées à enjeu

Une espèce à enjeu modéré est potentielle, le Putois d'Europe et une espèce à enjeu faible mais protégée est également potentielle, le Hérisson d'Europe.

9.9. Chiroptères

9.9.1. Intérêts du secteur vis-à-vis des chiroptères

❖ **Gîtes**

- **Gîtes anthropiques :**

À proximité immédiate de la zone d'étude, un bâtiment localisé chez Marcegaglia (ex-Ascométal), à environ 100 m à l'Est, présente **un enjeu fort pour la conservation des chiroptères, en particulier pour deux espèces d'intérêt communautaire : le Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*) et le Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*).**

- **Grand rhinolophe – espèce d'intérêt communautaire**
  Le bâtiment abrite un gîte de transit et de reposoir nocturne pour le Grand rhinolophe. Un individu a été observé en gîte lors des prospections de 2018/2021 et de 2024, notamment au sein de l'ancienne cave et probablement dans d'autres pièces du bâtiment. Des détections acoustiques nocturnes régulières confirment son utilisation récurrente du site comme reposoir nocturne, soulignant le rôle fonctionnel du bâtiment dans le réseau local de gîtes de l'espèce.

- **Murin à oreilles échancrées – espèce d'intérêt communautaire**
  L'espèce est régulièrement contactée par les détecteurs d'ultrasons la nuit au niveau du bâtiment, indiquant son utilisation probable comme reposoir nocturne, soulignant le rôle fonctionnel du bâtiment dans le réseau local de gîtes de l'espèce.

- **Autres espèces de chiroptères**
  Le bâtiment héberge également un gîte de parturition mixte de Pipistrelles (Pipistrelle de Kuhl majoritaire, avec présence ponctuelle de la Pipistrelle pygmée et P. commune), estimé à environ 75 individus. Une utilisation ponctuelle du bâtiment par la Sérotine commune est également notée en période estivale. Le Murin cryptique et l'Oreillard gris sont détectés ponctuellement en activité nocturne, témoignant d'un usage secondaire du site comme reposoir.



Gîte avéré de Grand rhinolophe et Murin à oreilles échancrées – Espèces d'intérêt communautaire
S. BAILLET, 17/07/2024, Fos-sur-Mer (13)

A l'échelle **locale**, d'autres gîtes anthropiques sont potentiels ou avérés :

- **Ancienne usine** (1,3 km au nord-est) t, au sein des marais, présente plusieurs cavités et fissures favorables à l'accueil de chiroptères. Des contacts rapprochés de Sérotine commune ont été enregistrés en 2021, indiquant une utilisation possible du site comme gîte.
- **Bâtiments agricoles abandonnés** (1,9 km à l'est) : Difficile d'accès (milieu du marais, roncier, …), une prospection à l'intérieur n'a pu être réalisée. Ces bâtiments de grands volumes et avec toitures pourraient être favorables à l'accueil de colonies de parturition. En l'absence de prospection ciblée, et étant donné leur caractère isolé (absence de dérangement humain), les bâtiments sont jugés fortement potentiels.
- **Bâtiment VF3 chez ArcelorMittal** (4,5 km au sud-est) : Gîte de parturition de Pipistrelle commune avec 55 individus en 2022 et de transit de Pipistrelle commune / Pipistrelle pygmée.

A plus grande échelle, deux sites majeurs sont connus le long du Grand Rhône :

- **Domaine de Giraud** (20 km, Arles) : **100 Grands Rhinolophes et Murins à oreilles échancrées** (GCP, 2008)
- **Bâtiment agricole au Sambuc** (12 km, Arles) : **400 Grands Rhinolophes et Murins à oreilles échancrées** (GCP, *comm. pers*.).

Enfin dans un périmètre éloigné, d'autres sites majeurs doivent être considérés :

- **Massif des Alpilles (>20 km)** : plusieurs **mines de bauxite au sud du massif abritent des Petits/Grands Murins** et les mines du Fangas à Maussane-les-Alpilles abritent le **Minioptère de Schreibers** (GCP, 2010) ;
- **Mines de Saint-Chamas** (15 km) : **Petit/Grand Murin en période de transit printanier et automnal (15 individus *a minima*) et en période estivale (jusqu'à 70 individus et présence d'un tas de guano conséquent suggérant la présence d'une colonie importante) et Minioptère de Schreibers en période de transit printanier et automnal (jusqu'à 500 individus y ont été comptabilisés)** (GCP, 2009).

- **Gîtes arboricoles :**

La zone d'étude est constituée de peupleraies présentant un maillage arboré favorable aux chiroptères arboricoles, en particulier pour le **Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)**, **espèce d'intérêt communautaire**.

Les micro- et macro-cavités présentes dans les peupliers offrent un réseau de gîtes arborés fonctionnel, notamment pour les mâles isolés de Murin à oreilles échancrées en période estivale, qui peuvent y trouver refuges temporairement. Ce réseau arboré, relativement rare en Camargue, assure une continuité écologique entre les gîtes anthropiques proches et les zones de chasse environnantes.

Les autres chiroptères arboricoles (notamment les Noctules de Leisler) utilisent ponctuellement les peupliers pour la reproduction ou les comportements de swarming en période automnale.

- **Gîtes cavernicoles/rupestres :**

Aucun gîte cavernicole et rupestre n'est potentiel sur la zone d'étude.

❖ **Zones de chasse :**

En termes de zones de chasse, **deux principaux habitats** ont été jugés favorables au sein de la zone d'étude et présentent un intérêt pour la chasse des chiroptères du secteur :

- Les **lisières de peupleraies** sont attractives pour la chasse des espèces s'appuyant sur la végétation et la différence de structure pour chasser notamment pour le **Grand rhinolophe.** En Camargue, ce type de milieu est relativement rare et permet de protéger les chauves-souris contre le vent.
- Les **milieux ouverts à semi-ouverts** notamment les fourrés, les zones en friche et pelouses sont favorables pour l'ensemble des espèces de chauves-souris de milieux ouverts et notamment celles se nourrissant d'Orthoptères, d'Hyménoptères et d'Homoptères telle que le Petit Murin (potentiel).

❖ **Zones de transit :**

Les différents couloirs (piste DFCI, voie ferrée, ...) ainsi que les lisières de peupleraies servent de corridor de transit secondaire pour les espèces locales. A proximité immédiate, le **canal d'Arles** permet le transit des chiroptères à plus large échelle, en reliant Arles à Port Saint-Louis-du-Rhône à travers la Camargue. Certaines espèces contactées sur le site comme **le Grand rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées** utilisent très probablement ce dernier pour rejoindre ses différents gîtes dont celui présent sur la zone d'étude.

❖ **Niveau d'activité :**

La définition du niveau de l'activité chiroptérologique est définie pour chaque espèce dans la **partie Erreur ! Source du renvoi introuvable.** La situation des enregistreurs d'ultrasons est quant à elle précisée dans la cartographie des prospections chiroptères de la partie

Erreur ! Source du renvoi introuvable..

Tableau 13. Niveaux d'activité des chiroptères

	28/05/2024						17/07/2024						19/09/2024					
	E10	**E11**	**E12**	**E13**	**E14**	**E15**	**E27**	**E28**	**E29**	**E30**	**E31**	**E32**	**E33**	**E34**	**E35**	**E36**	**E37**	**E38**
Chiroptère sp																	1	
Grand rhinolophe				1		8											1	
Minioptère de Schreibers	34	5	6	1	19	12		3					1	2				
Molosse de Cestoni							1				3		32	3				21
Murin à oreilles échancrées	1											2					1	
Murin non identifié			4	2														
Noctule de Leisler		1											56	44	23	44	18	18
Oreillard gris												1					1	
Pipistrelle commune	127	283	1197	205	190	111	122	49	31	35	23	53	85	85	41	48	40	12
Pipistrelle de Kuhl	659	279	2052	99	98	993	778	593	59	103	126	2562	94	116	132	108	566	76
Pipistrelle ou Minioptère de Schreibers	16				52	16												
Pipistrelle pygmée	108	266	2293	76	306	470	139	398	58	379	45	1029	251	207	141	200	814	60
Sérotine commune	11	13	44	1	2	72	10	4	4	1		10	2	3	3			3
Sérotine sp / Noctule sp		2											3					4
Vespère de Savi					1						1		5	1	4		12	
Total général	956	849	5596	385	668	1682	1050	1047	152	518	198	3657	529	461	344	400	1454	194
Activité/heure	107,4	95,3	628,7	43,2	75	189	116,7	116,3	16,9	57,6	22	406,3	45,02	39,2	29,3	34	123,8	16,5
Richesse spécifique	6	6	5	6	6	6	5	5	4	4	5	6	8	8	6	4	8	6

Légende : Faible | Modéré | Fort | Très fort | Bâtiment

9.9.2. Espèces Natura 2000 (CDH2)

■ Espèces avérées

Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus (E. Geoffroy, 1806)*

Protection	NM2	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	CDH2, CDH4, IBE2, IBO2		
Répartition mondiale	Sud du paléarctique occidental, Asie mineure, Maghreb et Proche-Orient.		
Répartition française	Présent sur la quasi-totalité du territoire, populations plus importantes en région Centre, Bourgogne, Franche-Comté et sur le piémont des Alpes et du Vercors.		
Habitats d'espèce, écologie	Fréquente les massifs forestiers feuillus parcourus de zones humides. Anthropophile ou cavernicole en période estivale, parfois opportuniste le reste de l'année (arbres, falaises..) et capable de déplacements importants. Se nourrit d'arachnides et de petits insectes.		
Menaces	Modifications des milieux agricoles et forestiers, disparition de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.		



Contexte local

Dans le secteur d'étude :

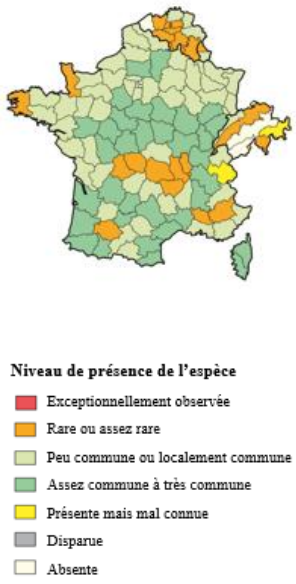
En PACA, il n'existe pas de synthèse mais les colonies connues sont généralement à basse altitude : En Camargue (1000 individus d'après QUEKENBORN, 2009), dans la Vallée du Rhône, dans la vallée de l'Argens (2000 individus d'après HAQUART, 2009), la vallée de haute Durance et la vallée de la Roya (06). L'espèce reste donc rare avec seulement sept colonies de reproduction connues. L'espèce est contactée plus ponctuellement sur les autres départements. Les populations régionales sont importantes pour la conservation de l'espèce (GCP, 2009).

Dans la zone d'étude :

Le Murin à oreilles échancrées a été contacté en 2018/2021 (Données Naturalia) et 2024 au printemps, été et automne.

Les enregistrements acoustiques de 2018/2021 laisse supposer l'espèce en gîte dans le bâtiment. En 2024, l'espèce est détectée en transit le long d'une piste (printemps) et en cours de nuit devant le bâti (été/automne). Sa présence devant le bâti indique que l'espèce utilise très probablement le gîte en reposoir nocturne (un ou quelques individus isolés).

Son activité est relativement faible sur la zone d'étude.



Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse
Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021

Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)*

Protection	*NM2*	***UICN France***	*LC*
Autre(s) statut (s)	*CDH2, CDH4, IBE2, IBO2*		
Répartition mondiale	*Paléarctique sur un arc allant du Pays de galle au Japon en passant par l'Asie Mineure, le Proche-Orient et le Sud du massif Himalayen.*		
Répartition française	*A l'origine sur tout le territoire (Corse comprise), actuellement plus fréquent dans la moitié sud-ouest et les secteurs karstiques des Alpes et du Jura.*		
Habitats d'espèce, écologie	*Affectionne les zones karstiques, les paysages semi-ouverts à forte diversité d'habitats. Lié aux pâturages et prairies où il chasse de gros insectes (coprophages) à l'affut, Colonies en milieu souterrain ou bâti.*		



	Rayon de chasse moyen : 2,5 km (max. 10km)
Menaces	*Modifications des milieux agricoles, disparition de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.*

Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est présente dans tous les départements mais peu commune. 4 grosses populations de l'espèce sont connues : Camargue (600 individus), Haute Durance, vallée de la Roya et vallée de l'Argens (300 individus) (Haquart et Quekenborn, 2009)

Notons que cette espèce discrète est très difficile à contacter en détection ultrasonore. En effet, elle émet faiblement et ses ultrasons ne peuvent être captés qu'à quelques mètres de distance.

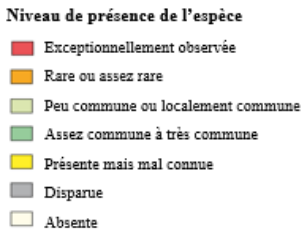
Dans la zone d'étude :

Le Grand rhinolophe est détecté en 2018/2021 en été/automne (Données Naturalia) et en 2024 en période migratoire (printemps, automne).

Un individu a été observé en gîte en automne en 2018/2021 et en 2024 indiquant que l'espèce utilise le bâtiment en journée, notamment la partie souterraine (cave). Au printemps 2024, des contacts en cours de nuit sont détectés indiquant que l'espèce l'utilise en tant que reposoir nocturne.

Il est retrouvé au sein de la zone d'étude en transit au niveau des zones ouvertes. Son activité est faible. Néanmoins, étant difficile à contacter, les résultats sont à prendre avec précaution et l'espèce peut utiliser l'ensemble de la zone. Au vu de sa rareté dans cette zone géographique et de la sensibilité de l'espèce à la perturbation de ses habitats à proximité d'un gîte, la zone d'étude est relativement importante pour l'espèce.





Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse
Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021

Minioptère de Schreibers *Miniopterus schreibersii (Kuhl, 1817)*

Protection	NM2	**UICN France**	VU
Autre(s) statut (s)	CDH2, CDH4, IBE2, IBO2		
Répartition mondiale	Pourtour méditerranéen, jusqu'aux Balkans et au Caucase.		
Répartition française	Deux-tiers sud du pays. Plus abondant dans la moitié sud à l'exception du massif jurassien.		
Habitats d'espèce, écologie	Strictement cavernicole et grégaire, ce qui augmente sa vulnérabilité. Chasse dans des milieux en mosaïque. Rayon d'action moyen : 18 km (max. 40km). Régime alimentaire spécialisé sur les Lépidoptères.		
Menaces	Les menaces qui pèsent sur l'espèce sont principalement le dérangement des gîtes souterrains, le développement de l'énergie éolienne et la banalisation des milieux naturels.		

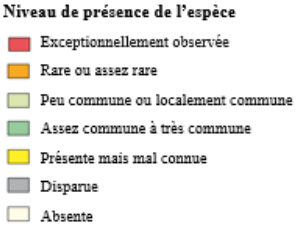
Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est présente dans tous les départements de PACA (principalement à des altitudes inférieures à 600 m). Quelques importantes colonies de reproduction et d'importance nationale sont connues sur les départements des Bouches-du-Rhône,





Répartition France, Belgique, Luxembourg & Suisse
Source : ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2021

le Tunnel du canal des Alpilles (plusieurs milliers d'individus), la grotte d'Entraigues (83) (8000 individus). Mais plusieurs noyaux de population ont disparu après désertion de gîtes souterrains. Les Bouches-du-Rhône rassemblent également 3 gîtes de transit et d'hibernation importants (Carrière à St Rémy de Provence, Mines de St Chamas et la Grotte des Espagnols). Les canaux du Verdon constituent également un gîte d'hibernation d'importance (ONEM/ GCP 2008). Les effectifs connus par comptage de colonie sont de 20000 pour la région (2014).

Dans la zone d'étude :

Le Minioptère de Schreibers est contacté en été 2018/2021, et sur les trois périodes inventoriées (printemps, été, automne) en 2024. Ce dernier transite en plein ciel et le long de corridors arborés en été/automne (activité globalement faible). Au printemps, des individus sont retrouvés en chasse à plusieurs reprises notamment au niveau des lisières (activité modérée/forte).

Espèce cavernicole nécessitant de grands volumes, son gîte n'est pas possible au sein de la zone d'étude. Les individus contactés proviennent très probablement des Alpilles.

- **Espèces fortement potentielles**

  - **Petit Murin (*Myotis blythii*) ; NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2**

Le Petit Murin a été contacté sur une parcelle au sud de l'usine d'ASCOMETAL par Naturalia en 2018/2021. Les milieux présents dans la zone d'étude sont similaires à cette dernière et sont favorables à la présence de l'espèce. Il peut utiliser les différents corridors pour transiter, les milieux ouverts pour chasser des orthoptères et le bâti comme gîte diurne ou en tant que reposoir nocturne.

- **Espèces non contactées malgré des prospections ciblées**

Au sein des FSD des ZSC soumises à l'évaluation, quatre autres espèces d'intérêt communautaire sont mentionnées mais n'ont pas été détectées malgré les prospections ciblées : le Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*), le Grand Murin (*Myotis myotis*), le Rhinolophe euryale (*Rhinolophus euryale*) et le Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii*).
Ces espèces présentent une probabilité de présence faible au sein de la zone d'étude, en raison de leur rareté régionale, de leur écologie spécifique (rayon d'action restreint pour certaines) et de l'éloignement des populations connues. Elles ne seront donc pas analysées et traitées plus en détail dans la suite du présent rapport.

9.9.3. Autres espèces avérées à enjeu zone d'étude

Ne sont évoquées ici que les espèces non présentées précédemment et qui constituent un enjeu zone d'étude modéré ou fort. Ces espèces sont présentées plus en détail dans le volet naturel de l'étude d'impact.

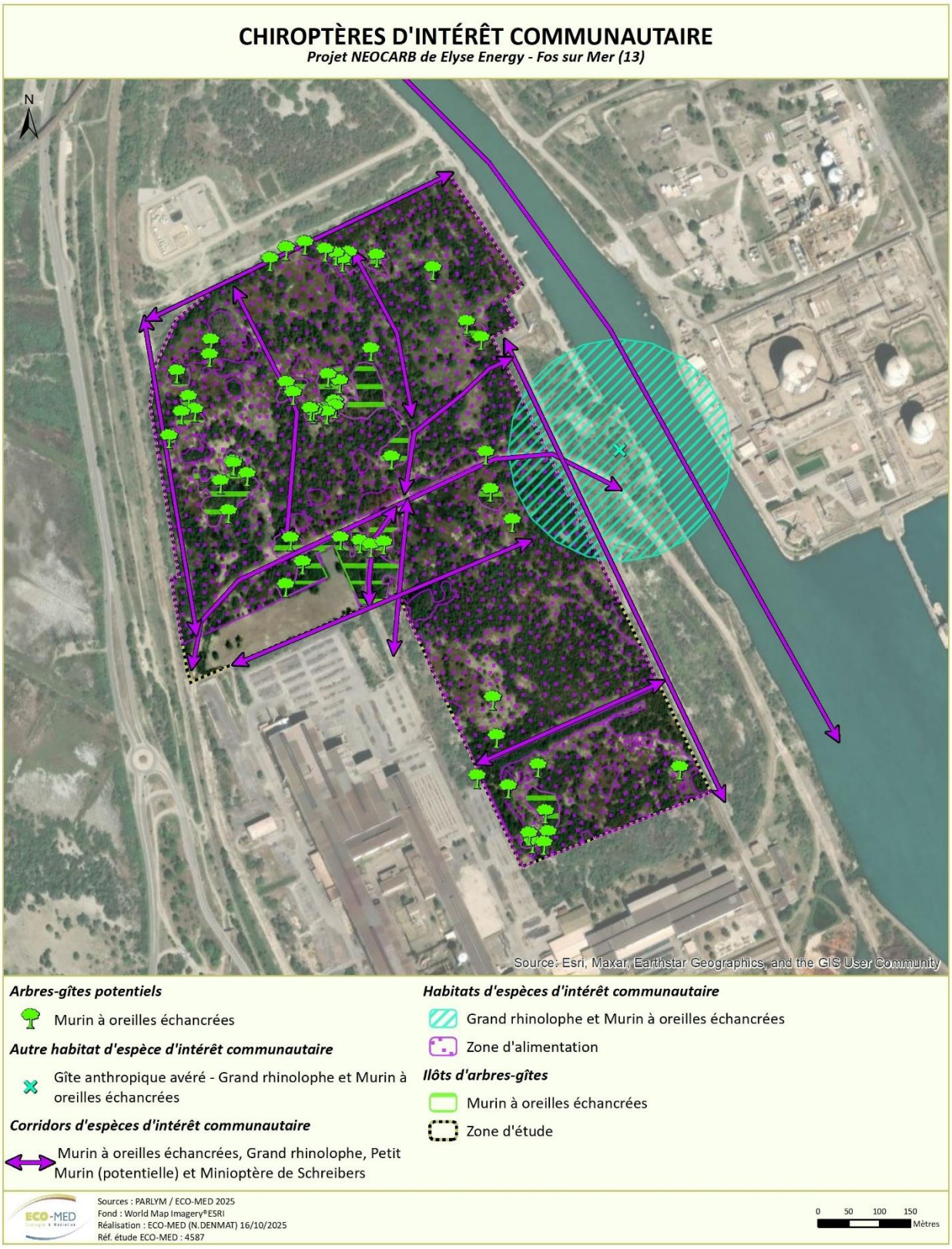
Tableau 14. Autres espèces de chiroptères avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude constituant un enjeu zone d'étude modéré ou fort

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude	Commentaire
Pipistrelle pygmée* (*Pipistrellus pygmaeus*)	Milieux ouverts végétalisés, boisés et lisières Gîte arboricole et anthropique	Modéré	Forte	**Fort**	La Pipistrelle de Kuhl est détectée en 2018/2021 et en 2024 sur toutes les périodes (printemps, été, automne) et sur toute la zone d'étude. Une colonie de parturition d'environ une cinquantaine d'individus en 2018/2021) a été identifié en gîte dans le bâtiment au niveau des parpaings du RDC (très probablement un ancien garage). En 2024, une petite dizaine d'individus en colonie mixte avec la Pipistrelle de Kuhl (soixantaine d'individus) est présente en gîte. La colonie est présente également en période migratoire avec des individus isolés (~5 individus) et très probablement en hibernation dans les parpaings de la cave. Les individus sont retrouvés en chasse active sur l'ensemble de la zone d'étude avec des niveaux d'activité modéré à fort.
Molosse de Cestoni* (*Tadarida teniotis)*	Milieux ouverts végétalisés Gîte non possible au sein de la zone d'étude (rupestre)	Fort	Faible	**Modéré**	Le Molosse de Cestoni est contacté sur les trois périodes en 2018/2021 et en été/automne en 2024. Il utilise la zone d'étude pour transiter en plein ciel, et est retrouvé en chasse en automne au niveau du bâtiment et de la lisière de la plateforme bétonnée (site industriel en activité). Son activité est globalement faible à modérée sur le site. Son gîte est peu possible sur la zone d'étude. Aucune falaise n'est possible et le bâtiment semble peu favorable à l'espèce (manque d'anfractuosité à haute importante (~10m).
Noctule de Leisler* (*Nyctalus leisleri*)	Milieux ouverts végétalisés, boisés et lisières Gîte arboricole	Modéré	Modérée	**Modéré**	La Noctule de Leisler est contactée sur les trois périodes en 2018/2021 et en uniquement en période migratoire en 2024. Au printemps, elle transite en plein ciel avec une activité relativement faible. En automne, elle est retrouvée en chasse active de proies notamment au niveau des lisières et des peupleraies. De nombreux cris sociaux sont détectés à cet endroit, laissant envisager que les mâles réalisent une parade nuptiale au niveau des peuplier pour attirer les femelles et s'accoupler. Son gîte est potentiel sur la zone d'étude au niveau des arbres-gîtes, notamment les peupliers présentant des écorces décollées et des trous de pic.
Sérotine commune* (*Eptesicus serotinus*)	Milieux ouverts végétalisés, boisés et lisières Gîte anthropique	Modéré	Modérée	**Modéré**	La Sérotine commune est contactée au printemps/automne en 2018/2024, et toute période confondue en 2024. Elle recherche activement ses proies sur l'ensemble du site et en particulier en lisière de peupliers et au niveau du bâtiment (activité forte). Son activité est faible à modérée sur le reste de la zone, et se fait plus discrète en été/automne qu'au

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude	Commentaire
					printemps. Des contacts crépusculaires en période estivale au niveau du bâtiment, indiqueraient la présence en gîte d'un ou deux individus au niveau des parpaings.
Pipistrelle de Kuhl* (*Pipistrellus kuhli*)	Milieux ouverts végétalisés, boisés ou lisières Gîte anthropique	Faible	Forte	**Modéré**	La Pipistrelle de Kuhl est détectée toute période confondue (printemps, été et automne) en 2018/2021 et 2024. L'espèce est retrouvée en gîte dans le bâtiment abandonné au niveau des parpaings en colonie mixte avec la Pipistrelle pygmée et Pipistrelle commune (individus isolés). Une soixantaine d'individus de Pipistrelle de Kuhl est présente en parturition. La colonie est présente également en période migratoire avec une dizaine d'individus, et très probablement en hibernation dans les parpaings de la cave. Les individus sont retrouvés en chasse active sur l'ensemble de la zone d'étude avec des niveaux d'activité modéré à fort. L'importance de la zone d'étude est forte en raison de la présence du gîte et des territoires de prédilection à proximité de ce dernier.

**Espèce protégée **Données Naturalia*

9.9.4. Bilan concernant les chiroptères Natura 2000 (CDH2)



Carte 15 : Chiroptères Natura 2000 recensés

10. HABITATS ET ESPECES NATURA 2000, PRESENTS ET FORTEMENT POTENTIELS QUI FERONT L'OBJET DE L'EVALUATION DES INCIDENCES

10.1. Tableau récapitulatif

Seuls les habitats (CDH1) et espèces (CDH2/CDO1/EMR) susceptibles de subir une atteinte et dont leur représentativité est évaluée comme significative (cotation A, B ou C), sont ici pris en compte.

Ainsi, par différence, ne sont pas pris en compte :

- les habitats et espèces dont la présence est avérée mais non significative sur le site Natura 2000 (dans le FSD : cotation D du champ POPULATION RELATIVE),
- les habitats et espèces dont la présence est avérée et significative sur le site Natura 2000 (dans le FSD : cotation A, B ou C du champ POPULATION RELATIVE) mais absents ou peu potentiels au sein de la zone du projet, qui ne subiront donc aucune atteinte.

Tableau 15. Liste des habitats naturels de la directive « Habitat-faune-flore » présents dans la zone d'étude

Type d'habitat	Code EUR28	Typicité	Surface [ha] au sein de la zone d'emprise du projet	Surface relative/ Site N2000 (habitat zone d'emprise du projet/ habitat ZSC « Le Rhône Aval »)	Surface relative/ Site N2000 (habitat zone d'emprise du projet/ habitat ZSC « Camargue »)	Surface relative/ Site N2000 (habitat zone d'emprise du projet/ habitat ZSC « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles »)
Prés salés méditerranéens (Juncetalia maritimi)	1410	Forte	13,91	Hors site	Hors site	Hors site
Steppes salées méditerranéennes*	1510*	Faible	0,04	Hors site	Hors site	Hors site

**Habitat prioritaire : habitat en danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres et pour la conservation duquel l'Union européenne porte une responsabilité particulière.*

Tableau 16. Liste des espèces de la faune de la directive « Habitat-faune-flore » présents dans la zone d'étude

Espèce	Présence		Taille de la population concernée	Statut biologique dans la zone d'étude*	% par rapport à la population de la ZSC « Le Rhône Aval »)	% par rapport à la population de la ZSC « Camargue »	% par rapport à la population de la ZSC « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles »	Liste rouge FRANCE	Liste rouge PACA*
	Zone d'étude	Zone d'emprise du projet							
Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Avérée	Avérée	NE	Alim/transit	Nq.	Nq.	Nq.	LC	-
Grand Rhinolophe	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Alim/transit	Nq.	Nq.	Nq.	LC	-

Espèce	Présence		Taille de la population concernée	Statut biologique dans la zone d'étude*	% par rapport à la population de la ZSC « Le Rhône Aval »)	% par rapport à la population de la ZSC « Camargue »	% par rapport à la population de la ZSC « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles »	Liste rouge FRANCE	Liste rouge PACA*
	Zone d'étude	Zone d'emprise du projet							
(*Rhinolophus ferrumequinum*)									
Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Avérée	Avérée	NE	Transit	Nq.	Nq.	Nq.	VU	-
Petit Murin (*Myotis blythii*)	Potentielle	Potentielle	NE	Alim/Transit	Nq.	Nq.	Nq.	LC	LC

Espèce	Présence		Taille de la population concernée	Statut biologique dans la zone d'étude*	% par rapport à la population de la ZPS «Marais entre Crau et Grand Rhône»	% par rapport à la population de la ZPS « Camargue »	% par rapport à la population de la ZPS « Crau »	Liste rouge EUROPE*	Liste rouge FRANCE (nicheur)*	Liste rouge PACA*
	Zone d'étude	Zone d'emprise du projet								
Busard des roseaux *(Circus aeruginosus)*	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Alim	Nq.	Nq.	Nq.	LC	NT	EN
Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*)	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Alim.	Nq.	Nq.	Nq.	NT	LC	-
Canard colvert *(Anas platyrhynchos)*	Avérée	Avérée	2 à 3 ind.	Transit	Nq.	Nq.	Nq.	LC	LC	LC
Goéland leucophée *(Larus michahellis)*	Avérée	Avérée	10 à 20 ind.	Transit	Nq.	Nq.	Nq.	LC	LC	LC
Grand Cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Transit	Nq.	Nq.	Nq.	LC	LC	NT
Héron cendré *(Ardea cinerea)*	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Transit	Nq.	Nq.	Nq.	LC	LC	LC

Espèce	Présence		Taille de la population concernée	Statut biologique dans la zone d'étude*	% par rapport à la population de la ZPS «Marais entre Crau et Grand Rhône»	% par rapport à la population de la ZPS « Camargue »	% par rapport à la population de la ZPS « Crau »	Liste rouge EUROPE*	Liste rouge FRANCE (nicheur)*	Liste rouge PACA*
	Zone d'étude	Zone d'emprise du projet								
Héron garde bœufs *(Bubulcus ibis)*	Avérée	Avérée	5 à 10 ind.	Transit	Nq.	Nq.	Nq.	LC	LC	LC
Huîtrier pie *(Haematopus ostralegus)*	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Transit	Nq.	Nq.	-	VU	LC	CR
Milan noir *(Milvus migrans)*	Avérée	Avérée	3 à 4 couples	Nc	10-12%	13-15%	4-6%	LC	LC	LC
Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)*	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Transit	Nq.	Nq.	Nq.	LC	LC	VU
Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)*	Avérée	Avérée	1 à 2 ind.	Transit	Nq.	Nq.	Nq.	LC	NT	VU
Œdicnème criard *(Burhinus œdicnemus)*	Avérée	Avérée	1 à 2 couples	Nc	5-6%	40-100%	0.14-0.25%	LC	LC	NT
Tadorne de Belon *(Tadorna tadorna)*	Avérée	Avérée	1 à 2 couples	Npo	4-10%	0.05-0.2%.	Nq.	LC	LC	LC

11. CRITERES DEFINISSANT LA NECESSITE D'UNE EVALUATION POUR CHAQUE HABITAT ET ESPECE NATURA 2000

		Présence sur le site NATURA 2000	
		Significative	**Non significative**
	FSD : cotation du champ « représentativité » ou « population »	A, B ou C	D
Présence dans la zone d'étude	Avérée	A évaluer	Non évaluée
	Fortement potentielle	A évaluer	Non évaluée
	Modérément ou faiblement potentielle	Non évaluée	Non évaluée
	Absente	Non évaluée	Non évaluée

12. ESPECES ET HABITATS NATURA 2000 SOUMIS A L'EVALUATION

Groupe	Habitat/Espèce Natura 2000	Présence		ZSC « Le Rhône Aval»	ZSC « Camargue »	ZSC « Marais de la vallée des Baux et Marais »	ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhône»	ZPS « Camargue»	ZPS « Crau »
		Zone d'étude	Zone d'emprise du projet						
Habitats naturels 	**Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)** – 1410	Avérée	Avérée	x	x	x	-	-	-
	Steppes salées méditerranéennes *(Limonietalia)** - 1510*	Avérée	Avérée	x	x	-	-	-	-
Flore 	**Aucune espèce concernée**								
Invertébrés 	**Aucune espèce concernée**								
Amphibiens	**Aucune espèce concernée**								
Reptiles	**Aucune espèce concernée**								
Oiseaux 	**Busard des roseaux** *(Circus aeruginosus)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	-
	Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*)	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	-
	Canard colvert *(Anas platyrhynchos)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	-
	Goéland leucophée *(Larus michahellis)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	-
	Grand Cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	-
	Héron cendré	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	-

	(Ardea cinerea)								
	Héron garde bœufs *(Bubulcus ibis)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	-
	Huîtrier pie *(Haematopus ostralegus)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	-
	Milan noir *(Milvus migrans)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	x
	Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	x
	Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	x
	Œdicnème criard *(Burhinus œdicnemus)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	x
	Tadorne de Belon *(Tadorna tadorna)*	Avérée	Avérée	-	-	-	x	x	-
Mammifères terrestres 	**Aucune espèce concernée**								
Chiroptères 	**Grand rhinolophe** (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Avérée	Avérée	X	X	X	-	-	-
	Petit Murin (*Myotis blythii*)	Fortement potentielle	Fortement potentielle	X	X	X	-	-	-
	Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Avérée	Avérée	X	X	X	-	-	-
	Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Avérée	Avérée	X	X	X	-	-	-

12.1. État de conservation des habitats naturels et des populations d'espèces évalués

12.1.1. Habitats naturels

Concernant les **Prés salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*) – 1410**, l'habitat est présent et évalué comme « Bonne » dans les FSD des sites Natura 2000 « Le Rhône Aval », « Camargue » et « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles », un état équivalent à celui observé sur la zone d'étude.

Pour les **Steppes salées méditerranéennes* - 1510,** l'habitat est présent et évalué comme « Excellente » dans le FSD du site Natura 2000 « Le Rhône Aval » et « Bonne » dans le FSD du site « Camargue ». A l'inverse l'état de conservation de l'habitat dans la zone d'étude est mauvais, soit bien inférieur à celui décrit dans les 2 FSDs.

12.1.2. Flore

Aucune espèce de flore Natura 2000, inscrite à l'un des FSD, n'a été avérée ou n'est jugée fortement potentielle. En revanche, 13 espèces à enjeux y ont été identifiées dont 4 protégées, le Myosotis nain, le Céraiste de Sicile, le Statice de Provence et l'Impérate cylindrique.

12.1.3. Invertébrés

Aucune espèce d'invertébrés inscrite à la directive européenne Natura 2000 « Habitats-faune-flore » n'a été avérée ou n'est jugée fortement potentielle. En revanche, 8 espèces à enjeu notable (modéré à fort) y ont été identifiées dont 2 protégées, le Sphinx de l'Argousier* et la Diane*.

12.1.4. Amphibiens

Aucune espèce d'amphibien ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet. Par ailleurs, 5 espèces à enjeux notables et/ou considérées comme autres espèces importantes pour la faune ont été avérées ou sont jugées fortement potentielles, le Pélobate cultripède (potentiel), le Pélodyte ponctué, la Grenouille de Perez X G. de Graf (potentielle), le Crapaud calamite et la Rainette méridionale.

12.1.5. Reptiles

Aucune espèce de reptiles ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet. En revanche 4 espèces à enjeu ont été avérées ou considérées comme fortement potentielles, la Couleuvre à échelons, la Couleuvre de Montpellier, la Coronelle girondine et l'Orvet de Vérone (potentiel).

12.1.6. Oiseaux

- Parmi les espèces d'oiseaux Natura 2000 ayant justifié la désignation de la **ZPS « Marais entre Crau et Grand Rhône »**, 12 espèces feront l'objet d'une évaluation des incidences sur leur état de conservation. D'après le FSD, l'état de conservation des populations du Busard des roseaux, du Busard Saint-Martin, du Héron garde-bœuf et de Milan noir sont « excellent ». Pour le Canard colvert, Grand Cormoran, le Héron cendré, l'Huîtrier pie, la Mouette mélanocéphale, la Mouette rieuse, l'Œdicnème criard et la Tadorne de Belon, l'état de conservation est jugé « bon ».

Au sein de la zone d'étude, l'état de conservation de ces espèces soumises à évaluation est jugé de « faible à moyen » au regard de l'état de conservation des habitats présents *in situ*.

- Parmi les espèces d'oiseaux Natura 2000 ayant justifié la désignation de la **ZPS « Crau »**, huit espèces feront l'objet d'une évaluation des incidences sur leur état de conservation. D'après le FSD, l'état de conservation des populations du Milan noir, de la Mouette mélanocéphale et de l'Œdicnème criard est jugé « excellent », pour le Canard colvert, du Grand Cormoran, du Héron garde-bœufs et de la Mouette rieuse l'état de conservation est jugé « bon ». Enfin, l'état de conservation du Goéland leucophée est jugé « moyen ».

Au sein de la zone d'étude, l'état de conservation de ces espèces soumises à évaluation est jugé de « faible à moyen » au regard de l'état de conservation des habitats présents *in situ*.

- Parmi les espèces d'oiseaux Natura 2000 ayant justifié la désignation de la **ZPS « Camargue »**, 12 espèces feront l'objet d'une évaluation des incidences sur leur état de conservation. D'après le FSD, l'état de conservation des populations du Tadorne de Belon, du Goéland leucophée et du Héron garde-bœuf est jugé « excellent », celui du Busard des roseaux, du Busard Saint-Martin, du Canard colvert, Grand Cormoran, du Héron cendré, de la Mouette rieuse, de la Mouette mélanocéphale et du Milan noir est jugé « bon ». Enfin, l'état de conservation de l'Huîtrier pie est jugé « moyen ».

Au sein de la zone d'étude, l'état de conservation de ces espèces soumises à évaluation est jugé de « faible à moyen » au regard de l'état de conservation des habitats présents *in situ*.

12.1.7. Mammifères terrestres

Aucune espèce de mammifères terrestres ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

12.1.8. Chiroptère

D'après les différents FSD, l'état de conservation des populations est jugé :

- « bon » pour l'ensemble des chiroptères soumis à l'évaluation de la ZSC « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles », pour le Petit Murin, Grand rhinolophe et Murin à oreilles échancrées de la ZSC « Camargue » et pour le Minioptère de Schreibers pour la ZSC « Le Rhône aval ».
- « moyen » pour le Minioptère de Schreibers pour la ZSC « Camargue » et Petit Murin, Grand rhinolophe et Murin à oreilles échancrées de la ZSC « Le Rhône aval »

Au sein des zones d'études, l'état de conservation de ces espèces d'intérêt communautaire est jugé globalement moyen pour le Grand Rhinolophe, le Petit Murin et le Murin à oreilles échancrées au regard des pressions anthropiques présents à proximité de la zone d'étude (gîte anthropique avec dérangement humain régulier, présence d'usines à proximité avec forte pollution lumineuse, discontinuité le long des corridors, …). Concernant le Minioptère de Schreibers, il est jugé bon au regard de son écologie et de sa présence uniquement en chasse/transit sur la zone d'étude.

PARTIE 2 : ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LE RESEAU NATURA 2000

1. METHODES D'EVALUATION DES ATTEINTES

1.1. Méthodes d'évaluation des atteintes sur les habitats et espèces Natura 2000

L'analyse des **atteintes** correspond à l'évaluation des **effets négatifs du projet sur l'état de conservation des éléments concernés (CDH1/CDH2/CDO1/EMR) au regard de leurs surfaces ou de leurs populations et de leur état de conservation au sein du site Natura 2000 considéré.** L'échelle de réflexion et le contenu de cette analyse sont donc différents des éléments évalués lors de l'étude d'impact.

On rappellera ici que les espèces Natura 2000 avérées ou fortement potentielles citées dans le FSD comme étant en effectifs non significatifs (cotation D dans le FSD) ne sont pas prises en compte.

Pour évaluer ces atteintes et leur intensité, ECO-MED procédera à une analyse qualitative et quantitative. Cette appréciation est réalisée à dire d'expert car elle résulte du croisement entre une multitude de facteurs :

- liés à l'élément biologique : état de conservation, dynamique et tendance évolutives, vulnérabilité biologique, diversité génétique, fonctionnalité écologique, etc. ;
- liés au projet :

  Nature d'atteinte : destruction, dérangement, dégradation, etc. ;

  Type d'atteinte : directe / indirecte ;

  Durée d'atteinte : permanente / temporaire.

Après avoir décrit les atteintes, il convient d'évaluer leur importance en leur attribuant une valeur. ECO-MED utilisera une échelle de valeur semi-qualitative à 6 niveaux principaux :

Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nul	Non évaluable*

**Uniquement dans le cas où l'expert estime ne pas avoir eu suffisamment d'éléments (période non favorable, durée de prospection insuffisante, météo défavorable, inaccessibilité,* etc.*) lui permettant d'apprécier d'incidence et in fine d'engager sa responsabilité.*

L'atteinte sera déterminée pour chaque élément biologique préalablement défini par l'expert. Il s'agit là d'une étape déterminante pour la suite de l'étude car conditionnant le panel de mesures qui seront, éventuellement, à préconiser. Chaque « niveau d'atteinte » sera donc accompagné par un commentaire, précisant les raisons ayant conduit l'expert à attribuer telle ou telle valeur. Les principales informations seront synthétisées sous forme de tableaux récapitulatifs.

Un bilan des atteintes « brutes » sera effectué en conclusion, mettant en évidence les atteintes à atténuer et leur hiérarchisation.

1.2. Méthodes d'évaluation des effets cumulés

- *Les effets cumulés peuvent être définis comme la somme des effets conjugués et/ou combinés sur l'environnement, de plusieurs projets compris dans un même territoire (par exemple : bassin versant, vallée, etc.). Dans cette étude, cette approche permet d'évaluer les atteintes à l'échelle des sites Natura 2000 ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles » ; ZSC FR9301592 « Camargue » ; ZSC FR9301590 « le Rhône aval » ; ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône » ; ZPS FR9310019 « Camargue » ; ZPS FR9310064 «Crau». En effet, il peut arriver qu'un aménagement n'ait qu'une atteinte faible sur un habitat naturel ou une population d'intérêt communautaire, mais que d'autres projets situés à proximité affectent aussi cet habitat ou espèce et l'ensemble des effets cumulés peuvent avoir une incidence notable dommageable sur le site Natura 2000.*

D'après l'article R414-23 du Code de l'environnement, modifié par Décret n°2010-365 du 9 avril 2010 - art. 1, le dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 comprend dans tous les cas « une analyse des effets temporaires ou permanents, directs ou indirects, que le document de planification, le programme ou le projet, la manifestation ou l'intervention peut avoir, individuellement ou en raison de ses **effets cumulés** avec d'autres documents de planification, ou d'autres programmes, projets, manifestations ou interventions dont est responsable l'autorité

chargée d'approuver le document de planification, le maître d'ouvrage, le pétitionnaire ou l'organisateur, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites. »

2. EFFETS PRESSENTIS ET CUMULES DU PROJET

2.1. Effets pressentis du projet sur la conservation et l'intégrité des sites appartenant au réseau Natura 2000

La présentation détaillée du projet et son plan de masse sont présentés ci-avant dans la partie 1, chapitre 1.4. « Description du projet ».

Les effets essentiellement négatifs prévisibles du projet peuvent être regroupés en différentes catégories :

- Altération voire destruction de zones de chasse et de transit,
- Fragmentation de l'écocomplexe ; l'aménagement de la zone accentuera les césures paysagères déjà existantes notamment entre les sites Natura 2000,
- Perturbation/dérangement des espèces pendant la phase de réalisation des travaux qui fréquentent actuellement la zone de projet en venant des sites Natura 2000 alentour.

Ces effets se traduisent par des atteintes, plus ou moins accentuées suivant l'espèce considérée.

2.2. Effets cumulés et effets combinés

Le porteur du projet concerné par la présente étude n'a pas d'autres projets dans les environs de la zone d'étude.

Il est cependant notable que plusieurs projets d'autres porteurs de projets situés à proximité de la zone d'étude, sont envisagés et en phase de concertation continue ou ont fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale (AE).

Effets cumulés :

Dans le cadre d'une réflexion globale à l'échelle de la ZIP de Fos sur les effets cumulés, seuls les projets Innovex, KemOne et Carbon sont intégrés à l'analyse des risques de cumul avec le projet Neocarb.

- Innovex, arrêté préfectoral du 19 février 2025, portant sur la viabilisation du lotissement Innovex et son exploitation au sein de la plateforme PIICTO sur la ZIP de Fos-sur-Mer ;
- Carbon, avis AE du 12 septembre 2024, portant sur l'aménagement d'une giga-usine de construction de panneaux photovoltaïques ;
- KemOne.

Effets combinés :

Dans un souci de cohérence avec l'ensemble de l'étude d'impacts, des effets combinés ont également été estimés, bien qu'en raison du fait que les projets concernés ne sont pas suffisamment avancés (pas encore en instruction), leurs effets combinés sont spéculatifs au regard des données d'état initial connues à ce jour. Il s'agit

- Mistral, pas d'instruction en cours. Il s'agit d'un projet de modernisation de l'outil de production historique, et de création une nouvelle unité de production innovante permettant de produire des aciers standards bas-carbone au sein de l'usine Marcegaglia (ex-Ascometal) ;
- Desserte du môle central, porté par le GPMM. L'instruction n'a pas débuté. Il s'agit d'aménager une desserte routière à destination des projets en cours d'élaboration ou déjà acceptés par les autorités.

D'autres projets ont aussi été ajoutés en raison d'une proximité géographique et/ou une cohérence écologique :

- H4/H2V, pas 'instruction en cours. Il s'agit de l'aménagement industriel pour la production d'Hydrogène bas carbone et de carburants de synthèse ;
- GravitHy, pas d'instruction en cours. Projet de production de fer réduit direct (DRI / HBI) bas-carbone, en utilisant une production sur site d'hydrogène renouvelable et bas carbone par électrolyse.
- DEOS ;

- Medhyterra ;
- Rhône décarbonation ;
- Elyfos ;
- Barmar ;
- THT Jonquières-Saint-Vincent à Fos-sur-Mer ;
- Hynframed.

Ces projets sont situés tout ou partie sur le môle central au même titre que le projet NEOCARB, ou à proximité, Ils constituent des secteurs écologiques proches de la zone NEOCARB avec des continuités écologiques connectées.

Ces projets et leur localisation se situant en dehors des sites Natura 2000 étudiés et en dehors des continuum écologiques possibles entre les différents sites Natura 2000, les effets cumulés sur le réseau Natura 2000 existants sont considérés comme négligeables.

3. ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZSC FR9301590 « LE RHONE AVAL »

3.1. Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)

Dans la mesure où les habitats naturels Natura 2000 ne font pas partie du site Natura 2000, les incidences du projet sur le site « Rhône aval » sont jugés nuls.

