



RAPPORT D'ETUDE

Evaluation des incidences sur la qualité des sédiments marins et les peuplements benthiques de substrats meubles

Projet EolMed – Gruissan

Ferme Pilote d'Eoliennes Flottantes et son raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité

Novembre 2018



CLIENT

RAISON SOCIALE	EOLMED
COORDONNÉES	1288 Avenue de la Mer 11210 Port-La Nouvelle - France Tél. 04.68.27.63.79 - Fax 04.99.43.90.98
INTERLOCUTEUR (nom et coordonnées)	ILLAC Pierre Tél. 06.19.02.43.49 p.illac@quadran.fr

CRÉOCÉAN

COORDONNÉES	Les Belvédères, Bât. B - 128 Avenue de Fès 34080 MONTPELLIER Tél. 04 99 23 31 65 - Fax 04 99 23 31 31 E-mail : creocean@creocean.fr
INTERLOCUTEUR (nom et coordonnées)	SCHVARTZ Thibault Tél. 04.99.23.31.67 E-mail : schvartz@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	Etude des incidences sur la qualité des sédiments marins et les peuplements benthiques de substrats meubles
NOMBRE DE PAGES	126
NOMBRE D'ANNEXES	1

SIGNATAIRE

RÉFÉRENCE	DATE	RÉVISION DU DOCUMENT	OBJET DE LA RÉVISION	RÉDACTEUR	CONTRÔLE QUALITÉ
160632	16/06/2017	Édition 1		CHERKAOUI Sonia	SCHVARTZ Thibault
160632	05/09/2017	Édition 2	Modifications suite aux remarques de PIL	CHERKAOUI Sonia	SCHVARTZ Thibault
160632	23/01/2018	Edition 3	Ajout Incidences et ERC	GILLIERS Camille	SCHVARTZ Thibault
160632	23/02/2018	Edition 4	Version finale	Colette CHENG	SCHVARTZ Thibault
16063	29/10/2018	Edition 5	Modifications suite demande de cpl DREAL	SCHVARTZ Thibault	SCHVARTZ Thibault

Sommaire

1. Préambule	13
1.1. Cadre de l'étude.....	13
2. Méthodologie	14
2.1. Aires d'étude.....	14
2.2. Campagne de prélèvements scientifiques.....	15
2.2.1. Principe de l'étude	15
2.2.2. Technique de prélèvement.....	15
2.2.3. Plan d'échantillonnage	17
2.2.4. Analyses de laboratoire	18
2.2.4.1. Analyse du sédiment	18
2.2.4.2. Analyse du peuplement benthique de substrats meubles	18
2.2.5. Référentiels	19
2.2.5.1. Sédiments.....	19
2.2.5.1.1. <i>Granulométrie</i>	19
2.2.5.1.2. <i>Enrichissement organique des sédiments</i>	19
2.2.5.1.3. <i>Indice de pollution organique</i>	20
2.2.5.1.4. <i>Contaminations chimiques</i>	21
2.2.5.2. Benthos de substrats meubles	22
2.2.5.2.1. <i>L'indice de Shannon-Weaver (H')</i>	23
2.2.5.2.2. <i>Indice d'équitabilité (J)</i>	23
2.2.5.2.3. <i>Indice Trophique (IT)</i>	23
2.2.5.2.4. <i>AZTI Marine Biotic Indice (AMBI)</i>	24
2.2.5.2.5. <i>M-AMBI</i>	25
2.2.5.2.6. <i>EcoQ</i>	25
2.2.6. Dates et conditions météorologiques des campagnes.....	26
2.3. Données bibliographiques	26
2.3.1. Qualité des sédiments marins	26
2.3.2. Benthos de substrats meubles	27
2.4. Sémantique et méthode utilisée	27
2.4.1. Définitions.....	27
2.4.2. Evaluation de l'intensité de l'effet	27
2.4.3. La hiérarchisation des effets	28
2.4.4. La matrice des incidences brutes	28
2.4.5. Mesures ERC	28
2.5. Limites de l'étude	29
3. Etat actuel de l'environnement.....	30

3.1. Données bibliographiques	30
3.1.1. Nature des fonds	30
3.1.2. Sédiments.....	31
3.1.2.1. Granulométrie.....	31
3.1.2.2. Enrichissement organique	32
3.1.2.3. Contamination chimique	33
3.1.3. Peuplements benthiques de substrats meubles	34
3.1.4. Habitats d'intérêt communautaire.....	35
3.2. Résultats des campagnes de mesures	37
3.2.1. Résultats pour les sédiments	37
3.2.1.1. Structure des sédiments.....	37
3.2.1.2. Enrichissement organique des sédiments	40
3.2.1.2.1. Le Carbone Organique Totale (COT)	40
3.2.1.2.2. Azote Kjeldahl.....	41
3.2.1.2.3. Phosphore total	42
3.2.1.2.4. Indice de pollution organique.....	43
3.2.1.3. Contaminations chimiques des sédiments	46
3.2.1.3.1. Métaux.....	46
3.2.1.3.2. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).....	49
3.2.1.3.3. Composés polychlorobiphényles (PCB)	52
3.2.1.3.4. Composés organoétains.....	54
3.2.2. Résultat sur le peuplement benthique de substrats meubles	56
3.2.2.1. Indices biologiques	56
3.2.2.2. Richesse spécifique.....	57
3.2.2.3. Densité	58
3.2.2.4. Biomasse.....	59
3.2.2.5. Indice de Shannon.....	60
3.2.2.6. Indice d'équitabilité	61
3.2.2.7. Indice trophique	62
3.2.2.8. AMBI	63
3.2.2.9. M-AMBI.....	64
3.2.2.10. Composition du peuplement.....	65
3.2.2.10.1. Les espèces dominantes	65
3.2.2.10.2. Répartition des grands types de biocénoses	67
3.2.2.10.3. Espèces indicatrices de perturbation	68
3.3. Synthèse.....	69
3.3.1. Qualité des sédiments marins	69
3.3.2. Peuplements benthiques de substrats meubles	69

3.4. Analyse des enjeux	70
3.4.1. Sédiments marins	70
3.4.2. Peuplements benthiques de substrats meubles	71
3.5. Analyse des variantes	73
4. Evaluation des incidences	74
4.1. Présentation générale du projet	74
4.2. Phase de construction et de démantèlement	76
4.2.1. Modalités d'installation et de démantèlement de la ferme pilote et du câble d'export	76
4.2.1.1. Ferme pilote	76
4.2.1.2. Modalités d'installation et de démantèlement du câble d'export	79
4.2.2. Incidences sur la qualité des sédiments	84
4.2.3. Incidences sur les peuplements benthiques de substrats meubles	84
4.3. Phase d'exploitation	92
4.3.1. Modalités de la phase exploitation	92
4.3.1.1. Ferme pilote	92
4.3.1.2. Câble d'export	95
4.3.2. Incidences sur la qualité des sédiments marins	96
4.3.3. Incidences sur les peuplements benthiques de substrats meubles	103
4.4. Analyse du risque sanitaire	106
4.5. Analyse des effets cumulés avec les autres projets	108
5. Mesures ERC (Evitement, Réduction, Compensation) et de suivi	110
5.1. Mesures de mitigation	110
5.2. Mesures de compensation	110
5.3. Mesures de suivi	110
5.3.1. Qualité des sédiments marins	110
5.3.2. Peuplements benthiques de substrats meubles	112
6. Bibliographie	115
7. Annexe 1 : Tableau des espèces recensées	117