Caractérisation de l'habitat et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'habitat lors des travaux 2 : Dégradation possible lors des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'habitat au sein de la ZSC « Le Rhône Aval »
Habitat concerné	Vulnérabilité écologique	Surface concernée	Surface relative	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' habitat	Nature	Type	Durée		
Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*) (1410)	Oui (Faible)	13,91 ha	0 %	Favorable	Modérée	0,17 %	Significative	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Significative	Donnée indisponible	1 1,18 ha 2 0,84 ha	Directe Directe	Permanente Temporaire	Faibles	Nulles
Steppes salées méditerranéennes * (1510)	Oui (Forte)	0,04	0%	Défavorable	Faible	0,50%	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Excellente	Donnée indisponible	1 0,04 ha	Direct	Permanente	-	Nulles

3.2. Analyse des atteintes sur les invertébrés Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'invertébrés ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

3.3. Analyse des atteintes sur les amphibiens Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'amphibiens ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

3.4. Analyse des atteintes sur les reptiles Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de reptiles ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

3.5. Analyse des atteintes sur les mammifères terrestres Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de mammifères terrestres ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

3.6. Analyse des atteintes sur les chiroptères Natura 2000 (CDH2)

Les incidences sur les chiroptères soumis à l'évaluation peuvent être de plusieurs types :

1/ Destruction et altération des habitats de chasse

La réalisation du projet entraînera la destruction d'environ 33,3 ha d'habitats naturels, composés de prairies, friches et lisières arborées, constituant des zones de chasse privilégiées pour plusieurs espèces de chiroptères d'intérêt communautaire. Ces milieux sont notamment utilisés par les individus en gîte à proximité immédiate du site, tels que le Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*) et le Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*), ainsi que par des individus venus chasser depuis des gîtes plus éloignés, comme le Petit murin (*Myotis blythii*) et le Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*).

Bien que la ZSC Rhône aval se situe à environ 6,5 km, la connectivité fonctionnelle du paysage permet une connexion écologique entre les gîtes et les territoires de chasse du site, en particulier pour les espèces à haut vol ou à long rayon d'action comme le Minioptère de Schreibers, à nuancer toutefois avec la mauvaise connectivité écologique du môle central avec le Rhône en raison des nombreuses infrastructures industrielles et de transport enclavant le secteur. La perte de ces habitats de chasse entraîne une diminution locale de ressources trophiques. Par ailleurs, la mise en place d'éclairages artificiels accentuera la dégradation fonctionnelle des habitats résiduels, certaines espèces étant fortement sensibles à la lumière, notamment le Grand rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées présents en gîte sur le site.

Pour information, les espèces concernées par la présente évaluation présentent les **rayons d'action moyens suivants** :

- **Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)** : rayon de chasse typique **~5 km (max 10 km)**, sensibilité élevée aux perturbations lumineuses et perte de gîte.
- **Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)** : rayon de chasse **~6 km en contexte méditerranéen**, très sensible à la fragmentation et à la luminosité.

- **Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)** : rayon de chasse **~40 km**, capable de se déplacer sur de longues distances entre gîtes et habitats alimentaires.
- **Petit murin (*Myotis blythii*)** : rayon de chasse **~4-7 km (max 25 km)**, potentiel d'utilisation du site pour la chasse, mais aucune observation directe.

2/ Destruction et altération des corridors de transit

L'aménagement du site, caractérisé par l'implantation de bâtiments massifs, la suppression des structures linéaires (haies, boisements, OLD) et la présence d'éclairages artificiels, provoque une fragmentation des continuités écologiques. Les couloirs de déplacement permettant aux chiroptères de relier leurs gîtes aux zones de chasse sont ainsi interrompus ou fortement dégradés, notamment pour le gîte anthropique avéré situé à l'ouest. Les espèces sensibles et s'appuyant sur la végétation pour se déplacer, telles que le Grand Rhinolophe ou le Murin à oreilles échancrées, sont particulièrement vulnérables à cette perte de connectivité, qui peut conduire à un abandon des habitats de chasse et à un isolement fonctionnel du gîte.

3/ Destruction de gîtes et d'individus en gîte arboricole

Le projet entraînera la suppression de 39 arbres-gîtes et ilots d'arbres-gîtes susceptibles d'accueillir des chiroptères arboricoles en gîte dont les mâles du Murin à oreilles échancrées en estive. Ce réseau arboré, rare en contexte camarguais, est probablement connecté avec les gîtes situés le long du Rhône camarguais, bien que ces derniers soient relativement éloignés (rayon de chasse du Murin à oreilles échancrées 6 km) et la zone de projet enclavée écologiquement dans le môle central.

Les individus de la zone projet (une dizaine d'individus) peuvent être connectés au site Natura 2000, mais représentent une part infime pour un site Natura 2000 immense de près de 13 000 ha. Au regard de l'éloignement de la ZSC et des effectifs plus importants dans la ZSC que sur le site, la destruction des individus ou du gîte arboricole ne met pas mettre en péril la population de la ZSC au regard de maternités de plus de 100 individus. Une incidence forte comme dans le VNEI ni même modérée ne se justifie pas. Le projet n'a pas lieu d'affaiblir la population et la dynamique de population de l'espèce au sein du site évalué.

4/ Altération du gîte anthropique et perturbation des individus en gîte

Un gîte anthropique avéré est présent à proximité immédiate du projet. S'il n'est pas détruit, son environnement direct sera fortement modifié par la construction des bâtiments et les différents aménagements, induisant un effet d'enclavement. Les possibilités de circulation en sortie de gîte seront limitées, du fait de l'absence de corridors arborés - le long de la Darse 1 et vers les milieux naturels présents à l'ouest - et de la présence de zones éclairées. Cette situation pourrait conduire à une désertion progressive, voire à l'abandon du gîte, en raison des difficultés d'accès aux habitats de chasse périphériques. Les individus restants seraient contraints de se concentrer sur les terrains de chasse relictuels, entraînant une compétition accrue pour les ressources alimentaires. À terme, cette pression pourrait se traduire par une diminution des effectifs locaux et compromettre le maintien des colonies, en particulier pour les espèces les plus sensibles aux perturbations lumineuses et à la modification du paysage proche (Rhinolophes, Murins).

Au regard de l'ensemble de ces éléments, l'incidence est estimée à très faible pour l'ensemble des espèces.

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000	Evaluation des atteintes

Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction et altération des habitats de chasse 2 : Destruction et altération des corridors de transit 3 : Destruction de gîtes et d'individus en gîte arboricole 4 : Altération du gîte anthropique et perturbation des individus en gîte			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Oui (forte)	1-10 individus.	Non évaluable	Moyen	Très faible	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Excellente	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque modéré	Très faibles
												2 2.5 km	Direct	Permanente		
												4	Indirect	Temporaire		
Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Oui (forte)	1-10 individus.	Non évaluable	Moyen	Très faible	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque modéré	Très faibles
												2 2.5 km	Direct	Permanente		

												3 39 arbres 3.2 ha îlot d'arbres	Direct	Permanente		
												4	Indirect	Temporaire		
Petit Murin (*Myotis blythii*)	Oui (forte)	1-10 individus	Non évaluable	Moyen	Très faible	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Bonne	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque faible	Très faibles
												2 2.5 km	Direct	Permanente		
												4	Indirect	Temporaire		
Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Oui (forte)	1-25 individus	Non évaluable	Bon	Très faible	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Moyenne	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque faible	Très faibles
												2 2.5 km	Direct	Permanente		

Espèce avérée | **Espèce fortement potentielle**

4. ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZSC FR9301592 « CAMARGUE »

4.1. Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)

Dans la mesure où les habitats naturels Natura 2000 ne font pas partie du site Natura 2000, les incidences du projet sur le site « Camargue » sont jugées nuls.

Caractérisation de l'habitat et du site Natura 2000											Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction de l'habitat 2 : Perturbation temporaire			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'habitat au sein de la ZSC FR9301592 « Camargue »
Habitat concerné	Vulnérabilité écologique	Surface concernée	Surface relative	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' habitat	Nature	Type	Durée		
Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*) (1410)	Oui (Faible)	13,91 ha	0 %	Favorable	Modérée	2,66 %	Excellente	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Bonne	Donnée indisponible	1 1,18 ha 2 0,84 ha	Directe Directe	Permanente Temporaire	Faibles	Nulles
Steppes salées méditerranéennes * (1510)	Oui (Forte)	0,04	0%	Défavorable	Faible	0,03%	Excellente	2 ≥ p > 0 %	Bonne	Bonne	Donnée indisponible	1 0,04 ha	Direct	Permanente	-	Nulles

4.2. Analyse des atteintes sur les invertébrés Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'invertébrés ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.3. Analyse des atteintes sur les amphibiens Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'amphibiens ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.4. Analyse des atteintes sur les reptiles Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de reptiles ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.5. Analyse des atteintes sur les mammifères terrestres Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de mammifères terrestres ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.6. Analyse des atteintes sur les chiroptères Natura 2000 (CDH2)

Les incidences sur les chiroptères soumis à l'évaluation peuvent être de plusieurs types :

1/ Destruction et altération des habitats de chasse

La réalisation du projet entraînera la destruction d'environ 33,3 ha d'habitats naturels, composés de prairies, friches et lisières arborées, constituant des zones de chasse privilégiées pour plusieurs espèces de chiroptères d'intérêt communautaire. Ces milieux sont notamment utilisés par les individus en gîte à proximité immédiate du site, tels que le Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*) et le Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*), ainsi que par des individus venus chasser depuis des gîtes plus éloignés, comme le Petit murin (*Myotis blythii*) et le Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*).

Bien que la ZSC Camargue se situe à environ 4,5 km, la connectivité fonctionnelle du paysage permet une connexion écologique entre les gîtes et les territoires de chasse du site, en particulier pour les espèces à haut vol ou à long rayon d'action comme le Minioptère de Schreibers, à nuancer toutefois avec la mauvaise connectivité écologique du môle central avec le Rhône et la grande Camargue en raison des nombreuses infrastructures industrielles et de transport enclavant le secteur. La perte de ces habitats de chasse entraîne une diminution locale de ressources trophiques. Par ailleurs, la mise en place d'éclairages artificiels accentuera la dégradation fonctionnelle des habitats résiduels, certaines espèces étant fortement sensibles à la lumière, notamment le Grand rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées présents en gîte sur le site.

Pour information, les espèces concernées par la présente évaluation présentent les **rayons d'action moyens suivants** :

- **Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)** : rayon de chasse typique **~5 km (max 10 km)**, sensibilité élevée aux perturbations lumineuses et perte de gîte.
- **Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)** : rayon de chasse **~6 km en contexte méditerranéen**, très sensible à la fragmentation et à la luminosité.
- **Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)** : rayon de chasse **~40 km**, capable de se déplacer sur de longues distances entre gîtes et habitats alimentaires.

- **Petit murin (*Myotis blythii*)** : rayon de chasse **~4-7 km (max 25 km)**, potentiel d'utilisation du site pour la chasse, mais aucune observation directe.

2/ Destruction et altération des corridors de transit

L'aménagement du site, caractérisé par l'implantation de bâtiments massifs, la suppression des structures linéaires (haies, boisements, OLD) et la présence d'éclairages artificiels, provoque une fragmentation des continuités écologiques. Les couloirs de déplacement permettant aux chiroptères de relier leurs gîtes aux zones de chasse sont ainsi interrompus ou fortement dégradés, notamment pour le gîte anthropique avéré situé à l'ouest. Les espèces sensibles et s'appuyant sur la végétation pour se déplacer, telles que le Grand Rhinolophe ou le Murin à oreilles échancrées, sont particulièrement vulnérables à cette perte de connectivité, qui peut conduire à un abandon des habitats de chasse et à un isolement fonctionnel du gîte.

3/ Destruction de gîtes et d'individus en gîte arboricole

Le projet entraînera la suppression de 39 arbres-gîtes et ilots d'arbres-gîtes susceptibles d'accueillir des chiroptères arboricoles en gîte dont les mâles du Murin à oreilles échancrées en estive. Ce réseau arboré, rare en contexte camarguais, est probablement connecté avec les gîtes situés le long du Rhône camarguais, bien que ces derniers soient relativement éloignés (rayon de chasse du Murin à oreilles échancrées 6 km) et la zone de projet enclavée écologiquement dans le môle central.

Les individus de la zone projet (une dizaine d'individus) peuvent être connectés au site Natura 2000, mais représentent une part infime pour un site Natura 2000 immense de près de 13 000 ha. Au regard de l'éloignement de la ZSC et des effectifs plus importants dans la ZSC que sur le site, la destruction des individus ou du gîte arboricole ne met pas mettre en péril la population de la ZSC au regard de maternités de plus de 100 individus. Une incidence forte comme dans le VNEI ni même modérée ne se justifie pas. Le projet n'a pas lieu d'affaiblir la population et la dynamique de population de l'espèce au sein du site évalué.

4/ Altération du gîte anthropique et perturbation des individus en gîte

Un gîte anthropique avéré est présent à proximité immédiate du projet. S'il n'est pas détruit, son environnement direct sera fortement modifié par la construction des bâtiments et les différents aménagements, induisant un effet d'enclavement. Les possibilités de circulation en sortie de gîte seront limitées, du fait de l'absence de corridors arborés - le long de la Darse et vers les milieux naturels présents à l'ouest - et de la présence de zones éclairées. Cette situation pourrait conduire à une désertion progressive, voire à l'abandon du gîte, en raison des difficultés d'accès aux habitats de chasse périphériques. Les individus restants seraient contraints de se concentrer sur les terrains de chasse relictuels, entraînant une compétition accrue pour les ressources alimentaires. À terme, cette pression pourrait se traduire par une diminution des effectifs locaux et compromettre le maintien des colonies, en particulier pour les espèces les plus sensibles aux perturbations lumineuses et à la modification du paysage proche (Rhinolophes, Murins).

Au regard de l'ensemble de ces éléments, l'incidence est estimée à faible pour le Grand rhinolophe et Murin à oreilles échancrées, très faible pour le Minioptère de Schreibers.

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000											Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction et altération des habitats de chasse 2 : Destruction et altération des corridors de transit 3 : Destruction de gîtes et d'individus en gîte arboricole 4 : Altération du gîte anthropique et perturbation des individus en gîte			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZSC FR9301592 « Camargue »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Oui (forte)	1-10 individus.	1 %	Moyen	Très faible	Concentration (R)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Excellente	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque modéré	Faibles
						Reproduction (660-660 l)	15 ≥ p > 2 %	Bonne	Non isolée	Excellente		2 2.5 km	Direct	Permanente		
												4	Indirect	Temporaire		
Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Oui (forte)	1-10 individus.	5 %	Moyen	Très faible	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque modéré	Faibles
												2 2.5 km	Direct	Permanente		

						Reproduction (170 I)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne		3 39 arbres 3.2 ha îlot d'arbres	Direct	Permanente	
												4	Indirect	Temporaire	
Petit Murin (*Myotis blythii*)	Oui (forte)	1-10 individus	Non évaluable	Moyen	Très faible	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque faible	Très faibles
												2 2.5 km	Direct	Permanente	
												4	Indirect	Temporaire	
Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Oui (forte)	1-25 individus	Non évaluable	Bon	Très faible	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Moyenne	Non isolée	Moyenne	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque faible	Très faibles
												2 2.5 km	Direct	Permanente	

Espèce avérée | **Espèce fortement potentielle**

4.7. Évaluation des incidences sur la ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles »

4.7.1. Analyse des atteintes sur les habitats naturels Natura 2000 (CDH1)

Dans la mesure où les habitats naturels Natura 2000 ne font pas partie du site Natura 2000, les incidences du projet sur le site « Marais de la Vallée des Baux et Marais d'Arles » sont jugées nuls.

Caractérisation de l'habitat et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes :			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'habitat au sein de la ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles »
Habitat concerné	Vulnérabilité écologique	Surface concernée	Surface relative	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience	% de couverture de cet habitat dans la ZSC	Représentativité	Superficie relative par rapport au réseau Natura 2000	Conservation	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' habitat	Nature	Type	Durée		
Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*) (1410)	Oui (Faible)	13,91 ha	0 %	Favorable	Modérée	3,45 %	Significative	2% ≥ p > 0%	Bonne	Bonne	Donnée indisponible	1 1,18 ha	Directe	Permanente	Faibles	Nulles
												2 0,84 ha	Directe	Temporaire		

4.7.2. Analyse des atteintes sur les invertébrés Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'invertébrés ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.7.3. Analyse des atteintes sur les amphibiens Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce d'amphibiens ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.7.1. Analyse des atteintes sur les reptiles Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de reptiles ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.7.2. Analyse des atteintes sur les mammifères terrestres Natura 2000 (CDH2)

Aucune espèce de mammifères terrestres ayant justifié la désignation des ZPS concernées par cette évaluation des incidences Natura 2000 ne sera concernée par le projet.

4.7.3. Analyse des atteintes sur les chiroptères Natura 2000 (CDH2)

Les incidences sur les chiroptères soumis à l'évaluation peuvent être de plusieurs types :

1/ Destruction et altération des habitats de chasse

La réalisation du projet entraînera la destruction d'environ 33,3 ha d'habitats naturels, composés de prairies, friches et lisières arborées, constituant des zones de chasse privilégiées pour plusieurs espèces de chiroptères d'intérêt communautaire. Ces milieux sont notamment utilisés par les individus en gîte à proximité immédiate du site, tels que le Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*) et le Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*), ainsi que par des individus venus chasser depuis des gîtes plus éloignés, comme le Petit murin (*Myotis blythii*) et le Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*).

Bien que la ZSC Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles se situe à environ 3,5 km, la connectivité fonctionnelle du paysage permet une connexion écologique entre les gîtes et les territoires de chasse du site, en particulier pour les espèces à haut vol ou à long rayon d'action comme le Minioptère de Schreibers, à nuancer toutefois avec la mauvaise connectivité écologique du môle central en raison des nombreuses infrastructures industrielles et de transport enclavant ce secteur. La perte de ces habitats de chasse entraîne une diminution locale de ressources trophiques. Par ailleurs, la mise en place d'éclairages artificiels accentuera la dégradation fonctionnelle des habitats résiduels, certaines espèces étant fortement sensibles à la lumière, notamment le Grand rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées présents en gîte sur le site.

Pour information, les espèces concernées par la présente évaluation présentent les **rayons d'action moyens suivants** :

- **Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)** : rayon de chasse typique **~5 km (max 10 km)**, sensibilité élevée aux perturbations lumineuses et perte de gîte.
- **Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)** : rayon de chasse **~6 km en contexte méditerranéen**, très sensible à la fragmentation et à la luminosité.
- **Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)** : rayon de chasse **~40 km**, capable de se déplacer sur de longues distances entre gîtes et habitats alimentaires.
- **Petit murin (*Myotis blythii*)** : rayon de chasse **~4-7 km (max 25 km)**, potentiel d'utilisation du site pour la chasse, mais aucune observation directe.

2/ Destruction et altération des corridors de transit

L'aménagement du site, caractérisé par l'implantation de bâtiments massifs, la suppression des structures linéaires (haies, boisements, OLD) et la présence d'éclairages artificiels, provoque une fragmentation des continuités écologiques. Les couloirs de déplacement permettant aux chiroptères de relier leurs gîtes aux zones de chasse sont ainsi interrompus ou fortement dégradés, notamment pour le gîte anthropique avéré situé à l'ouest. Les espèces sensibles et s'appuyant sur la végétation pour se déplacer, telles que le Grand Rhinolophe ou le Murin à oreilles échancrées, sont particulièrement vulnérables à cette perte de connectivité, qui peut conduire à un abandon des habitats de chasse et à un isolement fonctionnel du gîte.

3/ Destruction de gîtes et d'individus en gîte arboricole

Le projet entraînera la suppression de 39 arbres-gîtes et ilots d'arbres-gîtes susceptibles d'accueillir des chiroptères arboricoles en gîte dont les mâles du Murin à oreilles échancrées en estive. Ce réseau arboré, rare en contexte camarguais, est probablement connecté avec les gîtes situés le long du Rhône camarguais, bien que ces derniers soient relativement éloignés (rayon de chasse du Murin à oreilles échancrées 6 km) et la zone de projet enclavée écologiquement dans le môle central.

Les individus de la zone projet (une dizaine d'individus) peuvent être connectés au site Natura 2000, mais représentent une part infime pour un site Natura 2000 immense de près de 13 000 ha. Au regard de l'éloignement de la ZSC et des effectifs plus importants dans la ZSC que sur le site, la destruction des individus ou du gîte arboricole ne met pas mettre en péril la population de la ZSC au regard de maternités de plus de 100 individus. Une incidence forte comme dans le VNEI ni même modérée ne se justifie pas. Le projet n'a pas lieu d'affaiblir la population et la dynamique de population de l'espèce au sein du site évalué.

4/ Altération du gîte anthropique et perturbation des individus en gîte

Un gîte anthropique avéré est présent à proximité immédiate du projet. S'il n'est pas détruit, son environnement direct sera fortement modifié par la construction des bâtiments et les différents aménagements, induisant un effet d'enclavement. Les possibilités de circulation en sortie de gîte seront limitées, du fait de l'absence de corridors arborés - le long de la Darse et vers les milieux naturels présents à l'ouest - et de la présence de zones éclairées. Cette situation pourrait conduire à une désertion progressive, voire à l'abandon du gîte, en raison des difficultés d'accès aux habitats de chasse périphériques. Les individus restants seraient contraints de se concentrer sur les terrains de chasse relictuels, entraînant une compétition accrue pour les ressources alimentaires. À terme, cette pression pourrait se traduire par une diminution des effectifs locaux et compromettre le maintien des colonies, en particulier pour les espèces les plus sensibles aux perturbations lumineuses et à la modification du paysage proche (Rhinolophes, Murins).

Au regard de l'ensemble de ces éléments, l'incidence est estimée à faible pour le Grand rhinolophe et Murin à oreilles échancrées, très faible pour le Minioptère de Schreibers.

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000											Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction et altération des habitats de chasse 2 : Destruction et altération des corridors de transit 3 : Destruction de gîtes et d'individus en gîte arboricole 4 : Altération du gîte anthropique et perturbation des individus en gîte			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZSC	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Oui (forte)	1-10 individus.	5-10%	Moyen	Très faible	Concentration (R) (100-200 ind.)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque modéré	Faibles
												2 2.5 km	Direct	Permanente		
												4	Indirect	Temporaire		
Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Oui (forte)	1-10 individus.	Non évaluable	Moyen	Très faible	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque modéré	Faibles

												2 2.5 km	Direct	Permanente		
												3 39 arbres 3.2 ha îlot d'arbres	Direct	Permanente		
												4	Indirect	Temporaire		
Petit Murin (*Myotis blythii*)	Oui (forte)	1-10 individus	Non évaluable	Moyen	Très faible	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Bonne	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque faible	Très faibles
												2 2.5 km	Direct	Permanente		
												4	Indirect	Temporaire		
Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Oui (forte)	1-25 individus	Non évaluable	Bon	Très faible	Concentration (R)	2 >= p > 0 %	Bonne	Non isolée	Moyenne	Donnée indisponible	1 33.3 ha 0.1 ha OLD	Direct	Permanente	Risque faible	Très faibles
												2 2.5 km	Direct	Permanente		

Espèce avérée | **Espèce fortement potentielle**

5. ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZPS FR9312001 « MARAIS ENTRE CRAU ET GRAND RHONE »

5.1. Analyse des atteintes sur les oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR)

Concernant les espèces nicheuses Milan noir, Œdicnème criard et Tadorne de Belon le projet engendrera la destruction d'habitats d'espèce (alimentation et nidification), ainsi qu'une possible destruction d'individus au stade œufs ou jeunes non volants si les travaux s'effectuent durant la période de reproduction. La phase chantier induira également du dérangement d'individus. En raison de la faible proportion d'individus concernés par rapports aux effectifs du site (entre 5 et 12% de la population ayant justifié la désignation de la ZPS), le niveau d'incidence est jugé très faibles sur ces espèces. Concernant l'Oedicnème criard, l'effectif concerné est de 1 à 2 couples, ce qui correspond à 5% de la population du site Natura 2000. Ce ratio n'est pas jugé suffisant pour une atteinte supérieure à très faible sur la population du site natura 2000. L'espèce étant également résiliente en termes d'habitat de reproduction, les possibilités de trouver un habitat de reproduction sont très importantes dans le secteur de la couronne verte du GPMM.

Le Busard de roseaux, le Busard Saint-Martin ne fréquente quant à eux la zone d'emprise qu'en phase de recherches alimentaires, ne nidifiant pas au sein de la zone d'étude. Le projet entrainera ainsi une destruction d'habitat d'alimentation et un dérangement d'individus lors de la phase chantier. Les atteintes associées sont jugées très faibles.

Les autres espèces sont présentes uniquement en vol au-dessus de la zone d'étude, transitant des zones de reproduction vers les zones d'alimentation. Le projet entrainera ainsi un dérangement d'individus lors de la phase chantier.

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*)	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	345	2	Direct	Permanente	Risque faible	**Très faible**
						Hivernage (50-200 i)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire		
						Reproduction (10-20 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente						

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente		2	Direct	Permanente	Risque faible	**Très faible**
						Hivernage (4-5 i)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire		
Canard colvert *(Anas platyrhynchos)*	Non	2 à 3 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage (500-1000 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
						Reproduction (20-30 Grille 1X1km)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
Grand cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Hivernage (50-100 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
Héron cendré *(Ardea cinerea)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Sédentaire	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
Héron garde-bœufs *(Bubulcus ibis)*	Oui (forte)	5 à 10 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage (1000-4500 i)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente						
						Reproduction (100-1218 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente						

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Huîtrier pie *(Haematopus ostralegus)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Moyen	Faible	Concentration (1-10 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
Œdicnème criard *(Burhinus oedicnemus)*	Oui (forte)	1 à 2 couples	5-6%	Moyen	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne	147	1 (2 cpl.+ juv.)	Direct	Permanente	Risque modéré	**Très faibles**
						Reproduction (20-30 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		2	Direct	Permanente		
												3	Indirect	Temporaire		
Milan noir (*Milvus migrans*)	Non (espèce opportuniste et nécrophage)	3 à 4 couples	10-12%	Moyen	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente	406	1	Direct	Permanente	Risque modéré	**Très faibles**
						Reproduction (25-40 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente		2	Direct	Permanente		
												3	Indirect	Temporaire		
Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage (1000-4500 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente						
						Reproduction (100-1218 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente						
Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne						

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
						Reproduction (0-126 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
Tadorne de Belon *(Tadorna tadorna)*	Oui (Modéré)	1 à 2 couples	4-10%	Moyen	Modérée	Hivernage (100-300 i)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente		1	Direct	Permanente	Risque modéré	**Très faibles**
						Reproduction (10-50 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente		2	Direct	Permanente		
												3	Indirect	Temporaire		

6. ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZPS FR9310019 « CRAU »

6.1. Analyse des atteintes sur les oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR)

Concernant les espèces nicheuses Milan noir, Œdicnème criard et Tadorne de Belon le projet engendrera la destruction d'habitats d'espèce (alimentation et nidification), ainsi qu'une possible destruction d'individus au stade œufs ou jeunes non volants si les travaux s'effectuent durant la période de reproduction. La phase chantier induira également du dérangement d'individus. En raison de l'éloignement de la ZPS vis-à-vis des emprises (2.5 km) et de la faible proportion d'individus concernés par rapports aux effectifs du site (entre 0.1 et 6% de la population ayant justifié la désignation de la ZPS), le niveau d'incidence est jugé très faible sur ces espèces. Concernant l'Oedicnème criard, l'effectif concerné par le projet est de 2 couples ce qui représente moins de 0,25% de la population totale du site natura 2000. L'incidence sur cette espèce au niveau du site est jugée très faible à négligeable. L'espèce étant également résiliente en termes d'habitat de reproduction, les possibilités de trouver un habitat de reproduction sont très importantes dans le secteur de la couronne verte du GPMM.

Les autres espèces sont présentes uniquement en vol au-dessus de la zone d'étude, transitant des zones de reproduction vers les zones d'alimentation. Le projet entrainera ainsi un dérangement d'individus lors de la phase chantier.

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9310019 « Crau »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*)	Non	Non significative	Nq.	-	-	Hivernage	Non significative	-	-	-		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*)	Non	2 à 3 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	Non significative	-	-	-		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage	Non significative	-	-	-						
						Reproduction (1-3 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Moyenne						

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9310019 « Crau »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Canard colvert *(Anas platyrhynchos)*	Non	2 à 3 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	Non significative	-	-	-		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage	Non significative	-	-	-						
						Reproduction (20-50 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
Goéland leucophée *(Larus michahellis)*	Oui (faible)	10 à 20 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage	Non significative	-	-	-						
Grand cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Hivernage (100-400 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
Héron garde-bœufs *(Bubulcus ibis)*	Oui (forte)	5 à 10 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
Œdicnème criard *(Burhinus oedicnemus)*	Oui (forte)	1 à 2 couples	0.14-0.25%	Moyen	Faible	Reproduction (700 à 800 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	147	1 (2 couples+ juv.)	Direct	Permanente	Risque modéré	**Très faibles**
												2 ()	Direct	Permanente		
												3	Indirect	Temporaire		
Milan noir			4-6%	Moyen	Faible		2% ≥ p > 0%	Excellente		Bonne	406	1	Direct	Permanente		**Très faibles**

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9310019 « Crau »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
(*Milvus migrans*)	Non (espèce opportuniste et nécrophage)	3 à 4 couples				Concentration (100-500 i)			Non-isolée			2 ()	Direct	Permanente	Risque modéré	
						Reproduction (50-100 p)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire		
Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Hivernage (1000-2000 i)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Bonne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	Non significative	-	-	-		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage (1000-3000 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		2 ()	Direct	Permanente		
												3	Indirect	Temporaire		

Espèce avérée **Espèce fortement potentielle**

7. ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR LA ZPS FR9310064 « CAMARGUE »

7.1. Analyse des atteintes sur les oiseaux Natura 2000 (CDO1 et EMR)

Concernant les espèces nicheuses Milan noir, Œdicnème criard et Tadorne de Belon le projet engendrera la destruction d'habitats d'espèce (alimentation et nidification), ainsi qu'une possible destruction d'individus au stade œufs ou jeunes non volants si les travaux s'effectuent durant la période de reproduction. La phase chantier induira également du dérangement d'individus. En raison de l'éloignement de la ZPS vis-à-vis des emprises (9 km) et de la faible proportion d'individus concernés par rapports aux effectifs du site (entre 0.05 et 15% de la population ayant justifié la désignation de la ZPS), le niveau d'incidence est jugé très faibles sur ces espèces.

Le Busard de roseaux, le Busard Saint-Martin ne fréquente quant à eux la zone d'emprise qu'en phase de recherches alimentaires, ne nidifiant pas au sein de la zone d'étude. Le projet entrainera ainsi une destruction d'habitat d'alimentation et un dérangement d'individus lors de la phase chantier. Les atteintes associées sont jugées très faibles.

Les autres espèces sont présentes uniquement en vol au-dessus de la zone d'étude, transitant des zones de reproduction vers les zones d'alimentation. Le projet entrainera ainsi un dérangement d'individus lors de la phase chantier.

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												**Evaluation des atteintes**				
Contexte spécifique						**Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)**					**Réseau Natura 2000**	**Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux**			**Effets cumulés**	**Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9310064 « Camargue »**
Espèce concernée	**Vulnérabilité écologique**	**Taille de la population concernée**	**% population / population du site**	**Etat de conservation (zone d' étude)**	**Résilience de l' espèce**	**Statut biologique et effectif sur la ZPS**	**Population**	**Conservation**	**Isolement**	**Evaluation globale**	**Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce**	**Nature**	**Type**	**Durée**		
Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*)	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne	345	2	Direct	Permanente	Risque faible	**Très faibles**
						Hivernage (220-300 i)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente						
						Reproduction (56-75 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire		
Busard Saint-Martin	Oui	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative		2	Direct	Permanente		

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9310064 « Camargue »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
(Circus cyaneus)	(forte)					Hivernage (10-20 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Significative		3	Indirect	Temporaire	Risque faible	**Très faibles**
Canard colvert *(Anas platyrhynchos)*	Non	2 à 3 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage (10000-33500 i)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
						Reproduction (5000 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
Goéland leucophée *(Larus michahellis)*	Oui (faible)	10 à 20 individus	Nq.	Faible	Faible	Sédentaire (5000-6000 p)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
Grand cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration (500-1000i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage (250-2783 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente						
						Reproduction (90 à 150 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
Héron cendré *(Ardea cinerea)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Sédentaire (372-654 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9310064 « Camargue »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Héron garde-bœufs *(Bubulcus ibis)*	Oui (forte)	5 à 10 individus	Nq.	Faible	Faible	Sédentaire (5500 i)	100% ≥ p > 15%	Excellente	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
Huîtrier pie *(Haematopus ostralegus)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration (50-100 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage (500-3500 i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
						Reproduction (300-500 p)	15% ≥ p > 2%	Moyenne	Non-isolée	Bonne						
Milan noir (*Milvus migrans*)	Non (espèce opportuniste et nécrophage)	3 à 4 couples	13-15%	Moyen	Faible	Concentration (500-1000i)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente	406	1 (.)	Direct	Permanente	Risque modéré	**Très faibles**
						Reproduction (100 à 150 p)	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente		2 ()	Direct	Permanente		
												3	Indirect	Temporaire		
Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Excellente		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage (1000-2000 i)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Excellente						
						Reproduction (12-4718 p)	100% ≥ p > 15%	Bonne	Non-isolée	Excellente						

Caractérisation de l'espèce et du site Natura 2000												Evaluation des atteintes				
Contexte spécifique						Evaluation du site Natura 2000 (d'après FSD)					Réseau Natura 2000	Nature des atteintes : 1 : Destruction d'individus 2 : Destruction d'habitats d'espèces 3 : Dérangement d'individus lors de la phase des travaux			Effets cumulés	Atteintes sur l'état de conservation de l'espèce au sein de la ZPS FR9310064 « Camargue »
Espèce concernée	Vulnérabilité écologique	Taille de la population concernée	% population / population du site	Etat de conservation (zone d' étude)	Résilience de l' espèce	Statut biologique et effectif sur la ZPS	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale	Nombre de sites du réseau national abritant l' espèce	Nature	Type	Durée		
Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)*	Oui (forte)	1 à 2 individus	Nq.	Faible	Faible	Concentration	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne		3	Indirect	Temporaire	Risque très faible	**Très faibles**
						Hivernage	2% ≥ p > 0%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
						Reproduction (219-1661 p)	15% ≥ p > 2%	Bonne	Non-isolée	Bonne						
Tadorne de Belon *(Tadorna tadorna)*	Oui (Modéré)	1 à 2 couples	0.05-0.2%	Moyen	Modérée	Concentration	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente		1 (	Direct	Permanente	Risque modéré	**Très faibles**
						Hivernage (500-3500 i)	2% ≥ p > 0%	Excellente	Non-isolée	Excellente		2 ()	Direct	Permanente		
						Reproduction (300-500 p)	15% ≥ p > 2%	Excellente	Non-isolée	Excellente		3	Direct	Temporaire		

Espèce avérée **Espèce fortement potentielle**

8. BILAN DES ATTEINTES DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000 CONSIDERES

Seuls les habitats (CDH1) et espèces (CDH2/CDO1/EMR) susceptibles de subir une atteinte et dont leur représentativité est évaluée comme significative (cotation A, B ou C), sont ici pris en compte.

- **ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et marais d'Arles »**

Concernant les **habitats naturels**, la zone du projet étant située en dehors du site Natura 2000 à l'analyse, les atteintes sur les habitats d'intérêt communautaire ne concernent ainsi pas ceux ayant justifié la désignation du site Natura 2000.

Aucune incidence n'est donc à prévoir sur les habitats naturels d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de cette ZSC.

Concernant la faune, seules quatre espèces de **chiroptères** sont soumises à l'analyse. Au regard de la distance entre la zone du projet et cette ZSC, des liens fonctionnels existent probablement entre ces deux zones. Ces espèces seront impactées par une perte d'habitat de chasse et/ou de transit, et par une destruction de gîtes arborés seulement. En tout, aucun gîte anthropique n'est potentiellement détruit lors de la libération des emprises.

L'atteinte est évaluée de faible à très faible sur la destruction d'habitats de chasse et de transit, compte tenu que les corridors sont très locaux et limités principalement aux lisières des boisements.

- **ZSC FR9301592 « Camargue »**

Concernant les **habitats naturels**, la zone du projet étant située en dehors du site Natura 2000 à l'analyse, les atteintes sur les habitats d'intérêt communautaire ne vont donc pas concerner ceux ayant justifié la désignation du site Natura 2000.

Aucune incidence n'est donc à prévoir sur les habitats naturels d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de cette ZSC.

Concernant la faune, seules quatre espèces de **chiroptères** sont soumises à l'analyse. Au regard de la distance entre la zone du projet et cette ZSC, des liens fonctionnels existent probablement entre ces deux zones. Ces espèces seront impactées par une perte d'habitat de chasse et/ou de transit, et par une destruction de gîtes arborés seulement. En tout, aucun gîte anthropique n'est potentiellement détruit lors de la libération des emprises.

L'atteinte est évaluée de faible à très faible sur la destruction d'habitats de chasse et de transit, compte tenu que les corridors sont très locaux et limités principalement aux lisières des boisements.

- **ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »**

Concernant les **habitats naturels**, la zone du projet étant située en dehors du site Natura 2000 à l'analyse, les atteintes sur les habitats d'intérêt communautaire ne vont donc pas concerner ceux ayant justifié la désignation du site Natura 2000.

Aucune incidence n'est donc à prévoir sur les habitats naturels d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de cette ZSC.

Concernant la faune, seules quatre espèces de **chiroptères** sont soumises à l'analyse. Au regard de la distance entre la zone du projet et cette ZSC, des liens fonctionnels existent probablement entre ces deux zones. Ces espèces seront impactées par une perte d'habitat de chasse et/ou de transit, et par une destruction de gîtes arborés seulement. En tout, aucun gîte anthropique n'est potentiellement détruit lors de la libération des emprises.

L'atteinte est évaluée de faible à très faible sur la destruction d'habitats de chasse et de transit, compte tenu que les corridors sont très locaux et limités principalement aux lisières des boisements.

- **ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »**

Concernant les oiseaux dans cette ZPS, le projet va entrainer une perte d'habitats de nidification pour les espèces nicheuses au sein de la parcelle (Milan noir, Œdicnème criard, Tadorne de Belon), une perte d'habitats d'alimentation pour les espèces nichant à l'extérieur de la parcelle mais s'y alimentant en période de reproduction (Busard des roseaux), toutes les autres espèces observées, comme l'Huîtrier-Pie ou le Busard Saint-Martin) n'ayant que survolé la zone projet suggérant une interaction avec la zone d'étude nulle à très faible.

Les atteintes sont jugées de faible à très faible en fonction des espèces et de leur usage de la zone du projet, les atteintes les plus élevées correspondant aux espèces nicheuses.

- **ZPS FR9310019 « Camargue »**

Concernant les oiseaux dans cette ZPS, le projet va entrainer une perte d'habitats de nidification pour les espèces nicheuses au sein de la parcelle (Milan noir, Œdicnème criard, Tadorne de Belon), une perte d'habitats d'alimentation pour les espèces nichant à l'extérieur de la parcelle mais s'y alimentant en période de reproduction (Busard des roseaux), toutes les autres espèces observées, comme l'Huîtrier-Pie ou le Busard Saint-Martin) n'ayant que survolé la zone projet suggérant une interaction avec la zone d'étude nulle à très faible.

Les atteintes sont jugées de faibles à négligeables en fonction des espèces et de leur usage de la zone du projet, les atteintes les plus élevées correspondant aux espèces nicheuses.

- **ZPS FR9310019 « Crau »**

Concernant les oiseaux dans cette ZPS, le projet va entrainer une perte d'habitats de nidification pour les espèces nicheuses au sein de la parcelle (Milan noir, Œdicnème criard), une perte d'habitats d'alimentation pour les espèces nichant à l'extérieur de la parcelle mais s'y alimentant en période de reproduction (Busard des roseaux), toutes les autres espèces observées, comme l'Huîtrier-Pie ou le Busard Saint-Martin) n'ayant que survolé la zone projet suggérant une interaction avec la zone d'étude nulle à très faible.

Les atteintes sont jugées de faibles à négligeables en fonction des espèces et de leur usage de la zone du projet, les atteintes les plus élevées correspondant aux espèces nicheuses.

- **Bilan**

Le tableau suivant synthétise les atteintes liées à la destruction ou la détérioration des habitats naturels ou des habitats d'espèces Nature 2000 des six sites évalués :

Nom du site	Habitat évalué	Espèce associée	Nature de l'atteinte	Niveau de l'atteinte	Commentaire
ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des baux -Marais d'Arles »	Corridors de transit	**Chiroptères : Grand Rhinolophe Murin à oreilles échancrées Minioptère de Schreibers Petit Murin**	Destruction d'habitat de transit Pas de destruction d'individus	Faibles	Altération des fonctionnalités de transit
	Zones d'alimentation	**Chiroptères : Grand Rhinolophe Murin à oreilles échancrées Minioptère de Schreibers Petit Murin**	Destruction d'habitat de chasse et de transit Pas de destruction d'individus	Faible	Perte sèche d'habitat de chasse favorable
ZSC FR9301592 « Camargue »	Corridors de transit	**Chiroptères : Grand Rhinolophe**	Destruction d'habitat de transit	Faibles	Altération des fonctionnalités de transit

Nom du site	Habitat évalué	Espèce associée	Nature de l'atteinte	Niveau de l'atteinte	Commentaire
		Murin à oreilles échancrées **Minioptère de Schreibers** **Petit Murin**	Pas de destruction d'individus		
	Zones d'alimentation	**Chiroptères :** **Grand Rhinolophe** **Murin à oreilles échancrées** **Minioptère de Schreibers** **Petit Murin**	Destruction d'habitat de chasse et de transit Pas de destruction d'individus	Faible	Perte sèche d'habitat de chasse favorable
ZSC FR9301590 « le Rhône aval »	Corridors de transit	**Chiroptères :** **Grand Rhinolophe** **Murin à oreilles échancrées** **Minioptère de Schreibers** **Petit Murin**	Destruction d'habitat de transit Pas de destruction d'individus	Faibles	Altération des fonctionnalités de transit
	Zones d'alimentation	**Chiroptères :** **Grand Rhinolophe** **Murin à oreilles échancrées** **Minioptère de Schreibers** **Petit Murin**	Destruction d'habitat de chasse et de transit Pas de destruction d'individus	Faible	Perte sèche d'habitat de chasse favorable
ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »	Habitat de nidification	**Milan noir** **Tadorne de Belon** **Œdicnème criard**	Destruction d'habitat	Très faible	Perte sèche d'habitat de nidification
	Habitat d'alimentation en période de nidification	**Busard des roseaux**	Destruction d'habitat	Très faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Habitat d'alimentation hors période de nidification	**Busard Saint-Martin**	Destruction d'habitat	Négligeable	Perte sèche d'habitat d'alimentation
ZPS FR9310019 « Crau »	Habitat de nidification	**Milan noir** **Tadorne de Belon** **Œdicnème criard**	Destruction d'habitat	Très faible	Perte sèche d'habitat de nidification
	Habitat d'alimentation en période de nidification	**Busard des roseaux**	Destruction d'habitat	Très faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Habitat d'alimentation hors période de nidification	**Busard Saint-Martin**	Destruction d'habitat	Négligeable	Perte sèche d'habitat d'alimentation
ZPS FR9310019 « Camargue »	Habitat de nidification	**Milan noir** **Tadorne de Belon** **Œdicnème criard**	Destruction d'habitat	Très faible	Perte sèche d'habitat de nidification

Nom du site	Habitat évalué	Espèce associée	Nature de l'atteinte	Niveau de l'atteinte	Commentaire
	Habitat d'alimentation en période de nidification	**Busard des roseaux**	Destruction d'habitat	Très faible	Perte sèche d'habitat d'alimentation
	Habitat d'alimentation hors période de nidification	**Busard Saint-Martin**	Destruction d'habitat	Négligeable	Perte sèche d'habitat d'alimentation

9. SYNTHESE DES ATTEINTES DU PROJET SUR LES SITES NATURA 2000 CONSIDERES

Site Natura 2000 considéré	Habitat naturel / Espèce évalué	Niveau de l'atteinte
ZSC FR9301590 « le Rhône aval »	**Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)** (1410)	Nul
	Steppes salées méditerranéennes* (1510)	Nul
	Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Très faible
	Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Très faible
	Petit Murin (*Myotis blythii*)	Très faible
	Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Très faible
ZSC FR9301592 « Camargue »	**Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)** (1410)	Nul
	Steppes salées méditerranéennes* (1510)	Nul
	Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Faible
	Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Faible
	Petit Murin (*Myotis blythii*)	Très faible
	Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Très faible
ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles »	**Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)** (1410)	Nul
	Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Faible
	Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Faible
	Petit Murin (*Myotis blythii*)	Très faible
	Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Très faible
ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »	**Busard des roseaux** (*Circus aeruginosus)*	Très faible
	Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)*	Très faible
	Canard colvert *(Anas platyrhynchos)*	Très faible
	Grand cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Très faible
	Héron cendré *(Ardea cinerea)*	Très faible
	Héron garde-bœufs *(Bubulcus ibis)*	Très faible

Site Natura 2000 considéré	Habitat naturel / Espèce évalué	Niveau de l'atteinte
	Huîtrier pie *(Haematopus ostralegus)*	Très faible
	Œdicnème criard *(Burhinus oedicnemus)*	Très faible
	Milan noir (*Milvus migrans*)	Très faible
	Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)*	Très faible
	Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)*	Très faible
	Tadorne de Belon *(Tadorna tadorna)*	Très faible
ZPS FR9310019 « Crau »	**Canard colvert** *(Anas platyrhynchos)*	Très faible
	Goéland leucophée *(Larus michahellis)*	Très faible
	Grand cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Très faible
	Héron garde-bœufs *(Bubulcus ibis)*	Très faible
	Œdicnème criard *(Burhinus oedicnemus)*	Très faible
	Milan noir (*Milvus migrans*)	Très faible
	Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)*	Très faible
	Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)*	Très faible
ZPS FR9310064 « Camargue »	**Busard des roseaux** (*Circus aeruginosus)*	Très faible
	Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)*	Très faible
	Canard colvert *(Anas platyrhynchos)*	Très faible
	Goéland leucophée *(Larus michahellis)*	Très faible
	Grand cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Très faible
	Héron cendré *(Ardea cinerea)*	Très faible
	Héron garde-bœufs *(Bubulcus ibis)*	Très faible
	Huîtrier pie *(Haematopus ostralegus)*	Très faible

Site Natura 2000 considéré	Habitat naturel / Espèce évalué	Niveau de l'atteinte
	Milan noir (*Milvus migrans*)	Très faible
	Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)*	Très faible
	Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)*	Très faible
	Tadorne de Belon *(Tadorna tadorna)*	Très faible

Espèce avérée | **Espèce fortement potentielle**

PARTIE 3 : MESURES PROPOSEES POUR ATTENUER LES ATTEINTES DU PROJET

Dans le cadre de la mise en œuvre de la séquence « ERC », plusieurs mesures d'évitement et de réduction ont été proposées dans le cadre du Volet Naturel d'Etude d'Impact (=VNEI). Sont reprises ici (et avec la même numérotation que dans le VNEI-DDEP) les mesures qui présentent des effets sur les habitats et espèces d'intérêt communautaire à l'analyse. Les mesures prévues pour des espèces non Natura 2000 ne sont donc pas reprises ici.

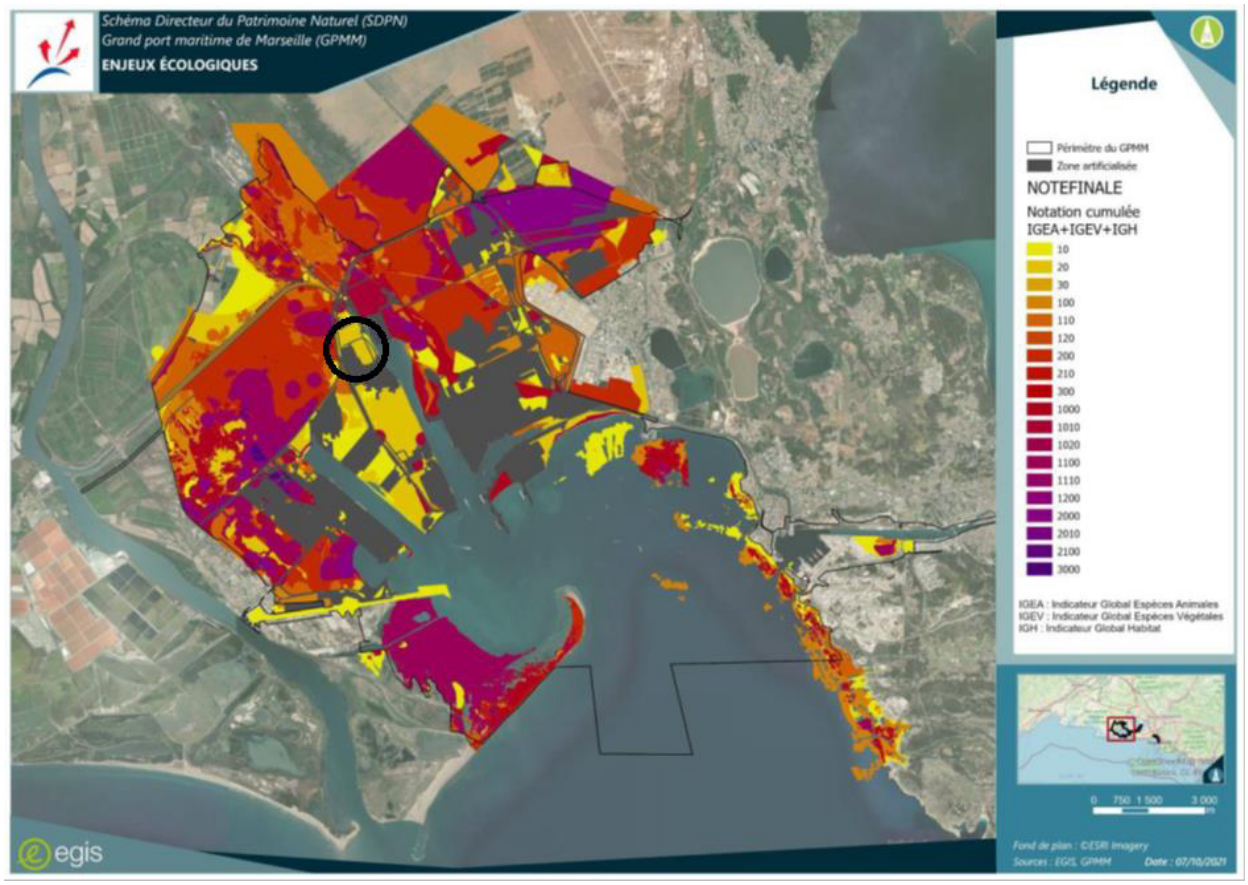
Les mesures d'évitement et de réduction peuvent être de plusieurs types :

- **Evitement/réduction amont**, à savoir l'évitement permettant d'aboutir à la variante retenue,
- **Evitement/réduction géographique**, une fois la variante retenue, il s'agit par exemple d'un balisage et d'un évitement d'une station protégée,
- **Evitement/réduction technique**, comme ne pas utiliser de produit phytosanitaire,
- **Evitement/réduction temporel**, comme le calendrier de travaux.

1. MESURES D'EVITEMENT

■ **Mesure E0 : Evitement amont/Evitement de conception**

La 1ère phase de l'évitement de conception se situe au moment du choix du site d'implantation. En effet, le site retenu au nord du môle central a été recommandé par le Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) grâce à son outil d'aide à la décision, le Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN) défini comme un « *document de planification stratégique visant à définir les objectifs et les principes de gestion du patrimoine naturel au sein de la ZIP, afin de concilier le développement économique du port avec la préservation et la valorisation de son environnement naturel.* » (Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel de la région PACA, AVIS n°2024-2). Le site a donc été choisi comme étant de moindre impact au regard des enjeux naturels selon le SDPN.



Carte 16 : Zonage des enjeux écologiques du Schéma Directeur du Patrimoine Naturel (SDPN)

(source : modifiée d'après GPMM)

Dans le cadre de ce projet, différents échanges (séquence itérative) préalables à la définition des emprises retenues ont eu lieu entre Elyse énergies et ECO-MED. Il s'agit d'un évitement amont, menant à la zone d'emprise initiale de moindre impact à l'échelle de la ZIP de Fos.

Cette médiation en amont est donc ici considérée comme la principale mesure d'évitement du présent projet.

Aucune autre mesure d'évitement proprement dite ne sera proposée par la suite.

Toutefois, si aucune mesure n'est à afficher, un important travail a été réalisé en amont de la définition des emprises finales sur lesquelles a porté l'évaluation des impacts bruts. En effet, plusieurs éléments ont été pris en compte, à la fois en amont du projet, mais également au fil de l'eau, lors de la découverte des enjeux du site. Ainsi, les principaux éléments qui sont pris en compte dans la démarche ERC et concernant tout spécifiquement les mesures d'évitement ont déjà été présentées dans la comparaison des variantes, sont les suivants :

- Site choisi initialement en dehors de tout zonage réglementaire ;
- Site proposé par le GPMM en tant que site de faible intérêt écologique d'après le Schéma Directeur du Patrimoine Naturel, SDPN, mis en place par le GPMM ;
- Site choisi pour la présence d'infrastructures de transport (route, fer, mer) afin d'éviter au maximum la création de nouvelles infrastructures.

Ce travail est donc à considérer comme la principale mesure d'évitement amont, et ne sera pas affichée dans le tableau d'évaluation des impacts bruts et résiduels ; l'analyse des atteintes sur les écosystèmes ayant été effectuée sur la base de la variante finale retenue, intégrant donc déjà cet évitement amont.

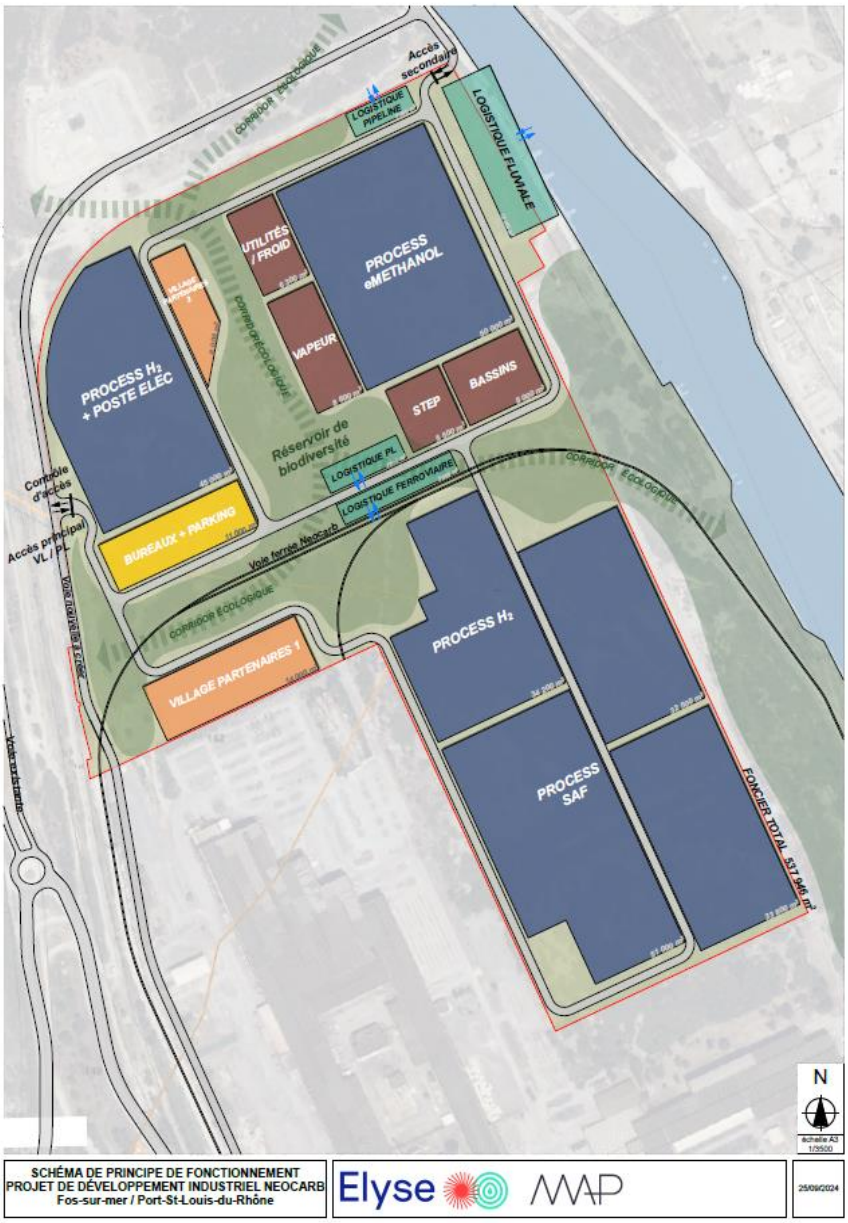
Historique de la séquence itérative d'évitement amont

Le projet d'implantation initial de l'ensemble du projet NEOCARB prévoyait un aménagement sur la quasi-totalité de la zone de 52 ha (cf. carte ci-dessous : zone d'emprise initiale).



Carte 17 : Zone d'emprise initiale (élaborée entre 2023 et mi-2024)

En 2022, un premier diagnostic écologique d'Ascofield (actuellement l'entreprise Marcegaglia) rendu par Naturalia révèle déjà une biodiversité importante et diversifiée, à préserver. Les emprises sont modifiées une première fois (cf. carte ci-dessous « Schéma de principe de fonctionnement NEOCARB »), en conservant des secteurs naturels contigus.

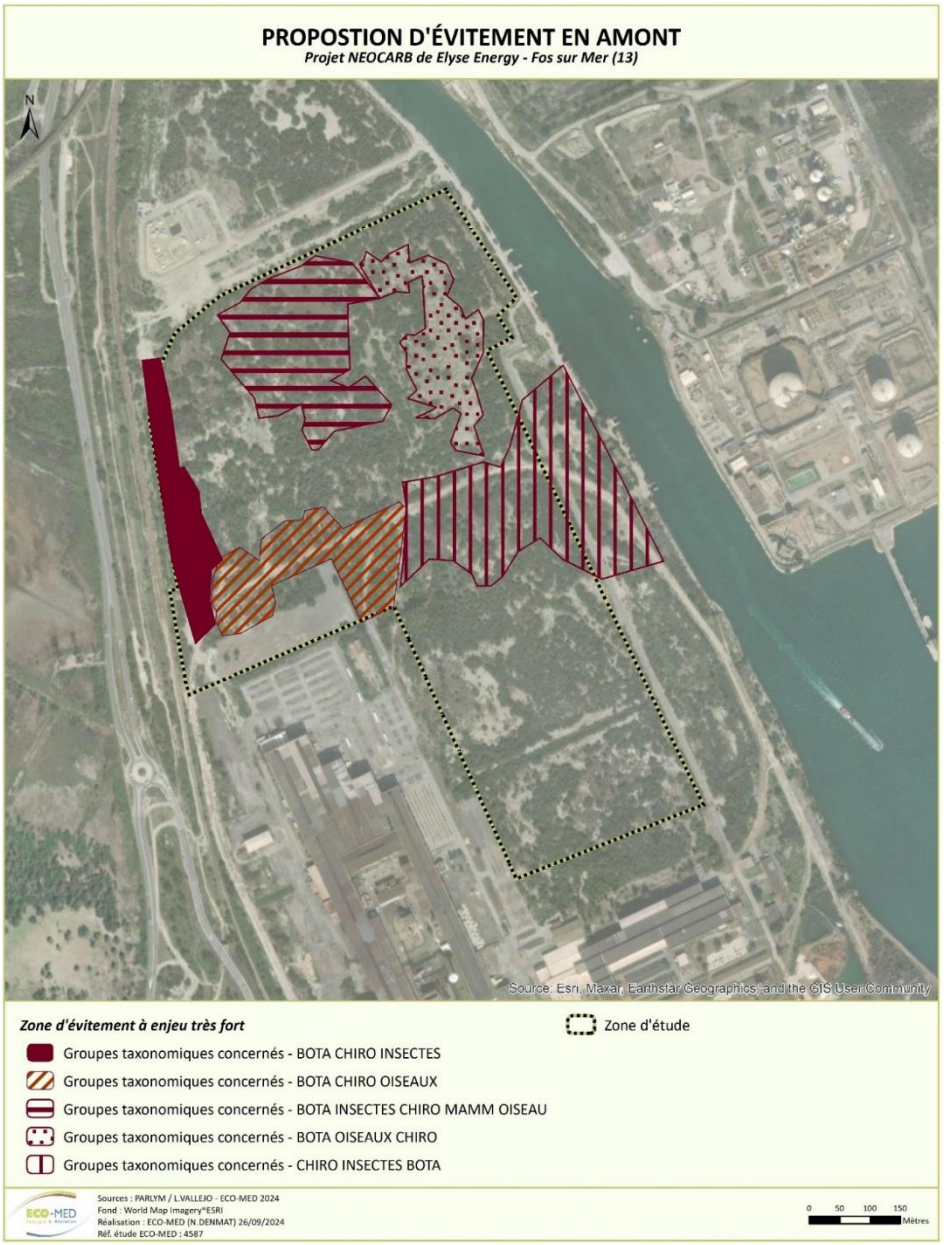


Carte 18 : Première évolution des emprises NEOCARB par ELYSE à la suite du diagnostic écologique des terrains ASCOFIELD / Marcegaglia (sept 2024)

Suite à l'état initial mis à jour en 2024 et 2025 sur un cycle annuel complet par une dizaine d'experts faune et flore d'ECO-MED, les cartes de synthèse de la flore et de la faune à enjeu confirment une zone d'étude écologiquement riche.

La démarche itérative d'évitement et de réduction se poursuit à la suite de cette mise à jour de l'état initial. En superposant les emprises et les secteurs patrimoniaux, un processus de concertation Elyse /ECO-MED se poursuit

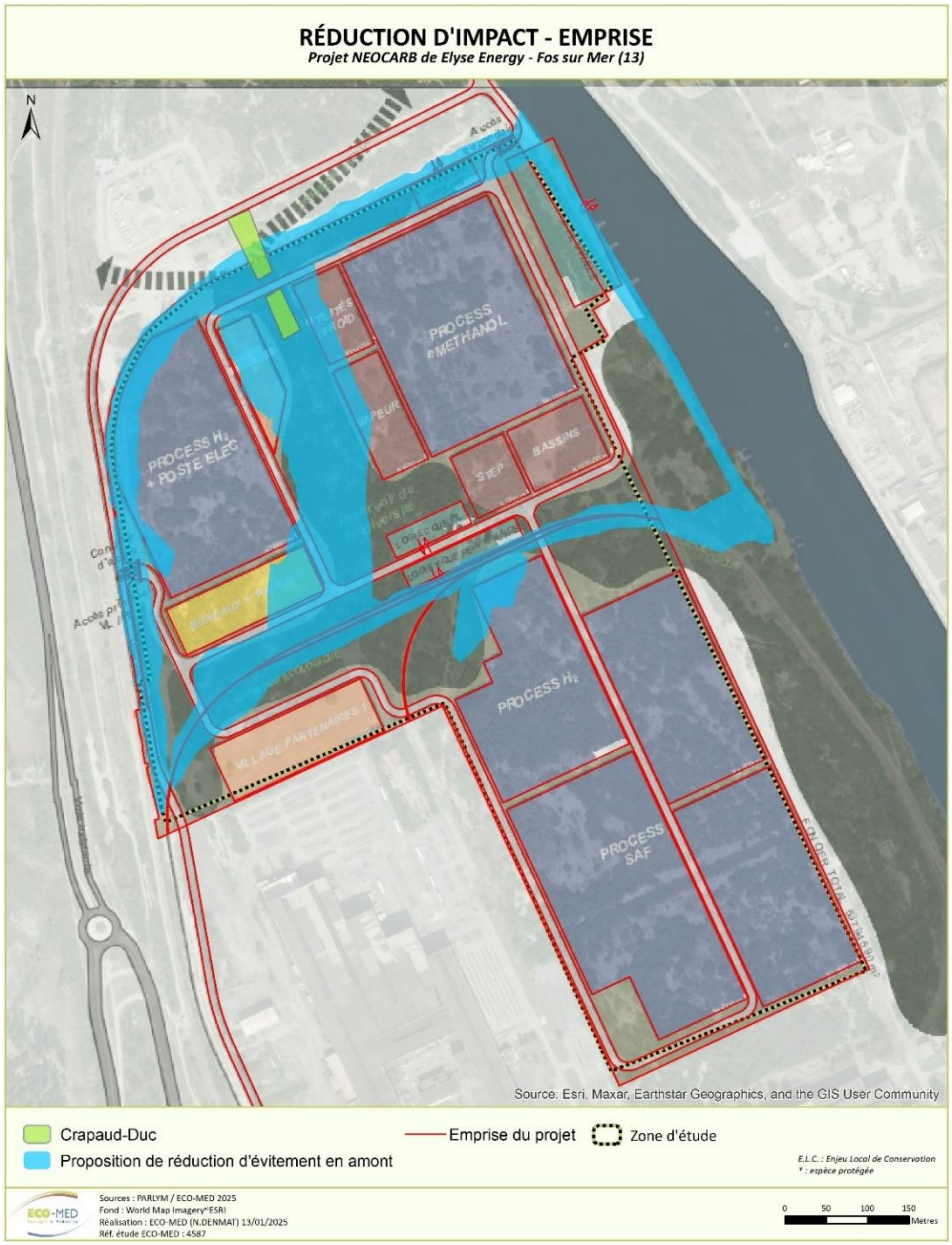
afin de chercher de nouvelles solutions d'évitement/réduction des emprises et de la fonctionnalité des futures exploitations et VRD, dans le but d'éviter des impacts ou de les maîtriser au maximum, dès la phase de chantier.



Carte 19 : Proposition de solutions d'évitements amont (septembre 2024)

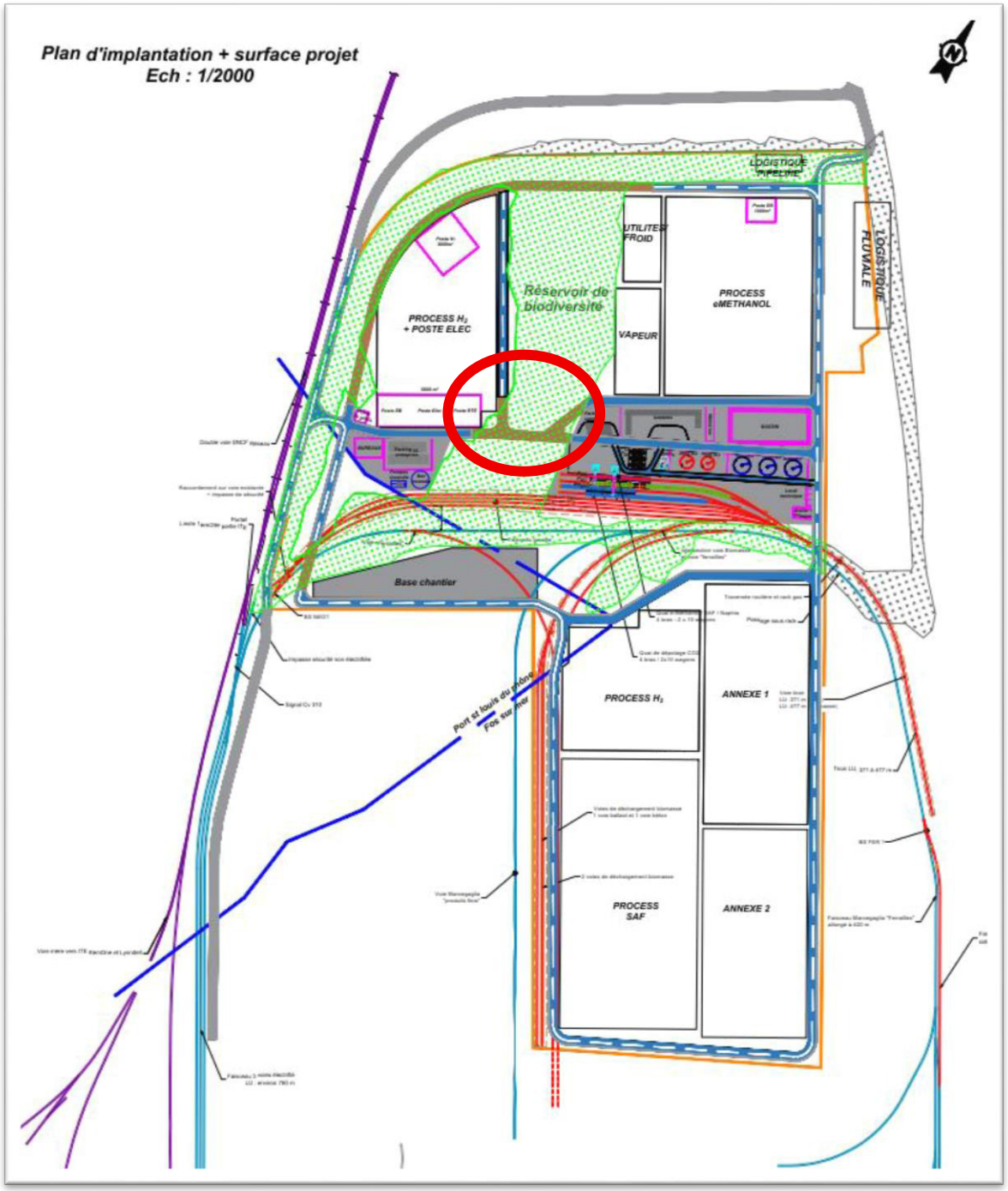
Toutefois, les surfaces considérées pour cette phase d'évitement n'étant pas en adéquation avec le design industriel du projet NEOCARB et son organisation spatiale, en raison d'un besoin surfacique incompatible avec l'ensemble de la proposition d'évitement, une deuxième proposition a été formulée (cf. carte ci-dessous « Réduction d'impact-emprise »). Il s'agissait de créer une cohérence dans les continuités écologiques devant être conservées en priorité et incluant la majorité des secteurs patrimoniaux recensés précédemment.

Cette nouvelle proposition intégrait également la possibilité de conservation de plusieurs continuités écologiques avec le territoire environnant (crapaud-duc sous voirie, continuité arborée le long du canal).



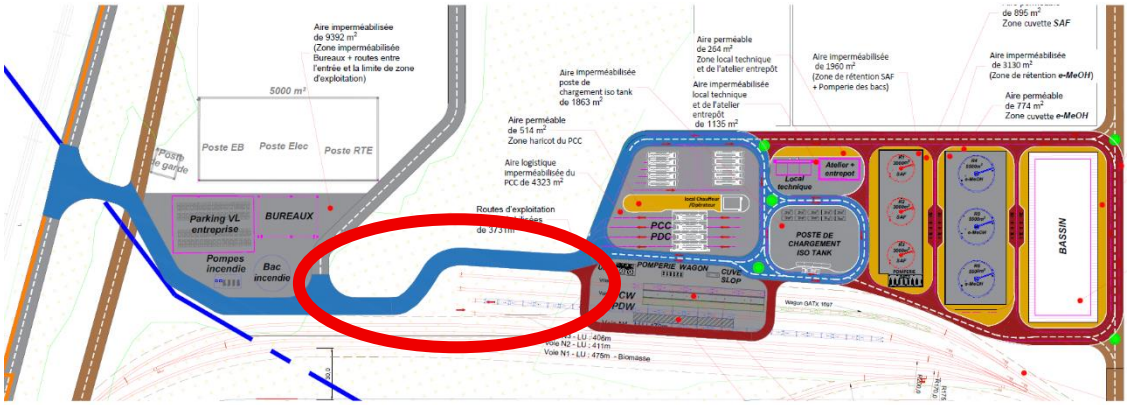
Carte 20 : Proposition de réduction des impacts majeurs (février 2025)

Suite à cette proposition de réduction d'impacts, **la quasi-totalité des secteurs à conserver en priorité ont été pris en compte dans leur nouvelle implantation** portée par le bureau d'ingénierie PARLYM et intégrés dans le plan de masse du projet, **permettant de conserver la presque totalité des stations du Sphinx de l'Argousier et de la Diane notamment**.



Carte 21 : Nouvelle implantation avec recherche du moindre impact écologique, à l'issue de la séquence itérative de 2024 au premier trimestre2025.

À la suite de nombreux échanges entre 2024 et 2025 intégrant à la fois les éléments techniques, sécurité, DFCI et biodiversité, les emprises ont été définitivement fixées à la fin du premier semestre 2025. Elles intègrent une dernière modification liée à la biodiversité. Il s'agit d'une voirie, qui se situait en travers du réservoir de biodiversité central. Cette voirie a été déplacée afin de permettre à ce réservoir de biodiversité de conserver la plus grande surface d'un seul tenant de continuum écologique (cf. carte ci-dessous « emprises au 01-07-2025 »).



Carte 22 : Emprises définitives au 01-07-2025

C'est sur la base de la version fixée au 01.07.2025 du plan masse de NEOCARB LOG que le travail d'évaluation des impacts bruts et résiduels sur la faune, la flore et les zones humides par l'équipe d'ECO-MED a pu démarrer.

2. MESURES DE REDUCTION

■ Mesure R1 : Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces à enjeu

Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces à enjeu				Code de la mesure : R1		
				Lien avec autres mesure :		
E	R	C	A	R3.1a - Adaptation de la période des travaux sur l'année		
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Réduire la probabilité de destruction d'individus en période de reproduction et/ou d'hivernage et limiter les effets du dérangement **lors du démarrage des travaux puis au cours des opérations de gestion.**

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Invertébrés, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères

Méthode :

Travaux de défrichement : à prévoir durant la période de moindre sensibilité des différents compartiments biologiques, soit durant le **mois d'octobre (voire de mi-septembre à novembre si le défrichement ne peut être réalisé en un mois)**.

Autres travaux : dans la continuité des travaux précédents. Eviter toute interruption de longue durée afin de minimiser les risques de recolonisation par des espèces pionnières ou opportunistes.

Calendrier de la mesure :

	Période de grande sensibilité (émergence, reproduction, ponte, mise bas, émancipation des jeunes)
	Période de sensibilité moyenne (formes en dormance : chrysalide, œufs - hivernation des imagos)
	Période de faible sensibilité

Invertébrés :

Périodes plus sensibles : printemps + été + début automne

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique												

Amphibiens / Reptiles :

Périodes sensibles : printemps + été + hiver

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique												

Oiseaux :

Concernant les oiseaux, la sensibilité est plus élevée en période de nidification que lors des autres périodes du cycle biologique (migration, hivernage, etc.). De façon générale également, cette période de nidification s'étend du mois de mars pour les espèces les plus précoces à la fin du mois de juillet pour les espèces les plus tardives. Aussi, il est préconisé de ne pas réaliser les travaux de défrichement à cette époque de l'année, afin d'éviter la destruction de nichées (œufs ou juvéniles non volants) d'espèces à enjeu et/ou protégées et de limiter les effets du dérangement notable sur les espèces en cours de reproduction.

Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces à enjeu	Code de la mesure : R1
	Lien avec autres mesure :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique			Reproduction					Migration			Hivernage	

	Période sans sensibilité notable
	Période pendant laquelle des précautions sont à prendre en considération
	Période sensible

Mammifères terrestres :

Les périodes sensibles pour les six espèces considérées présentes dans la zone d'étude, Putois d'Europe, Crocidure des Jardins, Hérisson d'Europe, Lapin de garenne, Rat des moissons et campagnol provençal, se situent principalement au printemps et en été (de **mars à septembre**). Ces périodes correspondent aux phases de reproduction et d'élevage des jeunes. Il est donc fortement recommandé d'éviter tout démarrage de travaux durant cette période afin d'éviter la destruction des nids, gîtes et individus.

L'hibernation, qui s'étend de décembre à février, constitue une autre période sensible pour le Hérisson d'Europe, durant laquelle les individus entrent en léthargie au sol. Il est donc crucial de prendre des précautions spécifiques en fonction des travaux à effectuer.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique	Hibernation		Reproduction et élevage des jeunes									

Chiroptères et autres mammifères :

Périodes sensibles : printemps + été + hiver

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité écologique	Hibernation										Hibernation	

Points de vigilance

La phénologie des espèces est calée sur la température moyenne extérieure quelle que soit la localisation et quelle que soit l'espèce considérée. La phénologie considérée est donc toujours théorique et il peut être nécessaire de procéder à des ajustements par rapport à un calendrier prévisionnel.

Estimation financière

Mesure : Intégrée au coût global du projet	Pour mémoire (p.m.)

■ Mesure R4 : Mise en place d'une limitation de la vitesse à 20 km/h au sein de l'usine pour réduire les risques de collision routière

Mise en place d'une limitation de la vitesse à 30 km/h pour réduire les risques de collision routière				Code de la mesure : R4
				Lien avec autres mesures : R7, A4
E	**R**	C	A	R2.2a – Action sur les conditions de circulation (ferroviaire, routier, aérien, maritime)

Mise en place d'une limitation de la vitesse à 30 km/h pour réduire les risques de collision routière			Code de la mesure : R4 Lien avec autres mesures : R7, A4
Thématique environnementale :	Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Afin de limiter les risques de collisions avec la faune encore présente dans les réservoirs biologiques en phase d'exploitation de l'usine, il sera mis en place une limitation de vitesse à 20 km/h.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Ciblé sur l'ensemble de la faune, tous les groupes biologiques étant concernés par les risques de collision

Calendrier de la mesure :

Durant toute la phase d'exploitation

Méthode :

Il sera mis en place, selon les régles régissant la signalisation routière française, des panneaux de limitation de vitesse à 20 km/h. La distance inter-panneau sera de 400 m.

Matériel nécessaire :

Un ensemble de panneaux de limitation de vitesse à 20 km/h de réfréence SP-V-B14.20.

Estimation financière

Matériel	Panneau de limitation de vitesse à 20 km/h de référence SP-V-B14.20.	**Environ 100 € H.T. par panneaux**

■ Mesure R9 : Prévention des risques de pollution accidentelle

Prévention des risques de pollution accidentelle				Code de la mesure : R7 Liens avec les autres mesures : /
E	**R**	**C**	**A**	R2.1d : Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier

Thématique environnementale :	Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Limitation de l'impact de pollutions accidentelles.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Habitats naturels, faune et flore

Calendrier de la mesure :

En tout temps lors des opérations de d'aménagement et d'exploitation de la zone.

Méthode :

Du fait des travaux, des risques de pollutions diverses (notamment les écoulements accidentels de substances polluantes comme les hydrocarbures, les déchets solides, etc.) sont à prévenir. Voici ci-après les recommandations à prendre en considération :

<u>Huiles, graisses et hydrocarbures</u> :

- les véhicules et engins de chantier devront justifier d'un contrôle technique récent et être bien entretenus (étanchéité des réservoirs et circuits de carburants, lubrifiants et fluides hydrauliques),
- les bases-vie du chantier seront installées à l'intérieur de la clôture, dans les zones qui seront aménagées, au niveau des

Prévention des risques de pollution accidentelle	Code de la mesure : R7
	Liens avec les autres mesures : /

secteurs les plus surélevés par rapport au reste de la zone afin de limiter le risque d'inondation.

- les engins de chantier stationneront loin des zones écologiquement sensibles, au niveau de zones les moins facilement inondables. Les vidanges, nettoyages, entretiens et ravitaillements des engins seront réalisés sur des emplacements spécialement aménagés à cet effet et imperméabilisés, à l'écart de la zone de travaux. Les produits de vidanges seront recueillis/évacués en fûts fermés vers des décharges agréées,

- interdiction de tout entretien ou réparation mécanique en dehors des aires spécifiquement dédiées,

- les substances non naturelles ne seront pas rejetées dans le milieu naturel et seront retraitées par des filières appropriées. Les terres souillées seront aussi évacuées/retraitées.

Des produits absorbants devront être disponibles sur le chantier afin de pouvoir intervenir immédiatement en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures ou d'huiles de moteur dans les cours d'eau.

Eaux sanitaires :

Si les aires de chantier ne sont pas reliées au réseau de collecte des eaux usées, elles devront être équipées de sanitaires (douches, WC) autonomes munies de cuves de stockage des effluents. Ces cuves seront régulièrement vidangées par une société gestionnaire.

Déchets de chantier :

Les déchets de chantier doivent être gérés et traités par les entreprises attributaires des travaux dans le respect de la réglementation en vigueur à savoir :

- Loi n°75-633 du 15 juillet 1975 modifiée relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux ;

- Loi n°92-646 du 13 juillet 1992 modifiée, complétant et modifiant la précédente ;

- Arrêté du 18 février 1994 modifiant celui du 18 décembre 1992 et fixant les seuils d'admission des déchets spéciaux en Centre d'Enfouissement Technique (CET) de classe 1 ainsi que ceux à partir desquels ces déchets doivent être stabilisés ;

Les entreprises devront ainsi s'engager à :

- organiser la collecte et le tri des déchets et emballages, en fonction de leur nature et de leur toxicité ;

- conditionner hermétiquement ces déchets ;

- définir une aire provisoire de stockage quotidien des déchets générés par le chantier en vue de faciliter leur enlèvement ultérieur selon les filières appropriées ;

- prendre les dispositions nécessaires contre l'envol des déchets et emballages.

Matériel nécessaire : Kit anti-pollution, etc.

Localisation de la mesure

Tout le site

Points de vigilance

- Information et sensibilisation des opérateurs.

- Cette mesure de réduction permettra de limiter le risque de destruction d'individus et leur perturbation mais ne pourra pas l'exclure totalement.

Modalités de suivi

Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur :

Accompagnement par un coordinateur de chantier pendant toute la phase d'exploitation

Estimation financière

Coût technique	Dispositif préventif de lutte contre une pollution des sols : Kit anti-pollution **500 € HT / engin**
Accompagnement écologique pendant travaux	Compris dans l'audit écologique de suivi des mesures mise en œuvre (Mesure AMO2)

■ Mesure R10 : Strict respect des emprises projets et préservations des zones de biodiversité

<table>
<tr><td colspan="5">Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité</td><td colspan="2">Code de la mesure : R10</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td colspan="2">Lien avec autres mesures : R0</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td colspan="3">E1.1c : Redéfinition des caractéristiques du projet</td></tr>
<tr><td colspan="2">Thématique environnementale :</td><td colspan="2">Milieux naturels</td><td>Paysage</td><td colspan="2">Air / Bruit</td></tr>
<tr><td colspan="7">Objectif de la mesure :
Limiter les impacts sur la faune et la flore à enjeu ainsi que sur les fonctionnalités écologiques.
Une partie des enjeux floristiques se situe dans des secteurs qui n’ont pas vocation à être aménagés. Il s’agit des secteurs considérés comme zones d’évitement, ainsi que les zones en périphérie des emprises.
Bien que non aménagés, ces secteurs pourraient être mobilisés à des fins d’entreposage des matériaux, pour l’établissement d’une base vie, l’entretien et la circulation de véhicules, etc. Dans l’optique de limitation des impacts au strict nécessaire vis-à-vis du projet, seules les emprises doivent être utilisées par le personnel du chantier afin de préserver les milieux environnant, désignés par le porteur du projet comme espaces verts.
La mesure consistera à identifier sur site les secteurs qui doivent être évités et de s’assurer, le temps des travaux, que la mesure est bien appliquée.
Compte tenu de la taille des surfaces à protéger et du temps des travaux, la méthode consister à la mise en place de signalisation sur les 2 500 m.l. (mètres linéaires) avec la présence de panneaux de signalisation dans les secteurs évités. Cela permettra notamment d’éviter des stations d’espèces protégées notamment :
- Environ 500 individus de Myosotis nain,
- Environ 100 individus de Canne de Ravenne
Cette mise en défens permet également d’éviter une vingtaine d’individus d’Avellinie fausse fétuque et quelques individus de Rostraire du littoral et de Céraiste de Sicile.
Il est également prévu une formation rapide sur les enjeux et mesures environnementales vis-à-vis de ce projet auprès des équipes de chantier ainsi qu’un suivi de ce balisage le temps des travaux par un écologue.
Après travaux ou à la fin des travaux, un balisage plus léger mais perne devra être mis en place autour du secteur concerné par la réduction amont (R0) ainsi que dans les différents délaissés (R0). Ce balisage pourra être constitué de de piquets en bois et de corde accompagnés de panneaux de signalisation par exemple.
Les zones évitées et conservées en faveur de la biodiversité devront également faire l’objet d’une gestion adaptée en phase de fonctionnement, et notamment un suivi pour s’assurer du maintien des milieux ouverts ainsi que du Myosotis nain. Des mesures correctives tel qu’un débroussaillage devront être programmé selon l’évolution des milieux.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Habitat(s) / espèce(s) ciblées :
Flore : Myosotis nain, Canne de Ravenne, Avellinie fausse fétuque, Rostraire du littoral, Céraiste de Sicile
Autres espèces également bénéficiaires de cette mesure :
Invertébrés : Sphinx de l’Argousier, Diane
Amphibiens : toutes espèces
Reptiles : Toutes espèces
Oiseaux : Toutes espèces
Chiroptères : Toutes espèces</td><td colspan="3">Calendrier de la mesure :
En amont du chantier</td></tr>
<tr><td colspan="7">Méthode :
• Mis en défens et balisages des stations et secteurs à éviter par un écologue professionnel mandaté.</td></tr>
</table>

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité	Code de la mesure : R10
	Lien avec autres mesures : R0

- Balisage avec couleurs vives et assez solide pour supporter les phénomènes météorologiques
- Pancarte visible « Attention, zone écologique à préserver, défense de déposer tout matériau »
- En fin de chantier, baliser avec des matériaux non polluant et durable (bois, corde, métal)



Exemple de mise en défens et d'un panneau informatif

Matériel nécessaire :

- Chaînette plastique ou filet orange
- Piquet de balisage
- Peinture de marquage
- Panneaux de signalisation

Localisation de la mesure

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité	Code de la mesure : R10
	Lien avec autres mesures : R0



Carte 23 : Localisation de la mesure R10 – Strict respect des emprises et des zones préservées

Points de vigilance

En cas de non-respect de prise en compte des contraintes écologiques, une note technique sera rédigée, faisant le constat du défaut de conformité et la proposition de mesures correctives (lorsque cela sera possible). Cette note technique sera transmise au pétitionnaire. A la fin de chaque audit écologique, un compte-rendu final sera rédigé faisant le bilan des audits réalisés durant toute la phase des travaux. Ce compte-rendu devra être transmis par le pétitionnaire aux services instructeurs.

Strict respect des emprise projets et préservation des zones de biodiversité	Code de la mesure : R10
	Lien avec autres mesures : R0

Modalités de suivi

Des audits réguliers devront être prévus, en plus de ceux envisagés pour la mise en place de mesures spécifiques, afin de veiller à la conformité des mesures ERCAS ici proposées. En phase de fonctionnement, le maintien d'un balisage léger et durable pourra être vérifier conjointement aux suivis réalisés pour la faune et la flore.

Estimation financière

Balisage des zones à préserver avant les travaux	Environ 2 500 m de chaînette / filet + piquet bois	**Environ 600 € H.T.**
Accompagnement avant et pendant travaux	Intégré à la mesure AMO2	p.m.
Audit chantier	Cf audit globaux	p.m.
Suivi des espèces protégées dans l'emprise et à ses abords	Cf suivis spécifiques	p.m.

■ Mesure R11 : Abattage de moindre impact d'arbres gîtes potentiels

Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels				Code de la mesure : R11		
				Liens avec autres mesures : -		
E	**R**	C	A	R2.1 : Réduction technique en phase travaux		
Thématique environnementale :				**Milieux naturels**	Paysage	Air / Bruit / Lumière

Objectif de la mesure :

Eviter la destruction d'individus de chauves-souris arboricoles lors des travaux d'abattage des arbres précédant la libération des emprises.

Contexte :

Il convient de préciser que l'occupation, en tant que gîte par des chauves-souris, des vieux arbres n'a pas été avérée, mais a été jugée potentielle. En effet, il est souvent difficile de confirmer l'occupation d'arbres gîtes potentiels pour des raisons d'accessibilité et de visibilité ainsi par rapport à des modes d'occupation et d'activité aléatoires des chauves-souris

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Chauves-souris arboricoles : Murin à oreilles échancrées, Pipistrelle pygmée, Noctule de Leisler, Pipistrelle de Nathusius, Murin cryptique, Murin de Daubenton, Pipistrelle commune

Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels	Code de la mesure : R11
	Liens avec autres mesures : -

Période favorable : Avant travaux

Pour les chauves-souris arboricoles, les périodes les plus sensibles, pendant lesquelles ces espèces peuvent être présentes en gîte arboricole, sont celles de l'hibernation (début-novembre à fin février) et de la mise bas et émancipation des jeunes (début mai à fin août). Les travaux devront se faire lors de la période qui portera le moins préjudice aux chauves-souris tout en prenant également en compte les enjeux relatifs aux autres compartiments biologiques (oiseaux notamment). Il est donc nécessaire de réaliser les travaux d'abattage à l'automne (entre septembre et octobre). Par mesure de précaution, la libération des emprises tout autour des arbres gîtes potentiels devra également se faire à cette période ci. En effet, à cette période les jeunes chauves-souris sont émancipées et donc moins vulnérables et les individus ne sont pas encore entrés en phase d'hibernation.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sensibilité Chauves-souris												

	Période sans sensibilité notable
	Période sensible

Méthode :

Les arbres concernés par la mesure (les sujets identifiés comme gîtes potentiels devant être abattus) feront l'objet d'un audit par un chiroptérologue avant leur abattage, afin d'avérer l'absence ou la présence de chauves-souris lorsque cela est réalisable. Les arbres devant faire l'objet de cette mesure seront marqués par un écologue mandaté, qui réalisera une expertise approfondie :

- un passage de chiroptérologue en début de nuit avec détecteur dans les secteurs où les arbres ont été pointés permettra de cibler éventuellement la présence des bêtes ;

- une expertise sur les arbres fortement potentiels avec une nacelle et/ou à l'aide d'un endoscope permettra de tenter d'avérer des gîtes occupés, ou justement non occupés au moment des prospections et ainsi de pouvoir boucher (par un système de non-retour, cf. schéma ci-dessous) certaines cavités visibles et non occupées.

De plus, l'ensemble des cavités potentiellement favorables sera équipé de dispositifs empêchant les chauves-souris d'y accéder, mais permettant aux éventuelles chauves-souris présentes de sortir, sans leur permettre d'y retourner (dispositif « anti-retour »).





Inspection des cavités d'un arbre à l'aide d'une nacelle et d'un endoscope

Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels	Code de la mesure : R11
	Liens avec autres mesures : -

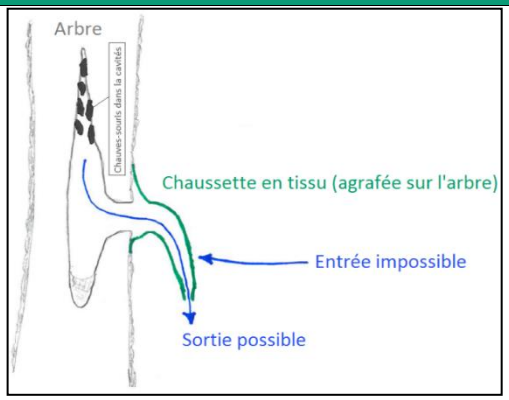


Schéma de principe d'un dispositif « anti-retour »



Système anti-retour sur cavité d'un arbre-gîte potentiel

J. PRZYBILSKI, 27/08/2015, Codolet (30)

En cas détection de chauves-souris, l'abattage devra être reporté.

En cas de non-détection de chauves-souris, l'abattage devra avoir lieu en fin de journée (afin de permettre une « évacuation éventuelle » du gîte dans de meilleures conditions pour les animaux).

De plus, en cas d'abattage de chênes en particulier, il est préconisé de laisser le bois mort ainsi que les troncs et les branches issus de la coupe lors des travaux sur place ou à proximité afin de préserver la fonctionnalité de l'habitat des coléoptères saproxyliques.

Deux méthodes proches peuvent être mises en œuvre dans le cadre de cette mesure. Le choix devra se faire en fonction des contraintes techniques inhérentes à la zone de travaux.

Méthode 1 : Elle consiste à saisir l'arbre avec un grappin hydraulique, puis à le tronçonner à la base sans l'ébrancher. Ensuite, l'arbre sera déposé délicatement sur le sol à l'aide du grappin et laissé *in-situ* jusqu'au lendemain, ce qui permet aux chauves-souris (en cas de présence non détectée) de s'échapper.





Exemple de dépose délicate d'un tronc creux pouvant abriter des chauves-souris

Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels	Code de la mesure : R11
	Liens avec autres mesures : -

Méthode 2 : Elle consiste en un « démontage » de l'arbre (tronçon par tronçon, de haut en bas), sans l'ébrancher. Chaque tronçon devant être posé délicatement au sol à l'aide d'un grappin hydraulique et laissé *in-situ* jusqu'au lendemain, ce qui permet aux chauves-souris (en cas de présence non détectée) de s'échapper.

ATTENTION : les arbres les plus âgés seront conservés d'un seul tenant, ou divisés en plusieurs troncs (cas d'arbres à troncs multiples) et déplacés jusqu'à la parcelle de compensation ouest étang de l'oiseau pour servir d'arbres-totem (cf. mesure de compensation C11)

Phasage	Intitulé	Action	Temporalité	Personnel en charge	Moyen et matériel nécessaire	Commentaire
Phase 1	Audit préalable à l'abattage	Marquage des arbres devant faire l'objet de la mesure	1 semaine avant abattage	Expert chiroptérologue	Peinture, rubalise	
		Vérification des zones de gîtes potentielles au sein des arbres			Echelle, nacelle, lampe, endoscope	
		Pose de système anti-retour			« Chaussette en tissu », agrafeuse murale	Uniquement si nécessaire
Phase 2	Audit de chantier	Présence d'un écologue	Le jour du chantier	Expert chiroptérologue	-	
	Chantier d'abattage	« Démontage des arbres »		Entreprise en charge de l'abattage	Grappin hydraulique, cordiste-élagueur	
	Audit de chantier	Vérification de l'absence de chauves-souris		Expert chiroptérologue	Lampe, endoscope	Une fois les arbres au sol
	Stockage de arbres pour permettre l'évacuation des gîtes	Stockage des arbres à proximité de la zone d'abattage	Le jour du chantier, pendant 48 heures	Entreprise en charge de l'abattage	-	Uniquement si nécessaire
Phase 3	Evacuation des arbres	Evacuation des arbres vers déchèterie, usine de traitement du bois…	48 heures après chantier	Entreprise en charge de l'abattage	-	Uniquement si nécessaire
	Audit de chantier	Présence d'un écologue		Expert chiroptérologue	Lampe, endoscope	

<table>
<tr><td colspan="5">Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels</td><td>Code de la mesure : R11</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td>Liens avec autres mesures : -</td></tr>
<tr><td>Phasage</td><td>Période sensible</td><td colspan="3">Période de moindre sensibilité (septembre à mi-novembre)</td><td>Période sensible</td></tr>
<tr><td>Phase 1</td><td rowspan="3">Mi-novembre à août</td><td>J – 7 jours</td><td></td><td></td><td rowspan="3">Début-novembre à août</td></tr>
<tr><td>Phase 2</td><td></td><td>Jour J</td><td></td></tr>
<tr><td>Phase 3</td><td></td><td></td><td>J + 48 heures</td></tr>
<tr><td colspan="6">  </td></tr>
</table>

Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels	Code de la mesure : R11
	Liens avec autres mesures : -



Carte 24 : Localisation de la mesure R11 – Abattage de moindre impact

Abattage de moindre impact des arbres gîtes potentiels	Code de la mesure : R11
	Liens avec autres mesures : -

Points de vigilance :

Il est impératif que cette mesure soit réalisée sous la supervision d'un chiroptérologue, qui vérifiera les arbres ou tronçons d'arbre laissés au sol.