Liste des Figures

Figure 1. Localisation des aires d'étude du projet EolMed – Gruissan.....	14
Figure 2. Mise à l'eau de la benne (sur la gauche) et récupération du prélèvement (sur la droite)	16
Figure 3. Echantillonnage du sédiment	16
Figure 4. Tamisage du sédiment.....	16
Figure 5. Récupération du refus de tamis.....	17
Figure 6. Localisation des stations d'échantillonnage pour le sédiment et le benthos de substrats meubles	18
Figure 7. Equivalence entre l'AMBI et l'Indice Biotique (d'après Grall et Coïc, 2005)	24
Figure 8. Nature des formations superficielles	30
Figure 9. Synthèse des données bibliographiques sur la classe granulométrique	31
Figure 10. Synthèse des données bibliographiques sur l'enrichissement organique des sédiments.....	32
Figure 11. Synthèse des données bibliographiques sur la contamination chimique du sédiment	33
Figure 12. Synthèse des données bibliographiques sur la qualité des peuplements benthiques de substrats meubles.....	34
Figure 13. Localisation des sites Natura 2000 en mer.....	35
Figure 14. Localisation des habitats d'intérêt communautaire sur l'aire d'étude immédiate	36
Figure 15. Représentation de la granulométrie par station selon la classification de Chasse & Glemarec, 1976	39
Figure 16. Représentation de l'enrichissement du sédiment en COT	41
Figure 17. Représentation de l'enrichissement du sédiment en azote.....	42
Figure 18. Représentation de l'enrichissement du sédiment en Phosphore	43
Figure 19. Représentation de l'indice synthétique de pollution organique	45
Figure 20. Représentation des concentrations de métaux dans le sédiment.....	47
Figure 21. Représentation du pourcentage d'aluminium dans le sédiment.....	48
Figure 22. Représentation des concentrations des composés HAP dans le sédiment.....	51
Figure 23. Représentation des concentrations de PCB dans le sédiment.....	53

Figure 24. Représentation des concentrations des composés organoétains dans le sédiment	55
Figure 25. Répartition de la richesse spécifique.....	57
Figure 26. Répartition de la densité.....	58
Figure 27. Répartition de la biomasse.....	59
Figure 28. Répartition de l'indice de Shannon classé par EcoQ	60
Figure 29. Répartition de l'indice d'équitabilité.....	61
Figure 30. Photo de Ampelisca truncata (Source : Worms).....	62
Figure 31. Répartition de l'Indice Trophique classé par EcoQ	62
Figure 32. Répartition de l'AMBI classé par l'EcoQ	64
Figure 33. Répartition des groupes trophiques par station	67
Figure 34. Localisation des éoliennes de la ferme pilote.....	74
Figure 35. Localisation des ancrages des éoliennes de la ferme pilote.....	75
Figure 36. Vue en coupe du raccordement inter-éoliennes	75
Figure 37. Localisation du fuseau de raccordement	76
Figure 38 pré-installation des ancrages.....	77
Figure 39. Principe de raccordement entre le parc pilote et le réseau de transport d'électricité	79
Figure 40. Illustration de l'ensouillage des câbles (Source : RTE et BRLi, 2016).....	82
Figure 41. Evolution de la concentration en sédiment à proximité du fond – vent nord-ouest (Tramontane), percentile 95 avec vitesse d'avancement des travaux de 400 m/h	87
Figure 42. Evolution de la concentration en matières en suspension à proximité du fond – vent sud-est (Marin), percentile 95 avec une vitesse d'avancement des travaux de 400 m/h.....	88
Figure 43. Evolution de la concentration en matières en suspension à proximité du fond – vent nord-ouest (Tramontane), percentile 95.....	89
Figure 44. Evolution de la concentration en matières en suspension à proximité du fond – vent sud-est (Marin), percentile 95.....	89
Figure 45 : Concentration en aluminium en surface en fonction des conditions de vent dans le cas d'anode en base Al.....	98
Figure 46 : Concentration en Zinc en surface en fonction des conditions de vent dans le cas d'anode en base Zn	99
Figure 47 : Concentration en surface en élément sous forme dissoute ayant une masse relarguée par jour et par flotteur de 1 kg en fonction des conditions de vent.....	100

Figure 48 : Concentration en surface en élément sous forme particulaire ayant une masse relarguée par jour et par flotteur de 1 kg en fonction des conditions de vent 101

Figure 49. Logigramme décisionnel pour la mise en place d'une évaluation du risque sanitaire dans le cadre du projet EolMed - Gruissan 107

Liste des Tableaux

Tableau 1. Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de sédiment (WGS84)	17
Tableau 2. Classes granulométriques selon classification adaptée de Chasse & Glemarec (1976)	19
Tableau 3. Classification d'Ibouily en % de fraction fine < 63 µm	19
Tableau 4. Valeurs seuils de COT d'après Ibouily (1998)	20
Tableau 5. Valeurs seuils d'Azote total d'après Licari (1998)	20
Tableau 6. Valeurs seuils du phosphore total d'après Licari (1998)	20
Tableau 7. Définition des classes ou indices de contamination pour les trois composés exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003)	20
Tableau 8. Classes de valeur et code couleur utilisés pour l'indice de pollution organique	21
Tableau 9. Valeurs de références et valeurs guides sur la qualité des sédiments marins	22
Tableau 10. Classification de l'indice trophique	24
Tableau 11. Correspondance entre les coefficients benthiques (AMBI) et les valeurs des indices biotiques	25
Tableau 12. Synthèse des valeurs d'EcoQ pour l'indice de Shannon (Molvær et al., 1997), l'indice trophique (Licari, 1998) et l'AMBI (Borja et al., 2003)	26
Tableau 13. Conditions météorologiques des campagnes de prélèvement de sédiment	26
Tableau 14. Matrice des incidences	28
Tableau 15. Liste des habitats d'intérêt communautaire du site NATURA 2000 Côtes sableuses de l'infra littoral languedocien	36
Tableau 16. Résultat en pourcentage de la granulométrie par classe pour chaque station à partir de la classification de Chasse & Glemarec, 1976	37
Tableau 17. Classification d'Ibouily	38
Tableau 18. Composition chimique des sédiments	40
Tableau 19. Définition des classes ou indices de contamination pour les trois composés exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003)	44
Tableau 20. Récapitulatif du calcul de l'indice synthétique de pollution organique dans le sédiment	44
Tableau 21. Résultats des mesures en concentrations de métaux dans le sédiment	46
Tableau 22. Résultats des mesures de concentrations des composés HAP dans les sédiments	49

Tableau 23. Résultats des mesures de concentrations des composés HAP dans les sédiments (suite).....	50
Tableau 24. Résultats des mesures de concentrations de PCB dans le sédiment	52
Tableau 25. Résultats des mesures de concentrations de composés organoétains dans le sédiment.....	54
Tableau 26. Résultats des indices biologiques.....	56
Tableau 27. Résultats des analyses pour l'AMBI.....	63
Tableau 28. Récapitulatif des analyses pour le M-AMBI	64
Tableau 29. Répartition (%) des groupes trophiques par station	66
Tableau 30. Résultats des affinités aux biocénoses-types pour chaque station	68
Tableau 31. Répartition des espèces indicatrices de perturbation.....	68
Tableau 32. Synthèse des enjeux pour la qualité des sédiments marins	71
Tableau 33. Synthèse des enjeux pour les peuplements benthiques de substrat meuble	72
Tableau 34 : Emprise au sol des composants de la ferme pilote et des engins associés lors de la phase de travaux	79
Tableau 35. Emprise au sol du câble d'export et volume de sédiment potentiellement remanié.....	83
Tableau 36. Synthèse des incidences du projet lors de la phase de travaux (construction et démantèlement) sur les peuplements benthiques de substrat meuble	91
Tableau 37. Composition (%) des anodes	95
Tableau 38 : Ordre de grandeur des concentrations maximales dans la colonne d'eau des éléments relargués par les anodes.	102
Tableau 39. Synthèse des incidences du projet lors de la phase d'exploitation sur la qualité des sédiments	103
Tableau 40. Synthèse des incidences du projet lors de la phase d'exploitation sur les peuplements benthiques de substrats meubles.....	106
Tableau 41. MS01 : Suivi de la qualité des sédiments.....	110
Tableau 42. MS02 : Suivi des peuplements benthiques de substrats meubles.....	112

Glossaire

Source : La plupart des définitions concernant le milieu maritime proviennent du glossaire de l'IFREMER (IFREMER 2011 et du « Lexique d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral » (Cabane François, 2011. Rapport IFREMER, Doc/EL 11.10/RV, 342 pp.)