Modalités de suivi :

- Suivi global des mesures d'atténuation (AMO)
- Suivi Chauves-souris sur le long teme

Estimation financière :

Mesure : Intégrée au coût global du projet	**Suivi (AMO) :** Chiffrée dans l'audit de suivi de mesures avant travaux **Suivi Chauves-souris** : 2 passages terrains par année de suivi + compte-rendu et analyse des sons (env. **4 000 € HT / année**) Toutes les années pendant 3 ans à T+1, T+2, T+3, puis T+5 et tous les 5 ans, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30 Mutualisé avec le suivi de la mesure R12, intégrée à la veille écologique

■ Mesure R12 : Conservation et restauration de corridors arborés nécessaires aux déplacements des chiroptères

Conservation et restauration de corridors arborés nécessaire aux déplacements des chiroptères				Code de la mesure : R12		
				Liens avec autres mesures : R17		
E	**R**	C	A	**R2.2k - Plantations diverses : sur talus type up-over (« tremplin vert ») ou visant la mise en valeur des** paysages		
Thématique environnementale :				**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air / Bruit / Lumière**

Objectif de la mesure :

- Garantir la connectivité écologique fonctionnelle entre le gîte anthropique avéré et les habitats de chasse périphériques.
- Limiter l'effet d'enclavement du gîte et réduire le risque de désertion par les espèces sensibles.
- Préserver un environnement sombre et arboré, favorable aux déplacements nocturnes des chiroptères.

Contexte :

La présence d'un gîte anthropique avéré en périphérie immédiate de la zone d'étude confère au site un rôle écologique majeur pour plusieurs espèces de chiroptères, dont le Grand Rhinolophe, le Murin à oreilles échancrées et l'Oreillard gris, particulièrement sensibles aux perturbations lumineuses et à la fragmentation du paysage. Or, les travaux liés à l'aménagement de la plateforme industrialo-portuaire entraîneront la destruction de corridors arborés existants et la création de bâtiments massifs et éclairés, induisant un effet d'enclavement du gîte.

Dans ce contexte, le maintien et la restauration de corridors boisés continus et non éclairés en sortie de gîte apparaissent indispensables pour garantir la connectivité fonctionnelle avec les habitats de chasse périphériques. Cette mesure vise à

Conservation et restauration de corridors arborés nécessaire aux déplacements des chiroptères				Code de la mesure : R12
				Liens avec autres mesures : R17
E	**R**	C	A	**R2.2k - Plantations diverses : sur talus type up-over (« tremplin vert ») ou visant la mise en valeur des** paysages

limiter la désertion progressive du gîte, à réduire la compétition accrue sur les habitats relictuels et à assurer la pérennité des colonies locales, en particulier celles à enjeux patrimoniaux.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

<u>Chauves-souris : toutes les espèces</u>

Petite faune (mammifères, reptiles, oiseaux, …).

Période favorable / Calendrier de la mesure / Période d'application :

- **Les plantations doivent être réalisées entre novembre et mars, en dehors des périodes de gel prolongé et de sécheresse**

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Plantations												

Méthode :

Afin de préserver la fonctionnalité écologique du gîte anthropique avéré, des corridors boisés et non éclairés seront maintenus et/ou reconstitués en sortie de gîte, notamment le long de la Darse et en direction des milieux naturels situés à l'ouest. Ces aménagements viseront à garantir des axes de déplacement continus, sombres et arborés, permettant aux chiroptères de rejoindre leurs habitats de chasse sans être exposés aux perturbations lumineuses ou aux obstacles bâtis. Les interventions comprendront :

- la conservation des linéaires arborés existants (haies, alignements, ripisylves) ;
- le renforcement par des plantations locales adaptées (essences feuillues à port dense, feuillages caducs et persistants) afin de créer un effet lisière protecteur ;
- l'instauration d'une zone tampon sans éclairage le long de ces corridors pour maintenir un environnement fonctionnel pour les espèces les plus sensibles (Rhinolophes, Murins, Oreillards).

- **Etape 1 : Choix de la palette végétale**

Des espèces arbustives, buissonnantes et arborées seront choisies pour favoriser la diversification des essences et des strates. Les espèces préconisées seront naturellement présentes sur le site, et donc adaptées aux conditions du milieu afin de ne pas perturber le pool d'espèces présentes. Ces essences sont choisies pour leur caractère de plantes hôtes et leurs fonctions de nutrition, d'habitat et de refuge, pour l'ensemble de la biodiversité à enjeu sur le projet.

Exemple choix des espèces végétales en contexte méditerranéen :Buplèvre ligneux, Ciste de Montpellier, Ciste à feuille de sauge, Clématite des haies, Clématite odorante, Baguenaudier, Aubépine, Bruyère arborescente, Figuier, Frêne à feuille étroite, Lierre, Genévrier cade, Troène commun, Chèvrefeuille d'Étrurie, Peuplier blanc, Peuplier noir, Prunellier, Poirier à feuilles d'amandier, Nerprun alaterne, Groseille à maquereaux, Rosier toujours-vert, Cormier, Sauge verveine, Santoline decumbens, Verveine officinale.

- **Etape 2 : Structure et implantation de la haie**

Afin de recréer une haie étagée, jouant le rôle de corridor écologique, les nouvelles haies seront implantées sur plusieurs rangs et seront composées de plusieurs strates :

Conservation et restauration de corridors arborés nécessaire aux déplacements des chiroptères				Code de la mesure : R12
				Liens avec autres mesures : R17
E	**R**	C	A	**R2.2k - Plantations diverses : sur talus type up-over (« tremplin vert ») ou visant la mise en valeur des** paysages

Les haies comporteront à minima 2 rangs, et selon les largeurs disponibles, 3 à 5 rangs ; ils sont espacés d'environ 2 m entre eux, afin de garantir à termes, une largeur minimale de la haie/lisière de 4 à 5 m.

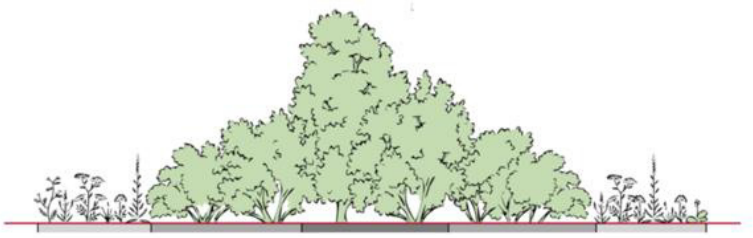
Dans la mesure du possible, les rangs ne seront pas rectilignes afin d'épouser les lignes naturelles des lisières contre lesquelles les haies sont adossées. Les plantations seront réalisées en quinconce de manière à garantir une bonne hétérogénéité spatiale entre les plants et à termes un volume continue de la végétation créant un effet de lisière.

Dans le rang (ou sur une même courbe), une distance de 1 m minimum entre chaque plant sera respectée, 1,5 m d'espacement étant préférable.

Les strates principales mises en œuvre :

- La strate herbacée, strate d'accompagnement sur les bordures des haies, constituée des plantes herbacées (inférieure à 1,5 m),
- La strate buissonnante, constituée des plantes grimpantes, lianes et buissons, aux ports retombants, rampants ou arbustif bas (de taille* généralement inférieure à 1,5-2 m)
- La strate arbustive proprement dite, qui avec les précédentes constituent la strate basse ; elle est généralement comprise entre 2 et 6 m,
- La strate moyenne constituée des grands arbustes et des arbres de moyen-jet (comprise entre 6 et 10/12 m)
- La strate haute, constituée des arbres de haut-jet (supérieure à 12 m)

* les tailles sont données à titre indicatif, car selon la littérature, on ordonne les arbres/arbustes/buissons selon divers intervalles de tailles.



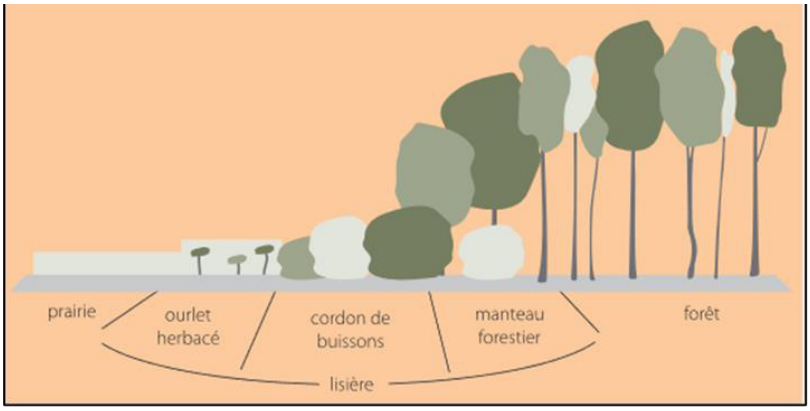
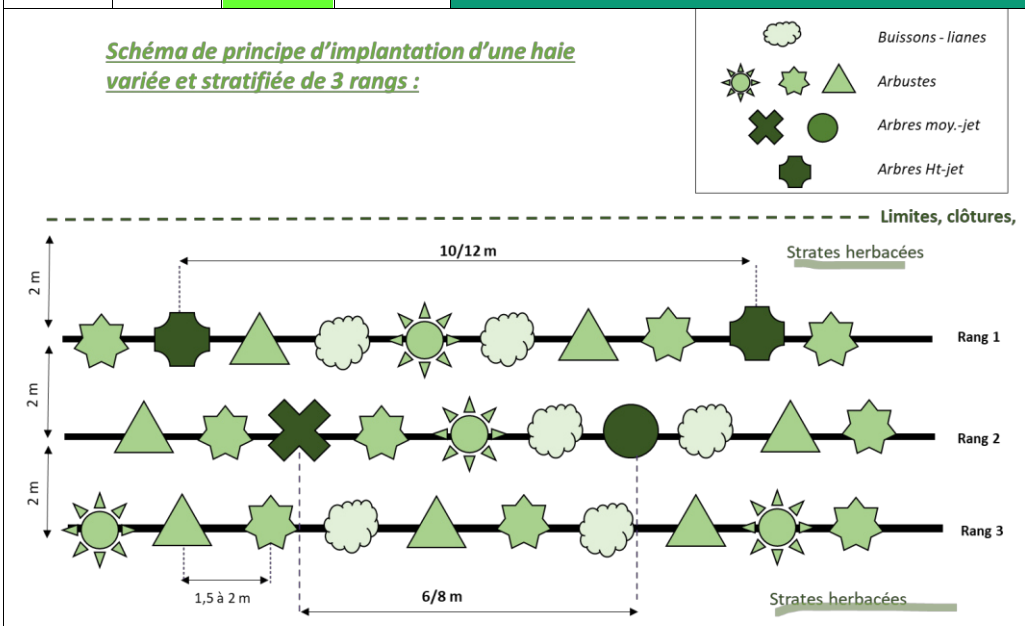


Schéma de principe d'une lisière restaurée (source : Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier, Ministère de la Région wallonne)

Les combinaisons entre plantes de différentes strates dans la composition des haies est libre en suivant quelques principes généraux, comme le schéma ci-dessous le propose :

Conservation et restauration de corridors arborés nécessaire aux déplacements des chiroptères				Code de la mesure : R12 Liens avec autres mesures : R17
E	**R**	C	A	**R2.2k - Plantations diverses : sur talus type up-over (« tremplin vert ») ou visant la mise en valeur des** paysages

Schéma de principe d'implantation d'une haie variée et stratifiée de 3 rangs :



En suivant ces prescriptions de plantation, sur une base de 3 rangs une moyenne de 200 plants/100m de lisière sera atteinte.

Afin d'optimiser une bonne structuration de la lisière, notamment la formation de 4 strates bien développées :

- Les arbres de haut-jet seront espacés de 10/12 m. Ils seront préférentiellement plantés au cœur de la haie si elle sépare deux milieux ouverts.
- Les arbres de moyen-jet seront plantés sur le rang central, de 6 à 8 m d'intervalle des autres arbres (haut ou moyen jet),
- Les arbustes bas préférentiellement sur le rang côté extérieur (lierre, camérisier, églantiers), sans les cantonner strictement à ce rang (proportion préconisée de 50 % environ).
- Les arbustes moyens à haut préférentiellement dans le rang central (50 % environ de ces essences).

Aux emplacements restants, mélanger de façon aléatoire les arbustes qu'ils soient bas à moyens.

Les lianes, plantes grimpantes ou rampantes, afin de constituer de nouveaux habitats peuvent être :

- Regroupées par 3/5/10 sujets, afin de former des massifs ou patchs homogènes (roncier, buisson de chèvrefeuille, bosquets de romarins …)
- Plantées proche des arbres de haut ou moyen-jet afin de grimper dedans (Lierre, clématite, Lonicera, …

Certains arbres de haut ou moyen-jet peuvent être conduits en port naturel mais également en cépée, tels que les chênes (Quercus ilex et Q. pubescens), les Frênes, les Erables (…). Pour cela on pratique dès 3 à 5 ans après la plantation une taille à 10/50 cm du collet, dite « en cépée » (rabattage de l'arbre qui va rejeter) : on obtiendra ainsi des sujets de hauteurs limitées permettant de créer des volumes généreux dans les strates moyennes (4 à 10 m).

- **Etape 3 : Qualité et conditionnement des plants**

  Les jeunes plants forestiers d'origine locale seront âgés de 2 ans, produits en pépinière spécialisée, et issus de semis naturel (dénomination classique : 1+1 ou 1S1). Ils seront conditionnés en godets forestiers anti-chignon de 400 cm3 (tolérance 300 à 500).

  Le développement racinaire au sein de la motte devra être suffisant et complet, sans toutefois présenter un excédent et une compaction : l'état racinaire sera donc sain, sans blessure.

Conservation et restauration de corridors arborés nécessaire aux déplacements des chiroptères				Code de la mesure : R12
				Liens avec autres mesures : R17
E	**R**	C	A	**R2.2k - Plantations diverses : sur talus type up-over (« tremplin vert ») ou visant la mise en valeur des** paysages

Aucune blessure ne sera présente sur la tige ni le collet. Le port des jeunes plants sera régulier, à une tige principale : ils seront non "branchus".

- **Etape 4 : Plantation des arbres et arbustes**

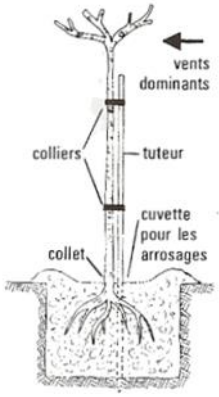
■ Préparation du sol

Un décompactage du sol pourra être réalisé, ou à minima une préparation des trous de plantations d'environ 0,5 x 0,50 x 0,50 m seront réalisés à la pelle, au godet ou à la tarière avant la plantation (ou l'équivalent de la méthode du potet travaillé).

■ Plantation des arbres

Les mottes de terre au niveau des racines seront préalablement décompactées. Les végétaux seront ensuite positionnés bien verticalement. Le collet sera placé au niveau du sol qui sera façonné type "cuvette d'arrosage" d'un diamètre de 45 cm, pour retenir les eaux de pluie ou d'arrosage sur 15 cm de creux.

Les plants seront plombés à l'eau quelques soient les conditions d'hygrométrie / pluviométrie, afin de tasser naturellement la terre autour des racines. De 20 à 30 litres par plant.



■ Protection des plants

Deux types de protections sont nécessaires :

- Un **paillage** au pied de chaque plant afin de le préserver lors de la pousse des herbacées alentours, de la concurrence des végétaux et de mieux le discerner et de le protéger lors du débroussaillage d'entretien :

  préférer les dalles de paillage biodégradable de type géochanvre, de 50 x 50 cm minimum (agrafées avec 2 à 4 agrafes en bois de préférence).

  Il peut être également utilisé un paillage avec broyat de bois, façon mulch (épaisseur max 10/12 cm et 30 % de résineux maximum)

- Des **manchons de protection** anti-gibier d'origine 100 % végétal et biodégradable, de type Climatic Bio (marque Nortène, Intermas ; de Diamètre 14 cm mini, et maille 3x3 mm ou équivalent

  Fixation avec 2 tuteurs bambous, H105 cm pour les gaines de H60, ou 2 tuteurs châtaigniers H 150 pour les gaines de H120, H60 cm contre les lapins et autres petits gibiers, H 120 cm contre les ongulés.

Conservation et restauration de corridors arborés nécessaire aux déplacements des chiroptères				Code de la mesure : R12
				Liens avec autres mesures : R17
E	**R**	C	A	**R2.2k - Plantations diverses : sur talus type up-over (« tremplin vert ») ou visant la mise en valeur des** paysages





Illustration du matériel de protection des jeunes plants :

A droite la dalle de paillage en chanvre et le manchon de protection (filet ou gaine ajourée)

- **Etape 5 : Préconisations d'entretien des plantations**

Les 3 premières années nécessiteront un entretien régulier des jeunes plants :

- Débroussaillement des jeunes plants

Un débroussaillage du tour des jeunes plants sera nécessaire, à raison de 2 fois/an. Les dalles de paillage permettent de faciliter ce travail aux abords des jeunes plants sans les blesser. Ce débroussaillage doit être pratiqué manuellement à la débroussailleuse.

- Arrosage

L'arrosage des jeunes plants est indispensable les 3 premières années, à raison de :

La première année, suivant la plantation (d'automne) : 10 arrosages à répartir selon les besoins et les aléas météo, dont à minima 6 passages entre juin et août

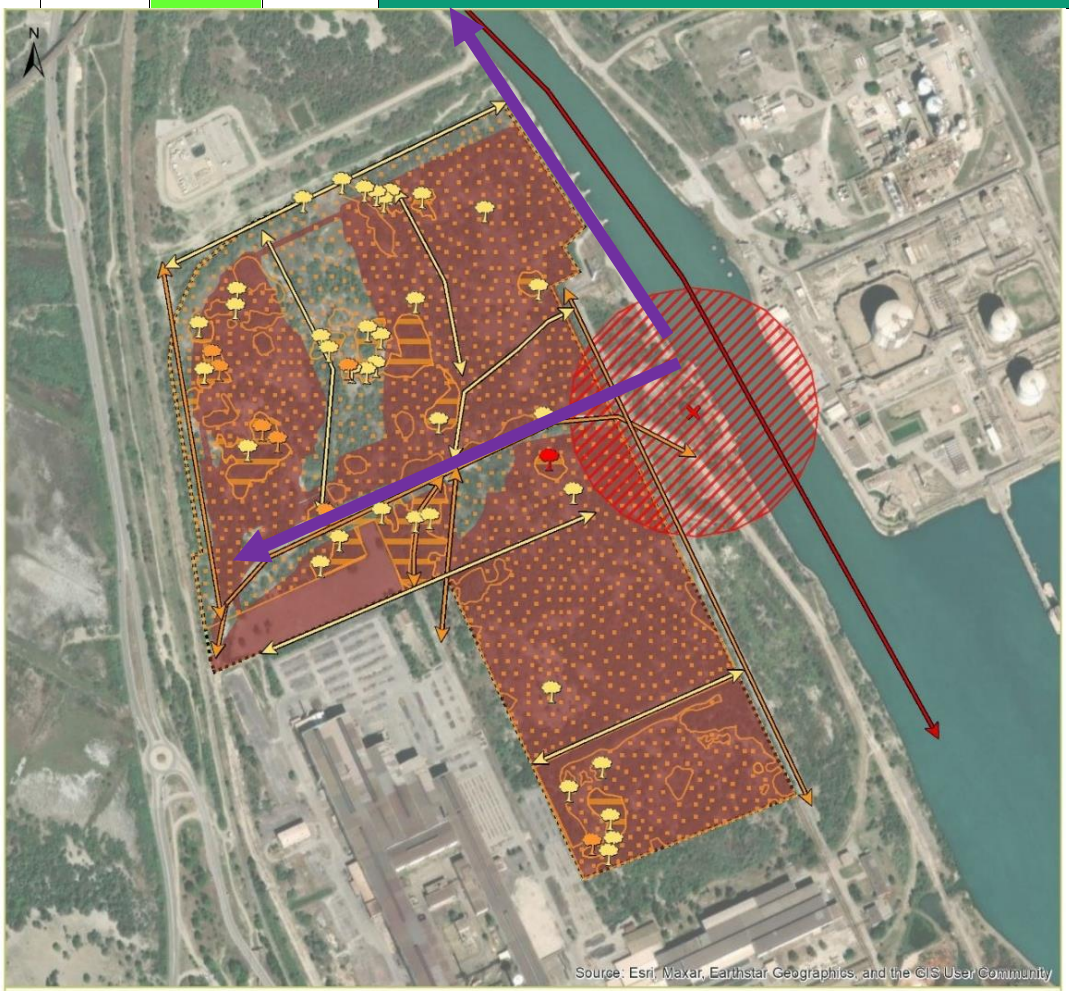
Année N+2 : 6 arrosages à repartir selon les besoins et les aléas météo

Année N+3 : 4 arrosages à repartir selon les besoins et les aléas météo

Localisation de la mesure :

Conservation et restauration de corridors arborés nécessaire aux déplacements des chiroptères	Code de la mesure : R12
	Liens avec autres mesures : R17

E	R	C	A	R2.2k - Plantations diverses : sur talus type up-over (« tremplin vert ») ou visant la mise en valeur des paysages



Carte 25 : Localisation des corridors à restaurer

Modalités de suivi :

- **Suivi global des mesures d'atténuation (AMO)**

La mise en place de cette mesure donnera lieu à un suivi pour constater la reprise des plants, leur développement et faire un état des lieux de l'efficacité de la mesure, à savoir la fonctionnalité de la lisère et l'évolution de la biodiversité sur site, notamment les chiroptères. Le suivi se caractérisera par :

- Un constat de reprise des végétaux à 2 ans avec un objectif de 90 % de reprise ;
- Hauteur des plants à 5 ans : (atteinte de 80 % de la taille adulte des arbustes et 5/8 m pour les arbres
- Qualité des strates : présence de 3 strates à 5 ans / 4 strates à 10 ans et hauteur > 8-10 m

- **Suivi Sa1 des chiroptères**

Sortie de gîte et pose d'enregistreurs au cours de 2 passages par an

Estimation financière (selon devis du partenaire potentiel OSMAÏA)

Action			Prix unitaire	Prix total estimé
Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation	u	1 000	6,75 €	6 750,00 €
Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables	u	1 000	4,16 €	4 160,00 €
Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois	u	1 000	5,96 €	5 960,00 €
Arrosage 20L/plant/passage	u	1 000	1,53 €	1 530,00 €
Total estimatif des travaux de plantations				**18 400,00 €**

Suivi de la mesure : Intégrée au coût global du projet	**Suivi (AMO) :** Compris dans l'audit de suivi de mesures avant travaux (€ HT), pendant travaux (€ HT) et après travaux (€ HT) Cf. : Mesure AMO2 et partie 6.10
Suivi écologique	**Suivi scientifique :** Compris dans le suivi scientifique des impacts de l'aménagement sur les groupes biologiques étudiés. Pour les chiroptères : 2 passages terrains par année de suivi + compte-rendu et analyse des sons (4 000 € HT / année) Toutes les années pendant 3 ans à T+1, T+2, T+3, puis tous les 5 ans, à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30 **Suivi mutualisé avec l'autres mesure de suivi chiroptère (R11)**

■ Mesure R14 : Limitation de l'activité nocturne en phase chantier

Limitation de l'activité nocturne en phase chantier				**Code de la mesure : R14**
				Lien avec autres mesures : R7
E	**R**	C	A	R2.1K : Dispositif de limitation des nuisances envers la faune

Thématique environnementale :	Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

La plupart des chauves-souris sont lucifuges. Les insectes (micro-lépidoptères majoritairement, source principale d'alimentation des chiroptères) attirés par les lumières s'y concentrent, ce qui provoque localement une perte de disponibilité alimentaire, les zones éclairées constituent donc des barrières inaccessibles. En effet, malgré la présence de corridors ou d'habitats de chasse attractifs, une zone éclairée sera délaissée par ces espèces (phénomène de barrière). Cette pollution lumineuse perturbe les déplacements des espèces sensibles et peut conduire à l'abandon de zones de chasse des espèces concernées.

Ainsi, en réduisant au minimum la pollution lumineuse en phase chantier, une partie de la fonctionnalité des corridors de transit et d'alimentation sera préservée. Cette mesure sera globalement profitable à l'ensemble de la faune, la pollution lumineuse modifiant le cycle circadien des espèces.

Limitation de l'activité nocturne en phase chantier	Code de la mesure : R14 Lien avec autres mesures : R7
Habitat(s) / espèce(s) ciblées : *Ciblé sur les chiroptères, et notamment* : **espèce lucifuges (Rhinolophes, Murins)** Profitable à l'ensemble de la faune **(oiseaux, mammifères terrestres, amphibiens…)**, la pollution lumineuse modifiant le cycle circadien des espèces	**Calendrier de la mesure :** Durant l'ensemble de la phase chantier
Méthode : Ne pas réaliser d'intervention nocturne durant la phase chantier. **Matériel nécessaire : /**	
Localisation de la mesure : ensemble du linéaire concerné par le projet	
Points de vigilance : / A noter que la proscription totale de l'activité nocturne du chantier ne sera pas réalisable en raison de certaine phase à réaliser en l'absence de trafic ferroviaire, soit de nuit. Ces phases seront bien identifiées dans le DCE, précisant ainsi la mise en application de la mesure. En dehors de ces phases, il ne sera fait recours au travail nocturne, y compris dans le but de pallier tout retard pris par le chantier.	
Modalités de suivi : ➢ Vérification du bon respect de la mesure lors des audits écologiques tout au long du chantier	

Estimation financière		
Accompagnement pendant travaux	Audits écologiques phase travaux	Compris dans le prix des audits chantier

■ Mesure R15 : Mise en place de l'éclairage en conformité avec les recommandations du CEREMA et les exigences biologiques des chiroptères

Mise en place de l'éclairage en conformité avec les recommandations du CEREMA et les exigences biologiques des chiroptères				Code de la mesure : R15 Liens avec autres mesures :-		
E	**R**	C	A	R2.2c : Dispositif de limitation des nuisances envers la faune		
Thématique environnementale :				**Milieux naturels**	Paysage	**Air / Bruit / Lumière**

Objectif de la mesure :

L'objectif de cette mesure est de réduire l'impact lumineux sur les chauves-souris et en particulier les chauves-souris lucifuges.

La notion de « pollution lumineuse » a été introduite dans le droit de l'environnement en France par le grenelle de l'environnement. Elle est définie comme une présence nocturne anormale de lumière pouvant avoir des conséquences sur les écosystèmes (RICH AND LONGCORE, 2006). En effet, sachant que plus de 30 % des mammifères et plus de 60 % des invertébrés sont nocturnes (HÖLKER et al., 2010), l'introduction de lumière artificielle dans l'environnement pourrait perturber les rythmes biologiques et écologiques des espèces. Il est donc important de prendre en compte la qualité de l'environnement nocturne dans les réseaux écologiques, l'établissement, la protection et la gestion de corridors afin de

Mise en place de l'éclairage en conformité avec les recommandations du CEREMA et les exigences biologiques des chiroptères	Code de la mesure : R15
	Liens avec autres mesures :-

favoriser leurs utilisations par la biodiversité nocturne (RICH AND LONGCORE, 2006). Pour ces raisons, la notion de Trame noire vient compléter la Trame verte et la Trame bleue dans le Grenelle 2. En effet, il a été démontré que l'introduction de l'éclairage artificiel dans l'environnement peut perturber la dynamique des populations en modifiant la physiologie, la mortalité et la perturbation des rythmes biologiques des espèces.

Par exemple, certains oiseaux se reproduisant près de lampadaires chantent plus précocement que des individus se reproduisant dans une forêt (LOE et al., 2010).

Chez les mammifères terrestres, il a été observé des modifications de leurs comportements de recherche de nourriture, de leur horloge biologique et également une augmentation de risque de prédation et de collisions routières à cause d'un éblouissement (BEIER et al., 2006). Pour exemple, les micros-mammifères se nourrissent moins dans les zones fortement éclairées, phénomène également constaté chez les lagomorphes (BEIER, 2006, BIRD et al., 2004).

Concernant les chauves-souris, trois principales causes de perturbations sont identifiées (HOLSBEEK, 2008) :

- *des effets sur les colonies de reproduction, les gîtes d'hibernation et les reposoirs,*
- *un effet de barrière visuelle contribuant à la fragmentation du paysage nocturne,*
- *une interférence avec l'activité alimentaire incluant la distribution des proies et la compétition interspécifique,*

Il a également été montré des modifications sur les déplacements et les distributions d'espèces.

Une utilisation ponctuelle peut être tolérée, en respectant l'arrêté sur la prévention, la réduction et la limitation des nuisances lumineuses du 27 décembre 2018 qui prescrit de nouvelles obligations réglementaires de gestion de l'éclairage. Certaines des préconisations qui suivent intègrent les nouvelles exigences ministérielles. Dans le cas présent : les éclairages extérieurs publics et privés.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Chauves-souris : *Toutes les espèces*

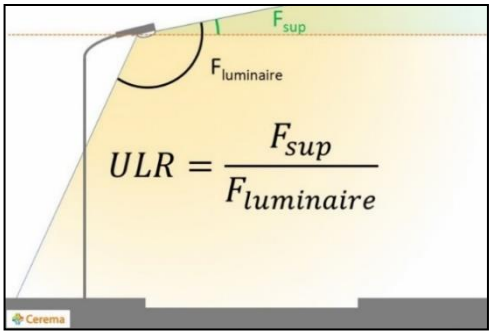
Additionnalité : Rapaces nocturnes, Insectes nocturnes

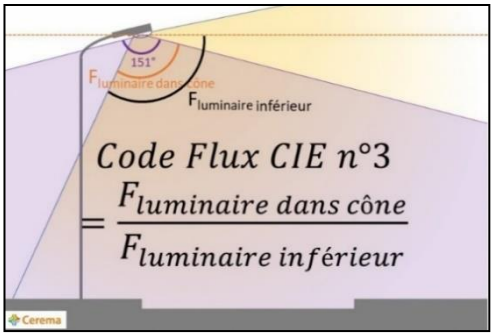
Période d'application de la mesure :

Avant, pendant et après travaux

Méthode :

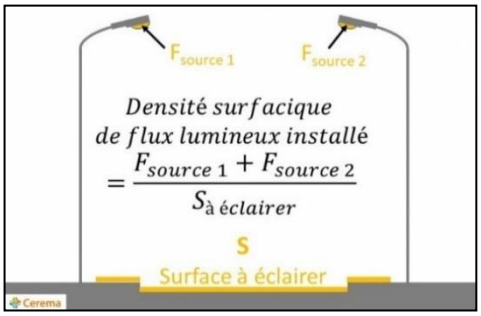
- Les éclairages de l'usine devront être évités ou limités à un strict minimum, de même pour le pourtour des emprises aux abords des milieux encore naturels.
- Pour permettre une obscurité quasi-permanente, un minuteur ou un système de déclenchement automatique (système plus écologique mais aussi plus économe et dissuasif (sécurité)) est à mettre en place. Si ces dispositions ne sont pas possibles, les recommandations de l'arrêté sont à suivre : un allumage le soir au plus tôt au coucher du soleil (de préférence 1 à 2h après le coucher de soleil astronomique or ce n'est pas compatible avec l'activité chiroptérologique) et une extinction 1h après la fin de l'activité des infrastructures, puis un rallumage matinal à 7h.
- La proportion du flux lumineux émis par les éclairages doit être sous l'horizontale, soit un ULR < 1 à 4%, un Code Flux CIE n°3 > 95%, et une densité surfacique < 35 lumens/m² (cf. figures ci-dessous). Concrètement, l'orientation des réflecteurs doit être vers le sol, en aucun cas vers le haut et l'abat-jour doit être total avec un verre protecteur plat et non éblouissant.





Mise en place de l'éclairage en conformité avec les recommandations du CEREMA et les exigences biologiques des chiroptères	Code de la mesure : R15
	Liens avec autres mesures :-

Source : CEREMA, 2019 (https://www.cerema.fr/fr/actualites/decryptage-arrete-ministeriel-nuisances-lumineuses-contexte)



Source : CEREMA, 2019



Source : Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2019

- Les éclairages de type halogènes sont proscrits. Il faut utiliser des **éclairages au sodium à basse pression (si impossible sodium haute pression)**. La température de **la couleur doit être chaude** (valeur basse de couleur, teinte orange), ce qui correspond à une température maximale de 3000 °K, soit une longueur d'onde de 590 nm pour les LEDs.

Concernant les éclairages, les recommandations sont :

- installer des luminaires uniquement si nécessaire ;
- avoir des luminaires qui ne permettent pas de diffusion au-dessus de l'horizon ;
- que les diodes et ampoules soient encastrées profondément dans les blocs d'éclairages pour ne pas disperser la lumière ;
- ne pas éclairer des surfaces réfléchissantes ;
- préférer les installations adossées aux zones à enjeux ;
- utiliser des bornes basses plus que des mats ;
- utiliser des diodes 590 nm ou 2400 kelvin et pas au-dessus. Dans le spectre, il ne faut jamais de bleu UV ;
- baisser les intensités fortement, donner à percevoir une ambiance plutôt qu'à voir, ne pas éblouir même les gens ;
- ne jamais éclairer vers le ciel (interdit réglementairement) ;
- installer aucun luminaire au niveau des traversées des cours d'eau ;
- ne pas éclairer des surfaces en eau (interdit réglementairement), que ce soit la darse ou la roubine au nord.

Voir le lien https://www.cerema.fr/fr/mots-cles/pollution-lumineuse

Localisation de la mesure :

Ensemble de la zone de l'usine. A ce stade, nous ne connaissons pas encore l'enplacement des luminaires externes.

Aucun espace vert ne sera éclairé de nuit, en dehors des zones nécessaires à la sécurité des personnes.

Aucun éclairage extérieur permanent ne sera orienté vers la darse ni vers la roubine au nord.

Points de vigilance :

La définition des modalités d'aménagement doit être inscrit dans le cahier des charges imposé au(x) prestataire(s) retenu(s). La collaboration avec un écologue lors de la conception du CCTP pour les aménagements extérieurs permettrait de valider et d'appliquer la mesure en veillant au bon respect des préconisations.

Modalités de suivi :

- Suivi global des mesures d'atténuation (AMO)

Mise en place de l'éclairage en conformité avec les recommandations du CEREMA et les exigences biologiques des chiroptères	Code de la mesure : R15
	Liens avec autres mesures :-
Estimation financière :	
Mesure : Intégrée au coût global du projet	**Suivi :** Compris dans la mission d'AMO de chantier

■ Mesure R16 : Mise en place d'une continuité écologique autour de la zone projet en cohérence avec les projets adjacents

Mise en place d'une continuité écologique autour de la zone projet en cohérence avec les projets adjacents				Code de la mesure : R16		
				Lien avec autres mesures : R5, R6, R12		
E	**R**	C	A	R2.2.o. Gestion écologique des habitats dans la zone d'emprise du projet		
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

La plupart des espèces de la faune qui sont ciblées par l'évitement amont (amphibiens, reptiles, mammifères terrestres, chiroptères) ont des besoins de continuités écologiques qui s'étendent au-delà des secteurs évités. En lien avec la mise en place de passages inférieurs pour la petites faune (mesure R5), il est proposé un plan de gestion des continuités écologiques avec les porteurs de projets voisins du projet NEOCARB (Marcegaglia, GPMM). Celui-ci permettra de préserver les habitats naturels entourant la zone NEOCARB, au nord, au niveau du linéaire de NATRAN (milieux arbustifs, milieux ouverts psammophiles, friches) et à l'est le long du canal de navigation et de la darse 1 (milieux arbustifs/arborés).

En présence de voies de circulation, des passages inférieurs seront installés, le couvert arbustif sera conservé, et les travaux de gestion seront concertés afin de prévenir la destruction d'espèces.

Pour pérenniser la mesure et par souci de cohérence et d'efficacité, le GPMM a émis la possibilité d'inscrire cette mesure au sein du plan de gestion des espaces évités/délaissés dans le cadre des différents projets d'aménagement au sein de la ZIP de Fos et porté par le GPMM.

Pour la faune ciblée, cette mesure permettra de conserver des domaines vitaux plus large qu'au sein même de la parcelle NeoCarb, les chiroptères conserveront des corridors de déplacement/transit partie intégrante des besoins vitaux.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Ciblé sur les chiroptères, Profitable à l'ensemble de la faune **(oiseaux, mammifères terrestres, amphibiens…)**, espèces ayant des besoins de déplacement

Calendrier de la mesure :

Durant l'ensemble de la vie du projet

Méthode :

En lien avec les partenaires voisins (Marcegaglia, GPMM/Innovex), les continuités écologiques seront maintenues en conservant les milieux naturels, le couvert arbustif/arboré notamment le long du canal et de la darse 1, du nord au sud, en continuité avec les secteurs préservés concernés par les projets adjacents.

Le GPMM pourra intégrer cette gestion écologique des corridors verts dans un plan de gestion global à l'échelle de la ZIP de Fos.

Matériel nécessaire : /

Localisation de la mesure :

Mise en place d'une continuité écologique autour de la zone projet en cohérence avec les projets adjacents	Code de la mesure : R16
	Lien avec autres mesures : R5, R6, R12



Carte 26 : Localisation des continuités écologiques entre NEOCARB et projets adjacents

Modalités de suivi :

- Intégration de la veille écologique aux suivis généraux des impacts du projet.
- Dans le cadre de la mise en place d'un plan de gestion des délaissés et autres espaces évités par les projets. La coordination devrait être effectuée par le Grand Port Maritime de Marseille.

Estimation financière		
Accompagnement pendant travaux	Audits écologiques phase travaux	Compris dans le prix des audits chantier

■ Mesure R19 : Libération d'emprises en milieux ouverts à semi-ouverts

Libération d'emprises en milieux ouverts à semi-ouverts				Code de la mesure : R19		
E	R	C	A	R2.1K : Dispositif de limitation des nuisances envers la faune		
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Libération d'emprises en milieux ouverts à semi-ouverts	Code de la mesure : R19

Objectif de la mesure :

Réduire les impacts du défrichement sur la petite faune, en adaptant la pratique de manière à permettre la fuite des individus vers les milieux naturels situés en périphérie, en démarrant par le centre de la parcelle et en progressant vers l'extérieur

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Herpétofaune, mammifères, entomofaune, avifaune

Calendrier de la mesure :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Méthode :

Le défrichement sera réalisé de façon concentrique de l'intérieur vers l'extérieur.

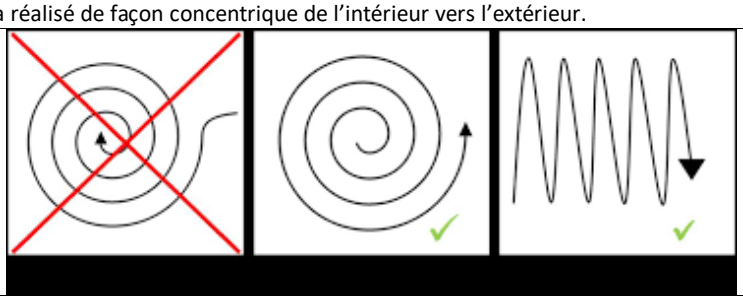


Schéma d'un débroussaillage vertueux
(Source : Var. Gouv)

Localisation de la mesure :

Intégralité des emprises à défricher

Points de vigilance

-

Modalités de suivi

Suivi de l'application de la mesure réalisé dans le cadre de l'AMO générale.

Estimation financière

Compris dans la mission d'AMO de chantier

■ Mesure R20 : Gestion écologique adaptée et raisonnée des OLD et des secteurs adjacents

Gestion écologique adaptée et rationnelle des OLD et des secteurs adjacents	Code de la mesure : R20
	Lien avec autres mesures : R16

E	R	C	A	Réduction technique en phase fonctionnement

Thématique environnementale	Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Gestion écologique des habitats situés dans les emprises de l'OLD en rationnalisant la lutte contre les incendies versus les enjeux écologiques.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Période favorable :

Gestion écologique adaptée et rationnelle des OLD et des secteurs adjacents	Code de la mesure : R20 Lien avec autres mesures : R16
Cette mesure est générale pour l'ensemble des compartiments biologiques et concerne l'entretien courant des OLD.	J F M A M J J A S O N D

Méthode :

En lien avec la règlementation « espèce protégée » et avec le fait que les OLD de 100 mètres à l'Est sont concernées par une mesure d'évitement et de réduction d'impacts (projet Mistral, Marcegaglia) sur espèces protégées et patrimoniales et sur les zones humides, il est envisagé que les OLD de 100m ne soient pas appliquées à l'Est. Toutefois, si les secteurs Est et Sud des OLD de 100 m restent applicables, un travail amont d'ouverture de ces OLD sera effectué avec le SDIS13 ainsi qu'avec le propriétaire du terrain limitrophe (Marcegaglia), responsable des OLD sur ses terrains, afin d'éviter les secteurs à enjeu et éviter des impacts supplémentaires qui ne seraient pas jugés indispensables dans la défense incendie sur la flore et la faune patrimoniales et protégées ainsi que sur les zones humides.

➢ **Entretien des zones débroussaillées (OLD) en accord avec les enjeux écologiques**

Cette mesure permettra de réduire les impacts du débroussaillement sur les habitats naturels, la faune et la flore des milieux ouverts principalement.

Sur les zones à débroussailler et jouant un rôle de « coupe-feu » pour protéger les installations, une limitation des perturbations du projet doit être mise en place pour préserver les espèces à enjeux localisées au sein de ces futures zones débroussaillées ou qui seront amenées dans le temps à les exploiter.

En règle générale, cet entretien régulier (souvent annuel) n'est pas orienté vers la conservation d'enjeux écologiques, et peut induire un impact direct sur certains habitats et espèces. Ainsi, une mesure spécifique peut être apportée afin d'en réduire significativement l'impact.

La mise en place et l'entretien de ces bandes OLD devront être réalisés en accord avec les sensibilités écologiques des espèces recensées/potentielles :

- Une réflexion sur le maintien de certains arbustes voire arbres (arbres-gîtes potentiels par exemple) devra être engagée en amont de l'ouverture des OLD. En effet, la préservation de certains bosquets plus ou moins isolés n'est pas rédhibitoire avec la mise en place des OLD. Il s'agira d'effectuer un débroussaillement sélectif et alvéolaire, dans la bande des 20 à 50m. En effet, dans la bande des 0 à 20m, il est impossible de mettre en place de l'alvéolaire ;
- L'entretien régulier des OLD devra, quant à lui, être réalisé soit manuellement, soit à l'aide de moyens légers d'intervention au plus tôt dans la saison hivernale, en évitant la période printanière et estivale, de façon à ne pas détruire les espèces présentes dans les zones ouvertes.

<u>Débroussaillement de type alvéolaire et sélectif (à appliquer sur la bande des 20-50m des OLD en fonction des recommandations du SDIS)</u>

Ce type de débroussaillement permet de conserver à l'intérieur des OLD des îlots de végétation (pelouses, garrigue basse, arbustes, arbres) qui constitueront autant de refuges pour la flore et la faune, grâce notamment à la multiplication des effets de lisière. Les alvéoles seront bien entendu en grande partie calquées sur les stations à enjeu de conservation. Elles devront donc être définies en présence de l'expert écologue et faire l'objet d'un marquage.

Gestion écologique adaptée et rationnelle des OLD et des secteurs adjacents	Code de la mesure : R20
	Lien avec autres mesures : R16

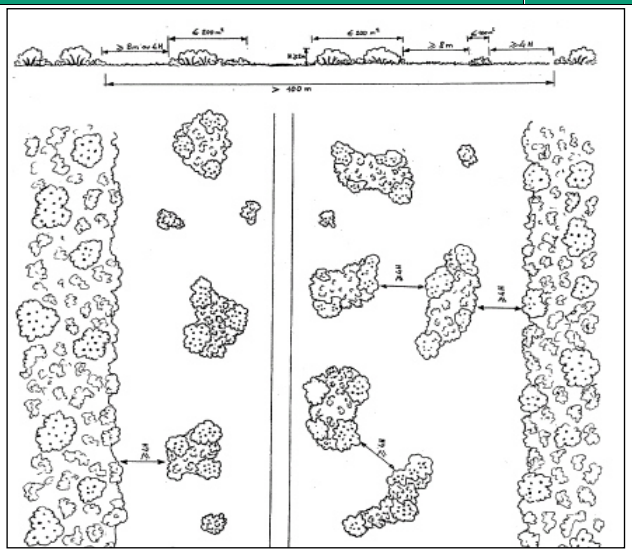


Illustration du traitement de la strate arbustive par le débroussaillement alvéolaire

JL. GUITON & L. KMIEC - ONF, 2000

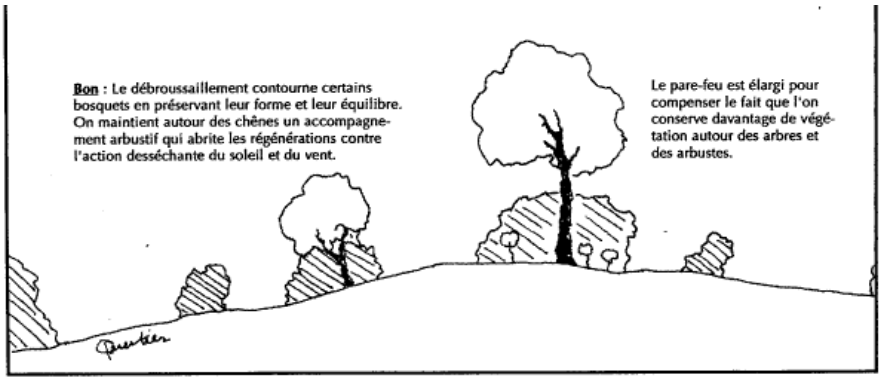


Illustration de la préservation de bosquets d'arbres et d'arbustes lors d'opérations de débroussaillement

P. QUERTIER - ONF, 2000





Exemples de débroussaillement / gyrobroyage de type alvéolaire

J. VOLANT, 10/05/2017, Le Castellet (13)

Les abords de l'emprise du projet doivent faire l'objet d'un entretien réglementaire, dans le cadre des OLD. Or, la « bande à entretenir » autour du parc photovoltaïque pourrait intercepter en particulier des stations d'espèces de la

Gestion écologique adaptée et rationnelle des OLD et des secteurs adjacents	Code de la mesure : R20
	Lien avec autres mesures : R16

faune protégée. Afin d'éviter toute destruction d'individus, **le débroussaillement devra impérativement être réalisé en hiver.**

Dans ces conditions, ces OLD bien conduites pourraient favoriser la dynamique des végétaux liés aux milieux ouverts et le maintien ou la recolonisation par les insectes et autre petite faune qui y sont associés.

Localisation de la mesure

Dans l'ensemble du périmètre des OLD intérieures et des OLD 100 m analysées.