Benthique : Adjectif qui qualifie l'interface eau-sédiment d'un écosystème aquatique, quelle qu'en soit la profondeur (fond des mers, lacs et cours d'eau). Qualifie un organisme (animal ou végétal) vivant sur le fond, sous une forme libre (vagile) ou fixée (sessile). Le benthos est l'ensemble des organismes benthiques présents dans un biotope aquatique donné.

Biocénose : Ensemble d'êtres vivants en équilibre biologique.

Endofaune : Le benthos regroupe l'ensemble des organismes vivant en relation étroite avec les fonds subaquatiques. On distingue le benthos végétal ou phytobenthos (algues et phanérogames), du benthos animal ou zoobenthos (vers, mollusques, crustacés, poissons plats, etc.). Par ailleurs, la faune située en surface (ou épifaune) qui peut être fixée ou libre se différencie de celle qui vit à l'intérieur du sédiment (endofaune).

Grau : Chenal reliant un étang côtier à la mer ; embouchure d'un fleuve côtier

Halieutique : Qualifie toutes les activités relevant de la pêche sous toutes ses formes, professionnelle ou de loisirs, en eau douce ou marine.

Nourricerie : Zone où se regroupent les alevins et juvéniles d'une espèce mobile pour s'y nourrir et poursuivre leur développement. Une zone de nurserie peut être fréquentée par plusieurs (nombreuses) espèces.

OSPAR : La Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-est ou Convention OSPAR (OSPAR pour « Oslo-Paris ») définit les modalités de la coopération internationale pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est. Elle est entrée en vigueur le 25 mars 1998 et remplace les Conventions d'Oslo et de Paris. OSPAR intègre un groupe « biodiversité » qui a notamment fixé pour les parties prenantes un objectif pour 2010 qui est l'établissement d'un « réseau cohérent d'aires marines protégées » (AMP).

Pélagique : Qualifie une espèce, des individus vivant en pleine eau.

Suspensivores : Ils se nourrissent par filtration, dans la tranche d'eau au-dessus du sédiment, des particules organiques en suspension (vers polychètes Sabellidés, Serpulidés, certains bivalves).

Zostère : Plante sous-marine à fleurs, prospérant sur le bas des estrans sableux et le haut de l'avant-côte sableuse, sur les littoraux atlantiques de la France. Les zostères forment des herbiers dont le rôle biologique et sédimentologique est essentiel. L'espèce dominante est *Zostera marina* L., mais on rencontre localement *Z. angustifolia* (Hornem.) Reich, et surtout *Z. nana* Roth (alias *Z. noltii* Hornem.) qui occupe les positions les plus élevées.

ACRONYMES

COT : Carbone Organique Total

DCE : Directive Cadre sur l'Eau, Directive européenne n°2000/60/CE

DCSMM : Directive Cadre Stratégie pour le milieu marin n°2008/56/CE

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement

ERC : Eviter, réduire, compenser

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

IUCN : International Union for Conservation of Nature

MEDDE : Ministère de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Energie devenu Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire

MES : Matières En Suspension

NQE : Normes de Qualité Environnementale

OSPAR: International Cooperation for the protection of the marine environment of the NE Atlantic

PAMM : Plan d'Action pour le Milieu Marin

ZIPE : Zone d'implantation potentielle des éoliennes

ZIPRm : Zone d'implantation potentielle du câble de raccordement sur le domaine maritime

ZIPRt : Zone d'implantation potentielle du câble de raccordement sur le domaine terrestre

1. Préambule

1.1. Cadre de l'étude

Dans le cadre du projet EolMed - Gruissan, une Ferme Pilote d'Eoliennes Flottantes et son raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité va être implantée au large des communes de Gruissan et de Port-La Nouvelle (Aude). Ce projet est porté par le consortium, lauréat de l'appel à projet de l'ADEME, réunissant EOLMED (maître d'ouvrage), SENVION (fourniture et maintenance des éoliennes), IDEOL et BOUYGUES TP (conception et construction de la fondation flottante en béton ainsi que les ancrages). La partie raccordement du projet sera, quant à elle, assurée par RTE, Réseau de Transport d'Electricité.

EOLMED a mandaté la société Créocéan pour l'évaluation des incidences du projet sur les composantes : qualité des sédiments et peuplements benthiques de substrats meubles.

Ce rapport d'étude présente ainsi :

- L'état actuel de l'environnement développé dans la zone d'étude sur le thème considéré ;
- L'incidence supposée du projet sur le thème considéré ;
- Les mesures d'évitement/suppression, de réduction et de compensation, envisagées et des moyens de surveillance et de suivi sur du plus ou moins long terme (séquence ERC) sur le thème considéré.

2. Méthodologie

2.1. Aires d'étude

Le projet EolMed – Grissan se décompose en trois zones géographiques correspondant chacune à une composante spécifique du projet :

- La zone d'implantation potentielle des éoliennes : ZIPE ;
- La zone d'implantation potentielle du câble de raccordement sur le domaine maritime :
 - Fuseau Nord : ZIPRm Nord ;
 - Fuseau Sud : ZIPRm Sud.
- La zone d'implantation potentielle du câble de raccordement sur le domaine terrestre ;
 - Fuseau Nord : ZIPRt Nord ;
 - Fuseau Sud : ZIPRt Sud ;
 - Fuseau Sud bis : ZIPRt Sud bis.

Dans le cadre de la présente étude, seules les composantes maritimes sont étudiées. Ainsi, il ne sera pas fait mention aux ZIPRt par la suite.

La carte suivante permet de localiser les ZIP.

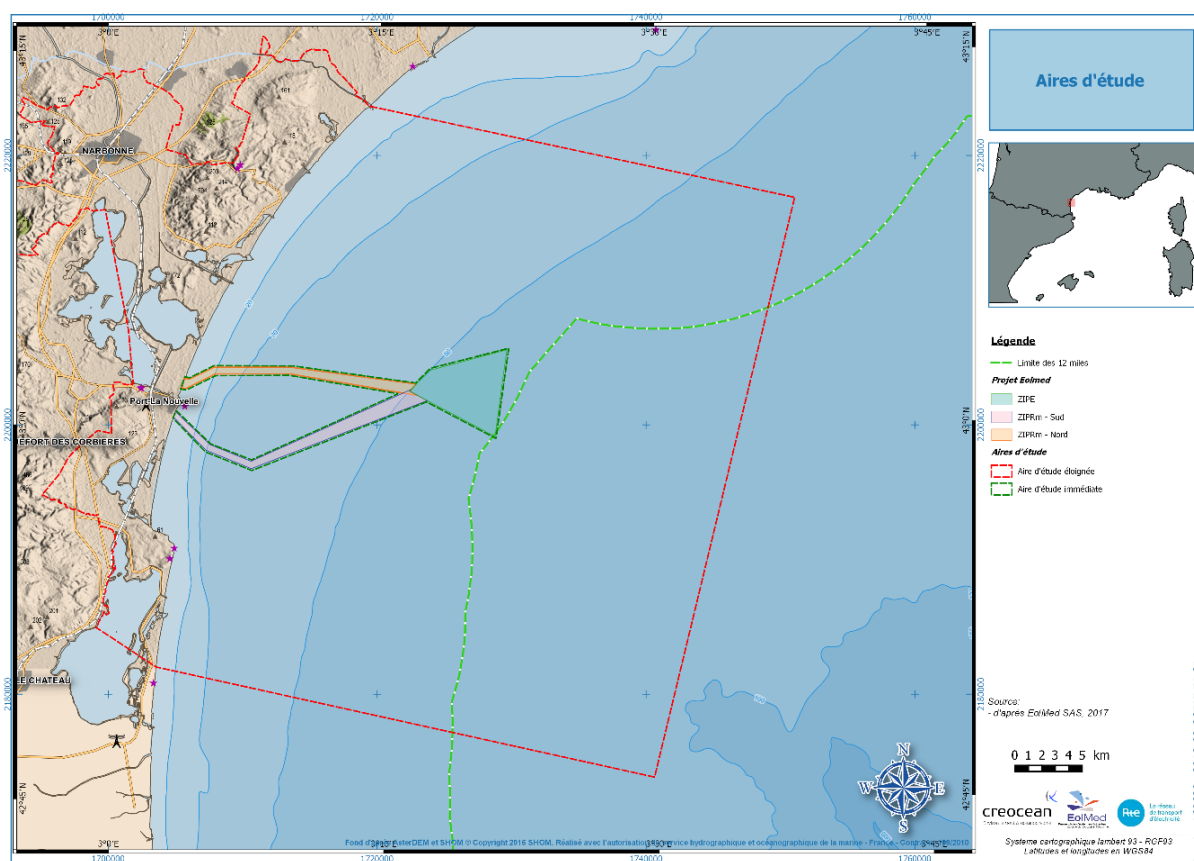


Figure 1. Localisation des aires d'étude du projet EolMed – Grissan

Pour l'ensemble des thématiques étudiées dans le cadre du projet EolMed - Gruissan, l'aire d'étude immédiate correspond aux ZIP : ZIPRm Sud et Nord et ZIPE.

L'aire d'étude éloignée a, quant à elle, été définie en fonction des zones d'influences possibles des thématiques étudiées. Une analyse bibliographique a été réalisée à l'échelle de cette aire d'étude (cf. 2.3.).

2.2. Campagne de prélèvements scientifiques

2.2.1. Principe de l'étude

Des échantillons de benthos de substrats meubles et sédiments ont été prélevés, puis analysés afin d'obtenir valeurs de différents paramètres :

- Pour les sédiments : granulométrie, composante organique, contamination chimique ;
- Pour le benthos de substrats meubles : richesse spécifique, abondance, densité, biomasse.

Ces paramètres ont ensuite été analysés, selon différents indices, et interprétés.

Le benthos de substrat meuble a également fait l'objet d'identifications et de comptages suite aux prélèvements réalisées lors de la campagne de terrain. Les données recueillies ont ainsi permis d'apporter les informations suivantes : identification et caractérisation des espèces, peuplements, biocénoses et habitats remarquables.

2.2.2. Technique de prélèvement

Pour chaque station, le sédiment et le benthos de substrats meubles ont été prélevés selon la norme « *Qualité de l'eau – lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles (ISO/DIS 16665 2011)* ». Cette norme est celle de référence pour les prélèvements dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Pour cela, les prélèvements ont été réalisés à l'aide de la benne Smith Mac Intire, en effectuant 5 répliques. La benne prélève une surface de 0,1 m² sur la couche de subsurface qui est la zone d'effet des polluants.

Pour chaque prélèvement, un échantillon de sédiment a été récupéré puis mis dans un flacon en verre (cf. figures suivantes). Par la suite, le sédiment a été homogénéisé puis passé au tamis de 1 mm de vide de maille, ce qui correspond aux standards couramment admis sur les études de benthos par la DCE. Le refus de tamis a ensuite été transvasé dans un sac plastique puis formolé avec une pincée de Rose de Bengale pour colorer les animaux vivants afin de faciliter le tri. Les échantillons ont ensuite été conservés au frais puis envoyés aux laboratoires.



Figure 2. Mise à l'eau de la benne (sur la gauche) et récupération du prélèvement (sur la droite)



Figure 3. Echantillonnage du sédiment



Figure 4. Tamisage du sédiment



Figure 5. Récupération du refus de tamis

2.2.3. Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage comprend un total de 31 stations réparties sur l'aire d'étude immédiate comprenant. Pour chaque station, 5 réplicas ont été réalisés avec un prélèvement unitaire de 0,1 m². Au total, 31 stations ont été échantillonnées pour une surface totale de 15,5 m².

La localisation des stations de prélèvements est reportée dans le tableau et la figure ci-après.

Tableau 1. Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de sédiment (WGS84)

ZIP	Stations	Latitude	Longitude	Profondeur
ZIPRm Nord	S1	43°02,164'N	3°05,832'E	3 m
	S3	43°01,665'N	3°04,420'E	15 m
	S5	43°02,171'N	3°07,366'E	19 m
	S7	43°02,176'N	3°08,683'E	31 m
	S9	43°02,134'N	3°10,251'E	34 m
	S11	43°01,958'N	3°11,869'E	38 m
	S13	43°01,793'N	3°13,335'E	41 m
	S15	43°01,642'N	3°14,670'E	43 m
ZIPRm Sud	S17	43°01,470'N	3°16,339'E	49 m
	S2	43°00,294'N	3°03,848'E	3 m
	S4	42°59,646'N	3°04,691'E	15 m
	S6	42°59,083'N	3°05,465'E	28 m
	S8	42°58,683'N	3°06,784'E	32 m
	S10	42°58,548'N	3°08,382'E	35 m
	S12	42°59,106'N	3°10,197'E	38 m
	S14	42°59,634'N	3°11,915'E	43 m
ZIPE	S16	43°00,235'N	3°13,914'E	45 m
	S18	43°00,769'N	3°15,789'E	49 m
	S19	43°01,434'N	3°17,204'E	51 m
	S20	43°01,835'N	3°18,172'E	52 m
	S21	43°01,017'N	3°18,180'E	56 m
	S22	43°02,194'N	3°19,171'E	55 m
	S23	43°01,447'N	3°19,132'E	58 m
	S24	43°00,751'N	3°18,897'E	60 m
	S25	43°01,870'N	3°20,083'E	59 m
	S26	43°01,172'N	3°19,921'E	61 m
	S27	43°00,436'N	3°19,731'E	64 m
	S28	43°02,396'N	3°20,600'E	58 m
	S29	43°01,608'N	3°20,857'E	63 m
	S30	43°00,820'N	3°20,892'E	66 m
	S31	43°00,099'N	3°20,701'E	68 m