Points de vigilance

- Eviter la fauche ou le débroussaillage durant le printemps et l'été pour ne pas impacter la flore ainsi que les insectes, ressource alimentaire de nombreuses espèces,
- Eviter toute utilisation d'engins mécaniques lourds pour le débroussaillage ou la fauche (risque de tassement ou de remaniement du sol). Privilégier une débroussailleuse à fil ou à disque voire une motofaucheuse à barre de coupe,
- En cas de fauche ou de débroussaillage, éviter une gestion trop rase des strates herbacée et arbustive (milieux ouverts trop ras défavorables pour le Psammodrome d'Edwards et le Seps strié),
- Proscrire tout usage de produits phytocides,

Modalités de suivi

Un suivi écologique spécifique, axé sur la bonne réalisation de la mesure sera réalisé la première année d'entretien annuel et les autres suivis d'indicateurs de performance seront intégrés aux suivis et veilles des mesures Sa1

Estimation financière

Encadrement écologique des premières opérations d'entretien de l'OLD (N+1)	2 jours de terrain/ + rédaction CR	**2 500€ HT** (année 1)

3. MESURES DE COMPENSATION PROPOSEES

Ce paragraphe dresse un catalogue de mesures compensatoires au titre du droit français qui devront être utilisées sur des parcelles en cours de sécurisation en termes de foncier par ELYSE ENERGY. Ces mesures ont été définies au regard de l'écologie des espèces impactées par le projet et soumises à la démarche dérogatoire. Chaque mesure est détaillée avec des objectifs précis. Le mode de mise en œuvre opérationnelle est présenté dans des fiches techniques qui présentent les travaux à effectuer et les périodes à respecter. Ces fiches opérationnelles détaillent également la phase d'entretien à mettre en œuvre et la planification temporelle à respecter.

Les mesures compensation ci-dessous ont été proposées dans le cadre du VNEI-DDEP. Ne figurent ici que les mesures ayant un effet bénéfique pour les chiroptères. Les codes suivent les mêmes codes qu'utilisés dans le document VNEI.

NB : la mesure C2 n'a pas directement d'effet sur les chiroptères mais est la mesure préalable permettant les mesures suivantes.

■ **Mesure C2 : Arrachage et gestion des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)**

Arrachage et gestion des EVEE				**Code de la mesure : C2**		
E	**R**	**C**	**A**	**Contrôle et éradication des espèces végétales exotiques envahissantes**		
Thématique environnementale :				Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit

Objectif de la mesure :

Le contrôle et l'éradication des espèces végétales exotiques envahissantes va permettre de favoriser la dynamique naturelle des espèces locales.

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Baccharis/Séneçon en arbre

Olivier de Bohême

Méthode (élaborée en partenariat avec l'entreprise OSMAÏA, spécialisée dans les travaux de lutte des EVEE) :

N.B. : un préalable indispensable : la mise en convention dès 2026 avec les usagers (éleveur, chasseurs) du site afin de garantir l'efficacité et la durabilité de la mesure.

La méthode de lutte employée ici sera adaptée au niveau d'envahissement, à la sensibilité, à l'accessibilité du site et aux moyens disponibles (main d'œuvre, engins…).

Remarque : Parcelle ouest : le canal d'amenée d'eau douce ne sera pas mis en eau en été afin de permettre aux berges du canal de pouvoir être praticables par des engins.

Remarque : les techniques développées ci-dessous sont applicables particulièrement pour le Baccharis qui est une espèce très envahissante. L'Olivier de Bohême, de moindre capacité invasive, sera cependant traité de la même manière.

Au niveau des fourrés à Baccharis :

Les travaux de restauration devront au maximum extraire le système racinaire de cette espèce pour éviter au maximum les rejets racinaires. Les pivots racinaires seront arrachés également dans la limite du possible pour éviter les rejets de souche.

- Fauche des parties aériennes avant la maturation des graines (septembre), broyage et évacuation

- Arrachage sur système racinaire à la pelle mécanique des pieds de Baccharis et évacuation en centre de traitement spécialisé.

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2

Limiter l'expansion d'un foyer

- La coupe et l'arrachage des jeunes plants permet d'éviter le développement d'arbustes matures. L'arrachage manuel est possible pour les plants inférieurs à 50 cm, en prenant soin de ne pas fractionner les racines.
- Si la zone est accessible, un débroussaillage mécanique à moins de 10 cm avant la formation de graines (octobre/novembre) permet de réduire sa propagation. Afin de réduire le risque de destruction de faune lors du débroussaillage avant travaux, il est préconisé de suivre un itinéraire de tonte qui balaye la zone en zig-zag plutôt qu'en opérant des tours concentriques (auquel cas les animaux ne savent pas dans quelle direction fuir).

La taille des branches en fleurs est à réaliser si l'arrachage n'a pas pu être réalisé avant la floraison, pour limiter la pollinisation anémogame. Les grappes seront placées dans des sacs fermés hermétiquement et destinés à l'incinération.

Le pâturage par des moutons avec une pression de 0,6 mouton/ha pendant 3 ans permet de limiter les repousses après traitement.

- La compétition avec des graminées limite la germination du Baccharis. Afin de limiter son expansion, des graminées indigènes peuvent être semées dans les espaces où le sol a été remanié, en prévention d'une colonisation potentielle.
- Concernant les spécimens les plus âgés, les souches sont percées puis remplies de sel ; mieux vaut attendre, par conséquent, la fin des périodes pluvieuses pour traiter.

Tentative d'éradication possible à mette en place au long cours pour les secteurs à la topologie basse, comme dans certaines sansouires et prés salés :

- Arrachage manuel des jeunes plants (<50 cm) ou à l'aide d'outils tels que bêche, pioche, baccharache (spécialement conçu pour l'arrachage du Baccharis) et coupe mécanique des plants adultes, à la débroussailleuse ou la tronçonneuse. Puis dessouchage à l'aide d'un tire-fort/barre à mine ou d'une chaîne attelée à un cheval ou un tracteur. La traction animale permet d'avoir un moindre impact sur le sol.
- Parcelle ouest : Immersion en eau (au moins 10 cm) pendant 6 à 8 mois en automne, hiver lorsque c'est envisageable. Elle permet de noyer les racines et souches qui seraient restées dans le sol et neutraliser la banque de graines.

Période d'intervention

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Arrachage à réaliser sur sol meuble												
Coupe, dessouchage, taille												
Immersion												

Matériel nécessaire :

Pelle mécanique, bennes de tri, sacs, gants, débroussailleuse, sécateurs, tronçonneuse, bèche/pioche/baccharrache, tire-fort, chaîne, cheval de trait/tracteur, etc.

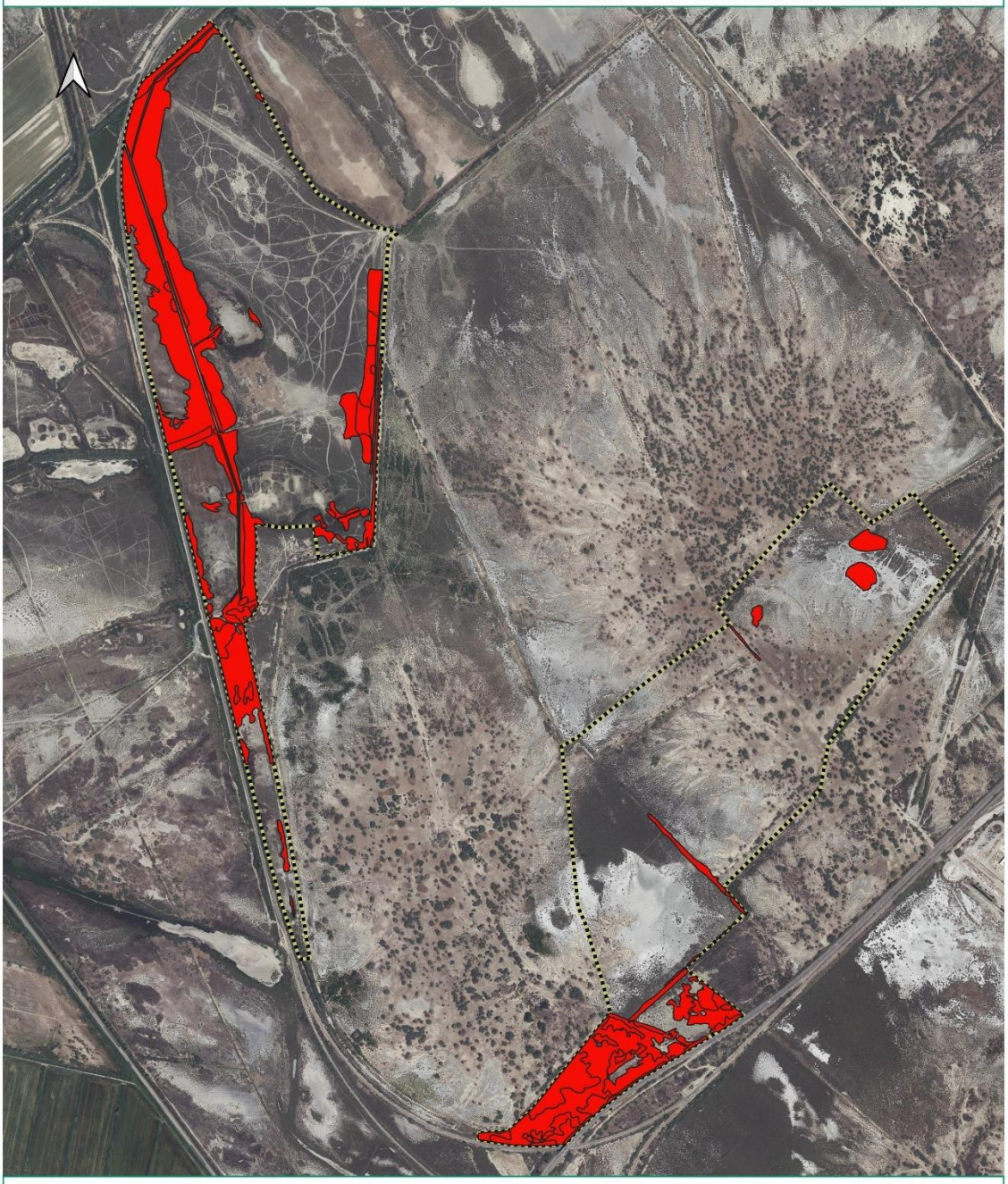
Localisation de la mesure

Les zones fortement colonisées par le Baccharis et l'Olivier de Bohême, soit environ 17,15 ha dans la parcelle ouest et 8,32 ha dans la parcelle est.

Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2

MESURE DE COMPENSATION C2_PARCELLES OUEST ET EST_ETANG DE L'OISEAU

Projet NEOCARB - Fos-sur-Mer (13)



Arrachage et gestion des EVEE	Code de la mesure : C2

Carte 27 : Localisation de la mesure C2

Traitement des déchets

- Gestion des espèces envahissantes arrachées : ces espèces ayant un très fort pouvoir de colonisation par multiplication végétative, il est essentiel de ne pas stocker ces espèces en pleine terre sur site, et encore moins de les broyer in situ.
- Les végétaux traités devront être stockés en big-bag ou benne ampliroll, eux-mêmes déposés sur bâches plastiques, en limitant le temps de résidence. En cas de vent ou de transport, les déchets doivent être recouverts pour éviter la dissémination des graines ou du pollen anémogame.
- L'ensemble des rémanents, parties aériennes ou souterraines, issus du traitement seront exportés en filière d'incinération. Les BSD seront exigés de la part des entreprises intervenantes.
- Tous le engins et outils utilisés devront arriver propres sur site et être nettoyés à chaque changement d'affectation, y compris intra-site. Ce traitement est nécessaire afin de ne pas favoriser l'expansion des foyers, et s'avère indispensable dans le cas d'espèces sur lesquelles reposent des enjeux majeurs.

Points de vigilance

- Un nettoyage systématique des outils et des engins (roues, chaînes, pelle) avant et après arrivée sur site doit être réalisé pour limiter l'import et l'export de débris végétaux et/ou de graines qui pourraient participer à la propagation des espèces envahissantes.
- Les terres contaminées ne doivent pas être exportées vers d'autres sites.
- Après traitement, le sol ne doit pas être laissé à nu, il est important d'encourager le développement rapide d'un couvert végétal, par ensemencement ou plantation.
- Une attention particulière devra être portée sur les secteurs présentant une faune et une flore à enjeu comme les marais et prés salés où l'on retrouve le Baccharis.

A savoir

- Le surpâturage et le drainage favorisent son installation.
- Une seule année d'arrachage des jeunes plants génère une repousse plus dense l'année suivante. C'est pourquoi il est nécessaire de répéter les opérations d'arrachage et de coupe sur plusieurs années.
- L'utilisation de produits chimiques est à proscrire, elle a un impact négatif sur la santé et l'environnement.

Autre précaution à prendre

Le Baccharis présente des fruits plumeux qui peuvent provoquer des allergies respiratoires.

Modalités de suivi

- Accompagnement et vérification du respect de la mesure par un coordinateur de chantier.
- Suivi régulier tous les ans pendant 5 ans après les premières interventions afin d'évaluer l'efficacité des mesures et les éliminer les rejets si besoin, puis tous les 2 ans, puis tous les 3 ans
- Le suivi sera intégré à la veille écologique faisant partie du plan de gestion compensatoire.

Estimation financière (sur la base du devis du partenaire en génie écologique OSMAÏA)

Coupe des parties aériennes et évacuation (le calcul est effectué sur 131,1 ha pour inclure la dynamique d'expansion des EVEE d'ici le démarrage des travaux C2)	Prix au m^2 : 0,12€ Prix estimé pour traiter la totalité des EVEE sur l'ensemble des 131 ha	160 000 €
Arrachage mécanique pendant 2 ans (le calcul est effectué sur 131,1 ha pour inclure la dynamique d'expansion des EVEE d'ici le démarrage des travaux C2)	Prix au m^2: 1,11€ Prix estimé pour traiter la totalité des EVEE sur l'ensemble des 131 ha	1 460 000 €

Arrachage et gestion des EVEE		Code de la mesure : C2
Encadrement écologique	Intégré au plan de gestion compensatoire	p.m.
Etape complémentaire (sur la base du devis du partenaire OSMAÏA)		
Brossage de prés salés du secteur Camargue puis ensemencement des zones traitées non concernées par la plantation de ripisylve	Estimé à 10 000€/hectare brossé et traité 20,5ha	20 500€HT
Suivi		
Le suivi des EVEE sera intégré à la mesure de suivi Sb3 et fera l'objet d'un plan d'action dans le cadre d'un comité de pilotage et de surveillance (cf. mesure A7)	Intégré au suivi Sb3	p.m.
Entretien dans le cadre du plan de gestion	Intégré au plan de gestion A6	p.m.

■ Mesure C4 : Sécurisation et amélioration d'un gîte en faveur des chiroptères

Sécurisation et amélioration d'un gîte en faveur des chiroptères				Code de la mesure : C4
				Liens avec autres mesures : MCR1
E	**R**	C	A	**C2.1.g – Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune) complémentaire à une autre mesure C2**
Thématique environnementale :	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air / Bruit / Lumière**	

Objectif de la mesure :

- Assurer la protection à long terme du gîte existant ;
- Améliorer la fonctionnalité et la sécurisation du gîte pour augmenter sa capacité et stabiliser les colonies

Contexte :

Au cours des prospections, la présence d'un gîte anthropique a été avérée en périphérie immédiate de la zone d'étude. Il accueille un gîte de parturition mixte d'environ 75 individus de Pipistrelles, le gîte ponctuel de repos nocturne ou de transit de la Sérotine commune, du Grand rhinolophe, du Murin à oreilles échancrées, du Murin cryptique et de l'Oreillard gris.

A ce jour, il est fortement dégradé et soumis à un dérangement humain pouvant être important : fréquentation diurne et nocturne par des jeunes et des pêcheurs, au niveau de la darse attenante, probables fêtes nocturnes organisées sur place (nombreux déchets et graffitis) et absence d'entretien de l'usine. A moyen et long terme, la dégradation de sa structure (risque d'effondrement de toiture) et le manque d'entretien par abandon, menace la pérennité du gîte.

La mesure de compensation proposée vise à sécuriser, restaurer et améliorer la capacité d'accueil du gîte afin de s'assurer le maintien à long terme et d'accroître les potentiels du site, notamment pour les espèces sensibles au dérangement comme les Rhinolophes.

Sécurisation et amélioration d'un gîte en faveur des chiroptères				Code de la mesure : C4
				Liens avec autres mesures : MCR1
E	**R**	C	A	**C2.1.g – Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune) complémentaire à une autre mesure C2**

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Chauves-souris : Pipistrelle commune, Pipistrelle pygmée, Pipistrelle de Kuhl, Grand rhinolophe, Murin à oreilles échancrées, Murin cryptique, Oreillard gris et Sérotine commune

Calendrier de la mesure :

Les travaux doivent commencer en dehors des périodes sensibles pour les chiroptères (reproduction et hibernation).

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Méthode :

Afin de préserver la fonctionnalité écologique du gîte anthropique avéré pour l'ensemble des espèces de chiroptères, les travaux devront prendre en compte l'ensemble des exigences écoogiques de chaque espèce. Les préconisations sont détaillées ci-dessous :

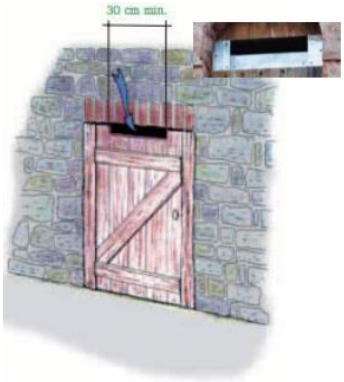
- **Etape 1 : Sécurisation du gîte pour limiter le dérangement et installation de chiroptères**

Afin d'assurer la pérennité du gîte et de limiter les dérangements humains actuellement constatés, plusieurs actions de sécurisation et d'aménagement sont prévues.

- **Fermeture de toutes les ouvertures** situées en rez-de-chaussée par la pose d'huisseries équipées de portes ou de parpaings. Ces portes seront maintenues fermées en permanence grâce à un **système de verrouillage sécurisé**, soit par cadenas à code, soit par serrure dont la clé sera uniquement détenue par le chiroptérologue référent de ce programme. L'accès au bâtiment sera strictement réservé à ce dernier pour permettre la réalisation des suivis, aucun autre personnel n'étant autorisé à pénétrer dans le gîte.

- **Création de chiroptères** : Certaines portes seront équipées de chiroptières, sous la forme d'ouvertures de dimensions minimales 15 cm de hauteur × 45 cm de longueur, aménagées en partie haute. Ces chiroptières permettront le passage des chiroptères tout en assurant leur protection contre la prédation. Pour cela, elles seront dotées d'un **encadrement métallique lisse en zinc sur l'ensemble de leur périmètre**, prolongé d'un rebord de **20 à 30 cm** afin de supprimer toute possibilité d'accroche par les prédateurs.





Exemple de chiroptères au-dessus d'une porte d'accès recouvert en zinc

- **Sécurisation** et **contrôle des accès le long de la darse** afin de limiter les intrusions humaines récurrentes : des **clôtures grillagées** seront mises en place en amont et en aval de la darse, en veillant à utiliser un grillage adapté à la faune locale pour ne pas entraver ses déplacements. En cas de besoin, ce dispositif pourra être complété par une **surveillance active**, incluant l'installation de **caméras** et la mise en place de rondes par un service de vigiles, afin de prévenir toute intrusion et d'assurer la tranquillité du gîte.

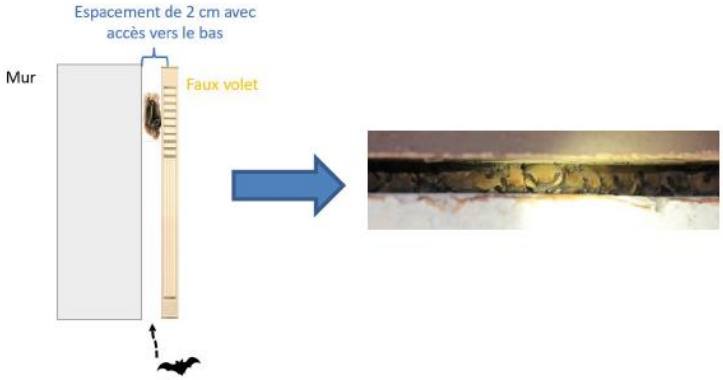
Sécurisation et amélioration d'un gîte en faveur des chiroptères				Code de la mesure : C4
				Liens avec autres mesures : MCR1
E	**R**	C	A	**C2.1.g – Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune) complémentaire à une autre mesure C2**

- **Etape 2 : Restauration du gîte et amélioration des capacités d'accueil**

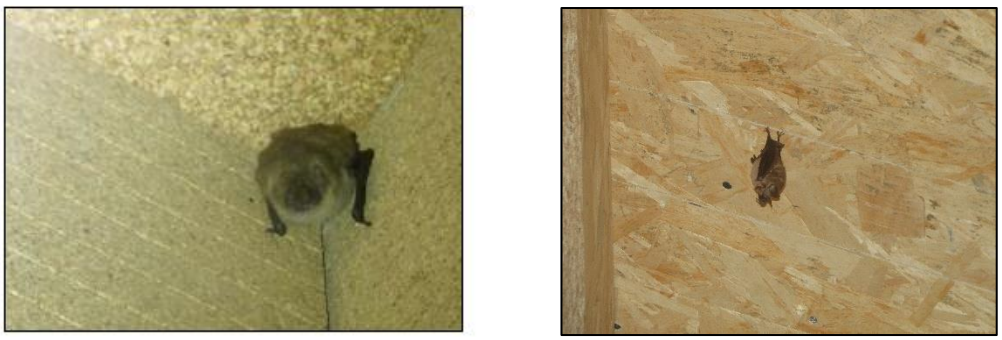
Afin de prévenir l'effondrement du bâtiment et d'assurer sa pérennité en tant que gîte, des travaux de consolidation structurelle seront réalisés, accompagnés d'aménagements spécifiques pour améliorer les capacités d'accueil des différentes espèces de chiroptères :

- **Restauration de la toiture et de l'isolation :** la toiture, actuellement fragilisée et présentant des infiltrations d'humidité ainsi que des pièces endommagées, sera entièrement refaite. L'isolation sera reprise afin de garantir un microclimat stable et de réduire l'humidité excessive dans les pièces du RDC et de l'étage.

- **Pose de faux volets au niveau des huisseries condamnées** : des volets pleins factices seront installés à minimum 3 m de hauteur sur 3 tasseaux de 2 cm d'épaisseur (un en haut et sur les 2 côtés). Le bois choisi devra être résistant à l'humidité et respecter des normes environnementales (noyer, robinier, châtaigner, … traité avec des triazoles ou du pyréthroides uniquement). La configuration du faux volet doit permettre un espace de 1 à 2 cm avec un accès par le bas.



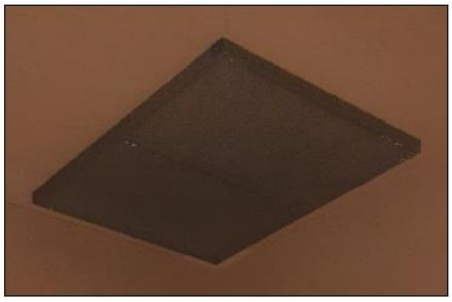
- **Aménagement des parois verticales au niveau du RDC et du R+1 de la maison** : un nettoyage complet sera effectué afin d'enlever les papiers peints en décollement. Les parois latérales seront recouvertes de panneaux de triply rainurés tous les 2 cm ou de liège/chanvre, offrant des microfissures d'accroche. Les cloisons entre les pièces devront être conservées.



Exemple de chiroptères accroché au triply rainuré

Sécurisation et amélioration d'un gîte en faveur des chiroptères				Code de la mesure : C4
				Liens avec autres mesures : MCR1
E	**R**	C	A	**C2.1.g – Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune) complémentaire à une autre mesure C2**

- **Aménagement des parois supérieures du RDC et du R+1 de la maison :** dans les zones où les parpaings ne présentent pas de cavités, des plaques de grillage à poules seront fixées, associées à des tasseaux en bois, afin de créer des surfaces d'accroche adaptées aux Rhinolophes. 4 grilles à maille fine (<1 cm) de 40*40 cm seront installés dans des pièces différentes.



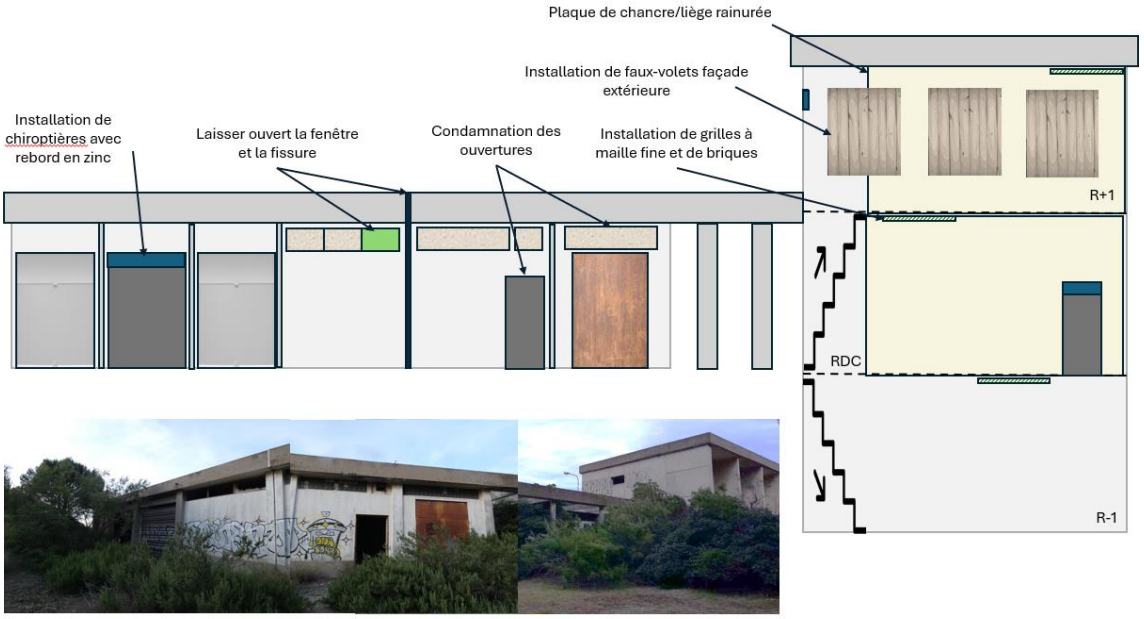
- **Installation de fausses briques** : des éléments artificiels imitant des briques seront disposés sur les murs intérieurs pour recréer des fissures et interstices supplémentaires, renforçant l'accueil des espèces fissuricoles. 6 briques en terre cuite seront installés au sein du RDC et du R+1 de la maison.

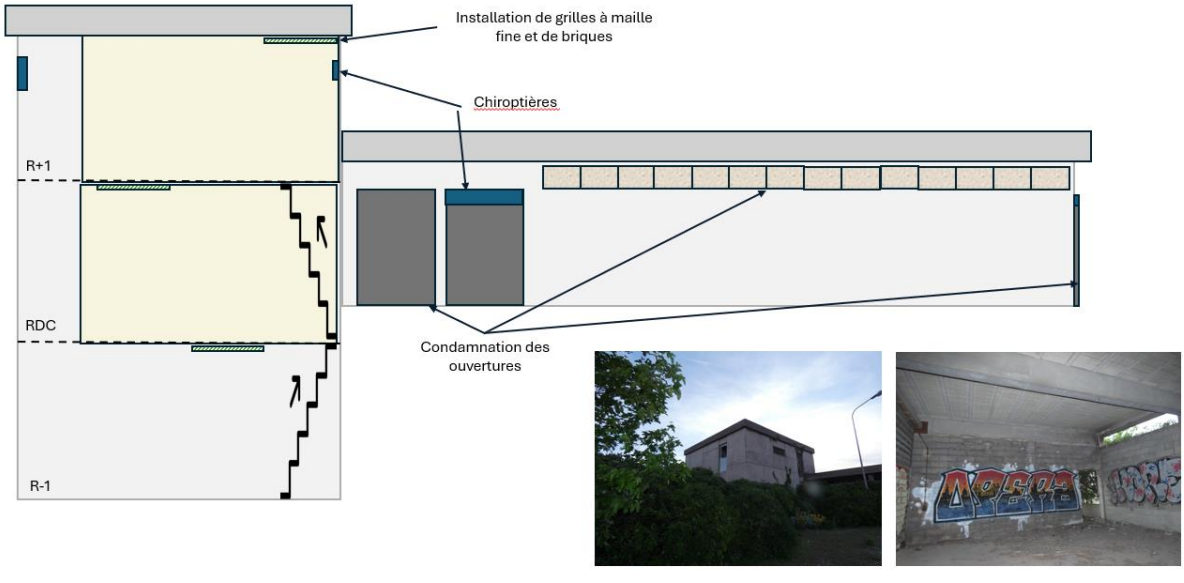




Ces interventions permettront de maintenir la diversité des microclimats internes (zones chaudes sous toiture et parpaings, zones fraîches en cave) et de diversifier les supports disponibles pour les différentes guildes écologiques (espèces fissuricoles, espèces de grands volumes comme le Grand rhinolophe).

Sécurisation et amélioration d'un gîte en faveur des chiroptères				Code de la mesure : C4
				Liens avec autres mesures : MCR1
E	**R**	C	A	**C2.1.g – Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune) complémentaire à une autre mesure C2**





Exemple de plans d'aménagement du bâtiment

Localisation de la mesure :

COMPENSATION CHIROPTERES ANTHROPIQUES SECTEUR PROJET

Projet NEOCARB - Fos-sur-Mer (13)



Gite anthropique à restaurer

site_potentiels_compensation_neocarb

ECO-MED écologues et médiateurs

Sources : ELYSE ENERGY / ECO-MED -
Fond : IGN
Réalisation : ECO-MED (LVALLEJO) 10/10/2025
Ref. étude ECO-MED : 4587 - NEOCARB

0 100 200 300 400 500 m

Sécurisation et amélioration d'un gîte en faveur des chiroptères				Code de la mesure : C4
				Liens avec autres mesures : MCR1
E	**R**	C	A	**C2.1.g – Aménagement ponctuel (abris ou gîtes artificiels pour la faune) complémentaire à une autre mesure C2**

Carte 28 : Localisation du gîte anthropique à restaurer

Modalités de suivi :

- **Suivi Sb1 des chiroptères (veille écologique)**

Estimation financière

Coût de la mesure :	Définir par entreprise spécialisée
Suivi de la mesure : Intégrée au coût global du projet	**Suivi (AMO) :** Compris dans l'audit de suivi de mesures avant travaux (€ HT), pendant travaux (€ HT) et après travaux Cf. : Mesure A1 et partie 6.1.
Suivi écologique	**Suivi scientifique :** Compris dans le suivi scientifique des impacts de l'aménagement sur les groupes biologiques étudiés. Pour les chiroptères : 2 passages terrains par année de suivi + compte-rendu et analyse des sons (env. 4 000 € HT / année)

■ Mesure C6 : Création d'une ripisylve le long du canal de la parcelle ouest

Mesure C6 : Création d'une ripisylve le long du canal de la parcelle ouest				Code de la mesure : C6	
				Lien avec autres mesures : C2	
E	**G**	C	A		
Thématique environnementale		**Milieux naturels**	Paysage	Air / Bruit	

Objectif de la mesure :

Recréer des habitats de reproduction pour les chiroptères arboricoles et les oiseaux cavicoles

recréer des habitats de déplacement, d'alimentation pour les chiroptères

Reconstituer un habitat de zone humide

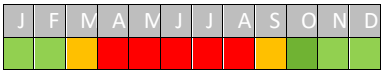
Mesure C6 : Création d'une ripisylve le long du canal de la parcelle ouest	Code de la mesure : C6 Lien avec autres mesures : C2

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

Oiseaux, Chiroptères, Amphibiens

Zones humides

Calendrier de la mesure



Contexte :

Le projet entraine la destruction de plusieurs bosquets à Peuplier et Tamaris sur la zone d'étude impactant les oiseaux, les chauves-souris et les zones humides.

Actuellement, les canaux de la zone de compensation ouest sont entourés de Séneçon en arbre, une espèce envahissante qui doit être retirer suite à la mesure C2 (gestion des EVEE). Une partie des espaces libérées par le retrait de cette espèce sera destinée à la création d'une ripisylve.

Le temps de formation d'une ripisylve pouvant être long, cette mesure sera complémentée par la pose de nichoirs (cf. C9,)

Méthode :

Cette ripisylve sera constituée essentiellement de Peupliers (*Populus spp*) et de Tamaris, deux espèces présentes localement et sur la zone d'étude. Elle sera recréée sur un linéaire d'environ 900 m pour une surface d'environ 4 ha. Les plantations devront se faire sur les hauts de berge tout le long du linéaire une fois le Séneçon en arbre traité. Cette mesure a donc un décalage d'au moins 1 an après le début de la réalisation des mesures compensatoires.

Les plants seront plantés en quinconce avec une diversité d'essences le long du gradient d'hygrométrie.

Les plantations seront faites sur une ligne variant de 30 à 100 m. La densité de plantation des arbres sera de 300 plants / ha, soit un arbre au moins tous les 5 m. Des essences arbustives seront plantées en intercalaires, selon une densité de 4 plants tous les 10 mètres linéaires.

Malgré l'apport en eau douce prévu (C2) et le maintien de cet apport, la salinité du milieu restera non négligeable. Les espèces envisageables pour la ripisylve sont donc limités. Des relevés de salinité pourront permettre de déterminer les essences ayant la possibilité de se maintenir.

Actuellement, sont envisagées :

- Peuplier noir (*Populus nigra*)
- Peuplier blanc (*Populus alba*)
- Tamaris de France (*Tamarix gallica*)
- Argousier (*Hippophae rhamnoides*)
- Frêne commun (*Fraxinus excelsior*)

Les espèces pourront être issues de la zone d'étude ou de pépinière locale.

Une partie des arbres proviendra de la zone projet, au moment de la 1ère campagne de défrichement. Les baliveaux (individus de 3/4 ans) seront prélevés, transportés et replantés dans la zone dédiée.

Préparation des plants de la zone d'étude :

- Préparation des sols sur la zone de compensation ;
- Récupération des individus à l'aide d'un godet en conservant un maximum de racines et de sol ;
- Installation de protections anti-prédateur (gaines climatiques grillagées) sur tous les individus inférieurs à 1m et 15 cm de tronc ;

Mesure C6 : Création d'une ripisylve le long du canal de la parcelle ouest	Code de la mesure : C6
	Lien avec autres mesures : C2

- En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier

1Transplantation d'arbres (estimation de la densité à 300 arbres/ha)
2Tuteurage tripode des arbres transplantés
3Mise en œuvre d'un paillage organique 10cm m²
4Arrosage 100L/arbre/passages à la plantation ou inondation par le canal

Préparation des plants issue de pépinière :

1Plantation de godets forestiers pour la reconstitution d'une ripisylve fonctionnelle et d'un boisemer compensatoire 200 plants/ha sur une superficie de 6,5ha
2Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation u
3 Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables
4Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois u
5Arrosage 20L/plant/passage

- Plant en racine nue ou godets de provenance régionale
    - Si racines nues, chaque plant sera préparé (habillage des racines et pralinage des plants).
- Les protections anti-prédateur (gaines climatiques grillagées) seront systématiques.

En fonction des conditions météorologiques, un plombage sera demandé en fin de chantier

Modalités de suivi

Un suivi sera a réalisé en accompagnement du chantier puis une fois les arbres plantés sur 20 ans, un suivi annuel pendant 5 ans puis un suivi tous les 5 ans (cf Sb3).

Indicateurs

- Absence d'EVEE
- Croissance des individus
- Densification de la ripisylve

Localisation de la mesure

Mesure C6 : Création d'une ripisylve le long du canal de la parcelle ouest	Code de la mesure : C6
	Lien avec autres mesures : C2



Carte 29 : Localisation de la mesure C6 : Plantation d'une ripisylve

Estimation fiancière

Transplantation d'arbres (5m) favorables aux chiroptères

	unité	Prix unitaire	total estimatif
Transplantation d'arbres (baliveaux) issus de la zone projet (estimation de la densité à 300 arbres/ha) *NB : si le nombre de baliveaux n'est pas suffisant dans la zone projet, un travail de recherche à l'échelle de la ZIP sera*	420	Env. 1 110 € HT	Env. 466 000€ HT

Mesure C6 : Création d'une ripisylve le long du canal de la parcelle ouest			Code de la mesure : C6 Lien avec autres mesures : C2
effectué sur d'autres zones projets en partenariat avec le GPMM			
Tuteurage tripode des arbres transplantés	420	Env. 100 € HT	Env. 42 000 € HT
Mise en œuvre d'un paillage organique 10cm /m²	420	Env. 9,60 €	Env. 4 050 € HT
Arrosage 100L/arbre/passages à la plantation ou inondation	420	Env. 13 €	Env. 5 500 € HT
Plantation de godets forestiers pour la reconstitution d'une ripisylve fonctionnelle et d'un boisement compensatoire 200 plants/ha sur une superficie de 4,13 ha			
Préparation du sol et plantation de godets forestiers fournitures et plantation	1 300,00	6,75 €	Env. 8 780 € HT
Mise en place de protection anti-rongeurs biodégradables	1 300,00	Env. 4,2 €	Env. 5 450 € HT
Mise en place de dalle de paillage 50x50cm biodégradable et agrafes de fixation et tuteurs bois	1 300,00	Env. 6 €	Env. 7 800 € HT
Arrosage 20L/plant/passage	1 300,00	Env. 1,55€	Env. 2 000 € HT

■ **Mesure C8 : Convention pastorale pour la gestion des troupeaux : arrêt de l'Ivermectine**

Les produits antiparasitaires de la famille de l'Ivermectine à destination des troupeaux sont toxiques pour la faune invertébrée, en particulier les coléoptères coprophages, et indirectement pour de nombreuses espèces de vertébrés.

De plus, la mise en place de plusieurs mesures de compensation sur des terrains pâturés, nécessitent un plan de mise en œuvre qui nécessitent l'implication de l'éleveur, ainsi que des usagers de l'eau (canal) pour assurer leur efficacité.

Ainsi, une convention pastorale sera élaborée en partenariat avec l'éleveur afin d'établir les éléments décisifs à la mise en œuvre optimale de la compensation, tout en prenant en compte les besoins des troupeaux.

Cette convention devra être établie au plus tôt car l'usage pastoral actuel intensifie la menace par les EVEE et nécessite au plus tôt un arrêt des pratiques inadéquates.

La convention sera suivie par le COPIL du plan de gestion (mesure A6) et révisée au besoin.

Le coût sera intégré au coût du plan de gestion A6.

■ **Mesure C10 : Mise en place de gîtes arboricoles favorables aux chiroptères arboricoles (Noctule de Leisler, Pipistrelle de Khul)**

Aménagement de gîtes arboricoles				Code de la mesure : C10 Lien avec autres mesures : C2, C6, C11
E	R	C	A	Aménagement ponctuel transitoire (abris ou gîtes artificiels pour la faune)

<table>
<tr><td colspan="3">Aménagement de gîtes arboricoles</td><td>Code de la mesure : C10
Lien avec autres mesures : C2, C6, C11</td></tr>
<tr><td>Thématique environnementale :</td><td>Milieux naturels</td><td>Paysage</td><td>Air / Bruit</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objectif de la mesure :
Favoriser le maintien du cortège chiroptérologique local par l'installation de plusieurs gîtes favorables à l'estivage et l'hibernation d'espèces arboricoles.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Habitat(s) / espèce(s) ciblées :
Chauves-souris arboricoles (Pipistrelles, Noctules, Murins, …)</td><td colspan="2">Calendrier de la mesure :
Travaux à réaliser idéalement avant l'arrivée des premiers chiroptères sur le site (retour d'hivernage à partir de mars) pour permettre une recolonisation dès la première année.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Méthode :
En compensation de l'abattage d'arbres-gîtes potentiels, il est préconisé la mise en place de gîtes artificiels (nichoirs) conçus pour les espèces forestières.
3 arbres-gîtes modérés et 15 faibles sont impactés par le projet. Ainsi ECOMED préconise l'installation de :
- 39 gîtes à chauves-souris à grande capacité d'estivation du type « Miramare WoodStone »
 
(©Wildcare)

La pose des nichoirs devra se faire comme suit :
- L'exposition du nichoir : Le trou d'envol devra être orienté lorsque c'est possible vers le sud et dans un secteur ensoleillé. Il est possible de varier les expositions pour offrir des conditions de température différentes mais les autres orientations sont moins optimales. L'objectif est de mettre les chiroptères à l'abri des vents dominants et de la pluie. La température intérieure doit être stable et comprise entre 27 et 38°C. L'accès au gîte doit être dégagé. Pour cela, les branchages limitrophes pourront être coupés pour faciliter l'accès en vol direct par les chauves-souris.
- La hauteur de pose devra se situer entre 3 et 8 m en privilégiant une hauteur assez importante pour éviter la prédation et pour permettre à certaines espèces d'avoir des pistes d'atterrissage assez conséquentes. Le but est de varier la hauteur de pose pour accueillir différentes espèces de chauves-souris.
- Choix des arbres et installation : Les arbres où seront posés les nichoirs devront être choisi judicieusement, si possible les arbres les plus imposants afin d'assurer leur stabilité.
- Les nichoirs doivent être attachés grâce à une ou plusieurs fixations qui ne risquent pas de rouiller ou de s'altérer avec le temps (fil galvanisé, fil électrique gainé, corde de nylon, etc…). Si besoin, l'utilisation de matériaux gainés ou en caoutchouc sera également important afin de ne pas endommager le tronc lors de la pose.
- Afin d'éviter que la pluie ne rentre trop facilement par le trou d'envol, il est conseillé de le pencher légèrement vers l'avant lorsque le tronc n'est pas droit. Il faut donc incliner légèrement le nichoir de façon à ce que le bas de celui-ci touche la surface de pose et coincer un morceau de bois dans le haut pour le maintenir dans cette position.
- Suivi des nichoirs : A la fin de la période de mise-bas et d'élevage des jeunes et avant l'installation de chauves-souris en hibernation (septembre/octobre), les systèmes de fixation devront être contrôlés. En cas de doute, ces derniers devront être remplacés. Ce passage permettra de suivre la fréquentation des gîtes (visualisation avec une lampe torche de la présence de chauves-souris et/ou de guano) et de couper les branches éventuelles dérangeant l'accès.</td></tr>
</table>

Aménagement de gîtes arboricoles	Code de la mesure : C10
	Lien avec autres mesures : C2, C6, C11



Matériel nécessaire :

Nichoirs à commander en avance, attaches (clous, fil galvanisé, tuyau d'arrosage, ciseaux, …), équipe de cordistes ou nacelles.



Localisation de la mesure

Les nichoirs seront positionnés dans la parcelle compensatoire à l'ouest du projet. Une prospection sera réalisée au préalable de la pose pour identifier les arbres pouvant accueillir les nichoirs. Des plots seront également possibles en complément des arbres totem pour installer les gites.

Aménagement de gîtes arboricoles	Code de la mesure : C10
	Lien avec autres mesures : C2, C6, C11

MESURE DE COMPENSATION C9 : INSTALLATION DE NICHOIRS A HUPPE, PETIT-DUC ET PIC EPEICHETTE
MESURE DE COMPENSATION C10 : INSTALLATION DE GITES A CHIROPTERES ARBORICOLES
MESURE DE COMPENSATION C11 : INSTALLATION D'ARBRES-TOTEM
PARCELLES OUEST _ETANG DE L'OISEAU

Projet NEOCARB - Fos-sur-Mer (13)



<table>
<tr><td colspan="2">Aménagement de gîtes arboricoles</td><td>Code de la mesure : C10
Lien avec autres mesures : C2, C6, C11</td></tr>
<tr><td colspan="3">Carte 30 : Localisation de la mesure C10 : Installation de gîtes à chiroptères arboricoles</td></tr>
<tr><td colspan="3">Points de vigilance
L’emplacement des nichoirs devra être choisi avec vigilance afin de limiter le risque de chute sur des promeneurs et de limiter par la même occasion le dérangement humain et la prédation (dérangement des espèces voire destruction).</td></tr>
<tr><td colspan="3">Modalités de suivi
<u>Suivi de la colonisation des gîtes (juin/juillet) :</u> <u>1 passage nocturne</u></td></tr>
<tr><td colspan="3">Estimation financière</td></tr>
<tr><td>Suivi de de colonisation</td><td>1 visite annuelle par an par un expert chiroptérologue pendant les 3 ans suivant la pose des nichoirs, puis tous les 5 ans pendant 30 ans + comptes-rendus annuel (intégré à la mesure A6, PDG)</td><td>1 500€ H.T./ an</td></tr>
<tr><td>Achat des nichoirs + matériels nécessaires à la pose</td><td>Le prix unitaire des gîtes d’estivation sont situés entre 100 et 150 euros pièce</td><td>Env. 6 000 € H.T.</td></tr>
<tr><td>Pose de 39 gites par une entreprise extérieure (cordiste) + piliers + aubans</td><td>310€/gite</td><td>Env. 12 000 €HT</td></tr>
</table>

■ Mesure C11 : Mise en place d'arbres totem en faveur de la faune insectivore (chiroptères, oiseaux)

<table>
<tr><td colspan="5">Mise en place d'arbres totem en faveur de la faune insectivore (chiroptères, oiseaux)</td><td colspan="2">Code de la mesure : C11
Lien avec autres mesures : C2, C6, C9, C10</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td colspan="3">C1.1 : Création / renaturation de milieux</td></tr>
<tr><td colspan="3">Thématique environnementale :</td><td>Milieux naturels</td><td>Paysage</td><td colspan="2">Air / Bruit</td></tr>
<tr><td colspan="7">Objectif de la mesure :
Favoriser les ressources alimentaires pour les espèces entomophages (chiroptères, oiseaux)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Habitat(s) / espèce(s) ciblées :
Chiroptères (Pipistrelles, Noctules, Murins, …), oiseaux insectivores</td><td colspan="4">Calendrier de la mesure :
Travaux à réaliser s au moment du défrichement, à l'automne, suite aux travaux d'arrachage et d'inondation du Baccharis</td></tr>
<tr><td colspan="7">Méthode (co-élaborée avec la société de génie écologique partenaire, OSMAÏA) :
Abattage doux des arbres à enjeux identifiés,
transfert vers la parcelle compensatoire et
installation/fixation du tronc par un système de 3 ancrages par totems et d'élingues.
Une fosse d'au moins 2 mètres sera réalisée pour recevoir la base du "totem" et sera comblée avec les matériaux du site.
Fixation par des auban (tripode) pour sécuriser l'accroche.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Localisation de la mesure</td></tr>
</table>

Mise en place d'arbres totem en faveur de la faune insectivore (chiroptères, oiseaux)	Code de la mesure : C11
	Lien avec autres mesures : C2, C6, C9, C10



Carte 31 : Localisation de la mesure C11 : Installation d'arbres-totem

<table>
<tr><th colspan="2">Mise en place d’arbres totem en faveur de la faune insectivore (chiroptères, oiseaux)</th><th>Code de la mesure : C11
Lien avec autres mesures : C2, C6, C9, C10</th></tr>
<tr><td colspan="3">Modalités de suivi
<u>Observation des trous d’émergence des insectes saproxylophages : indicateurs : présence de trous récents et/ou de sciure fraiche</u></td></tr>
<tr><td colspan="3">Estimation financière (sur la base du devis OSMAÏA, pour 39 arbres)</td></tr>
<tr><td>Base : 39 arbres-totem

Ce budget estimatif rémunère la mise en oeuvre d'un tronc, sachant qu'un arbre à enjeu peut présenter plusieurs troncs favorables aux chiroptères, cette quantité pourra être adaptée selon les retour de l'administration sur le ratio de compensation. Les gabarits routiers ainsi que les charges admissibles pour le passage sur la voie ferrée seront à vérifier au préalable.