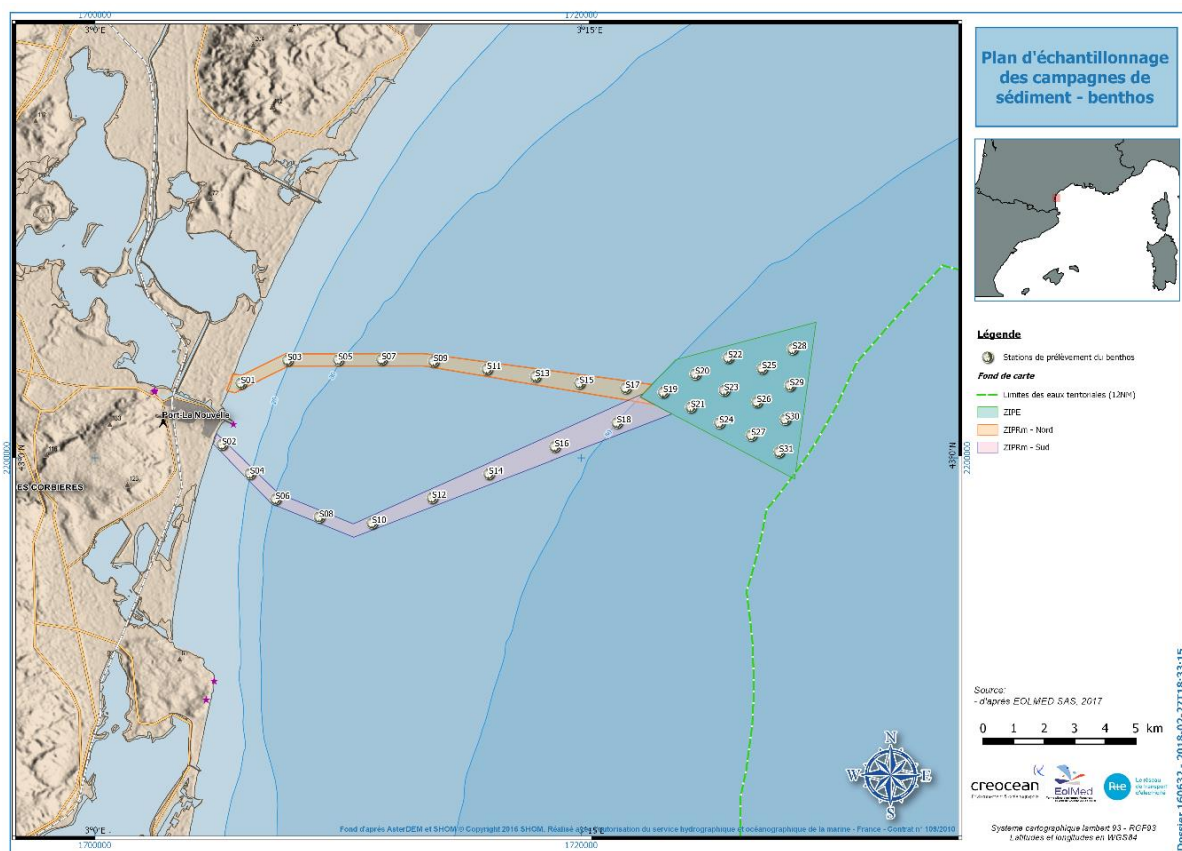


Figure 6. Localisation des stations d'échantillonnage pour le sédiment et le benthos de substrats meubles

2.2.4. Analyses de laboratoire

2.2.4.1. Analyse du sédiment

Le laboratoire Alpa chimies de Rouen, responsable des analyses chimiques, a fourni la granulométrie, l'enrichissement en matière organique et la contamination chimique des échantillons de sédiment.

Toutes les mesures ont été comparées aux valeurs seuil de contamination de référence (N1 et N2) qui peuvent être interprétées comme des teneurs limites dans le sédiment au-dessus desquelles la substance peut engendrer des effets néfastes sur les organismes.

Les analyses effectuées en laboratoire ont été réalisées par granulométrie laser sur la fraction entre 0 et 2 mm permettant de définir la granulométrie et la composition du sédiment (cf. 2.2.5.1.1.).

2.2.4.2. Analyse du peuplement benthique de substrats meubles

L'analyse en laboratoire permet de faire le tri et la détermination du benthos. Pour chaque station les individus ont été dénombrés et déterminés sous la loupe binoculaire jusqu'au niveau de l'espèce. Pour chaque espèce, ont été calculées l'abondance et la biomasse. L'évaluation de la structure générale du peuplement a été réalisée à partir du calcul de plusieurs indices : richesse spécifique, densité totale, indices de diversité (Shannon-Weaver, équitabilité), etc.

En accord avec les groupes de travail de la DCE, cette évaluation a été complétée par la caractérisation des grands types de peuplements (biocénoses) et des espèces indicatrices de perturbations. Enfin la méthodologie a privilégié une approche fonctionnelle, qui s'appuie, d'une part sur la connaissance des modes d'alimentation (Indice Trophique) et, d'autre part, sur la polluosensibilité des espèces (AMBI).

La détermination du benthos de substrats meubles a été réalisée par le laboratoire spécialisé dans la faune benthique du Centre d'Estudis Avançats de Blanes (Espagne), sous la direction de Daniel MARTIN.

2.2.5. Référentiels

2.2.5.1. Sédiments

2.2.5.1.1. Granulométrie

La nomenclature utilisée dans cette étude se base sur la classification adaptée de Chasse & Glemarec (1976). La caractérisation par classe granulométrique se fait par rapport à la valeur du D50 (diamètre médian de l'analyse granulométrique sur la fraction inférieure à 2 mm dans le cas des granulométries laser), lorsque nous possédons cette information, ou sur la classe présentant le plus fort pourcentage.

Tableau 2. Classes granulométriques selon classification adaptée de Chasse & Glemarec (1976)

Fraction fine		Fraction sableuse				
Argiles	Limons (vases/silts)	Sables très fins	Sable fin	Sable moyen	Sable grossier	Gravier
< 2 µm	2 < x < 63 µm	63 < x < 125 µm	125 < x < 250 µm	250 < x < 500 µm	500 < x < 2 000 µm	> 2 000 µm

Une seconde classification a également été utilisée dans la présente étude concernant la qualité des sédiments, il s'agit de la classification d'Ibouily qui permet de qualifier le sédiment en fonction de sa teneur en fraction fine (< 63 µm) et non des classes granulométriques.

Tableau 3. Classification d'Ibouily en % de fraction fine < 63 µm

Classe	Typologie
< 10 %	Sables purs
10 % - 20 %	Sables peu envasés
20 % - 40 %	Sables moyennement envasés
40 % - 60 %	Sédiment très envasé à dominante de sables
60 - 80 %	Sédiment très envasé à dominante de vases
> 80 %	Vases pures

2.2.5.1.2. Enrichissement organique des sédiments

Carbone Organique Total (COT)

Les teneurs de COT mesurées lors de la campagne ont été comparées aux valeurs seuils de COT pour les sédiments marins (Ibouily, 1998) présentées dans le tableau suivant.

Tableau 4. Valeurs seuils de COT d'après Ibouily (1998)

Carbone organique total (COT)	Enrichissement du sédiment
< 0,44 %	Faible
[0,44 à 0,75 % [	Moyen
[0,75 à 1,52 % [	Fort
≥ 1,52 %	Très fort

Azote total

Les teneurs d'azote mesurées lors de la campagne ont été comparées aux valeurs seuils d'azote total pour les sédiments marins (Licari, 1998) décrit dans le tableau suivant.

Tableau 5. Valeurs seuils d'Azote total d'après Licari (1998)

Azote total	Enrichissement du sédiment
< 0,05 %	Faible
[0,05 à 0,1 % [	Moyen
[0,1 à 0,2 % [	Fort
≥ 0,2 %	Très fort

Phosphore total

Les teneurs de phosphore mesurées lors de la campagne ont été comparées aux valeurs seuils de phosphore pour les sédiments marins (Licari, 1998) décrit dans le tableau suivant.

Tableau 6. Valeurs seuils du phosphore total d'après Licari (1998)

Phosphore total	Enrichissement du sédiment
< 550 mg/kg	Faible
[550 à 1 500 mg/kg [	Moyen
[1 500 à 2 000 mg/kg [	Fort
≥ 2 000 mg/kg	Très fort

2.2.5.1.3. Indice de pollution organique

Les analyses faites sur la matière organique et les nutriments permettent de déterminer un indice de pollution organique. Cet indice synthétique de pollution organique peut être calculé à partir de teneurs en COT, azote et phosphore (Alzieu, 2003). Des classes de contaminations sont établies d'après le tableau suivant. Les notes relatives à chaque classe de contamination pour les 3 éléments considérés sont ensuite sommées pour obtenir un indice compris entre 0 et 11.

Tableau 7. Définition des classes ou indices de contamination pour les trois composés exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003)

Carbone Organique Total (COT)		Azote (NTK)		Phosphore (P)	
Valeurs % sec	Indice	Valeurs (mg/kg sec)	Indice	Valeurs (mg/kg sec)	Indice
< 0,6	0	< 600	0	< 500	0
0,6 – 2,3	1	600 - 1 200	1	500 - 800	1
2,4 – 4,0	2	1 200 - 2 400	2	800 - 1 200	2
4,1 – 5,8	3	2 400 - 3 600	3	> 1 200	3
> 5,8	4	> 3 600	4		

Afin de synthétiser qualitativement et graphiquement les données, 4 classes de valeur avec un code couleur ont été définies par l'IFREMER (Alzieu *et al.*, 1999) pour l'indice de pollution organique selon le tableau suivant.

Tableau 8. Classes de valeur et code couleur utilisés pour l'indice de pollution organique

0	Nul
$0 < X \leq 3$	Faible
$3 < X \leq 6$	Moyen
$X > 6$	Fort

2.2.5.1.4. Contaminations chimiques

Concernant les concentrations en contaminants mesurées dans les sédiments, ceux-ci ont été comparés aux seuils de contamination de référence. Ces niveaux de référence dits N1 et N2 ont été établis dans le cadre de la réglementation française sur les rejets de sédiments marins pour les opérations de dragages et d'immersion. L'arrêté du 09/08/2006 (complété par les arrêtés du 23/12/2009, du 08/02/2013 et du 17/07/2014) propose un référentiel de qualité de sédiments marins ou estuariens, présents en milieu naturel ou portuaire. Ce référentiel comporte deux niveaux de qualité (concentration en contaminant N1 et N2) vis-à-vis desquels la circulaire technique du 14/06/2000 précise que :

- Au-dessous du niveau N1, l'impact potentiel d'une opération (de dragage et/ou de rejet des sédiments) peut être d'emblée jugée neutre ou négligeable. Les niveaux de contamination en dessous de N1 sont estimés comme sans effet néfastes pour les organismes vivants ;
- Entre les niveaux N1 et N2, une investigation complémentaire peut s'avérer nécessaire en fonction du projet considéré et du degré de dépassement du niveau N1 ;
- Au-delà du niveau N2, une investigation complémentaire est nécessaire (pour évaluer le potentiel d'incidence environnementale), avec au moins un test d'écotoxicité globale du sédiment. Les niveaux de contamination dépassant N2 peuvent entraîner des effets néfastes sur les organismes vivants.

Les concentrations des contaminants dans les sédiments au-dessous desquelles on ne s'attend à aucun effet chronique sur les espèces marines ont été également établies pour certaines substances toxiques par les travaux de la commission OSPAR et l'agence de protection de l'environnement américaine (US EPA). Ces concentrations sont déterminées par le biais de tests écotoxicologiques en laboratoire. Dans le cadre de la législation française, ces niveaux de référence sont fixés par des arrêtés préfectoraux sur proposition du groupe d'expert GEODE. A noter que pour les HAP et les PCB, les nouveaux niveaux de référence N1 et N2 fixés dans l'arrêté du 08/02/2013 et du 17/07/2014 respectivement sont des critères écotoxicologiques. Au niveau européen ces critères écotoxicologiques sont établis pour l'eau, il s'agit des NQE (Normes de Qualité Environnemental) de la DCE. Les NQE pour le sédiment sont actuellement en cours de développement au niveau européen.

Tableau 9. Valeurs de références et valeurs guides sur la qualité des sédiments marins

		Niveaux de référence	
		N1*	N2*
Métaux mg/kg sédiment sec	Arsenic	25	50
	Cadmium	1,2	2,4
	Chrome	90	180
	Cuivre	45	90
	Mercure	0,4	0,8
	Nickel	37	74
	Plomb	100	200
	Zinc	276	552
PCB µg/kg/sédiment sec	PCB 28	5	10
	PCB 52	5	10
	PCB 101	10	20
	PCB 118	10	20
	PCB 138	20	40
	PCB 153	20	40
	PCB 180	10	20
HAP µg/kg/sédiment sec	Naphtalène	160	1 130
	Acénaphthène	15	260
	Acénaphthylène	40	340
	Fluorène	20	280
	Anthracène	85	590
	Phénanthrène	240	870
	Fluoranthène	600	2 850
	Pyrène	500	1 500
	Benzo(a)anthracène	260	930
	Chrysène	380	1 590
	Benzo(b)fluoranthène	400	900
	Benzo(k)fluoranthène	200	400
	Benzo(a)pyrène	430	1 015
	Di Benzo (ah)anthracène	60	160
	Benzo(ghi) pérylène	1 700	5 650
	Indeno(123cd) pyrène	1 700	5 650

Légende : * Réglementation française sur les sédiments :

- Concentration < N1 : « sédiment non toxique »
- Concentration > N1 et < N2 : « sédiment nécessitant des investigations écotoxicologiques »
- Concentration > N2 : « sédiment toxique »

2.2.5.2. Benthos de substrats meubles

Pour chaque station, les paramètres suivants ont été déterminés :

- La richesse spécifique, i.e. le nombre d'espèces différentes présentes dans l'échantillon ;
- La densité, i.e. le nombre d'individus par espèce rapportés au mètre carré qui est calculé à partir des données d'abondance ;
- La biomasse, i.e. le poids en matière sèche par espèce.

A partir de ces paramètres, plusieurs indices biologiques sont calculés (indice de Shannon, équitabilité, Indice Trophique M-AMBI) et permettent une interprétation fine de l'état du peuplement benthique.

2.2.5.2.1. L'indice de Shannon-Weaver (H')

L'indice de Shannon-Weaver (Shannon, 1948) est un indice de diversité qui prend en compte à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative de chaque espèce, permettant de caractériser l'équilibre écologique du peuplement d'un écosystème.

$$H' = - \sum \left[\frac{N_i}{N} \times \log_2 \frac{N_i}{N} \right]$$

N_i = abondance de l'espèce i

N = abondance totale des espèces

Cet indice est maximal ($H'_{\max}$) quand les espèces ont des abondances identiques et il tend vers 0 quand une espèce domine le peuplement. Ce résultat qui est souvent peu parlant, doit être rapporté à l'indice maximal théorique du peuplement ($H'_{\max}$), ou accompagné de l'indice d'équitabilité (J).