Attention câble : prévoir une mise en défens complète des zones de plantations (taureau)</td><td>Coût unitaire de l’opération Totem : env. 5 800 € H.T.</td><td>Coût de l’opération de génie écologique (fourchette haute) : env. 225 000 € H.T.</td></tr>
<tr><td>Suivi insectes saproxylophages à réaliser pendant la veille écologique</td><td>Intégré à la veille écologique de l’entomofaune

(4 jours/an)</td><td>p.m.</td></tr>
</table>

4. MESURES CORRECTIVES

Dans le cadre de la séquence ERC (Éviter, Réduire, Compenser), le projet s'attache prioritairement à limiter au maximum les impacts sur les espèces protégées. Ainsi, des mesures d'évitement et de réduction sont prévues dès la conception et la réalisation du projet, tandis que des mesures compensatoires sont proposées afin de contrebalancer les impacts résiduels qui ne peuvent être supprimés.

Il convient toutefois de distinguer ces mesures de ce que l'on appelle les **mesures correctives**. Celles-ci ne constituent pas un volet planifié en amont mais correspondent à des actions mises en œuvre ***a posteriori***, en réponse à un dysfonctionnement ou à un impact constaté lors du suivi écologique. Elles visent à corriger une situation non anticipée ou à ajuster une mesure qui ne produirait pas les effets attendus.

À titre d'exemple, des mesures correctives peuvent consister à :

- adapter ou renforcer un dispositif de compensation (ex. remplacement de nichoirs inadaptés, ajout de gîtes artificiels) ;
- restaurer des zones accidentellement dégradées lors des travaux (ex. remise en état de zones de végétation hors emprise) ;
- ajuster les pratiques de chantier ou d'exploitation en fonction des constats de suivi (ex. modification des périodes d'intervention si une reproduction non anticipée est détectée) ;
- mettre en place des aménagements complémentaires en cas de mortalité faunistique supérieure aux prévisions (ex. passages supplémentaires pour la faune).

Ainsi, les mesures correctives s'inscrivent dans une logique d'adaptation et de réactivité : elles garantissent que, si les suivis mettent en évidence une efficacité insuffisante des mesures prévues ou des impacts non anticipés, des actions concrètes seront engagées pour corriger et rétablir la fonctionnalité écologique recherchée.

■ **Mesure MCR1 : Mesures correctives pour les chiroptères après la mise en œuvre des mesures de compensation et la synthèse des résultats des premiers suivis**

<table>
<tr><td colspan="5">Mesures correctives pour les chiroptères après la mise en œuvre des mesures de compensation et la synthèse des résultats des premiers suivis</td><td colspan="4">Code de la mesure : MCR1
Lien avec d'autres mesures : R12 et C6</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td colspan="5">C1.1 : Création / renaturation de milieux</td></tr>
<tr><td colspan="3">Thématique environnementale</td><td>Milieux naturels</td><td colspan="2">Paysage</td><td colspan="2">Air / Bruit</td></tr>
<tr><td colspan="9">Objectif de la mesure :
Dans le cadre du projet, il a été proposé des mesures de réduction et de compensation telles que la conservation et la restauration de corridors de vol (notamment le long de la Darse et dans la zone d'étude, mesure R12) ainsi que la mise en sécurité et l'amélioration du gîte anthropique avéré (mesure C6).
Cette mesure vise à s'assurer de l'efficacité de ces dispositifs et, dans le cas contraire, à identifier et mettre en œuvre des mesures correctives. Elle contribue également à des actions de conservation à plus large échelle pour les espèces présentes en gîte.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Habitat(s) / espèce(s) ciblées :
Chiroptères anthropophiles : Pipistrelle commune, Pipistrelle pygmée, Pipistrelle de Kuhl, Grand rhinolophe, Murin à oreilles échancrées, Murin cryptique, Oreillard gris et Sérotine commune</td><td colspan="5">Calendrier de la mesure :
J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■</td></tr>
</table>

Mesures correctives pour les chiroptères après la mise en œuvre des mesures de compensation et la synthèse des résultats des premiers suivis	Code de la mesure : MCR1
	Lien avec d'autres mesures : R12 et C6

Localisation de la mesure :

cf. R12, C4, C6, C8, C10, C11

Méthode :

Le suivi écologique post-travaux permettra d'évaluer l'efficacité des mesures R12, C4, C6, C8, C10, C11. Les mesures correctives seront déclenchées dans les cas suivants :

- C4 : Pour le gîte compensatoire, dans le cas où on ne retrouverait pas dans un délai de 5 ans :
  - Plus de 2/3 des individus de la colonie de Pipistrelles (toutes espèces confondues) en gîte soit plus que 50 individus
  - Plus de 2/3 de la richesse spécifique détectée dans le bâtiment (par l'acoustique ou pas comptage visuel) soit plus de 6 espèces
- R12 : Pour les corridors de vol, dans le cas où ils ne seraient pas fonctionnels :
  - Présence de trouées > 2 mètres,
  - Présence de lumières artificielles entravant le déplacement d'espèces lucifuges,
  - Absence de contacts d'espèces lucifuges et sensibles dans un délais de 5 ans post-travaux, et notamment le Grand rhinolophe et le Murin à oreilles échancrées

Dans les cas ci-dessus, il sera procédé à :

- Compléter ou adapter les aménagements du gîte compensatoire en fonction des résultats du suivi (ex : pose de gîtes supplémentaires) ;
- Renforcer la connectivité des corridors de vol si ceux-ci s'avéraient altérés (plantations complémentaires, augmentation de la largeur, maintien de linéaires boisés), notamment le long de la Darse ;

Compte tenu de la rareté des gîtes anthropiques en Camargue, des actions supplémentaires seront déployées :

- la sécurisation d'un bâtiment situé le long de la Darse, actuellement abandonné, où la présence de chiroptères est fortement soupçonnée (cf. étude initiale) et qui est menacé à terme par un effondrement. Ce bâtiment fera l'objet d'une réhabilitation adaptée (sécurisation physique pour éviter le dérangement humain, réhabilitation de mur/toiture si nécessaire) afin d'assurer sa pérennité en tant que gîte.

Matériel nécessaire :

- Matériel acoustique : détecteurs d'ultrasons passifs (type SM4) et de détecteurs actifs (type Echo Meter)
- Caméra infrarouge ou thermique
- Endoscope, caméra, lumière

Modalités de suivi :

Suivi de la fréquentation et de l'utilisation des gîtes et des corridors lors du suivi S5 des chiroptères. Les paramètres évalués :

- Taux d'occupation du gîte compensatoire (suivi visuel et acoustique, comptages et enregistrements acoustiques)
- Fréquentation et fonctionnalité des corridors de vol (point d'écoute passif).

Estimation financière

Mesures correctives pour les chiroptères après la mise en œuvre des mesures de compensation et la synthèse des résultats des premiers suivis	Code de la mesure : MCR1 Lien avec d'autres mesures : R12 et C6	
Intitulé	**Prix à l'unité**	**Prix total**
Suivi écologique	**Suivi scientifique :** Compris dans le suivi scientifique des impacts de l'aménagement sur les groupes biologiques étudiés. Pour les chiroptères : 2 passages terrains par année de suivi + compte-rendu et analyse des sons (4 000 € HT / année) Cf : Mesure Sa8 (en partie 6.2.)	
Mise en œuvre des mesures correctives générales	Non estimable à ce stade	

5. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ECOLOGIQUE

Les mesures d'accompagnement écologique n'ont pas une portée réglementaire et ne sont pas une obligation en comparaison aux mesures d'évitement, de réduction et de compensation d'un impact négatif.

Ces mesures permettent d'une part d'améliorer l'efficacité des mesures de compensation ainsi que la possibilité pour le porteur de projet de s'impliquer autrement que dans un cadre réglementaire strict dans une action de conservation de la biodiversité au sens strict.

ELYSE Energy, sur recommandation d'ECO-MED, souhaite s'investir dans 8 actions d'accompagnement écologique, détaillées ci-après.

Les mesures d'accompagnement suivantes reprennent la numérotation des mesures issues du VNEI-DDEP, seules les mesures ayant un lien avec les chiroptères sont figurées ci-dessous.

■ Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)

N.B. : Cette mesure est en fait la mesure chapeau de toutes les mesures et actions de gestion conservatoire, génie écologique, visant à accompagner, atténuer et compenser les impacts résiduels du projet dans le long terme (à horizon de 30 ans).

<table>
<tr><td colspan="4">Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social (PGES) à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)</td><td colspan="4">Code de la mesure : A6
Lien avec autres mesure : Mesure C1</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>A</td><td colspan="4">A6. 1: Action de gouvernance</td></tr>
<tr><td colspan="4">Thématique environnementale :</td><td>Milieux naturels</td><td>Paysage</td><td>Air / Bruit / Lumière</td></tr>
<tr><td colspan="8">Objectifs de la mesure :
– Intégrer, pour les évaluer dès le démarrage, des actions de gestion sur le site projet (mesures évitement et réduction) et sur les deux parcelles au sein d'une matrice globale et cohérente (Etang de l'Oiseau)
– Améliorer l'efficacité des actions de gestion/restauration/entretien à l'échelle de l'Etang de l'Oiseau (mesure d'amélioration, mesures corrective)
– Faciliter la coordination scientifique et assurer le retour d'expérience et la valorisation scientifique</td></tr>
<tr><td colspan="8">Habitat(s) / espèce(s) ciblées :
L'ensemble des cortèges de la faune et de la flore de l'écocomplexe local (Etang de l'Oiseau et du Caban)</td></tr>
<tr><td colspan="8">Contexte :
Le GPMM est propriétaire des terrains compensatoires confiés à ELYSE Energy et inscrit ses objectifs de gestion à plus large échelle dans le cadre de son SDPN (Schéma Directeur du Patrimoine Naturel) en travaillant actuellement sur la définition d'un SNCRR (site naturel de compensation, de restauration et de renaturation), qui souhaite intégrer à terme ces deux parcelles.
Le plan de gestion écologique et social (PGES) quinquennal proposé ici vise à s'emboiter dans la cohérence de ce SDPN et en compatibilité avec les prescriptions qui seront énoncées dans le cadre du futur SNCRR.</td></tr>
<tr><td colspan="8">Méthode :
L'élaboration du plan de gestion suivra les prescriptions du guide méthodologique national sur les plans de gestion.
Un travail collaboratif a déjà été entamé avec l'équipe d'HYDRATIS, experts en hydrogéologie et études hydrauliques, afin d'identifier les facteurs limitants de la future gestion à proposer sur les parcelles.
Une analyse socio-économique des ayants-droits du marais de l'oiseau sera entamée dès le démarrage de la mission.</td></tr>
</table>

Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social (PGES) à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)				Code de la mesure : A6 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

- **Diagnostic écologique :**

L'état initial de tous les compartiments a été essentiellement effectué sur 2024. Une mise à jour des habitats naturels, (EVEE) sera effectuée avant la mise en place de la mesure C2. Un état initial après la mise en place de l'ensemble des mesures de compensation/accompagnement sera fait.

Diagnostic socio-économique :

L'ensemble des activités se déroulant sur les parcelles devra être inventorié afin d'avoir une vision globale des usagers et ayants-droits, de leur interaction entre eux et avec le milieu naturel.

Définition des objectifs de gestion :

A partir du croisement des diagnostics écologique et socio-économique initiaux, il sera possible de faire ressortir les principaux objectifs de gestion à court, moyen et long terme en intégrant les besoins de compensation dans le cadre de ce dossier DDEP.

Définition des actions de gestion et des modalités de suivi :

Les actions de gestion à mettre en place seront déterminées à partir des objectifs et sous-objectifs prédéfinis et un suivi pluriannuel de la réussite des indicateurs de performance des actions engagées sera établi.

Validation du Plan de Gestion Environnemental

Ce PGE devra être validé par un comité de pilotage rassemblant l'ensemble des usagers et propriétaires des parcelles ainsi que l'opérateur chargé de la mise en œuvre de la compensation et le gestionnaire.

- **Travail à effectuer :**
  - Constitution d'un comité de pilotage ;
  - Réalisation des diagnostics et définition des objectifs et des actions de gestion ;
  - Validation du Plan de Gestion Environnemental ;
  - Mise en œuvre des actions de gestion.
  - Suivi des actions et de leur réussite

- **Calendrier des travaux :**

La réalisation des inventaires devra intervenir à la bonne période pour chaque compartiment biologique (*a minima* février à septembre) ;

Calendrier de la mesure :

Mission au long cours, à démarrer dès l'autorisation des premiers travaux.

Modalités de suivi

Un **comité de pilotage *ad hoc* du Plan de gestion quinquennal** sera mis en place dès le démarrage de cette mission et sera organisé et animé chaque année. Il intégrera en toute logique le comité de pilotage et de surveillance des EVEE de l'étang de l'oiseau et du Caban (mesure A7)

La composition exacte de ce Comité sera de la responsabilité des acteurs locaux,notamment le gestionnaire local GPMM. Il devra toutefois associer des représentants du monde scientifique, de la société civile, des gestionnaires éprouvés des zones humides littorales, et sera co-piloté par les organismes d'état en charge du suivi environnemental des impacts de NEOCARB.

Estimation financière

Intitulé	Prix à l'unité	Prix total estimatif

Mesure A6 : Mise en place d'un plan de gestion écologique et social (PGES) à l'échelle des parcelles de compensation et de la zone projet (secteurs évités)				Code de la mesure : A6 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

Rédaction du plan de gestion écologique et social quinquennal (première édition du PGES qui se déroulera ensuite sur les 5 premières années)	(forfait estimatif)	**Budget de 100 000 € H.T. estimé sur la période quinquennale**
Mises à jour / suivis / actualisations quinquennales	Non devisé à ce stade	**p.m.**
Mise en œuvre des suivis des mesures	Non devisé Intégration et deroulé au long court des actions de la séquence ERCAS validée à l'AP dérogatoire	**p.m.**
Préparation des comités (AMO) (5 jours par an)	1 000 € H.T.	**5 000 € H.T./an**
Animation des comités (AMO) (1 par an)	1 500 € H.T	**1 500 € H.T./an**

Une enveloppe budgétaire sera apportée par ELYSE ENERGY dès le lancement de ce plan de gestion qui s'initiera au démarrage des premières mesures de réduction et d'accompagnement.

Le budget estimatif annoncé, d'environ 50 000 € HT devra couvrir l'élaboration complète du plan de gestion écologique sur l'ensemble des deux parcelles compensatoires de l'étang de l'oiseau, du gîte anthropique à chiroptères près de la zone projet et des mesures de réduction (secteurs préservés) sur le site projet de NEOCARB. Pour ce faire, des séries d'inventaires de terrain complémentaires seront jalonnées dès la première année pour améliorer la connaissance d'ensemble du domaine à gérer et des interactions à créer avec le reste du complexe Etang de l'Oiseau/Etang du Caban.

■ **Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM**

N.B. : dans le cadre du traitement des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE), l'action de surveillance et d'action de cohérence territoriale sont des conditions *sine qua non* pour assurer l'efficacité de la mesure de compensation C2.

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM				Code de la mesure : A7 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

Thématique environnementale :	**Milieux naturels**	**Paysage**	**Air / Bruit / Lumière**

Objectifs de la mesure :

- Améliorer l'efficacité des actions de lutte des EVEE à l'échelle de l'Etang de l'Oiseau
- Pérenniser la lutte contre les EVEE dans un cadre englobant, en l'intégrant au Plan de Gestion des Espaces Naturels (PGEN) du GPMM

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM				Code de la mesure : A7 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

Habitat(s) / espèce(s) ciblées :

L'ensemble des cortèges de la faune et de la flore de l'écocomplexe local (étang de l'oiseau et du Caban), les zones humides

Contexte :

Au niveau de la surveillance, **une veille écologique active spécifique** sera effectuée tous les ans les cinq premières années après l'arrachage (mesure C2) à T+1, T+2, T+3, T+4, T+5, puis tous les deux ans, à T+7, T+9, T+11, T+13 et T+15, puis tous les trois ans à T+18, T+21, T+24, T+27 et T+30. La veille régulière permet de réagir rapidement en cas de reprise des foyers d'EVEE et à moindre coût.

Au niveau de la cohérence territoriale, il est indispensable de travailler de concert avec les propriétaires et/ou gestionnaires des parcelles entourant les parcelles compensatoires ouest et est de l'Etang de l'Oiseau mais aussi à plus large échelle, étang de l'Oiseau + étang du Caban, afin que les moyens humains et financiers mis en œuvre se mutualisent avec cohérence et surtout, aient un **effet synergique** avec les secteurs environnants.

En effet, traiter un secteur au milieu d'un secteur infesté n'est pas efficace puisque la pression de propagules est permanente sur le secteur traité. Il y a donc nécessité à créer à l'échelle de l'étang de l'oiseau et si possible du Caban un comité de surveillance des EVEE qui permettra la lutte efficace grâce à la synergie des acteurs.

Ainsi, en accord avec le GPMM, la surveillance des EVEE sera intégrée au PGEN pour une mise en cohérence avec les porteurs de projet présents et futurs et une pérennisation de l'action ancrée dans ce territoire.

Méthode :

Il est proposé une première approche de surveillance sous forme de zones tampon (ou « buffer ») de 50m autour des zones traitées aux EVEE afin de concentrer les efforts sur des périmètres clés. Mais la surveillance nécessitera également une veille étendue au-delà.

<u>Remarque importante</u> : à ce jour, les notions de buffers sont de plus en plus prises en compte dans le cadre de la lutte contre les espèces envahissantes. <u>Ils constituent en somme un début de garantie de l'efficacité à plus grande échelle des traitements appliqués.</u> Cela dit, concernant le cas des EVEE à traiter, par manque de REX, le *buffer* sera pour l'instant arbitrairement fixé à une bande tampon de 50 m. Les comités de pilotage et de surveillance successifs viendront parfaire ou corriger à bon escient cet arbitrage initial.

La surveillance sera opérée par un comité de pilotage (COPIL EVEE) qui sera constitué dès le début de la mission sous la coordination du GPMM. Celui-ci intègrera le comité de pilotage de la gestion des mesures de compensation, réduction et accompagnement du projet NEOCARB ainsi que le GPMM, les propriétaires voisins, les usagers du secteur.

Un plan d'actions de surveillance et de gestion EVEE sera proposé pour intégration au PGEN (cf. mesure A6).

- **<u>Travail à effectuer :</u>**
  - Constitution d'un comité de pilotage EVEE *ad hoc* ;
  - Mise en œuvre des actions de surveillance et de gestion.
  - Suivi des actions pluriannuelles et de leur réussite à l'échelle des deux parcelles compensatoires et même bien au-delà, grâce à l'effet buffers notamment;

Localisation de la surveillance :

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM				Code de la mesure : A7 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance



Carte 32 : Localisation des zones tampons (buffer) de surveillance élargies des EVEE autour des zones traitées

Mesure A7 : Mise en place d'un comité de pilotage (COPIL) de surveillance des EVEE à l'échelle du secteur Oiseaux-Caban, sous la coordination du GPMM				Code de la mesure : A7 Lien avec autres mesure : Mesure C1
E	R	C	**A**	A6. 1: Action de gouvernance

Calendrier de la mesure :

Mission au long cours, à démarrer dès l'autorisation des premiers travaux.

Le COPIL se réunira 1 fois par an, les années de veille écologique spécifique aux EVEE, à savoir à tous les ans les cinq premières années après l'arrachage (mesure C2) à T+1, T+2, T+3, T+4, T+5, puis tous les deux ans, à T+7, T+9, T+11, T+13 et T+15, puis tous les trois ans à T+18, T+21, T+24, T+27 et T+30.

Modalités de suivi

Un comité de pilotage du Plan de gestion EVEE sera mis en place dès le démarrage de cette mission et sera organisé et animé chaque année. Il intègrera le COPIL du plan de gestion des mesures ERCAS de NEOCARB

Estimation financière

Intitulé	Prix à l'unité	Prix total estimatif
Suivi annuel des EVEE sur le terrain	Inclus aux autres mesures EVEE	**p.m.**
Rédaction du plan d'actions EVEE (env. jours/an)	(forfait estimatif)	**5 000 € H.T/an**
Préparation des comités (AMO) (env. 1 jours de traitement/analyse par an)	1 000 € H.T.	**1 000 € H.T./an**
Animation des comités (AMO) (1 par an)	1 500 € H.T.	**1 500 € H.T./an**

6. SUIVI SCIENTIFIQUE DES MESURES

Dans le cadre du VNEI-DDEP les mesures de réduction et de compensation font l'objet de suivis, soit généraux soit spécifiques. Ne sont présentés ici que les suivis correspondant aux mesures d'atténuation et de compensation en lien avec les espèces Natura 2000 et présentées ci-avant.

Deux types de suivis sont proposés par la suite :

- **Un suivi de l'impact réel du projet (mesures de la rubrique Sa présentées ci-après)** sur les biocénoses année après année, et notamment les biocénoses indicatrices des milieux fréquentés ;
- **Un suivi de l'efficacité dans le temps des mesures de compensation proposées (mesure Sb)**.

6.1.1. Suivis, contrôles et évaluation de reconquête de la zone d'emprise

Le suivi de la zone d'emprise est détaillé ci-dessous. Il fera intégralement partie du plan de gestion des mesures de réduction, compensation et accompagnement de la mesure d'accompagnement A6 dont

Une veille écologique sera mise en place dès la fin des travaux et sera réalisée tous les ans pendant 3 ans après les travaux à T+1, T+2 et T+3, puis tous les 5 ans à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25 et T+30.

Cette veille permettra d'évaluer l'état du site suite aux travaux et en particulier dans les secteurs évités et ceux sur lesquels une des mesures de réduction s'appliquent ou se sont appliquées.

Ainsi, l'estimation de l'efficacité de plusieurs mesures sera réalisée au cours de cette veille :

- R10 : préservation des secteurs évités ;

- R 21 : gestion écologique des OLD et des secteurs adjacents en faveur de la faune

En plus de la veille écologique, plusieurs suivis d'indicateurs de performances nécessiteront une attention particulière. Il s'agit de :

■ **Suivi Sa1 : Veille écologique dans la zone projet de tous les compartiments concernés par le projet**

Cette veille permettra de vérifier l'état du site en lien avec la séquence ERCA retenue à l'AP dérogatoire.

Cette veille écologique active sera intégrée au plan de gestion (mesure A6) des mesures de réduction, de compensation et d'accompagnement.

Dimensionnement estimatif : 2 jours pour flore, invertébrés, reptiles, mammifères terrestres et 1 jour + 1 nuit pour oiseaux, 1 nuit pour amphibiens, 2 nuits pour chiroptères)

Les années de suivi sont fixées comme suit : tous les ans les trois 1ères années après les travaux à T+1, T+2, T+3 puis tous les 5 ans pendant 30 ans à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30.

■ **Suivi Sa8 : Abattage de moindre impact et restauration des continuités écologiques en faveur des chiroptères**

→ Le suivi de la restauration doit permettre de constater la reprise des plants, leur développement et faire un état des lieux de l'efficacité de la mesure, à savoir la fonctionnalité de la lisère et l'évolution de la biodiversité sur site, notamment les chiroptères. Le suivi se caractérisera par :

- Un constat de reprise des végétaux à 2 ans avec un objectif de 90 % de reprise ;
- Hauteur des plants à 5 ans : (atteinte de 80 % de la taille adulte des arbustes et 5/8 m pour les arbres
- Qualité des strates : présence de 3 strates à 5 ans / 4 strates à 10 ans et hauteur > 8-10 m

→ le suivi des chiroptères consistera à effectuer des poses d'enregistreurs et à effectuer une sortie de gîte 2 fois par an pour estimer l'état de conservation des populations de chauves-souris au sein du site et pour mesure l'efficacité des deux mesures sur les espèces.

6.2. Suivis, contrôles et évaluation des mesures de compensation et d'accompagnement écologique

- **Suivi Sb1 : Veille écologique de tous les compartiments concernés par le projet sur les parcelles compensatoires**

La veille sera intégrée au plan de gestion (mesure A6) des mesures de réduction, de compensation et d'accompagnement

4 jours pour invertébrés, reptiles, mammifères terrestres et 4 jours + 1 nuit pour oiseaux, 1 nuit pour amphibiens, 2 nuits pour chiroptères)

La flore est concernée par des suivis spécifiques Sb2 et Sb3.

Les années de suivi sont fixées comme suit : tous les ans les trois 1ères années après les travaux à T+1, T+2, T+3 puis tous les 5 ans pendant 30 ans à T+5, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30.

Plusieurs suivis feront l'objet d'une attention particulière, et sont détaillés ci-après.

7. SYNTHESE DES SUIVIS ECOLOGIQUES

Suivi	Habitat naturel / Espèce ciblé	Mesure concernée	Site Natura 2000 concerné	Durée du suivi	Coût du suivi
Suivi Sa1 : Veille écologique zone projet	Habitats naturels Toutes les espèces de chiroptères Toutes les espèces d'oiseaux	E0, R1, R10, R12, R15, R16, R20	ZSC FR9301596 « Marais de la Vallée des Baux et Marais d'Arles » ZSC FR9301592 « Camargue » ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »	30 ans à T+1, T+2, T+3, T+5, T+10, T+15, T+20, T+25, T+30	7 200€/année de suivi 64 800€ HT sur 30 ans *NB : ce suivi concerne l'ensemble des groupes concernés par le projet et pas uniquement les espèces Natura 2000*
Suivi S2 : Abattage de moindre impact avant les travaux	Toutes les espèces de chiroptères	R11		Période avant travaux	Intégré au suivi Sa1
Suivi S3 : Veille écologique compensation	Toutes les espèces de chiroptères	C2, C4, C6, C8, C10, C11		30 ans	20 000 € H.T./année de suivi 180 000€ HT sur 30 ans *NB : ce suivi concerne l'ensemble des groupes concernés par le projet et pas uniquement les espèces Natura 2000*

PARTIE 4 : CONCLUSION RELATIVE AUX INCIDENCES DU PROJET SUR LE RESEAU NATURA 2000

Rappel des éléments de droit français en lien avec cette évaluation d'incidence :
Dans le VNEI, en parallèle de ce travail, suite à la mise en place de mesures de réduction d'impacts ayant pour but d'atténuer les impacts résiduels sur les espèces, des impacts résiduels perdurent sur les chiroptères, estimés de très faibles à faibles.

Des mesures de compensation ont donc été proposées pour contrebalancer ces impacts négatifs.

- Spécifiquement, la mesure C4 a pour but de sécuriser et restaurer un gîte anthropique pour le Grand Rhinolophe, le Murin à oreilles échancrées et le Petit Murin (potentiel) ;
- la mesure C6 a pour but de recréer un habitat de déplacement et de transit pour le Minioptère de Schreibers, le Grand Rhinolophe, le Murin à oreilles échancrées et le Petit Murin. Il s'agit de planter une ripisylve à Peupliers blancs – en supplément pour le Murin à oreilles échancrée, la ripisylve sera à terme favorable pour abriter l'espèce en gîte, et pendant la transition pour atteindre la maturité des arbres plantés, la mesure C10 d'installation de gîtes pour les chiroptères arboricoles permettra de fournir les gites pendant ce laps de temps ;
- , la mesure C8 a pour but de stopper l'usage de l'Ivermectine à destination des troupeaux présents dans les parcelles compensatoires. S'agissant d'une molécule très utilisée comme antiparasitaire chez les troupeaux, ce produit entraine la raréfaction de nombreux insectes scatophages, ressource alimentaire pour la faune insectivore comme les chiroptères ;
- la mesure C11 a pour objectif de favoriser les insectes saproxylophages dans le secteur de plantation de la ripisylve. Ces insectes sont également une ressource alimentaire pour les chiroptères.

A la suite de la séquence ERCA, les incidences sont estimées de nulles à négligeables pour le Minioptère de Schreibers et le petit Murin (potentiel) et à très faibles pour le Murin à oreilles échancrées, le Grand Rhinolophe.

1. BILAN DES INCIDENCES DU PROJET SUR CHAQUE SITE NATURA 2000

1.1. ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »

1.1.1. Évaluation des atteintes résiduelles

Pour les chiroptères, la mesure R1 de décalage de démarrage des travaux à la période phénologique de moindre sensibilité permet de réduire la destruction d'individus, associée à la mesure R11 d'abattage doux des arbres-gîtes, ceci annule la destruction d'individus. Par ailleurs, la conservation et mise en place d'un corridor arboré est de nature à conserver une part de la fonctionnalité écologique des chiroptères (transit et déplacement). Enfin, le projet prévoit des mesures de compensation qui permettront d'améliorer des zones de chasse et recréer des arbres-gîtes.

Groupe étudié	Habitat naturel / Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des habitats/des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des habitats/ des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Habitats naturels	**Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)** (1410)	Nulles	-	Nulles
	Steppes salées méditerranéennes* (1510)	Nulles	-	Nulles
Chiroptères	**Grand rhinolophe** (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Très faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Négligeables
	Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Très faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Négligeables
	Petit Murin (*Myotis blythii*)	Très faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Négligeables
	Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Très faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Négligeables

Espèce avérée **Espèce fortement potentielle**

1.1.2. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (nuls à très faibles), le projet NEOCARB aura une incidence non notable sur la ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval »

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation.

1.2. ZSC FR9301592 « Camargue »

1.2.1. Évaluation des atteintes résiduelles

1.2.2. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZSC FR9301592 « Camargue »

Pour les chiroptères, la mesure R1 de décalage de démarrage des travaux à la période phénologique de moindre sensibilité permet de réduire la destruction d'individus, associée à la mesure R11 d'abattage doux des arbres-gîtes, ceci annule la destruction d'individus. Par ailleurs, la conservation et mise en place d'un corridor arboré est de nature à conserver une part de la fonctionnalité écologique des chiroptères (transit et déplacement). Enfin, le projet prévoit des mesures de compensation qui permettront d'améliorer des zones de chasse et recréer des arbres-gîtes.

Groupe étudié	Habitat naturel / Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des habitats/des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des habitats/ des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Habitats naturels	**Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)** (1410)	Nulles	-	Nulles
	Steppes salées méditerranéennes* (1510)	Nulles	-	Nulles
Chiroptères	**Grand rhinolophe** (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Très faibles
	Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Très faibles à faibles
	Petit Murin (*Myotis blythii*)	Très faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Négligeables
	Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Très faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Négligeables

Espèce avérée | **Espèce fortement potentielle**

1.2.3. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou

des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (nuls à faibles), le projet NEOCARB aura une incidence non notable sur la ZSC FR9301592 « Camargue ».

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation.

1.3. ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles »

1.3.1. Évaluation des atteintes résiduelles

1.3.2. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles »

Pour les chiroptères, la mesure R1 de décalage de démarrage des travaux à la période phénologique de moindre sensibilité permet de réduire la destruction d'individus, associée à la mesure R11 d'abattage doux des arbres-gîtes, ceci annule la destruction d'individus. Par ailleurs, la conservation et mise en place d'un corridor arboré est de nature à conserver une part de la fonctionnalité écologique des chiroptères (transit et déplacement). Enfin, le projet prévoit des mesures de compensation qui permettront d'améliorer des zones de chasse et recréer des arbres-gîtes.

Groupe étudié	Habitat naturel / Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des habitats/des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des habitats/ des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Habitats naturels	**Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)** (1410)	Nulles	-	Nulles
Chiroptères	**Grand rhinolophe** (*Rhinolophus ferrumequinum*)	Faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Très faibles
	Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	Faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Très faibles à faibles
	Petit Murin (*Myotis blythii*)	Très faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Négligeables
	Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	Très faibles	R1, R11, R12, R15, R16, R17 C2, C4, C6, C8, C10, C11	Négligeables

Espèce avérée **Espèce fortement potentielle**

1.3.3. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou

des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (nuls à faibles), le projet NEOCARB aura une incidence non notable sur la ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles ».

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation.

1.4. ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »

1.4.1. Évaluation des atteintes résiduelles

1.4.2. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône »

La mesure R1 de décalage de démarrage des travaux à la période phénologique de moindre sensibilité permet d'annuler la destruction d'individus (œufs ou juvéniles non volants) ainsi que d'annuler le dérangement d'adultes en période de reproduction.

Groupe étudié	Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Oiseaux	**Busard des roseaux** (*Circus aeruginosus*)	Très faibles	R1	Très faibles
	Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)*	Très faibles	R1	Très faibles
	Canard colvert *(Anas platyrhynchos)*	Très faibles	R1	Très faibles
	Grand cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Très faibles	R1	Très faibles
	Héron cendré *(Ardea cinerea)*	Très faibles	R1	Très faibles
	Héron garde-bœufs *(Bubulcus ibis)*	Très faibles	R1	Très faibles
	Huîtrier pie *(Haematopus ostralegus)*	Très faibles	R1	Très faibles
	Œdicnème criard *(Burhinus oedicnemus)*	Très faibles	R1	Très faibles
	Milan noir (*Milvus migrans*)	Très faibles	R1	Très faibles
	Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)*	Très faibles	R1	Très faibles
	Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)*	Très faibles	R1	Très faibles
	Tadorne de Belon *(Tadorna tadorna)*	Très faibles	R1	Très faibles

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle

1.4.3. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (très faibles), le projet NEOCARB dans les secteurs de Fos-sur-Mer a une incidence non notable dommageable sur la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône ».

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation.

1.5. ZPS FR9310019 « Camargue »

1.5.1. Évaluation des atteintes résiduelles

1.5.2. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZPS FR9310019 « Camargue »

La mesure R1 de décalage de démarrage des travaux à la période phénologique de moindre sensibilité permet d'annuler la destruction d'individus (œufs ou juvéniles non volants) ainsi que d'annuler le dérangement d'adultes en période de reproduction.

Groupe étudié	Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Oiseaux	**Canard colvert** *(Anas platyrhynchos)*	Très faible	R1	Très faible
	Goéland leucophée *(Larus michahellis)*	Très faible	R1	Très faible
	Grand cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Très faible	R1	Très faible
	Héron garde-bœufs *(Bubulcus ibis)*	Très faible	R1	Très faible
	Œdicnème criard *(Burhinus oedicnemus)*	Très faible	R1	Très faible
	Milan noir (*Milvus migrans*)	Très faible	R1	Très faible
	Mouette mélanocéphale *(Ichthyaetus melanocephalus)*	Très faible	R1	Très faible
	Mouette rieuse	Très faible	R1	Très faible

Groupe étudié	Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
	(Chroicocephalus ridibundus)			

Espèce avérée **Espèce fortement potentielle**

1.5.3. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (très faibles), le projet aura une incidence non notable dommageable sur la ZPS FR9310019 « Camargue ».

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation.

1.6. ZPS FR9310064 « Crau »

1.6.1. Atteintes résiduelles sur les habitats naturels et espèces Natura 2000 – ZPS FR9310064 « Crau »

Groupe étudié	Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
Oiseaux	**Busard des roseaux** (*Circus aeruginosus*)	Très faible	R1	Très faible
	Busard Saint-Martin *(Circus cyaneus)*	Très faible	R1	Très faible
	Canard colvert *(Anas platyrhynchos)*	Très faible	R1	Très faible
	Goéland leucophée *(Larus michahellis)*	Très faible	R1	Très faible
	Grand cormoran *(Phalacrocorax carbo)*	Très faible	R1	Très faible
	Héron cendré *(Ardea cinerea)*	Très faible	R1	Très faible
	Héron garde-bœufs *(Bubulcus ibis)*	Très faible	R1	Très faible
	Milan noir (*Milvus migrans*)	Très faible	R1	Très faible
	Mouette mélanocéphale	Très faible	R1	Très faible

Groupe étudié	Espèce Natura 2000	Atteintes sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des populations de l'espèce au sein du site Natura 2000
	(Ichthyaetus melanocephalus)			
	Mouette rieuse *(Chroicocephalus ridibundus)*	Très faible	R1	Très faible
	Tadorne de Belon *(Tadorna tadorna)*	Très faible	R1	Très faible

Espèce avérée | **Espèce fortement potentielle**

1.6.2. Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter aux dits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004)

Au regard des atteintes résiduelles sur les différents éléments évalués (très faibles), le projet NEOCARB dans les secteurs de Fos-sur-Mer a une incidence non notable dommageable sur la ZPS FR9310064 « Crau ».

Ce projet ne portera pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC, sous réserve de la bonne application des mesures d'atténuation.

2. RAISONS JUSTIFIANT LA REALISATION DU PROJET

Le projet ne génère pas d'incidence notable dommageable sur les habitats et les espèces Natura 2000 qui ont justifié la désignation de la ZSC FR9301590 « Le Rhône Aval », de la ZSC FR9301592 « Camargue », de la ZSC FR9301596 « Marais de la vallée des Baux et Marais d'Arles », de la ZPS FR9312001 « Marais entre Crau et Grand Rhône », de la ZPS FR9310019 « Camargue » et de la ZPS FR9310064 « Crau ».

Il n'y a donc pas lieu de :

- montrer l'absence de solutions alternatives de moindre incidence ;
- prouver que le projet est d'intérêt général, et ce pour des raisons impératives ;
- prévoir des mesures compensatoires.

  N.B. : Bien que non nécessaires dans le présent dossier, les mesures compensatoires C2, C4, C6, C8, C10 et C11 ont été proposées dans le cadre de la compensation du Volet Naturel d'Etude d'Impacts du projet NEOCARB et ont été exposées plus tôt (cf. Mesures de compensation proposées). Ces mesures (ainsi que toute la séquence ERCAS utilisable pour les besoins de cette évaluation) sont destinées à apporter des gains écologiques et seront appliquées et évaluées (obligation de résultats) dans les 30 années à venir.

3. ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES INCIDENCES DU PROJET SUR L'ETAT DE CONSERVATION DE CHAQUE SITE NATURA 2000

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

Etant donnée la grande diversité des milieux et l'importante richesse spécifique des groupes taxonomiques étudiés, il est très difficile, voire impossible, de réaliser un inventaire exhaustif de la zone d'étude à moins d'un effort considérable et encore. Il s'agit davantage d'une vision globale mais imprécise de la zone d'étude.

Le problème majeur de tous les protocoles d'inventaires ou de suivis d'espèces est la **détection**. En effet, la difficulté rencontrée lorsque l'on étudie la biodiversité sur le terrain est que les individus ou les espèces ne sont pas tous détectables avec la même facilité et ne sont donc pas nécessairement toutes détectés. Un grand nombre de facteurs vont influencer cette détection des espèces, par exemple :

-leur biologie, éthologie et écologie (rythme d'activité saisonnier (=phénologie) ou journalier (diurne/nocturne), localisation des zones plus ou moins denses en végétation, comportement cryptique, discrétion, taille, etc.),

-l'effet observateur potentiellement très fort (expérience relative, a priori sur les espèces et familiarité plus ou moins forte avec certaines, fatigue, temps de prospection réalisé, etc.),

-les conditions météorologiques (précipitations, température, vent, lune, etc.).

Sigles

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AE : Autorité Environnementale

AMO : Assistance à la Maîtrise d'Ouvrage

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope

AVP : Avant-Projet

BASOL : Base de données sur les sites et sols pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif

BD ALTI : Base de Données ALTImétriques numériques de l'IGN

BD Carto : Base de Données Cartographiques de l'IGN

BD Ortho : Base de Données Orthophotographiques de l'IGN

BD Topo : Base de Données Topographiques de l'IGN

BDNT : Base de Données Nationale des Territoires

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CBN : Conservatoire Botanique National

CDNPS : Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites

CdL : Conservatoire du Littoral

CE : Commission Européenne

CEN : Conservatoire des Espaces Naturels

CD : Conseil Départemental

CGDD : Commissariat Général au Développement Durable

CGEDD : Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable

CNPN : Conseil National de la Protection de la Nature

CNRS : Centre National de Recherche Scientifique

CRE : Comité Régional pour l'Environnement

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel

DDEP : Dossier de Dérogation Espèces Protégées

DDT : Direction Départementale des Territoires

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DFCI : Défense de la Forêt Contre les Incendies

DOCOB : Document d'Objectifs

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DTA : Directive Territoriale d'Aménagement

DUP : Déclaration d'Utilité Publique

EBC : Espace Boisé Classé

EIE : Etude d'Impact sur l'Environnement

EnR : Energies Renouvelables

ENS : Espace Naturel Sensible

ERCA : Eviter/Réduire/Compenser/Accompagner

FSD : Formulaire Standard de Données

GCP : Groupe Chiroptères de Provence

HQE : Haute Qualité Environnementale

IBD : Indice biologique diatomique

IBGN : Indice biologique Global Normalisé

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

INFLOVAR : Association loi 1901, dont le but est de mener l'inventaire et la cartographie de la flore du Var

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

IRSTEA : Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

JO : Journal officiel

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

MAB : Man And Biosphere

MAE : Mesures agro-environnementales

MAET : Mesures Agroenvironnementales territorialisées

MEA : Masse d'Eau Artificielle

MES : Matières En Suspension

MISE : Mission Inter-Services de l'Eau

MOA : Maître d'ouvrage

MOE : Maître d'œuvre

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

MRAe : Mission Régionale d'Autorité environnementale

MW : Mégawatt

OLD : Obligation Légale de Débroussaillement

OFB : Office Français de la Biodiversité

ONEM : Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

ONF : Office National des Forêts

OPIE : Office Pour les Insectes et leur Environnement

PADD : Projet d'Aménagement et de Développement Durable

PAPI : Plan d'Actions et de Prévention des Inondations

PC : Permis de Construire

PLAGEPOMI : Plan de Gestion des Poissons Migrateurs

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PN : Parc National

PNA : Plan National d'Actions

PNR : Parc Naturel Régional

POS : Plan d'Occupation des Sols

PPR : Plan de Prévention des Risques

PPRI : Plan de Prévention du Risque Inondation

PPRIF : Plan de Prévention des Risques Incendie de Forêt

PPRN : Plan de Prévention des Risques Naturels

pSIC : proposition de Site d'Importance Communautaire

RAMSAR : Convention sur les espaces humides

R&D : Recherche et Développement

REX : Retour d'Expérience

RNN : Réserve Naturelle Nationale

RNR : Réserve Naturelle Régionale

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SCAP : Stratégie de Création d'Aires Protégées

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SIC : Site d'Importance Communautaire

SIE : Système d'information sur l'eau

SIG : Système d'Information Géographique

SFEPM : Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères

SOPTOM : Station d'Observation et de Protection des Tortues et de leurs Milieux

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique

STEP : Station d'Epuration

STRANAPOMI : Stratégie Nationale Poissons Migrateurs

TVB : Trame Verte et Bleue

UE : Union Européenne

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

ZSGE : Zones Stratégiques pour la Gestion de l'Eau

Bibliographie

■ Générale

CHERRIER, O., ROUVEYROL, P., 2021. Hiérarchisation des enjeux de conservation terrestres du réseau Natura 2000 français. UMS Patrimoine Naturel - Ministère de la transition écologique.

COLLECTIF, 2021. Guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels (No. 88), Cahiers techniques. OFB.

CGDD, AGROPARISTECH, OFB, CEREMA, 2021. Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique. CGDD.

CGDD, 2013. Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire, et compenser les impacts sur les milieux naturels, "Références" du Service de l'Economie, de l'Evaluation et de l'Intégration du Développement Durable. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Paris.

GUETTE, A., CARRUTHERS-JONES, J., GODET, L., ROBIN, M., 2018. « Naturalité » : concepts et méthodes appliqués à la conservation de la nature. Cybergeo : European Journal of Geography.

PULLIN, A., SUTERLAND, W., GARDNER, T., KAPOS, V., FA, J., 2013. Conservation priorities Identifying need, taking action and evaluating success, in : Key Topics in Conservation Biology. Wiley, Oxford, pp. 3–22.

■ Habitats naturels / Flore

BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997 – CORINE Biotopes - Version originale - Types d'habitats français ; Ecole nationale du génie rural et des eaux et forêts, Laboratoire de recherches en sciences forestières, Nancy (France), 339 p.

BOURNERIAS M., PRAT D. et al., (collectif de la Société Française d'Orchidophilie), 2005 - Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg, 2e édition. Ed. Biotope, Mèze (collection Parthénope), 504 p.

BOURNERIAS M., PRAT D. et al., 1998 - Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg. Ed. Biotope, Mèze (collection Parthénope), 504 p.

COMMISSION EUROPEENNE, 2013 – Interpretation manual of european union habitats, version EUR28, 146 p.

GARGOMINY O., TERCERIE S., REGNIER C., RAMAGE T., SCHOELINCK C., DUPONT P., VANDEL E., DASZKIEWICZ P. & PONCET L., 2015 - TAXREF v9.0, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Rapport SPN 2015 – 64. 126 pp.

DANTON P. & BAFFRAY M. (dir. sc. Reduron J.-P.), 1995 – Inventaire des plantes protégées en France. Ed. Nathan, Paris / A.F.C.E.V., Mulhouse, 296 p.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013 - EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013 - EUNIS, Correspondances entre les classifications EUNIS et CORINE Biotopes. Habitats terrestres et d'eau douce. Version 1. MNHN-DIREVSPN, MEDDE, Paris, 43 p.

MULLER S. (coord.), 2004 – Plantes invasives en France. Collection Patrimoines Naturels, 62. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 168 p.

OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H., & ROUX J.-P., 1995 – Livre rouge de la flore menacée de France. Tome I : Espèces prioritaires. Muséum National d'Histoire Naturelle / Conservatoire Botanique National de Porquerolles / Ministère de l'Environnement éds, 621 p.

PAVON D. & PIRES M., 2020 – Flore des Bouches-du-Rhône, Naturalia Publications, 351p.

PRELLI R., 2001 – Les Fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Belin, Paris, 431 p.

RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G. et al., 1993 – Flore forestière française, Guide écologique illustré. Tome 3 Méditerranée. Institut pour le Développement Forestier, 2426 p.

THEVENOT J. & (coords). 2013. Synthèse et réflexions sur des définitions relatives aux invasions biologiques. Préambule aux actions de la stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes (EEE) ayant un impact négatif sur la biodiversité. Museum national d'Histoire naturelle, Service du Patrimoine naturel. Paris. 31p.

TISON J.M., JAUZEIN P., MICHAUD H., 2014 - Flore de la France méditerranéenne continentales. Ed. Naturalia/ Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles publications, Turriers, 2879p.

TISON J.-M., DE FOUCAULT B. (coords), 2014 - FLORA GALLICA - FLORE DE FRANCE, Ed. Biotope (Mèze), 1196 p. INVMED : https://invmed.fr/src/listes/evee-fiche.php?cd_ref=85474

■ **Zones humides**

AGENCE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2001. Guide technique SDAGE n°5, Fonctionnement des Zones Humides.

AGENCE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2015. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux -Rhône-Méditerranée, 512 p.

BAIZE D. & GIRARD M.C., 2009 – Référentiel pédologique ; Association Française pour l'étude du sol – Versailles, 404 p.

BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997 – CORINE Biotopes - Version originale - Types d'habitats français ; Ecole nationale du génie rural et des eaux et forêts, Laboratoire de recherches en sciences forestières, Nancy (France), 339 p.

DUCHAUFOUR P., 1997 – Abrégé de pédologie. Sol, végétation, environnement ; 5ième édition, Ed. Masson - Paris, 285 p.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013. EUNIS, European Nature Infirmation System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

MEDDE, GIS Sol. 2013. Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Groupement de l'intérêt Scientifique Sol, 63 p.

OULES E. 2019. Rapport d'expertise. Inventaire des zones humides du département des Bouches-du-Rhône 2017-2018. Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Département des Bouches-du-Rhône.

■ **Invertébrés**

BENCE S. (coord.), 2014. Liste rouge régionale des Rhopalocères et Zygènes de Provence-Alpes-Côte d'Azur, CEN PACA, 22p.

CHARLES J., MERIT X. & MANIL L., 2013. Les Hespérides de France (Lepidoptera : Hesperidae). Association les Lépidoptéristes de France. 57 p.