2.2.5.2.2. Indice d'équitabilité (J)

Cet indice permet de mieux appréhender les résultats de l'indice de Shannon-Weaver. Il indique sous forme de pourcentage, le rapport entre l'indice trouvé (H') et l'indice maximal théorique du peuplement ($H'_{\max}$).

$$J = \frac{H'}{\log_2 S} \times 100$$

H' = indice de Shannon-Weaver

S = richesse spécifique

De la même manière, $J = 0 \%$ représente la dominance du peuplement par une seule espèce, un $J = 100 \%$ représente un peuplement composé d'espèces à l'abondance identique.

2.2.5.2.3. Indice Trophique (IT)

Cet indice (Word, 1990) rend compte du régime alimentaire des espèces présentes dans l'échantillon, basé sur le principe des successions écologiques. Celles-ci sont classées en 4 groupes trophiques (1 - les suspensivores, 2 - les détritivores, 3 - les dépositivores, 4 - les espèces de substrat anaérobie).

$$IT = 100 - \frac{100 \sum (0.n_1 + 1.n_2 + 2.n_3 + 3.n_4)}{3N}$$

n_1, n_2, n_3, n_4 = abondances de toutes les espèces des groupes trophiques 1, 2, 3 et 4

N = abondance totale des espèces

L'objectif est d'apprécier, au travers de la structure trophique des peuplements, l'état de dégradation des fonds du fait de l'accumulation de matière organique, les coefficients multiplicateurs 0, 1, 2 et 3 affectés à chaque groupe sont proportionnels au degré d'association de l'espèce avec le sédiment vis-à-vis de sa stratégie trophique. Ainsi, les espèces suspensivores, complètement dépendantes de la colonne d'eau, sont affectées du coefficient le plus faible.

Les valeurs de l'indice sont exprimées en pourcentage et varient de 0 à 100 %. Elles sont interprétées de la manière suivante :

Tableau 10. Classification de l'indice trophique

Etat	IT
Très bon	IT > 80
Bon	60 < IT ≤ 80
Moyen	50 < IT ≤ 60
Pauvre	30 < IT ≤ 50
Mauvais	IT ≤ 30

2.2.5.2.4. AZTI Marine Biotic Index (AMBI)

L'AMBI (AZTI Marine Biotic Index) (Borja *et al.*, 2000), appelé aussi coefficient benthique (CB) est basé sur les successions écologiques (Pearson & Rosenberg, 1978). Les groupes écologiques (*cf.* figure suivante), au nombre de 5 (GI, GII, GIII, GIV et GV), sont basés sur la polluosensibilité des espèces. Le groupe I comprend les espèces les plus sensibles à l'hypertrophisation jusqu'au groupe V qui englobe les espèces opportunistes des sédiments réduits. Cet indice est lui aussi sensible à l'effort d'échantillonnage, un trop petit nombre de données donneront la même valeur moyenne mais avec un fort écart-type. Il présente l'avantage d'être applicable à tous les milieux puisque basé sur une liste unique d'espèces.

$$AMBI = \frac{0 \times \%GI + 1,5 \times \%GII + 3 \times \%GIII + 4,5 \times \%GIV + 6 \times \%GV}{100}$$

% GI, % GII, % GIII, % GIV, % GV = abondance relative des différents groupes trophiques par rapport à l'abondance totale.

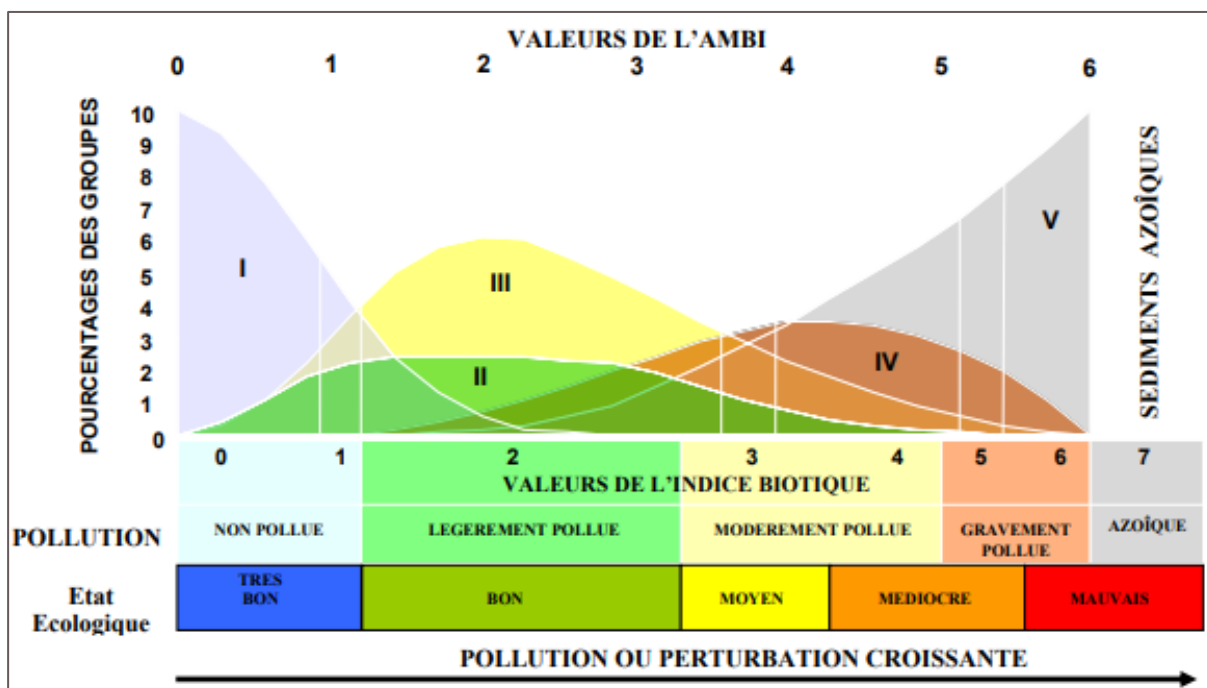


Figure 7. Equivalence entre l'AMBI et l'Indice Biotique (d'après Grall et Coïc, 2005)

Les valeurs de l'AMBI sont déterminées par un logiciel créé par le laboratoire AZTI qui définit des valeurs comprises entre 0 et 6. Une valeur de 0 représente un milieu non pollué, une valeur de 6 représente une pollution majeure dans un milieu azoïque.

De plus, une corrélation avec les Etats Ecologiques définis par la Directive Cadre Eau a été proposée par Borja *et al.* (2004).

Tableau 11. Correspondance entre les coefficients benthiques (AMBI) et les valeurs des indices biotiques

Etat du site	Coefficient benthique (AMBI)	Groupe écologique dominant	Etat de santé des communautés	Etat écologique
Non pollué	$0,0 < \text{AMBI} \leq 0,2$	I	Normal	Très bon
Non pollué	$0,2 < \text{AMBI} \leq 1,2$		Appauvri	
Pollution légère	$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$	III	Déséquilibre	Bon
Moyennement pollué	$3,3 < \text{AMBI} \leq 4,5$		Etape de transition vers la pollution	Moyen
Moyennement pollué	$4,5 < \text{AMBI} \leq 5,0$	IV (V)	Pollué	Médiocre
Fortement pollué	$5,0 < \text{AMBI} \leq 5,5$		Etape de transition vers la forte pollution	
Fortement pollué	$5,5 < \text{AMBI} \leq 6,0$	V	Forte pollution	Mauvais
Pollution majeure	Azoïque	Azoïque	Azoïque	

2.2.5.2.5. M-AMBI

Le M-AMBI a été mis au point par l'équipe de l'AZTI pour permettre de compléter les résultats obtenus par l'AMBI.