CEN PACA - CONSERVATOIRE D'ESPACES NATURELS PACA. SILENE Faune : Connaître, partager, conserver. [en ligne] : http://faune.silene.eu/index.php?cont=accueil

CHABROL L., 1998. Catalogue permanent de l'entomofaune française : Mantodea et Phasmoptera. Union de l'Entomologie Française ; 6 pages.

DEFAUT B., 1999. La détermination des Orthoptères de France. Edition à compte d'auteur, 83p.

DELIRY C. & FATON J.M., 2009. Histoire Naturelle des Ascalaphes. Histoire Naturelle, 10.

FOREL J. & LEPLAT J, 2001. Faune des carabiques de France, Tome 1 ; Ed. Magellanes ; 94 p.

GRAND D. & BOUDOT J.P., 2006. Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Ed. Biotope, Coll. Parthenope, Mèze, 480 p.

HERES A., 2009. Les Zygènes de France (Lepidoptera : Zygaenidae, Zygeaninae). Association des Lépidoptéristes de France, édition hors-série, 60 p.

HOCHKIRCH A., NIETO A., GARCIA CRIADO M., CALIX M., BRAUD Y., BUZZETTI F.M., CHOBANOV D., ODE B., PRESA ASENSIO J.J., WILLEMSE L., ZUNA-KRATKY T., BARRANCO VEGA P., BUSHELL M., CLEMENTE M.E., CORREAS J.R., DUSOULIER F., FERREIRA S., FONTANA P., GARCIA M.D., HELLER K-G., IORGU I.Ş, IVKOVIC S., KATI V., KLEUKERS R., KRISTIN A., LEMONNIER-DARCEMONT M., LEMOS P., MASSA B., MONNERAT C., PAPAPAVLOU K.P., PRUNIER F., PUSHKAR T., ROESTI C., RUTSCHMANN F., ŞIRIN D., SKEJO J., SZÖVENYI G., TZIRKALLI E., VEDENINA V., BARAT DOMENECH J., BARROS F., CORDERO TAPIA P.J., DEFAUT B., FARTMANN T., GOMBOC S., GUTIERREZ-RODRIGUEZ J., HOLUSA J., ILLICH I., KARJALAINEN S., KOCAREK P., KORSUNOVSKAYA O., LIANA A., LOPEZ H., MORIN D., OLMO-VIDAL J.M., PUSKAS G., SAVITSKY V., STALLING T. & TUMBRINCK J., 2016. European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets. Luxembourg Publications : Office of the European Union, 86p.

HOUARD X. & JAULIN S. (coord.), 2018. Plan national d'actions en faveur des « Papillons de jour » - Agir pour la préservation de nos lépidoptères diurnes patrimoniaux 2018-2028. Office pour les insectes et leur environnement – DREAL Auvergne-Rhône-Alpes - Ministère de la Transition écologique et solidaire : 64 p.

HOUARD X. (coord.), 2020. Plan national d'actions en faveur des « libellules » - Agir pour la préservation des odonates menacés et de leurs habitats 2020-2030. Office pour les insectes et leur environnement – DREAL Hauts-de-France - Ministère de la transition écologique : 66 p.

LAFRANCHIS T., 2000. Les Papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Coll. Parthenope, éd. Biotope, Mèze ; 448 p.

LAFRANCHIS T., 2007. Papillons d'Europe. DIATHEO. 379p.

LAFRANCHIS T., JUTZELER D., GUILLOSSON J-Y., KAN B. & KAN P., 2015. La vie des Papillons – Ecologie, Biologie et Comportement des Rhopalocères de France. Diatheo, Espagne, 751 p.

LAFRANCHIS T. Diatheo. Papillons de France. [en ligne] : http://diatheo.weebly.com/

LANGLOIS F. & LELONG P., 1996. Cartographie des phasmes français. Le Monde des Phasmes, 35 : 27-29

LELONG P., 2000. Les trois phasmes de France. ASPER, 19 p.

LEPINET, Les Carnets du Lépidoptériste Français. [en ligne] : http://www.lepinet.fr/

LPO PACA - LIGUE POUR LA PROTECTION DES OISEAUX DE PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR. Faune PACA. [en ligne] : http://www.faune-paca.org

Muséum National d'Histoires Naturelles. INPN - Inventaire National du Patrimoine Naturel. [en ligne] : https://inpn.mnhn.fr

ONEM. Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens. [en ligne] : http://www.onem-france.org/dolichopoda/wakka.php?wiki=CartoDynamique

OPIE-PROSERPINE, 2009. Papillons de jour, Rhopalocères et Zygènes, Atlas de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Naturalia publications, 189 p.

PAPAZIAN M., VIRICEL G., BLANCHON Y. & KABOUCHE B., 2017. Les Libellules de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Biotope Editions Mèze (France). 368 p.

ROBINEAU R., 2011. Guide des papillons nocturnes de France. Delachaux et Niestlé, Paris (France). 287 p.

SARDET E., ROESTI C., BRAUD Y., 2015. Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, (collection Cahier d'identification), 304 p.

SCHAEFER, L. 1949. Les Buprestides de France. Tableaux analytiques des Coléoptères de la faune franco-rhénane. Miscellanea Entomologica, Supplement, Paris, 511 p.

SCHAEFER, L. 1984. Les Buprestides de France. Mise à jour 1983. Miscellanea Entomologica, Compiegne 50 : 1-15.

UICN France, MNHN, Opie & SEF, 2012. La Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine. Dossier électronique : https://inpn.mnhn.fr/docs/LR_FCE/Dossier_presse_Liste_rouge_Rhopaloceres_metropole_Mars_2012.pdf

UICN, 2016. La Liste rouge des espèces menacées en France. Libellules de France métropolitaine. Comité français de l'UICN et Muséum National d'Histoire Naturelle. Dossier électronique : http://www.insectes.org/opie/pdf/767_f288_actualites56fbcda393c0d.pdf

VILLIERS A., 1978. Faune des Coléoptères de France. Cerambycidae. Encyclopédie Entomologique - XLII. Editions Lechevalier, Paris, 611 p.

■ **Amphibiens/Reptiles**

DUGUET, R., MELKI, F., & Acemav Association. (2003). Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Biotope.

FAUNE PACA. Disponible sur : www.faune-PACA.org (Consulté le : 10/09/2024).

LESCURE, J., & DE MASSARY, J. C. (Eds.). (2012). Atlas des amphibiens et reptiles de France. Mèze: Biotope.

RIVIERE, V., OLIVIER, A., & DURAND, E. (2019). Le Pélobate cultripède Pelobates cultripes (Cuvier, 1829) sur le pourtour du Golfe de Fos (Bouches-du-Rhône): distribution actuelle, caractérisation des habitats et menaces. Nature de Provence, 1-1

UICN France, MNHN, & SHF (2015). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France.

VACHER J.P & GENIEZ M., (coords) 2010 – Les Reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

■ **Oiseaux**

BESNARD A. & SALLES J.M., 2010 - Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. Note méthodologique à l'usage des gestionnaires de sites Natura 2000. Rapport DREAL PACA, pôle Natura 2000. 62p.

BIBBY C.J., BURGESS N.D., HILL D.A. & MUSTOE S.H. (2000). *Bird Census Technique. 2nd edition*. Academic Press, London. 302 p.

BLONDEL B., FERRY C. et FROCHOT B. (1970). *Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par stations d'écoute*. Alauda, 38 : 55-70.

BLONDEL J. (1975). *L'analyse des peuplements d'oiseaux, élément d'un diagnostic écologique ; I. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.)*. Terre et Vie 29 : 533-589.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. (2017). *European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities*. Cambridge, UK: BirdLife International, 172p.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. (2021). *European Red List of Birds*. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 52p.

DUBOIS Ph.J., LE MARECHAL P., OLIOSO G. & YESOU P. (2008). *Nouvel inventaire des oiseaux de France*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 560 p.

FLITTI A., KABOUCHE B., KAYSER Y. & OLIOSO G. (2009). *Atlas des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. LPO PACA. Delachaux et Niestlé, Paris, 544 p.

ISSA N. & MULLER Y, coord. (2015). *Atlas des oiseaux de France métropolitaine – Nidification et présence hivernale*, LPO / SEOF / MNHN. Delachaux & Niestlé, Paris, deux volumes, 1408p.

LASCEVE M., CROCQ C., KABOUCHE B., FLITTI A. et DHERMAIN F. (2006) *Oiseaux remarquables de Provence. Ecologie, statut et conservation.* LPO PACA, CEEP, DIREN PACA, région PACA. Delachaux et Niestlé, Paris, 318P.

LPO, 2015 – Atlas interactif des oiseaux nicheurs en région PACA : http://www.faune-paca.org/.

HAMMEAU O., ROY C., coord. (2020). *Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs, de passage et hivernants de Provence-Alpes-Côte d'Azur,* 18p.

UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS. (2016). *La liste rouge des espèces menacées en France. Oiseaux nicheurs de France métropolitaine*, Paris, 32 p.

■ **Mammifères terrestres**

BUGLIONE, M., PETRELLI, S., TROIANO, C., NOTOMISTA, T., RIVIECCIO, E., FUGLIONE, D., 2020. The diet of otters (Lutra lutra) on the Agri river system, one of the most important presence sites in Italy: a molecular approach. PeerJ 8, e9606. https://doi.org/10.7717/peerj.9606

CAUBLOT, G., MELBECK, D, 2010. Pelotes ! : Décortiquer et déterminer le contenu des pelotes de réjections, "La Gazette des terriers, Boult-aux-Bois.

JOURDE, P., LENARTOWSKI, N., 2020. Le hérisson d'Europe : description, comportement, vie sociale, mythologie, observation, Nouvelle éd. ed. Delachaux et Niestlé, Paris.

MNHM, UICN France, SFEPM, 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France - Mammifères de France métropolitaine, 244 p.

POITEVIN, F, OLIVIER, A., BAYLE, P., SCHER, O., 2010. Mammifères de Camargue, Regard du Vivant et Parc naturel régional de Camargue. ed.

POITEVIN, F., QUERE, J.-P., 2021. Insectivores et rongeurs du sud de la France. Éditions écologistes de l'Euzière, Prades-le-Lez, 407 p.

RIGAUX, P., BAYLE, P., BOMPAR, J.-M., MENU, M., SARREY, D., 2016. Les Mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Biotope, Mèze, 344 p.

ROSOUX, R., LEMARCHAND, C., LIBOIS, R.M., BOUCHARDY, C., 2019. La loutre d'Europe. Biotope, Mèze.

SAVOURE-SOUBELET, A, ARTHUR, C-P, AULAGNIER, S, 2021. Atlas des mammifères sauvages de France, volume 2 : Ongulés et Lagomorphes, Patrimoines naturels. Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

SAVOURE-SOUBELET, A, HAFFNER, P, AULAGNIER, S, 2024. Atlas des mammifères sauvages de France, volume 3 : Carnivores et aux Primates, Patrimoines naturels. Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

■ **Chiroptères**

ARTHUR L. & LEMAIRE M. ; 2021 – Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

BAS Y, KERBIRIOU C, ROEMER C & JULIEN JF (2020) Bat reference scale of activity levels (Version 2020-04-10) [refPF_Total_2020-04-10.csv] Muséum national d'Histoire naturelle. https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/reference-scales-of-activity

BARATAUD M. 2012 (et mises à jour) ; Ecologie acoustique des Chiroptères d'Europe, identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle (Collection Inventaires et Biodiversité), Paris, 344 p.

BDD GCP, 2012 – Base de données chiroptérologique de la région PACA réalisé par le Groupe Chiroptères de Provence.

DIETZ C., KIEFER A., 2015 – Chauves-souris d'Europe – Connaître, identifier, protéger. Guide Delachaux. Ed. Delachaux & Niestlé.

UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2019). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

LPO PACA, GECEM & GCP, 2016. Les Mammifères de Provence- Alpes-Côte d'Azur. Biotope, Mèze, 344 p

www.faune-paca.org; Liste communale des espèces, consulté en ligne le 14/10/2024

INPN - MNHN, Fiches ZNIEFF et Formulaire Standard de Données Natura 2000, consulté en ligne le 14/10/2024

Annexe 1 Critères d'évaluation

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques permet de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observés sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée. Dans le présent rapport, les statuts réglementaires sont mentionnés explicitement dans les descriptions d'espèces et les tableaux récapitulatifs.

❖ Habitats naturels

Les habitats, en tant qu'entités définies par la directive Habitats bénéficient du statut réglementaire suivant :

■ **Directive Habitats**

Il s'agit de la directive européenne n°92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, elle est entrée en vigueur le 5 juin 1994 :

- **Annexe 1** : mentionne les habitats d'intérêt communautaire (désignés ci-après « **CDH1** ») et prioritaire (désignés ci-après « **CDH1*** »), habitats dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

❖ Flore

■ **Directive Habitats**

Différentes annexes de cette directive concernent les espèces, notamment la flore :

- **Annexe 2** : Espèces d'intérêt communautaire et Natura 2000 (désignées ci-après « **CDH2** ») dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).
- **Annexe 4** : Espèces d'intérêt communautaire (désignées ci-après « **CDH4** ») qui nécessitent une protection stricte, sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne.
- **Annexe 5** : Espèces d'intérêt communautaire (désignées ci-après « **CDH5** ») dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

❖ Arthropodes

■ **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

❖ Mollusques

■ **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

❖ Poissons

■ **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

❖ Amphibiens et reptiles

■ **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

❖ Oiseaux

■ **Directive Oiseaux**

Directive européenne n°79/409/CEE concernant la conservation des oiseaux sauvages, elle est entrée en vigueur le 6 avril 1981.

- **Annexe 1** : Espèces d'intérêt communautaire et Natura 2000 (désignées ci-après « **CDO1** ») nécessitant des mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leurs habitats, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans l'aire de distribution.
- **Espèces Migratrices Régulières** : Espèces Natura 2000 (désignées ci-après « **EMR** ») ayant justifié, au même titre que les espèces CDO1, la désignation des ZPS et nécessitant donc des mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leurs habitats, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans l'aire de distribution. La désignation en EMR est fonction des ZPS et de leur contexte local.

❖ **Mammifères**

■ **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus

Annexe 2 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED

Nom et fonction	**Julien VIGLIONE, Gérant/Directeur d'études**
Diplôme	Etudes et diplôme d'ingénierie à l'I.S.A.R.A. (Institut Supérieur d'Agriculture Rhône-Alpes), Lyon
Spécialités	Faune sauvage, notamment les reptiles/amphibiens (herpétologie), oiseaux (ornithologie), et botanique (notamment orchidologie méditerranéenne)
Compétences	Expertise et conseil aux aménageurs et collectivités en matière d'environnement naturel : spécialiste de la faune sauvage, notamment les reptiles/amphibiens (herpétologie), oiseaux (ornithologie), et botanique (notamment orchidologie méditerranéenne), mission "œil de l'expert". Formation et enseignement : métiers de l'environnement naturel, gestion de l'espace, prise en compte de la biodiversité dans les projets d'aménagement, en France (intervention dans les Grandes Ecoles et les Universités) et à l'International (workshop réalisés aux UEA, Maroc, Algérie…) Animation de réunions, d'atelier, groupes de travail.
Expérience	**Fondateur et gérant d'ECO-MED depuis 2003** - Participation à l'élaboration de nombreuses méthodologies en matière de prise en compte des enjeux écologiques, au plan régional (deux guides de références, carrières et ouvrages linéaires, avec la DREAL PACA, un guide sur l'interface carrières/biodiversité avec l'UNICEM PACAC…) et national (participations à des guides méthodologiques avec l'UNPG notamment). - Gestion d'une équipe d'environ 50 experts - Participation à l'analyse de projets environnementaux et à l'élaboration de nombreux programmes expérimentaux en matière de génie écologique et monitoring écologique. - Diagnostic de territoires naturels : travaux de réflexion sur l'interface entre les acteurs et conservation/gestion du milieu naturel. Mise en place d'une médiation environnementale et de méthodologies participatives entre acteurs.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Encadrement de l'équipe, interlocuteur du porteur de projet, animation de réunions.

Nom et fonction	**Lucie CHASTEL, Chargée d'études botaniste**
Diplôme	Master - Géographie, Aménagement, Environnement et Développement – Gestion et Evaluation des Environnements Montagnards, Université de Toulouse Licence – Science de la Vie et de la Santé – Biologie des Organismes et des Ecosystèmes, Université de Nice
Spécialité	Botanique, Habitats naturels, flore alpine
Compétences	- Inventaire de la flore - Caractérisation des habitats naturels Cartographie
Expérience	- Experte depuis avril 2023 chez ECO-MED - Inventaire de la flore prioritaire dans le Massif des Bauges, Savoie/Haute- Savoie Inventaire botanique en forêts anciennes et récentes de Vanoise
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires de la flore, cartographie des habitats, rédactions

Nom et fonction	**Sébastien FLEURY, Directeur d'études, Responsable du pôle de Botanique**
Diplôme	Doctorat d'écologie (2005). Université Joseph Fourier (Grenoble 1) / Centre d'Etudes et de Recherches sur les Montagnes Sèches et Méditerranéennes. Sujet : Enjeux théoriques de l'outil communautaire et conséquences pratiques, des contextes nationaux aux sites ardéchois ; cas d'espèces et d'habitats.
Spécialité	Biologie de la conservation, spécialisé en botanique.
Compétences	Ecologie végétale : - Inventaire de la flore et des habitats naturels, - Détermination et hiérarchisation des enjeux floristiques (espèces patrimoniales, envahissantes…), - Cartographie des habitats naturels (Phytosociologie sigmatiste), - Mise en place de protocoles de suivi de la végétation. Ecologie du paysage, Détermination des continuités écologiques (TVB) à différentes échelles (SRCE, SCOT, PLU), Recherche & Développement (fonctionnalité du réseau Natura 2000…), Animation de réunions, d'ateliers et de groupes de travail.
Expérience	**Expert naturaliste depuis avril 2006 pour ECO-MED.** Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN, - PLU : Volet naturel de l'état initial et de l'évaluation environnementale. Elaboration et réalisation de : - Suivis et veilles écologiques, - Génie écologique et restauration d'écosystèmes, - Plans de gestion, - TVB.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires.

Nom et fonction	**Guillaume COUENON, Chargé d'étude botaniste**
Spécialité	Botanique, Habitats naturels.
Diplôme	Master 2 gestion de l'environnement, Université Paul-Valéry, Montpellier (2023). Licence science de la vie, Sorbonne Université - Campus Pierre et Marie Curie (2020).
Compétences	- Inventaires de la flore et des habitats naturels, - Suivis floristiques, - Cartographie des habitats naturels.
Expérience	- Expert depuis juin 2023 chez ECO-MED, - Suivi de la flore dans les centrales photovoltaïques, - Service civique au Jardin Botanique de Bagatelle (Paris).

Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires.

Nom et fonction	**Mathis BOUCAUD, Chargé d'études zones humides, pédologue**
Diplôme	Master Dynamique Terrestre et Risques Naturels – Université de Montpellier (2020) Licence Science de la Terre et de l'Environnement – Université de Bourgogne (2018)
Spécialité	Zones humides : sol et végétation
Compétences	Caractérisation et délimitation des zones humides : - Définition et délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, - Evaluation des fonctions des zones humides conformément à la méthode nationale de 2016. Compensation écologique des zones humides Diagnostics hydrogéologiques (hydrologie, géologie, topographie…) Appui à la réalisation de devis techniques/réponses aux Appels d'Offres
Expérience	Expert depuis décembre 2022 pour ECO-MED Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Dossier loi sur l'Eau
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Solène LODOVICHETTI, Chargée d'études zones humides**
Diplôme	Diplôme d'ingénieur de l'ENSAIA (Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, Université de Lorraine) Master de Biologie et Ecologie marine « Biology and ecology of the marine environment and sustainable use of the marine resources »
Spécialité	Zones humides, Agronomie, Ecologie marine
Compétences	Connaissances en pédologie et en botanique pour la caractérisation et la délimitation des zones humides Evaluation de paramètres relatifs aux habitats (EUNIS), aux prairies et à la gestion de l'eau, prélèvements de sol Rédaction de rapports
Expérience	Enquêtrice terrain chez Coba Group - 4 mois en 2022 Recueil de données d'occupation et d'utilisation des sols pour le Projet Européen LUCAS 2022 En poste à ECO-MED depuis mars 2023.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires dans le domaine des zones humides et rédaction.

Nom et fonction	**Livia VALLEJO – Chargée d'études, entomologue, faunisticienne généraliste**
Diplôme	Master 2 (2014) Gestion de l'Eau et des Milieux Aquatiques – Zones Humides Méditerranéennes (13) Master 1 (2008) Biodiversité et Ecologie Continentale (13)
Spécialité	Entomologie – Ornithologie – Gestion des milieux aquatiques

Compétences	Inventaires entomologiques diurnes et nocturnes des principaux groupes d'invertébrés (Lépidoptères Rhopalocères et Hétérocères Zygénidés – Odonates – Coléoptères – Orthoptères) Protocole recensement fourmis du genre *Myrmica* Macrophotographie Anglais
Expérience	Experte depuis avril 2021 pour ECO-MED Technicienne-animatrice à la réserve naturelle de Camargue pendant 2,5 ans (SNPN) Guide naturaliste indépendante pendant 6 ans Assistante de terrain bénévole pendant 13 ans (LPO- CEN PACA – PNR Alpilles) Agente de régulation de plantes exotiques envahissantes pendant 9 mois (SYNERNAT 13)
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Coordination de l'équipe ECO-MED, inventaires entomologiques et rédactions des rapports

Nom et fonction	**Félix THIRION, Chargé d'études, batrachologue, herpétologue**
Diplôme	Master 2 (2019) en biologie: Herpétologie, Vrije Universiteit Brussels, Belgique
Spécialité	Herpétofaune et batrachofaune.
Compétences	Inventaires des reptiles et amphibiens : - Suivis de populations (CMR) de Pélobate cultripède, PNR du Luberon - Suivis de populations (CMR) de Psammodrome d'Edwards, RNN de la Sainte-Victoire - Inventaires de populations d'Eulepte d'Europe, PN des Calanques, PN de Port-Cros - Inventaires ZNIEFF - Identification des amphibiens, par le chant, les têtards, les pontes Autres : - Ecotoxicologie et publication de mémoire sur deux espèces de crocodiles (Belize) - Séquençage ADN d'amphibiens (Equateur) - Inventaires faunistiques et floristiques (Grèce) - Suivis de populations de chiroptères (Australie) - Inventaires faunistiques et floristiques marins méditerranéens (France)
Expérience	Expert depuis avril 2022 pour ECO-MED Réalisation : - Inventaires naturalistes - Rédaction de rapports
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Inventaires de terrain, rédaction.

Nom et fonction	**Virginie GAILLY, Chargée d'études ornithologue**
Diplôme	Master – Biologie des organismes et Ecologie – Biologie de la conservation, Biodiversité et Gestion, Université de Liège (Belgique) Certificat d'Expérimentation animale, Université de Namur (Belgique) Bachelier – Agronomie à finalité technologie animalière, Haute école Louvain-en-Hainaut (Belgique)
Spécialité	Ornithologie et Aide-Bagueuse
Compétences	- Inventaire de l'avifaune et de leur habitat naturel - Baguage des oiseaux

	- ADN environnemental - Cartographie (QGIS) - Statistiques (RStudio)
Expérience	- Experte depuis avril 2023 pour ECO-MED - Inventaires et suivi d'espèces cibles avec la LPO - Aide-bagueuse pour la Tour du Valat
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires de l'avifaune et rédaction de rapports

Nom et fonction	**Léo SERANNE, Chargé d'études mammalogue terrestre**
Diplôme	- Master Biodiversité Ecologie et Evolution, option « Gestion adaptative de la Biodiversité », Université d'Aix-Marseille (2022) - Licence Ecologie, Biologie des Organismes, Université de Montpellier (2018)
Spécialité	Mammifères terrestres
Compétences	Inventaires des mammifères terrestres : - Prospection des mammifères terrestres par indices de présences (traces, restes de repas, …) et par pièges photographiques - Méthodes de détermination des micromammifères (pelotes de rejection, piège photos, …) Méthodes de prospections des espèces semi-aquatiques (campagnol amphibie, castor, …)
Expérience	Expert depuis janvier 2023 pour ECO-MED
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Solène BAILLET, Chargée d'études chiroptérologue**
Diplôme	Master Ingénierie en Ecologie et Gestion de la Biodiversité (2021), Montpellier
Spécialité	Mammalogie
Compétences	Inventaires diurnes et nocturnes des mammifères : - Méthodes de suivi sur les mammifères terrestres (Carnivores, Ongulés, Lagomorphes) et aquatiques (Castor, Loutre), - Expertise de terrain Chiroptères : recherche de gîtes anthropiques, cavernicoles et d'arbres-gîtes estivaux et hivernaux, détection ultrasonore passive et active, analyse bioacoustique.
Expérience	Experte depuis 2020 pour ECO-MED Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN. Elaboration et réalisation de suivis et veilles écologiques.
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Carla LEON, Chargée d'études mammalogue**
Spécialité	Mammalogie
Diplôme	BTS Gestion et protection de la nature Cours Diderot, Aix en Provence (2019) Bachelor Gestion et valorisation naturaliste Cours Diderot, Montpellier (2020) Certification en chiroptérologie Natagora, Belgique (2022)

Formations métier	Sujet : Formation SECURITE – Port du harnais avec système d'arrêt antichute selon la R431 de la CNAM et Sécurisation d'une échelle d'accès. Date : novembre 2022 Dispensé par : C2F Formation
Compétences	Inventaires diurnes et nocturnes des Chiroptères : - Expertise de terrain Chiroptères : recherche de gîtes anthropiques, cavernicoles et d'arbres-gîtes estivaux et hivernaux, détection ultrasonore passive et active, analyse bioacoustique. - Expertise de terrain mammifères terrestres : recherche de gîtes et d'indices de présence, pose de pièges photographiques - Expertise mammifères semi-aquatiques
Expérience	Experte depuis juin 2022 pour ECO-MED Expertises écologiques et conduite d'inventaires de terrain mammifères et chiroptères ; Réalisation et rédaction d'études (études d'impacts, évaluations des incidences Natura 2000, plans de gestion, etc.) pour le compte des différents clients sollicitant ECO-MED ; Assistance à maîtrise d'ouvrage
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Rédaction

Nom et fonction	**Nicolas DENMAT, Géomaticien**
Diplôme	Master CGE (Cartographie et Gestion de l'Environnement), 2022, Université des Sciences et Techniques Nantes
Spécialité	SIG
Compétences	Application de logiciels SIG : ArcGis, QGIS Application de logiciels de PAO/DAO comme Autocad, Photoshop Conception et développement d'outils : Python Participation à l'élaboration et à la mise à jour de bases de données géo référencées.
Expérience	Géomaticien depuis 2023 pour ECO-MED
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Elaboration et réalisation des cartes et création de base de données.

Sous-traitant :

Nom et fonction	**Marie-Odile Durand, Présidente de SYMBIOSE expertise faunistique**
Diplôme	MASTER II Biodiversité Développement Durable Université de PERPIGNAN
Spécialité	Chiroptérologie
Compétences	Expertise des chiroptères : - Réalisation d'inventaire de terrain : étude acoustique, détention d'une autorisation de capture préfectorale, recherche de gîte, suivis de gîte, travaux de recherche scientifique, aptitude au travail en hauteur ; - Détermination acoustique et visuelle des chiroptères ; - Accompagnement d'entreprises privées et du secteur public pour la prise en compte des enjeux relatif au groupe dans les projets d'aménagements ; - Accompagnement de travaux en phase chantier, conservation de gîte, recréation d'habitat et de gîte.
Expériences	Dirigeante d'entreprise depuis 2011 15 ans d'expériences professionnelles dans ce groupe d'espèces Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN

	- Accompagnement de travaux : mise en place et suivi des mesures ERC - Conseils et accompagnement des Maitres d'Œuvre Elaboration et réalisation de suivis et veilles écologiques
Missions réalisées dans le cadre de l'étude	Analyses acoustique et rédaction de l'état initial

Annexe 3 Relevé relatif à la flore

Relevé effectué par Lucie CHASTEL le 25/03/2024, 28/03/2024, 29/04/2024, 30/04/2024, 17/05/2024, 17/06/2024, 18/06/2024 et 19/06/2024.

La nomenclature est conforme au référentiel taxonomique TAXREF v14.0 (Inventaire National du Patrimoine Naturel, 2020).

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire
Lamiaceae	*Ajuga chamaepitys*	Bugle petit-pin
Lamiaceae	*Ajuga iva*	Bugle ivette
Malvaceae	*Althaea officinalis*	Guimauve officinale
Poaceae	*Anisantha rubens*	Brome rouge
Poaceae	*Anisantha sterilis*	Brome stérile
Caryophyllaceae	*Arenaria serpyllifolia*	Sabline de Marschlins
Asteraceae	*Artemisia caerulescens*	Armoise bleuissante
Asteraceae	*Artemisia campestris*	Armoise champêtre
Amaranthaceae	*Atriplex laciniata*	Arroche laciniée, Arroche des sables
Araceae	*Arum italicum*	Gouet d'Italie
Asparagaceae	*Asparagus officinalis*	Asperge officinale
Asphodelaceae	*Asphodelus fistulosus*	Asphodèle d'Ayard
Amaranthaceae	*Atriplex prostrata*	Arroche prostrée
Poaceae	*Avellinia festucoides*	Avellinie fausse-fétuque
Poaceae	*Avena barbata*	Avoine barbue
Fabaceae	*Bituminaria bituminosa*	Psoralée à odeur de bitume
Gentianaceae	*Blackstonia perfoliata*	Blackstonie perfoliée
Gentianaceae	*Blackstonia imperfoliata*	Centaurée jaune, Chlore non perfoliée
Cyperaceae	*Bolboschoenus maritimus*	Bolbochoin maritime
Boraginaceae	*Borago officinalis*	Bourrache officinale
Poaceae	*Bromus lanceolatus*	Brome lancéolé
Cucurbitaceae	*Bryonia dioica*	Bryone dioïque
Asteraceae	*Calendula arvensis*	Souci des champs
Campanulaceae	*Campanula erinus*	Campanule érine
Brassicaceae	*Cardamine pratensis*	Cardamine dentée
Asteraceae	*Carduus pycnocephalus*	Chardon à tête dense
Asteraceae	*Carduus tenuiflorus*	Chardon à petites fleurs
Cyperaceae	*Carex divisa*	Laîche divisée
Cyperaceae	*Carex extensa*	Laîche étirée
Asteraceae	*Carlina lanata*	Carline laineuse
Asteraceae	*Centaurea aspera*	Centaurée rude
Asteraceae	*Centaurea calcitrapa*	Centaurée chausse-trape
Asteraceae	*Centaurea melitensis*	Centaurée de Malte
Gentianaceae	*Centaurium tenuiflorum*	Petite-centaurée à petites fleurs
Caprifoliaceae	*Centranthus calcitrapae*	Centranthe chausse-trappe
Caryophyllaceae	*Cerastium glomeratum*	Céraiste aggloméré
Caryophyllaceae	*Cerastium pumilum*	Céraiste diffus
Caryophyllaceae	*Cerastium semidecandrum*	Céraiste à cinq étamines
Caryophyllaceae	*Cerastium siculum*	Céraiste de Sicile

Fabaceae	*Cercis siliquastrum*	Arbre de Judée
Amaranthaceae	*Chenopodium album*	Chénopode blanc
Asteraceae	*Cirsium arvense*	Cirse des champs
Asteraceae	*Cirsium vulgare*	Cirse commun
Ranunculaceae	*Clematis flammula*	Clématite flammette
Ranunculaceae	*Clematis vitalba*	Clématite des haies
Lamiaceae	*Clinopodium nepeta*	Clinopode népéta
Poaceae	*Cortaderia selloana*	Herbe de la pampa
Crassulaceae	*Crassula tillaea*	Crassule tillée
Asteraceae	*Crepis foetida*	Crépide fétide
Asteraceae	*Crepis pulchra*	Crépide élégante
Asteraceae	*Crepis sancta*	Crépide sacrée
Asteraceae	*Crepis vesicaria*	Crépide vésiculeuse
Apocynaceae	*Cynanchum acutum*	Scammonée de Montpellier
Boraginaceae	*Cynoglossum creticum*	Cynoglosse de Crète
Apiaceae	*Daucus carota*	Carotte sauvage
Caprifoliaceae	*Dipsacus fullonum*	Cardère à foulon
Asteraceae	*Dittrichia viscosa*	Inule visqueuse
Brassicaceae	*Draba verna*	Drave printanière
Cucurbitaceae	*Ecballium elaterium*	Momordique élatérium
Boraginaceae	*Echium asperrimum*	Vipérine très rude
Boraginaceae	*Echium vulgare*	Vipérine commune
Elaeagnaceae	*Elaeagnus angustifolia*	Chalef à feuilles étroites
Geraniaceae	*Erodium lebelli*	Bec-de-grue poilu
Poaceae	*Elytrigia acuta*	Chiendent aigu
Poaceae	*Elytrigia elongata*	Chiendent allongé
Poaceae	*Elytrigia repens*	Chiendent rampant
Lamiaceae	*Teucrium dunense*	Germandrée des dunes
Geraniaceae	*Erodium ciconium*	Érodium bec-de-cigogne
Geraniaceae	*Erodium cicutarium*	Érodium acaule
Fabaceae	*Ervum tetraspermum*	Ers à quatre graines
Ephedraceae	*Ephedra distachya*	Raisin de mer
Euphorbiaceae	*Euphorbia characias*	Euphorbe characias
Euphorbiaceae	*Euphorbia helioscopia*	Euphorbe réveil matin
Euphorbiaceae	*Euphorbia maculata*	Euphorbe tachée
Euphorbiaceae	*Euphorbia segetalis*	Euphorbe des moissons
Moraceae	*Ficus carica*	Figuier d'Europe
Asteraceae	*Filago pygmaea*	Cotonnière pygmée
Asteraceae	*Filago pyramidata*	Cotonnière pyramidale
Frankeniaceae	*Frankenia pulverulenta*	Frankénie pulvérulente
Asteraceae	*Galactites tomentosus*	Galactitès tomenteux
Rubiaceae	*Galium aparine*	Gaillet gratteron
Geraniaceae	*Geranium lucidum*	Géranium luisant
Geraniaceae	*Geranium molle*	Géranium mou
Geraniaceae	*Geranium robertianum*	Géranium pourpre
Geraniaceae	*Geranium rotundifolium*	Géranium à feuilles rondes

Poaceae	*Hainardia cylindrica*	Lepture cylindrique
Asteraceae	*Hedypnois rhagadioloides*	Hédypnoïs faux rhagadiole
Cistaceae	*Helianthemum hirtum*	Hélianthème hérissé
Asteraceae	*Helichrysum stoechas*	Hélichryse stoechade
Heliotropiaceae	*Heliotropium curassavicum*	Héliotrope de Curaçao
Heliotropiaceae	*Heliotropium europaeum*	Héliotrope d'Europe
Asteraceae	*Helminthotheca echioides*	Picride fausse vipérine
Orchidaceae	*Himantoglossum robertianum*	Himantoglosse de Robert
Brassicaceae	*Hornungia procumbens*	Hutchinsie prostrée
Hypericaceae	*Hypericum perforatum*	Millepertuis perforé
Asteraceae	*Hypochaeris glabra*	Porcelle glabre
Asteraceae	*Hypochaeris radicata*	Porcelle enracinée
Poaceae	*Hordeum marinum*	Orge maritime, Orge marine
Poaceae	*Imperata cylindrica*	Impérate cylindrique
Juncaceae	*Juncus acutus*	Jonc aigu
Juncaceae	*Juncus articulatus*	Jonc articulé
Juncaceae	*Juncus effusus*	Jonc épars
Juncaceae	*Juncus maritimus*	Jonc maritime
Asteraceae	*Lactuca serriola*	Laitue scariole
Poaceae	*Lagurus ovatus*	Lagure ovale
Lamiaceae	*Lamium amplexicaule*	Lamier embrassant
Brassicaceae	*Lepidium draba*	Passerage drave
Asteraceae	*Limbarda crithmoides*	Inule faux crithme
Plumbaginaceae	*Limonium cuspidatum*	Limonium cuspidé
Plumbaginaceae	*Limonium duriusculum*	Limonium plutôt dur
Plumbaginaceae	*Limonium echioides*	Limonium fausse vipérine
Plumbaginaceae	*Limonium girardianum*	Limonium de Girard
Plumbaginaceae	*Limonium narbonense*	Limonium de Narbonne
Plumbaginaceae	*Limonium virgatum*	Limonium en baguette
Plantaginaceae	*Linaria arvensis*	Linaire des champs
Brassicaceae	*Lobularia maritima*	Lobulaire maritime
Fabaceae	*Lotus herbaceus*	Lotier herbacé
Fabaceae	*Lotus hirsutus*	Lotier hirsute
Fabaceae	*Lotus jordanii*	Lotier de Jordan
Boraginaceae	*Lycopsis arvensis*	Lycopside des champs
Primulaceae	*Lysimachia arvensis*	Lysimaque des champs
Primulaceae	*Lysimachia linum-stellatum*	Lysimaque lin-étoilé
Lamiaceae	*Marrubium vulgare*	Marrube commun
Fabaceae	*Medicago lupulina*	Luzerne lupuline
Fabaceae	*Medicago minima*	Luzerne naine
Euphorbiaceae	*Mercurialis annua*	Mercuriale annuelle
Asparagaceae	*Muscari comosum*	Muscari chevelu
Boraginaceae	*Myosotis discolor*	Myosotis discolore
Boraginaceae	*Myosotis pusilla*	Myosotis fluet
Boraginaceae	*Myosotis ramosissima*	Myosotis très rameux
Boraginaceae	*Neatostema apulum*	Néatostème d'Apulie

Onagraceae	*Oenothera biennis*	Onagre bisannuelle
Poaceae	*Oloptum miliaceum*	Oloptum millet
Fabaceae	*Ononis spinosa*	Bugrane épineuse
Asteraceae	*Onopordum illyricum*	Onoporde d'Illyrie
Orchidaceae	*Ophrys passionis*	Ophrys de la Passion
Asteraceae	*Pallenis spinosa*	Pallénide épineuse
Amaryllidaceae	*Pancratium maritimum*	Pancrais maritime
Poaceae	*Parapholis incurva*	Lepture courbé
Orobanchaceae	*Parentucellia latifolia*	Parentucelle à feuilles larges
Caryophyllaceae	*Petrorhagia prolifera*	Pétrorhagie prolifère
Poaceae	*Phleum arenarium*	Fléole des sables
Oleaceae	*Phillyrea angustifolia*	Phillyrée à feuilles étroites
Poaceae	*Phleum pratense*	Fléole noueuse
Poaceae	*Phragmites australis*	Phragmite austral
Pinaceae	*Pinus halepensis*	Pin d'Alep
Plantaginaceae	*Plantago afra*	Plantain psyllium
Plantaginaceae	*Plantago arenaria*	Plantain des sables
Plantaginaceae	*Plantago coronopus*	Plantain corne-de-cerf
Plantaginaceae	*Plantago lagopus*	Plantain queue-de-lièvre
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata*	Plantain lancéolé
Polygonaceae	*Polygonum aviculare*	Renouée des oiseaux
Poaceae	*Polypogon maritimus*	Polypogon maritime
Poaceae	*Polypogon monspeliensis*	Polypogon de Montpellier
Salicaceae	*Populus alba*	Peuplier blanc
Salicaceae	*Populus nigra*	Peuplier noir
Rosaceae	*Poterium sanguisorba*	Potérium sanguisorbe
Ranunculaceae	*Ranunculus parviflorus*	Renoncule à petites fleurs
Ranunculaceae	*Ranunculus trichophyllus*	Renoncule aquatique
Resedaceae	*Reseda phyteuma*	Réséda jaune
Rhamnaceae	*Rhamnus alaternus*	Nerprun alaterne
Lamiaceae	*Rosmarinus officinalis*	Romarin
Poaceae	*Rostraria pubescens*	Koelérie du littoral
Rosaceae	*Rubus ulmifolius*	Ronce à feuilles d'Orme
Caryophyllaceae	*Sabulina tenuifolia*	Minuartie à petites feuilles
Caryophyllaceae	*Sagina maritima*	Sagine maritime
Amaranthaceae	*Salicornia fruticosa*	Salicorne ligneuse
Salicaceae	*Salix alba*	Saule blanc
Amaranthaceae	*Salsola kali*	Soude salsovie
Viburnaceae	*Sambucus nigra*	Sureau noir
Primulaceae	*Samolus valerandi*	Samole de Valérand
Saxifragaceae	*Saxifraga tridactylites*	Saxifrage à trois doigts
Caprifoliaceae	*Scabiosa atropurpurea*	Scabieuse pourpre noir
Cyperaceae	*Scirpoides holoschoenus*	Faux scirpe jonc
Crassulaceae	*Sedum cespitosum*	Orpin cespiteux
Asteraceae	*Senecio vulgaris*	Séneçon commun
Rubiaceae	*Sherardia arvensis*	Shérardie des champs

Caryophyllaceae	*Silene latifolia*	Silène armérie
Caryophyllaceae	*Silene nocturna*	Silène nocturne
Asteraceae	*Silybum marianum*	Silybe de Marie
Amaranthaceae	*Soda inermis*	Soude inerme
Asteraceae	*Sonchus asper*	Laiteron épineux
Asteraceae	*Sonchus bulbosus*	Laiteron bulbeux
Asteraceae	*Sonchus maritimus*	Laiteron maritime
Tamaricaceae	*Tamarix gallica*	Tamaris des Canaries
Apiaceae	*Torilis nodosa*	Torilide noueuse
Asteraceae	*Tragopogon dubius*	Salsifis douteux
Fabaceae	*Trifolium arvense*	Trèfle des champs
Fabaceae	*Trifolium campestre*	Trèfle doré
Fabaceae	*Trifolium scabrum*	Trèfle scabre
Poaceae	*Tripidium ravennae*	Tripidium de Ravenne
Fabaceae	*Ulex parviflorus*	Ajonc à petites fleurs, Ajonc de Provence
Asteraceae	*Urospermum picroides*	Urosperme fausse picride
Urticaceae	*Urtica dioica*	Ortie dioïque
Rubiaceae	*Valantia muralis*	Vaillantie des murs
Caprifoliaceae	*Valerianella locusta*	Valérianelle potagère
Scrophulariaceae	*Verbascum sinuatum*	Molène sinuée
Plantaginaceae	*Veronica arvensis*	Véronique des champs
Fabaceae	*Vicia sativa*	Vesce cultivée
Poaceae	*Vulpia fasiculata*	Vulpie à une glume

Annexe 4 Relevé relatif aux invertébrés

Relevé effectué par Quentin DELFOUR les 30/04 et 1er/07/2019 et par Livia VALLEJO les 13/05, 07/06, 10/06, 03/07 et 24/07/2024. Des données opportunistes ont également pu être faire lors de prospections d'autres groupes taxonomiques.

Ordre	Famille	Espèce	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Araneae	Araneidae	**Argiope lobata** *Argiope lobata (Pallas, 1772)*		Faible		
		Épeire frelon *Argiope bruennichi (Scopoli, 1772)*		Très faible		
		Mangore petite-bouteille *Mangora acalypha (Walckenaer, 1802)*		Très faible		
	Oecobiidae	**Uroctée de Durand** *Uroctea durandi (Latreille, 1809)*		Faible		
	Oxyopidae	*Oxyopes mediterraneus Levy, 1999*		Très faible		
	Pisauridae	**Pisaure admirable** *Pisaura mirabilis (Clerck, 1758)*		Très faible		
	Salticidae	**Saltique sanguinolent** *Philaeus chrysops (Poda, 1761)*		Très faible		
	Thomisidae	**Thomise Napoléon** *Synema globosum (Fabricius, 1775)*		Très faible		
		Xysticus kochi Thorell, 1872		Très faible		
Coleoptera	Buprestidae	*Eurythyrea micans (Fabricius, 1792)*		Très faible		
	Carabidae	**Cicindèle des champs** *Cicindela campestris Linnaeus, 1758*		Très faible		
		Cicindèle des marais *Cylindera paludosa (L. Dufour, 1820)*		Modéré		
	Chrysomelidae	**Casside verte** *Cassida viridis Linnaeus, 1758*		Très faible		
		Lachnaia sexpunctata (Scopoli, 1763)		Très faible		
	Coccinellidae	**Coccinelle à 7 points** *Coccinella septempunctata Linnaeus, 1758*		Très faible		
		Coccinelle de la Bryone *Henosepilachna argus (Geoffroy in Fourcroy, 1785)*		Très faible		
	Curculionidae	**Charançon du Tamaris** *Coniatus tamarisci (Fabricius, 1787)*		Très faible		
	Meloidae	**Mouche d'Espagne** *Lytta vesicatoria (Linnaeus, 1758)*		Très faible		

Ordre	Famille	Espèce	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
	Oedemeridae	**Cycliste maillot-vert** *Oedemera nobilis (Scopoli, 1763)*		Très faible		
		Oedemère verte *Oedemera virescens (Linnaeus, 1767)*		Très faible		
	Scarabaeidae	**Anomala ausonia** *Anomala ausonia Erichson, 1847*		Faible		
		Drap mortuaire *Oxythyrea funesta (Poda, 1761)*		Très faible		
	Tenebrionidae	**Omophlus orangé** *Omophlus lepturoides (Fabricius, 1787)*		Très faible		
		Tentyria mucronata Steven, 1829		Très faible		
Dermaptera	Forficulidae	**Forficule** *Forficula auricularia Linnaeus, 1758*		Très faible		
Diptera	Bombyliidae	*Bombylella atra (Scopoli, 1763)*		Très faible		
		Villa hottentotta (Linnaeus, 1758)		Très faible		
Hemiptera	Cicadidae	**Cigale grise** *Cicada orni Linnaeus, 1758*		Très faible		
	Coreidae	*Syromastus rhombeus (Linnaeus, 1767)*		Très faible		
	Dictyopharidae	**Dictyophore européen** *Dictyophara europaea (Linné, 1767)*		Très faible		
	Pentatomidae	*Carpocoris mediterraneus Tamanini, 1958*		Très faible		
		Eurydema ornata (Linnaeus, 1758)		Très faible		
		Punaise brune à antennes & bords panachés *Dolycoris baccarum (Linnaeus, 1758)*		Très faible		
		Punaise nébuleuse *Rhaphigaster nebulosa (Poda, 1761)*		Très faible		
	Reduviidae	*Coranus griseus (Rossi, 1790)*		Très faible		
		Rhynocoris erythropus (Linnaeus, 1767)		Très faible		
	Scutelleridae	*Eurygaster maura (Linnaeus, 1758)*		Très faible		
Hymenoptera	Mutillidae	*Blakeius bipunctatus (Latreille, 1792)*		Faible		
		Dasylabris maura (Linnaeus, 1758)		Très faible		

Ordre	Famille	Espèce	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
		Smicromyrme ruficollis (Fabricius, 1793)		Très faible		
	Scoliidae	**Scolie à front jaune** *Megascolia maculata flavifrons (Fabricius, 1775)*		Faible		
	Vespidae	**Poliste gaulois** *Polistes gallicus (Linnaeus, 1767)*		Très faible		
Lepidoptera	Crambidae	**Pyrauste du plantain** *Pyrausta despicata (Scopoli, 1763)*		Très faible		
	Erebidae	**Ménagère** *Dysauxes punctata (Fabricius, 1781)*		Très faible		
	Geometridae	**Acidalie ocreuse** *Idaea ochrata (Scopoli, 1763)*		Très faible		
		Acidalie ornée *Scopula ornata (Scopoli, 1763)*		Très faible		
	Hesperiidae	**Hespérie de la Ballote** *Muschampia baeticus (Rambur, 1839)*		Fort	**VU**	**VU**
		Hespérie du Chiendent *Thymelicus acteon (Rottemburg, 1775)*		Très faible	**LC**	**LC**
	Lycaenidae	**Collier-de-corail** *Aricia agestis (Denis & Schiffermüller, 1775)*		Très faible	**LC**	**LC**
	Noctuidae	**Gamma** *Autographa gamma (Linnaeus, 1758)*		Très faible		
		Noctuelle de l'Arrête-boeuf *Heliothis ononis (Denis & Schiffermüller, 1775)*		Très faible		
		Noctuelle peltigère *Heliothis peltigera (Denis & Schiffermüller, 1775)*		Très faible		
	Nymphalidae	**Mégère** *Lasiommata megera (Linnaeus, 1767)*		Très faible	**LC**	**LC**
		Mégère *Lasiommata megera (Linnaeus, 1767)*		Très faible	**LC**	**LC**
		Vanesse des Chardons *Vanessa cardui (Linnaeus, 1758)*		Très faible	**LC**	**LC**
		Vulcain *Vanessa atalanta (Linnaeus, 1758)*		Très faible	**LC**	**LC**
	Oecophoridae	*Pleurota aristella (Linnaeus, 1767)*		Très faible		
	Papilionidae	**Diane*** *Zerynthia polyxena (Denis & Schiffermüller, 1775)*	CDH4 IBE2 NI2	Modéré	**LC**	**LC**

Ordre	Famille	Espèce	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
		Flambé *Iphiclides podalirius (Linnaeus, 1758)*	RI11	Très faible	LC	LC
	Pieridae	**Marbré-de-vert** *Pontia daplidice (Linnaeus, 1758)*		Très faible	LC	LC
		Piéride de la Rave *Pieris rapae (Linnaeus, 1758)*		Très faible	LC	LC
		Piéride du Chou *Pieris brassicae (Linnaeus, 1758)*		Très faible	LC	LC
		Souci *Colias crocea (Geoffroy in Fourcroy, 1785)*		Très faible	LC	LC
	Sphingidae	**Moro-Sphinx** *Macroglossum stellatarum (Linnaeus, 1758)*		Très faible		
		Sphinx de l'Argousier* *Hyles hippophaes (Esper, 1789)*	CDH4 IBE2 NI2	Fort		
Neuroptera	Ascalaphidae	**Ascalaphe Loriot** *Libelloides ictericus (Charpentier, 1825)*		Faible		
	Myrmeleontidae	*Creoleon lugdunensis (Villers, 1789)*		Très faible		
		Fourmillion longicorne *Distoleon tetragrammicus (Fabricius, 1798)*	RI11	Très faible		
Odonata	Aeshnidae	**Aeschne affine** *Aeshna affinis Vander Linden, 1820*		Très faible	LC	LC
		Aeschne isocèle *Aeshna isoceles (O.F. Müller, 1767)*		Très faible	LC	LC
		Anax empereur *Anax imperator Leach, 1815*		Très faible	LC	LC
	Coenagrionidae	**Agrion délicat** *Ceriagrion tenellum (Villers, 1789)*		Très faible	LC	LC
		Agrion élégant *Ischnura elegans (Vander Linden, 1820)*		Très faible	LC	LC
	Lestidae	**Leste brun** *Sympecma fusca (Vander Linden, 1820)*		Très faible	LC	LC
	Libellulidae	**Crocothémis écarlate** *Crocothemis erythraea (Brullé, 1832)*		Très faible	LC	LC
		Libellule fauve *Libellula fulva O.F. Müller, 1764*		Très faible	LC	LC
		Orthétrum à stylets blancs *Orthetrum albistylum (Selys, 1848)*		Très faible	LC	LC

Ordre	Famille	Espèce	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
		Orthétrum réticulé *Orthetrum cancellatum (Linnaeus, 1758)*		Très faible	LC	LC
		Sympétrum de Fonscolombe *Sympetrum fonscolombii (Selys, 1840)*		Très faible	LC	LC
		Sympétrum fascié *Sympetrum striolatum (Charpentier, 1840)*		Très faible	LC	LC
		Sympétrum méridional *Sympetrum meridionale (Selys, 1841)*		Très faible	LC	LC
		Trithémis annelé *Trithemis annulata (Palisot de Beauvois, 1807)*		Nul	LC	LC
Orthoptera	Acrididae	**Caloptène italien** *Calliptamus italicus (Linnaeus, 1758)*		Très faible		LC
		Caloptène occitan *Calliptamus wattenwylianus (Pantel, 1896)*		Modéré		LC
		Caloptène ochracé *Calliptamus barbarus (O.G. Costa, 1836)*	RI11	Très faible		LC
		Criquet des chaumes *Dociostaurus genei (Ocskay, 1832)*		Très faible		LC
		Criquet des dunes *Calephorus compressicornis (Latreille, 1804)*		Modéré		EN
		Criquet duettiste *Chorthippus brunneus (Thunberg, 1815)*		Très faible		LC
		Criquet égyptien *Anacridium aegyptium (Linnaeus, 1764)*		Très faible		LC
		Criquet marocain *Dociostaurus maroccanus (Thunberg, 1815)*		Faible		LC
		Criquet noir-ébène *Omocestus rufipes (Zetterstedt, 1821)*		Très faible		LC
		Criquet pansu *Pezotettix giornae (Rossi, 1794)*		Très faible		LC
		Criquet de Jagoi *Dociostaurus jagoi Soltani, 1978*		Très faible		LC
		Criquet blafard *Euchorthippus elegantulus Zeuner, 1940*		Très faible		LC
		Oedipode aigue-marine *Sphingonotus caerulans (Linnaeus, 1767)*		Très faible		DD
		OEdipode grenadine *Acrotylus insubricus (Scopoli, 1786)*		Très faible		LC

Ordre	Famille	Espèce	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
		OEdipode occitane *Oedipoda charpentieri Fieber, 1853*		Fort		**EN**
		OEdipode turquoise *Oedipoda caerulescens (Linnaeus, 1758)*	RI11	Très faible		**LC**
	Pyrgomorphidae	**Criquet printanier** *Pyrgomorpha conica (Olivier, 1791)*		Très faible		**LC**
	Tettigoniidae	**Decticelle à serpe** *Platycleis falx (Fabricius, 1775)*		Faible		**NT**
		Decticelle des sables *Platycleis sabulosa Azam, 1901*		Très faible		**LC**
		Dectique à front blanc *Decticus albifrons (Fabricius, 1775)*		Très faible		**LC**
		Phanéroptère liliacé *Tylopsis lilifolia (Fabricius, 1793)*		Très faible		**LC**
		Phanéroptère méridional *Phaneroptera nana Fieber, 1853*		Très faible		**LC**
Scolopendromorpha	Scolopendridae	**Scolopendre ceinturée** *Scolopendra cingulata Latreille, 1789*		Faible		
Trombidiformes	Erythraeidae	*Eatoniana plumipes (L. Koch, 1856)*		Très faible		

Légende
CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II
CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV
CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V
IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II
IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III
NI1 : Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Article 2 (protection nationale habitat)
NI2 : Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Article 3 (protection nationale individus)
RI11 : Liste des insectes protégés en région Île-de-France - Article 1

Abréviation des statuts UICN :

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)

LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA[a]	Introduite
NA[b]	Occasionnelle ou marginale
NA[c]	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA[d]	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée

Annexe 5 Relevé relatif aux amphibiens

Relevé effectué par Félix THIRION sur la zone d'étude.

Espèce	25/03/2024	26/03/2024	03/05/2024	24/02/2025	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Crapaud calamite* *Epidalea calamita (Laurenti, 1768)*	✔	✔	✔		CDH4 IBE2 FRAR2	Faible	LC	LC	LC	LC
Pélodyte ponctué* *Pelodytes punctatus (Daudin, 1803)*				✔	IBE3 FRAR3	Modéré	LC	LC	LC	LC
Rainette méridionale* *Hyla meridionalis (Böttger, 1874)*				✔	CDH4 IBE2 FRAR2	Faible	LC	LC	LC	LC
Grenouille rieuse* *Pelophylax ridibundus (Pallas, 1771)*	✔		✔		IBE3 CDH5 FRAR3	Nul	LC	LC	LC	

Légende
CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II
CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV
CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V
IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II
IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III
NAR2 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2
NAR3 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 3

Abréviation des statuts UICN :

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA[a]	Introduite
NA[b]	Occasionnelle ou marginale
NA[c]	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA[d]	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée

Annexe 6 Relevé relatif aux reptiles

Relevé effectué par Félix THIRION et complété par d'autres experts d'ECO-MED.

Espèce	25/03/2024	26/03/2024	27/03/2024	03/05/2024	03/06/2024	10/06/2024	14/06/2024	28/06/2024	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Couleuvre de Montpellier *Malpolon monspessulanus (Hermann, 1804)*		✓	✓	✓		✓	✓		IBE3 FRAR3	Modéré	LC	LC	LC	NT
Couleuvre à échelons *Zamenis scalaris (Schinz, 1822)*				✓				✓	IBE3 FRAR3	Modéré	LC	LC	LC	NT
Coronelle girondine *Coronella girondica (Daudin, 1803)*				✓					IBE3 FRAR3	Modéré	LC	LC	LC	LC
Lézard des murailles *Podarcis muralis (Laurenti, 1768)*	✓		✓	✓	✓	✓			CDH4 IBE2 FRAR2	Faible	LC	LC	LC	LC
Tarente de Maurétanie *Tarentola mauritanica (Linnaeus, 1758)*		✓		✓	✓				IBE3 FRAR2	Faible	LC	LC	LC	LC

Légende
CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II
CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV
CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V
IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II
IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III
NAR2 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2
NAR3 : Listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 3

Abréviation des statuts UICN :

	Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable (introduite, occasionnelle ou marginale)

NE	Non évaluée

Annexe 7 Relevé relatif aux oiseaux

Relevé effectué par Virginie GAILLY le 25 et 26/03/2024, le 26/04/2023, le 13/06/2024, 27/09/2025, 17/12/2024, 10/03/2025, 15/03/2025. Les autres dates correspondent aux passages d'autres experts.

Espèce	25/03/2024	26/03/2024	26/04/2024	03/05/2024	13/05/2024	07/06/2024	10/06/2024	13/06/2024	14/06/2024	27/09/2024	17/12/2024	10/03/2025	15/05/2025	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Accenteur mouchet* *Prunella modularis (Linnaeus, 1758)*											✔			IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Bergeronnette grise* *Motacilla alba Linnaeus, 1758*										✔	✔	✔		IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Bouscarle de Cetti* *Cettia cetti (Temminck, 1820)*	✔	✔	✔					✔		✔		✔	✔	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	NT	NT
Bruant proyer* *Emberiza calandra Linnaeus, 1758*												✔		NO3 IBE3	Faible	LC	LC	LC	NT
Bruant des roseaux* *Emberiza schoeniclus (Linnaeus, 1758)*											✔			IBE2 NO3	Faible	LC	LC	EN	EN
Busard Saint-Martin* *Circus cyaneus (Linnaeus, 1766)*			✔											NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	Faible	LC	NT	LC	
Buse variable* *Buteo buteo (Linnaeus, 1758)*	✔	✔	✔					✔				✔	✔	NO3 IBO2 IBE3 CCA	Faible	LC	LC	LC	LC
Canard colvert *Anas platyrhynchos Linnaeus, 1758*	✔											✔		IBO2 IBE3 IBOAE CDO31 CDO21	Très faible	LC	LC	LC	LC

Espèce	25/03/2024	26/03/2024	26/04/2024	03/05/2024	13/05/2024	07/06/2024	10/06/2024	13/06/2024	14/06/2024	27/09/2024	17/12/2024	10/03/2025	15/05/2025	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Chardonneret élégant* *Carduelis carduelis (Linnaeus, 1758)*	✔	✔	✔					✔		✔	✔	✔	✔	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	VU	LC
Choucas des tours* *Corvus monedula Linnaeus, 1758*										✔		✔		NO3 CDO22	Très faible	LC	LC	LC	LC
Corbeau freux* *Corvus frugilegus Linnaeus, 1758*			✔											CDO22	Très faible	LC	LC	LC	NT
Corneille noire *Corvus corone Linnaeus, 1758*	✔		✔					✔		✔		✔		IBE3 CDO22	Très faible	LC	LC	LC	VU
Coucou geai* *Clamator glandarius (Linnaeus, 1758)*								✔					✔	IBE2 NO3	Modéré	LC	LC	LC	VU
Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris Linnaeus, 1758*	✔		✔					✔			✔	✔	✔	CDO22	Très faible	LC	LC	LC	LC
Faisan de Colchide *Phasianus colchicus Linnaeus, 1758*												✔		IBE3 CDO31 CDO21	Très faible	LC	LC	LC	LC
Faucon crécerelle* *Falco tinnunculus Linnaeus, 1758*											✔			IBE2 NO3 IBO2 CCA	Faible	LC	LC	NT	NT
Fauvette à tête noire* *Sylvia atricapilla (Linnaeus, 1758)*	✔									✔				IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Fauvette grisette* *Falco tinnunculus Linnaeus, 1758*										✔				IBE2 NO3	Faible	LC	LC	LC	LC
Fauvette mélanocéphale* *Sylvia melanocephala (Gmelin, 1789)*	✔	✔	✔					✔		✔	✔	✔	✔	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	NT	LC

Espèce	25/03/2024	26/03/2024	26/04/2024	03/05/2024	13/05/2024	07/06/2024	10/06/2024	13/06/2024	14/06/2024	27/09/2024	17/12/2024	10/03/2025	15/05/2025	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Gobemouche noir* *Ficedula hypoleuca (Pallas, 1764)*			✔								✔	✔		IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	VU	
Goéland leucophée* *Larus michahellis Naumann, 1840*	✔	✔	✔					✔						NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Grand Cormoran* *Phalacrocorax carbo (Linnaeus, 1758)*												✔		NO3 IBE3 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	LC
Grimpereau des jardins* *Certhia brachydactyla C.L. Brehm, 1820*	✔	✔												NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Grive musicienne *Turdus philomelos C. L. Brehm, 1831*											✔	✔		IBE3 CDO22 OC3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Guêpier d'Europe* *Merops apiaster Linnaeus, 1758*								✔					✔	IBE2 NO3 IBO2	Faible	LC	LC	LC	LC
Héron cendré* *Ardea cinerea Linnaeus, 1758*								✔						NO3 IBE3 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	LC
Héron garde-bœufs* *Bubulcus ibis (Linnaeus, 1758)*								✔						NO3 IBE3 CCA IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	LC
Hirondelle rustique* *Hirundo rustica Linnaeus, 1758*			✔							✔			✔	IBE2 NO3	Faible	LC	LC	NT	NT
Huîtrier pie *Haematopus ostralegus Linnaeus, 1758*	✔													IBE3 IBOAE CDO22 OC3	Très faible	NT	VU	LC	CR
Huppe fasciée* *Upupa epops Linnaeus, 1758*		✔	✔	✔	✔	✔		✔	✔					NO3 IBE3	Modéré	LC	LC	LC	LC

Espèce	25/03/2024	26/03/2024	26/04/2024	03/05/2024	13/05/2024	07/06/2024	10/06/2024	13/06/2024	14/06/2024	27/09/2024	17/12/2024	10/03/2025	15/05/2025	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Hypolaïs polyglotte* *Hippolais polyglotta (Vieillot, 1817)*					✔						✔		✔	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Linotte mélodieuse* *Linaria cannabina (Linnaeus, 1758)*										✔				IBE2 NO3	Faible			VU	VU
Loriot d'Europe* *Oriolus oriolus (Linnaeus, 1758)*		✔			✔			✔					✔	IBE2 NO3	Faible	LC	LC	LC	LC
Martinet noir* *Apus apus (Linnaeus, 1758)*		✔						✔					✔	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	NT	NT
Merle noir *Turdus merula Linnaeus, 1758*											✔			IBE3 CDO22 OC3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange à longue queue* *Aegithalos caudatus (Linnaeus, 1758)*	✔	✔	✔		✔			✔		✔	✔	✔	✔	NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange bleue* *Cyanistes caeruleus (Linnaeus, 1758)*	✔	✔	✔					✔		✔	✔	✔		IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange charbonnière* *Parus major Linnaeus, 1758*		✔	✔					✔		✔	✔	✔	✔	IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Milan noir * *Milvus migrans (Boddaert, 1783)*	✔	✔	✔		✔			✔				✔	✔	NO3 IBO2 IBE3 CDO1 CCA	Faible	LC	LC	LC	LC
Moineau domestique* *Passer domesticus (Linnaeus, 1758)*		✔						✔						NO3	Très faible	LC		LC	LC
Mouette mélanocéphale* *Ichthyaetus melanocephalus (Temminck, 1820)*	✔													IBE2 NO3 IBO2 CDO1 IBOAE	Très faible	LC	LC	LC	VU

Espèce	25/03/2024	26/03/2024	26/04/2024	03/05/2024	13/05/2024	07/06/2024	10/06/2024	13/06/2024	14/06/2024	27/09/2024	17/12/2024	10/03/2025	15/05/2025	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Mouette rieuse* *Chroicocephalus ridibundus (Linnaeus, 1766)*												✔		NO3 IBE3 IBOAE CDO22	Très faible	LC	LC	NT	VU
Œdicnème criard* *Burhinus oedicnemus (Linnaeus, 1758)*	✔		✔				✔	✔				✔	✔	IBE2 NO3 IBO2 CDO1	Modéré	LC	LC	LC	NT
Perdrix rouge *Alectoris rufa (Linnaeus, 1758)*		✔												IBE3 CDO31 CDO21	Très faible	LC	LC	LC	VU
Petit-duc scops* *Otus scops (Linnaeus, 1758)*			✔		✔								✔	IBE2 NO3 CCA	Modéré	LC	LC	LC	LC
Pic épeiche* *Dendrocopos major (Linnaeus, 1758)*												✔		IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pic épeichette* *Dendrocopos minor (Linnaeus, 1758)*	✔									✔	✔			IBE2 NO3	Faible			VU	LC
Pie bavarde *Pica pica (Linnaeus, 1758)*	✔	✔	✔					✔		✔	✔	✔	✔	CDO22	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pigeon ramier *Columba palumbus Linnaeus, 1758*	✔	✔	✔					✔		✔		✔	✔	CDO31 CDO21	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pinson des arbres* *Fringilla coelebs Linnaeus, 1758*											✔	✔		NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pipit farlouse* *Anthus pratensis (Linnaeus, 1758)*											✔			NO3 IBE2	Très faible	NT	NT	VU	DD
Pouillot fitis* *Phylloscopus trochilus (Linnaeus, 1758)*											✔			NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	NT	

Espèce	25/03/2024	26/03/2024	26/04/2024	03/05/2024	13/05/2024	07/06/2024	10/06/2024	13/06/2024	14/06/2024	27/09/2024	17/12/2024	10/03/2025	15/05/2025	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Pouillot de Sibérie* *Phylloscopus collybita tristis Blyth, 1843*		✔												NO3 IBE3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pouillot véloce* *Phylloscopus collybita (Vieillot, 1817)*	✔	✔								✔	✔	✔		NO3 IBE3	Très faible	LC		LC	NT
Roitelet à triple bandeau* *Regulus ignicapilla (Temminck, 1820)*											✔			IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Rossignol philomèle* *Luscinia megarhynchos C. L. Brehm, 1831*			✔					✔					✔	IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	LC	NT
Rougegorge familier* *Erithacus rubecula (Linnaeus, 1758)*	✔									✔	✔	✔		IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	LC	LC
Rougequeue à front blanc* *Phoenicurus phoenicurus (Linnaeus, 1758)*										✔				IBE2 NO3 IBO2	Faible	LC	LC	VU	NT
Rougequeue noir* *Phoenicurus ochruros (S. G. Gmelin, 1774)*	✔	✔									✔	✔		IBE2 NO3 IBO2	Très faible	LC	LC	LC	LC
Serin cini* *Serinus serinus (Linnaeus, 1766)*											✔			IBE2 NO3	Très faible	LC	LC	LC	LC
Tadorne de Belon* *Tadorna tadorna (Linnaeus, 1758)*								✔						IBE2 NO3 IBO2 IBOAE	Modéré	LC	LC	LC	LC
Troglodyte mignon* *Troglodytes troglodytes (Linnaeus, 1758)*											✔			IBE2 NO3	Faible	LC	LC	LC	LC

Statut de protection

CDO1 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe I
CDO21 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe II/1
CDO22 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe II/2
CDO31 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe III/1
CDO32 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) – Annexe III/2
IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) – Annexe II
IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) – Annexe III
IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – Annexe II
Ngib_ch_1 : Liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée – Premier
NO3 : Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – Article 3

Statut biologique

Npo : Nicheur possible
Npr : Nicheur probable
Nc : Nicheur certain
Nalim : Nicheur hors de la zone d'étude exploitée pour l'alimentation
Migr : Migrateur (total ou partiel)
Hiv : Hivernant
Est : Estivant
Tra : En transit
Err : Erratique
Sed : Sédentaire

Nicheur possible
1. Espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification.
2. Mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction.
Nicheur probable
3. Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction.
4. Territoire permanent présumé en fonction de l'observation de comportements territoriaux ou de l'observation à huit jours d'intervalle au moins d'un individu au même endroit.
5. Parades nuptiales.

6. Fréquentation d'un site de nid potentiel.
7. Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte.
8. Plaque incubatrice sur un oiseau tenu en main.
9. Construction d'un nid ou creusement d'une cavité.
Nicheur certain
10. Adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l'attention.
11. Nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l'enquête).
12. Jeunes fraîchement envolés (nidicoles) ou poussins (nidifuges).
13. Adultes entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs dont le contenu n'a pas pu être examiné) ou adulte en train de couver.
14. Adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes.
15. Nid avec œuf(s).
16. Nid avec jeune(s) (vu ou entendu).
Codes comportementaux et statuts de reproduction définis d'après l'EBCC (European BirdCensus Council).

Statut de conservation

	Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable
NA[a]	Introduite
NA[b]	Occasionnelle ou marginale
NA[c]	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA[d]	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée

*w : évaluations basées sur les données hivernales

Sources : UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016 ; BirdLife International, 2015 ; LPO PACA & CEN PACA, 2020

Annexe 8 Relevé relatif aux mammifères terrestres

Relevé effectué par Léo SERANNE le 14/06/2024 et le 28/06/2024, complété par les pièges photographiques et les autres experts d'ECOMED.

FAMILLE/*espèce*		Statut	Liste rouge France (UICN 2017)	Type d'indice de présence
Renard roux	*Vulpes vulpes*	**NGIB1**	**LC**	**Vu + piège photographique**
LEPORIDAE				
Lapin de garenne	*Oryctolagus cuniculus*	**NGIB1**	**NT**	**Vu + Piège photographique**
MURIDAE				
Rat noir	*Rattus rattus*		**LC**	**Piège photographique**
MUSTELIDAE				
Blaireau européen	*Meles meles*	**CBE3**	**LC**	**Piège photographique**
SUIDAE				
Sanglier	*Sus scrofa*	**NGIB1**	**LC**	**Piège photographique**

Légende
CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II
CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV
CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V
IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II
IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III
IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – Annexe II
NM : Liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département - Article 1er
NM2 : Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2

Abréviation des statuts UICN :

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable (introduite, occasionnelle ou marginale)
NE	Non évaluée

Annexe 9 Relevé relatif aux chiroptères

Relevé effectué par Solène BAILLET le 28/05/2024, 17/07/2024 et 19/09/2024. L'analyse des sons a été réalisée par Marie-Odile DURAND (Symbiose expertise).

Espèces avérées		Statut de protection	Liste rouge France (UICN 2017)
RHINOLOPHIDAE			
Rhinolophus ferrumequinum	Grand rhinolophe	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	**LC**
MINIOPTERIDAE			
Miniopterus schreibersii	Minioptère de Schreibers	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	**VU**
MOLOSSIDAE			
Tadarida teniotis	Molosse de Cestoni	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	**NT**
VESPERTILLONIDAE			
Myotis daubentonii	Murin de Daubenton	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	**LC**
Myotis emarginatus	Murin à oreilles échancrées	NM2, CDH2, CDH4, IBE2, IBO2	**LC**
Eptesicus serotinus	Sérotine commune	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	**NT**
Nyctalus leisleri	Noctule de Leisler	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	**NT**
Pipistrellus pygmaeus	Pipistrelle pygmée	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	**LC**
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	NM2, CDH4, BE3, IBO2	**NT**
Pipistrellus nathusii	Pipistrelle de Nathusius	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	**NT**
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kuhl	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	**LC**
Hypsugo savii	Vespère de Savi	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	**LC**
Plecotus austriacus	Oreillard gris	NM2, CDH4, IBE2, IBO2	**LC**

Légende
CDH2 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe II
CDH4 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe IV
CDH5 : Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) - Annexe V
IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II
IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III
IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – Annexe II
NM : Liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département - Article 1er
NM2 : Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection - Article 2

Abréviation des statuts UICN :

Listes rouges mondiale, européenne, nationale et régionale	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)

NA	Non applicable (introduite, occasionnelle ou marginale)
NE	Non évaluée

Annexe 10 Limites techniques et scientifiques liées à l'étude de la biodiversité

Etant donnée la grande diversité des milieux et l'importante richesse spécifique des groupes taxonomiques étudiés, il est très difficile, voire impossible, de réaliser un inventaire exhaustif de la zone d'étude à moins d'un effort considérable et encore. Il s'agit davantage d'une vision globale mais imprécise de la zone d'étude.

Le problème majeur de tous les protocoles d'inventaires ou de suivis d'espèces est la **détection**. En effet, la difficulté rencontrée lorsque l'on étudie la biodiversité sur le terrain est que les individus ou les espèces ne sont pas tous détectables avec la même facilité et ne sont donc pas nécessairement toutes détectés. Un grand nombre de facteurs vont influencer cette détection des espèces, par exemple :

-leur biologie, éthologie et écologie (rythme d'activité saisonnier (=phénologie) ou journalier (diurne/nocturne), localisation des zones plus ou moins denses en végétation, comportement cryptique, discrétion, taille, etc.),

-l'effet observateur potentiellement très fort (expérience relative, a priori sur les espèces et familiarité plus ou moins forte avec certaines, fatigue, temps de prospection réalisé, etc.),

-les conditions météorologiques (précipitations, température, vent, lune, etc.).

ANNEXE 19BIS : ATTESTATION DU GPMM PORTANT SUR LES PARCELLES DE COMPENSATION

Direction de la Valorisation du Patrimoine
et de l'Innovation

ATTESTATION
Pour le dépôt d'une demande d'autorisation environnementale

Je soussignée Anastasia TOUATI, Directrice de la Valorisation du Patrimoine et de l'Innovation du **Grand Port Maritime de Marseille**,

AUTORISE

La société **ELYSE SPV 6 - Neocarb (SIREN 918 589 698),** SAS par actions simplifiée,

À déposer en son nom auprès de l'autorité compétente une demande d'autorisation environnementale en vue de la construction d'une usine permettant la production d'e- carburants pour la mobilité lourde (e- methanol et carburants d'aviation durable) et d'hydrogéne bas carbone,

En s'appuyant, suite à la réalisation des études dont la séquence ERC, sur les terrains proposés par le GPMM pour des mesures de compensation, d'une surface globale de 1 310 000 m² environ, propriété du Grand Port Maritime de Marseille, situé sur la commune de Fos-sur-Mer, secteur de l'Oiseau – Enfores (zones en gris sur plan en annexe 1), pris :

- Au nord, un site de 670 000m² environ, pour tout ou partie sur plusieurs parcelles cadastrées (dont les principales B 106, 107, B 389, etc ..)

- Au sud, d'environ 640 000m², pour tout ou partie sur les plusieurs parcelles cadastrées (dont les principales A 101, A 122, A 124, A 131, A 389, B106, etc…)

L'usage de ces terrains devra respsecter l'ensemble des prescriptions, réglementation applicable à ces espaces spécifiques et sensibles de la zone industrielle et portuaire de Fos.
Le bénéficiaire s'engage à utiliser le Terrain de Compensation exclusivement dans le cadre du projet dont l'objet est visé par la présente attestation. Celle-ci ne saurait produire d'effet pou run autre projet, ni êtr eutilisée à d'autres fins.

La présente attestation est destinée à être produite par la société **Elyse SPV 6 - Neocarb (SIRET 918 589 698 00011)** à l'appui de sa demande d'autorisation environnementale. Elle a pour seul objet d'exprimer l'accord du propriétaire du terrain pour engager la procédure d'autorisation d'occupation des terrains susvisés, en vertu des dispositions de l'article R 181-13 du Code de l'environnement, sous réserves de la bonne fin des négociations, procédures et autorisations réglementaires.

Fait à Marseille,
Le 22 octobre 2025

Par délégation

Anastasia TOUATI

MALAUSSENE Sébastien
Signature numérique de MALAUSSENE Sébastien
Date : 2025.10.22 22:44:08 +02'00'

Grand Port Maritime de Marseille
23, place de la Joliette - CS 81965 - 13226 Marseille Cedex 02
Tél : 04 91 39 40 00 - Fax : 04 91 39 57 00
gpmm@marseille-port.fr – www.marseille-port.fr

Annexe 1 *: Plan de situation des sites de compensation proposés par le GPMM (en gris)*



***Annexe 2** : Note GPMM relative au sites de compensation*

Annexe 2

Note GPMM – proposition de terrains de compensations

Faisant suite à l'expression du besoin de compensation (entre 100 et 120 ha) pour le projet NeoCarb, le GPMM a proposé 2 sites sur le secteur de l'Oiseau-Enfores. Sur ces sites, propriété du GPMM, les habitats recherchés pourraient correspondre en tout ou partie au besoin de compensation des impacts résiduels du projet.

Ces sites sont présentés sur la carte ci-dessous en détourage en blanc:

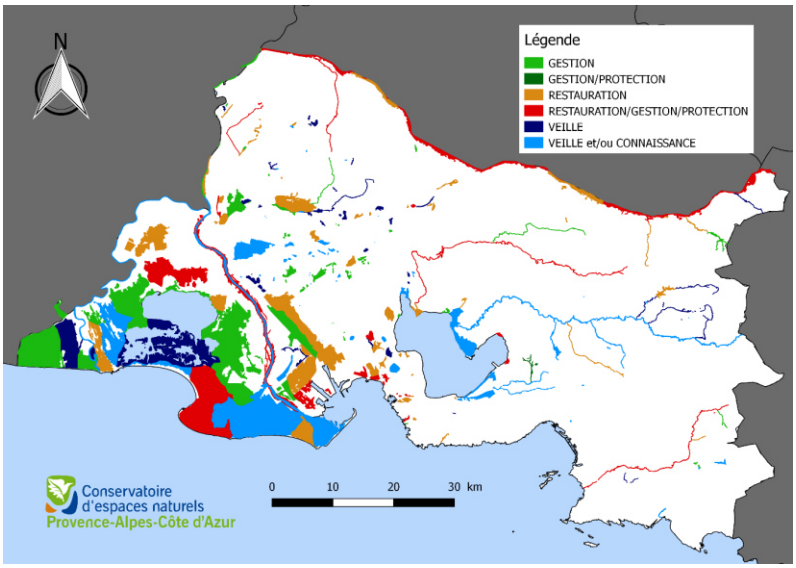
- site au Nord = 67ha;
- site au Sud = 64 ha,

⇨ **soit au total 131 ha**



sites proposés

Ces sites sont identifiés dans le SDPN en première approche comme intéressants pour accueillir des mesures d'additionnalité écologiques, ainsi que dans l'inventaire des zones humides du CEN PACA pour le Conseil Départemental qui identifie également l'ensemble du secteur du Caban à travers sa carte d'objectifs comme nécessitant des mesures de restauration (cf. carte ci-jointe).



Carte CEN PACA

EcoMed par son expertise terrain et sa connaissance du secteur a défini et proposé dans le présent DAE des mesures d'évitement, de réduction et de compensation. Les différentes propositions présentées ont fait l'objet de multiples échanges, visites terrains, évolutions avec les différents acteurs et experts (Services de l'Etat, OFB, BE, GPMM)

Sur la carte des sites de compensation proposés, sont également détourés en rouge et en jaune d'autres sites de compensations (cf carte sites proposés):

- déjà actés :
  - les rouges, sites de compensation pour la fin d'aménagement de Distriport ;
  - parcelle est , recoupement avec la parcelle de compensation du projet IDEC (création plateforme Logistique 'Parc de Fos' – Fos sur mer - La Feuillane » 2015)
- à venir très prochainement : le petit site en jaune : site de compensation Innovex permettant de matérialiser l'insertion des sites proposés pour NeoCarb dans un contexte plus large de la compensation à l'échelle du secteur de l'Oiseau-Enfores.

Une approche intégratrice, cohérente et bénéfique des mesures à l'échelle de ce secteur a été développé par ECOMED et participe directement à la définition de ces sites existants et des mesures applicables de compensation.

Suite aux questionnements de la DREAL, notamment en ce qui concerne les « recoupements d'emprise de certaines mesures compensatoires» (parcelle Est et mesure Idec) :



le GPMM confirme qu'effectivement une partie du site proposé de compensation, pour environ 25 ha (en doré sur la carte ci-dessous), se superpose sur un site de compensation existant d'une surface globale de 87 ha visant dans le cadre du projet Idec (AP 2015) la préservation et la gestion sur 20 ans de stations de Céraiste de Sicile (préservation de zones refuges-suivis des exclos mis en place par le CBNMed).

A l'image de la compensation actée par AP en 2019 dans le cadre de la DDEP de fin d'aménagement des lots de Distriport superposant pour environ 57 ha (en violet sur la carte ci-dessous), la compensation proposée au titre du projet Distriport (traitement des EVEE et gestion écologique globale du site sur 30 ans) et celle du projet Idec, dans le respect du principe d'additionnalité des mesures écologiques proposées indépendamment pour chacun d'eux, il a été proposé à NeoCarb au même titre d'expertiser, dans l'enveloppe des 131 ha fléchés à l'analyse pour les besoins de compensation de leur projet, ces 25 ha (en doré) au titre de plus-value pour la biodiversité et les zones humides qui pourrait y être définie.





Le travail d'expertise réalisé par EcoMed pour NeoCarb sur ses terrains a montré, selon notre lecture, des gains écologiques notables à travers les mesures proposées de compensation sur ces sites visant la restauration des habitats et les espèces impactées par le projet en compatibilité avec les objectifs visés par l'AP 2015 pour la partie chevauchante de la compensation. **Le principe d'additionnalité sur cette zone semble donc du point de vue GPMM respecté.**

Acter, comme pour Distriport 1 sur les zones en violet, la compensation possible de NeoCarb sur cette zone en dorée permettrait outre, la mise en œuvre des mesures additionnelles de restauration et de gestion proposées par le porteur, de réévaluer la durée des actions définis initialement à 20 ans dans l'AP de 2015 garantissant une longévité dans le temps de leur mise en œuvre.

Il est précisé par ailleurs que, dans le respect de la doctrine, les mesures compensatoires proposées par le porteur de projet ne servent pas à mettre en œuvre les engagements privés pris par ailleurs notamment ceux de l'AP 2015 relevant pour ce site des mesures compensatoires C1 et C2 définies à l'arrêté et dont les actions sont d'ores et déjà réalisées, ni la prise de relai du suivi S2 relatif à ces mesures réalisé sur la durée (20 ans) mis en œuvre par le GPMM avec l'appui du CBNMed. Les exclos de Ceraiste mis en place et suivis dans ce cadre-là sont par ailleurs positionnées en dehors des sites de compensation travaillés par NeoCarb, et ne sont donc pas remis en cause par les mesures proposées par le porteur.

Pour le GPMM, dans la même logique intellectuelle et administrative que ce qui avait été travaillé en 2019 et acté pour la compensation de Distriport dont une partie est également dans la même configuration de superposition, la proposition de mise en œuvre de mesures supplémentaires non définies par ailleurs qui permettraient des gains de biodiversité en additionnalité sur ce site, n'est pas apparue contradictoire.

***

ANNEXE 20 : NOTE GPMM – AEC DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTAL DU PROJET NEOCARB

NOTE GPMM – AEC

DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTAL DU PROJET NEOCARB

Porté par la dynamique nationale, le programme de décarbonation et de réindustrialisation engagé sur le territoire de Fos Berre, et particulièrement sur la ZIP, entend réduire les émissions de gaz à effet de serre, diversifier les filières industrielles et favoriser l'émergence de solutions technologiques innovantes. Ce programme s'accompagne de projets d'envergure : implantation d'activités industrielles liées aux énergies renouvelables, déploiement d'infrastructures de production d'hydrogène vert, e-carburants, décarbonation des unités industrielles existantes, création de nouvelles zones logistiques et développement d'infrastructures de transport.

Ce programme de transformation s'inscrit dans les grandes orientations nationales de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), des objectifs de neutralité carbone à l'horizon 2050, ainsi que dans les engagements européens relatifs au Green Deal. Il répond également aux objectifs portés par la loi « Industrie verte » de 2023, aux différents documents de planification et d'aménagement du territoire en matière de qualité de vie, gestion des ressources, préservation de la biodiversité, maîtrise de l'artificialisation, développement de l'activité économique et des emplois, …

Ces projets et développement ne sauraient toutefois occulter les risques d'une accumulation des pressions environnementales. Au-delà des autorisations environnementales et analyses menées pour chaque projet, il est important et a été recommandé par l'Autorité Environnementale dans sa note de cadrage Avis n°2024-140 du 27 mars 2025, d'avoir une vision globale pour comprendre et maîtriser les effets cumulés de cette transformation sur : la qualité de l'air, les émissions de GES, la consommation des ressources naturelles, la préservation des milieux naturels et de la biodiversité, l'artificialisation des sols, ...

Dans ce contexte, durant le premier semestre 2025, en parallèle des échanges du Grand débat de zone du 2 avril au 13 juillet 2025 et lors duquel les multiples projets ont été présentés, la DREAL a piloté une analyse des effets cumulés (AEC). Cette analyse qui n'a pas de portée réglementaire, avait pour objectif d'identifier et de caractériser l'ensemble des incidences (effets directs) et finalités (effets induits) environnementales résultant de la mise en œuvre de ce programme, en intégrant l'ensemble des projets prévus sur la zone, ainsi que leurs interactions potentielles.

Cette analyse des effets cumulés a donc été conduite en s'appuyant sur l'avis délibéré de l'Autorité environnementale sur le cadrage préalable de l'AEC, sur les informations publiques disponibles à date pour l'ensemble des projets considérés (étude d'impact, étude préliminaire, documents de présentation, …) et sur une analyse qualitative des experts, des prestataires des différents projets intégrés.

28 projets ont été analysés dans cette AEC dont le projet NEOCARB. (Pages 133 à 139 § 7.2 du rapport provisoire AEC).

Cette analyse des effets cumulés doit permettre à chaque industriel d'utiliser ce rapport, de travailler à son projet et d'alimenter sa demande d'autorisation

Le projet NEOCARB, comme les projets se développant dans le même pas de temps, sont intégrés dans **cette première analyse des effets « cumulés /combinés » du territoire**.

Vous trouverez ainsi dans le DAE de NEOCARB, une partie s'appuyant sur l'analyse des effets « combinés », selon la méthode mise au point par la DREAL PACA : Réalisation d'une analyse des effets cumulés du programme de décarbonation et de réindustrialisation de la zone industrialo-portuaire de Fos et du pourtour de l'Etang de Berre, juin 2025.

Elle vient compléter l'analyse des effets cumulés prévue par la réglementation (article R122-5, II 5° e) qui est traitée dans le dossier de demande d'autorisation de l'industriel.

La méthode mise au point par la DREAL PACA porte sur la mise en œuvre concomitante de l'ensemble des projets, constituant le programme de décarbonation et de réindustrialisation de la zone Fos-Etang de Berre.

Pour permettre d'adopter une vision globale afin de comprendre et maîtriser les effets cumulés de ce programme, cette méthode :

- vise à donner une vue d'ensemble des incidences environnementales (positives comme négatives) en tenant compte des interactions et interdépendances entre les projets, et de leurs finalités,
- inclut tous les projets nécessaires à la réalisation du programme industriel, soit : les projets industriels directement concernés, mais aussi les infrastructures et aménagements nécessaires à leur réalisation, dont les projets de logistique, de logements, d'infrastructures énergétiques, réseaux de transport, etc.

Il a également été décidé d'intégrer les projets d'infrastructures routières, ces derniers étant d'autant plus nécessaires pour le territoire du fait de la mise en œuvre du programme.

- Intègre les grands enjeux territoriaux qui ont été définis au préalable : « la consommation d'espace », « la biodiversité », « les émissions atmosphériques, qualité de l'air et impacts sur la santé », « la mobilité », « la ressource en eau », « le changement climatique », « les paysages... ».

Sur cette base, la méthode d'analyse a été conçue, en s'appuyant sur les principes méthodologies d'Evaluation environnementale stratégique (EES), avec une matrice prenant en compte les différentes composantes environnementales (« climat, biodiversité, pollution de l'air et de l'eau, ressource en eau et en énergie, santé humaine »...).

En fonction de leur temporalité, les projets ont ensuite été regroupés par « grappes », à l'échelle desquelles la méthode d'analyse des effets combinés est mise en œuvre.

La grappe 1 porte sur les projets en passe de déposer leur dossier de demande d'autorisation environnementale : Neocarb, Marcegaglia, la desserte routière du môle central.

Dans le périmètre du Mole central, par anticipation des effets combinés en dehors du cadre réglementaire effets cumulés, le GPMM a travaillé afin d'optimiser les aménagements, minimiser les impacts résiduels et trouver une cohérence d'aménagement. Pour ce faire e nombreux échanges avec propriétaire foncier (Ascofield) et industriels ont eu lieu.

Le GPMM dans son rôle d'aménageur a accompagné et travaillé avec chacun des industriels, pour répondre aux besoins, pour la cohérence des implantations, infrastructures mais également pour limiter l'accumulation des pressions environnementales, pour préserver l'environnement et les milieux naturels. Les industriels, le GPMM, se sont également appuyés sur l'AEC. Pour les projets dont la mise en œuvre est concomitante ou ceux à venir, less incidences, les composantes les plus sensibles ont été analysés et intégrées dans les études, ce qui a permis de prendre les mesures afin de limiter les impacts résiduels et, ainsi de mettre en place des compensations à la fois propres à chacun et communes, avec des mesures mutualisées.

Le GPMM s'est appuyé égalementsur son schéma directeur de Patrimoine naturel (SDPN), document construit dans une démarche pleinement intégrée de conciliation des enjeux de développement et de préservation de la nature à l'échelle globale du territoire de la Zone Industrialo Portuaire (ZIP) de Fos. Démarche et document issus d'une concertation avec les acteurs concernées et validée par les tutelles scientifiques et administratives.

Ainsi,

S'agissant du volet biodiversité, le GPMM a assisté NEOCARB a fourni au Bureau d'études Néocarb, toutes ses données, principes, matrices, méthode de hiérarchisation et spatialisation des valeurs écologiques du SDPN, lui permettant ainsi de travailler en cohérence avec les aménagements projetés et dans la logique SDPN voulue. La philosophie du SDPN a été appliquée pour la séquence ERC, Eviter Réduire compenser.

Les implantations ont été conçues afin de favoriser l'évitement de certaines à enjeux forts et/ou très forts. Les parcelles ont été évitées en cohérence avec les autres projets, installations, parcelles voisines (MARCEGAGLIA, INNOVEX, MOLE CNTRAL, etc..), pour préserver les continuums et corridors.

Pour NEOCRAB Log dont la parcelle d'emprise est de 52 Ha, on peut relever un évitement de pratiquement 12Ha qui conserve les continuités écologiques, au Nord avec Innovex (GPMM) et à l'Est avec Marcegaglia.

Sur les fonciers restant à aménager après l'évitement, les mesures de réduction puis la compensation ont également été travaillées avec le GPMM. Ce dernier a proposé les sites pouvant recevoir des mesures de compensations pour les impacts résiduels ; terrains pour Faune/Flore et ZH.

Plus de 131 ha de terrains ont été investigués et retenus par NEOCARB pour la compensation. Les détails sont présentés dans le dossier (66,8 ha + 64,4 ha = 131,2 ha) sur la base du cahier des charges ECOMED

S'agissant de l'impact sur la ressource en eau, le GPMM est aujourd'hui autorisé à prélever de l'eau dans le canal d'Arles à Fos dans le cadre d'une déclaration d'existence de la station de pompage du Vigueirat datant de 2006. Cette eau est destinée à un usage industriel. Le volume annuel de prélèvement actuellement autorisé est de 25 Mm3.

Le GPMM a mené une analyse préliminaire dans le cadre du projet NEOCARB log en intégrant les besoins de ce dernier qui viendraient s'ajouter à ceux de Carbon et Gravit'hy. L'implantation des projets GRAVITHY et CARBON sur la zone industrielle de Fos augmenterait de 9 (4.3+4.7) Mm3 le volume annuel actuellement prélevé à horizon 2028, date estimée du pic de consommation d'eau des process industriels du projet après montée en charge. Le projet de NEOCARB log présenté dans cette autorisation augmenterait le volume prélevé de 5 000 m3, soit un delta positif minime par rapport aux précédentes augmentations.

Il est à noter que, parallèlement, le projet de desserte du Caban qui devrait déposer un dossier d'autorisation concomitamment n'aura pas d'impact sur le prélèvement en eau. Le projet d'usine de Marcégaglia qui est dans la même temporalité n'a pas encore fait connaitre de besoins supplémentaires. Les prélèvements historiques d'Ascométal sont déjà inclus dans les 25 Mm 3

Les premiers éléments issus de cette analyse indiquent que les prélèvements supplémentaires de 9.005 Mm^3/an ne devraient pas avoir d'impact significatif sur la nappe phréatique et sur les milieux environnants. Cette appréciation repose sur l'analyse des données hydrologiques existantes et sur la prise en compte des réductions de consommation attendues grâce aux Plans de Sobriété Hydrique et aux Meilleures Techniques Disponibles. Toutefois, ce sont les résultats de l'étude d'impact actuellement menée par le GPMM visant à améliorer la connaissance de la provenance de l'eau du canal d'Arles à Fos (origine, pression, vulnérabilité, participation à l'alimentation des zones humides) qui seront déterminants pour confirmer ces hypothèses.

S'agissant de l'artificialisation des sols, le terrain d'assiette de NEOCARB est 52 ha. Après application de la séquence ERC de l'ensemble du projet, 12ha sont évités et permettent des continuités, des corridors entre les parcelles voisines (Innovex et Marcégaglia). La surface impactée pour Neocarb prod sera de 40 ha, dont de Néocarb log est d'environ 11 ha, représentant approximativement une artificialisation de 20% pour Néocarb Log. La phase « Neocarb Prod » a déjà été travaillée dans une

vision globale, optimisée mais pourra potentiellement évoluer dans l'esprit de réduire encore les pressions environnementales et effets négatifs.

Les documents de l'AEC, le travail itératif entre les industriels, le GPMM et l'accompagnement des services de l'Etat ont permis une intégration des enjeux, une appréhension et prise en compte des effets combinés dans leur composantes les plus délicates, et une amélioration de la conception des projets, limitation des impacts, mutualisation des actions afin d'aller vers plus d'efficience.

***

Nota :

Les données ont été pour certaines actualisées, les autres sont celles produites dans le rapport de l'AEC.

Il est soulevé par ailleurs que bien que les projets Marcegaglia, Gravit'hy et Mole Central poursuivent leurs études, avec un dépôt de DAE plus tardif fin 2025/ début 2026 et un raccrochement à la grappe 2, les effets « combinés » de ces 4 projets ont été particulièrement appréhendés, travaillés.