Le calcul du M-AMBI qui est basé sur une analyse factorielle de l'AMBI, de la richesse spécifique et de l'indice de diversité H' (indice de Shannon-Weaver) (Muxika *et al.*, 2007) permet donc de prendre en compte ces 3 facteurs à la fois.

Les calculs de l'AMBI et du M-AMBI sont établis à partir du logiciel mis à disposition sur le site du laboratoire AZTI qui est à l'origine de ces indices (<http://www.azti.es>).

Le calcul du M-AMBI est basé sur les résultats obtenus avec l'AMBI pondéré par l'indice de Shannon (H') et la richesse spécifique (S). Pour ce calcul, il est nécessaire de définir des stations, théoriques ou réelles, considérées comme « *Station de référence haute* » et « *Station de référence basse* ». La station de référence haute est une station théorique qui prend comme valeur la meilleure de chaque indice de l'ensemble des résultats obtenus lors des campagnes DCE sur les lagunes. La station de référence basse est aussi une station théorique correspondant aux pires résultats obtenus sur des campagnes DCE pour chaque paramètre.

Il faut cependant faire attention à l'interprétation des résultats donnés par le M-AMBI. Si on modifie les valeurs pour les stations de référence haute et basse, les résultats du M-AMBI vont varier. Ces résultats ne doivent être interprétés que pour un pool de stations données. Pour comparer des stations entre elles, elles doivent avoir été calculées avec les mêmes « *station de référence haute* » et « *station de référence basse* ». Les 5 classes sont définies sur la différence entre ces deux stations.

2.2.5.2.6. EcoQ

A partir des valeurs trouvées pour les indices de Shannon, de l'Indice Trophique et d'AMBI, il est possible de leur associer un code allant de « *Très bon* » à « *Mauvais* ».

Tableau 12. Synthèse des valeurs d'EcoQ pour l'indice de Shannon (Molvær et al., 1997), l'indice trophique (Licari, 1998) et l'AMBI (Borja et al., 2003)

EcoQ	H'	IT	AMBI
Très bon	$H' > 4$	$IT > 80$	$AMBI \leq 1,2$
Bon	$3 < H' \leq 4$	$60 < IT \leq 80$	$1,2 < AMBI \leq 3,3$
Moyen	$2 < H' \leq 3$	$50 < IT \leq 60$	$3,3 < AMBI \leq 4,3$
Pauvre	$1 < H' \leq 2$	$30 < IT \leq 50$	$4,3 < AMBI \leq 5,5$
Mauvais	$H' \leq 1$	$IT \leq 30$	$5,5 < AMBI \leq 6$

2.2.6. Dates et conditions météorologiques des campagnes

Les dates et conditions météorologiques des campagnes de prélèvements sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 13. Conditions météorologiques des campagnes de prélèvement de sédiment

Dates	Météo
15 mai 2017	Mer calme sans vent
16 mai 2017	Mer sans vague
17 mai 2017	Mer peu agitée avec peu de vent
01 juin 2017	Mer ridée avec peu de vent

Les campagnes de prélèvements pour le sédiment et les peuplements benthiques de substrats meubles ont été réalisées à bord du bateau « *Paul B* » de la société JIFMAR Offshore Service de Port-La Nouvelle.

Les prélèvements ont été réalisés par les équipes de Créocéan sous la responsabilité de M. Thibault SCHVARTZ et de M. Sébastien THORIN.

2.3. Données bibliographiques

2.3.1. Qualité des sédiments marins

Plusieurs sources de données sont disponibles sur l'aire d'étude éloignée concernant la qualité des sédiments en termes de granulométrie, d'enrichissement organique et de contamination chimique. Ces données proviennent des études suivantes :

- In Vivo 2005, avec des prélèvements effectués en 2000, 2004 et 2008 ;
- Créocéan 2009, avec des prélèvements effectués en 2005 ;
- Safege 2013, avec des prélèvements effectués en 2012 ;
- IDRA 2012, avec des prélèvements effectués en 2011 ;
- REPOM 2013, avec des prélèvements effectués en 2010 ;
- Créocéan 2013, avec des prélèvements effectués en 2012 ;
- Etude Géotechnique 2014, avec des prélèvements effectués en 2014 ;
- Créocéan 2015, avec des prélèvements effectués en 2014.

2.3.2. Benthos de substrats meubles

Les données disponibles sont issues du projet d'extension du port de Port-La Nouvelle (Créocéan, 2017). L'étude des communautés benthiques a été réalisée par Safège en 2012 et 2013 puis par Créocéan en 2015.

2.4. Sémantique et méthode utilisée

2.4.1. Définitions

Afin de faciliter la compréhension de cette étude, sont rappelées ici les définitions des termes utilisés pour la caractérisation des enjeux et des effets du projet.

L'enjeu représente pour une portion du territoire, compte tenu de son état actuel ou prévisible, une valeur au regard de préoccupations patrimoniales, esthétiques, culturelles, de cadre de vie ou économiques. Les enjeux sont appréciés par rapport à des critères tels que la qualité, la rareté, l'originalité, la diversité, la richesse, etc. L'appréciation des enjeux est indépendante du projet : ils ont une existence en dehors de l'idée même d'un projet.

Les termes « *effet* » et « *incidences* » n'ont pas la même signification :

- L'effet décrit la conséquence objective du projet sur la composante environnementale et prend en compte sa sensibilité. La sensibilité prend en compte la tolérance, et lorsqu'elle est connue la résilience (le temps nécessaire à son rétablissement) à un effet : par exemple, une éolienne posée en exploitation émettra un niveau sonore sous-marin compris entre 90 et 120 dBrms re 1 μ Pa @ 1 m. Le sprat présente une vulnérabilité aux pressions acoustiques car c'est un poisson spécialiste doté d'une vessie natatoire. L'effet sur cette espèce sera donc plus important que sur une espèce non spécialiste ;
- L'incidence est la transposition de cette conséquence sur une échelle de valeurs : l'incidence sonore de l'éolienne sera forte si des riverains se situent à proximité immédiate des éoliennes, elle sera faible si les riverains sont éloignés.

Les effets se doivent d'être évalués lors de la phase de construction, d'exploitation et de démantèlement. Il est important de comprendre que l'incidence est la résultante de la transformation de l'effet par l'enjeu du milieu considéré. Il peut être par la suite évité, réduit ou compensé par des mesures appropriées.

2.4.2. Evaluation de l'intensité de l'effet

L'objectif de l'étude d'impact sur l'environnement est de mener une évaluation des effets la plus précise possible. Cette évaluation se fonde sur trois méthodes :

- Par analyse des retours d'expériences de projets similaires qui ont déjà été réalisés et dont les incidences ont été avérées ;
- Par analogie avec les évaluations d'incidences de projets dans le même milieu (par exemple, les incidences d'autres infrastructures maritimes, comme ceux des travaux portuaires, ceux des plateformes pétrolières, etc.) ;
- Par dires d'expert.

2.4.3. La hiérarchisation des effets

Les effets d'un projet sont hiérarchisés de la manière suivante :

- Les effets positifs ou négatifs ;
- Les effets directs ou indirects ;
- La durée des effets :
 - Effet temporaire : il comprend les effets à :
 - Court terme : correspondent à une durée allant de quelques heures à quelques jours, par exemple le bruit généré par les opérations de forage ;
 - Moyen terme : sont ceux qui durent globalement pendant toute la durée des travaux, par exemple la photo attraction des engins de travaux.
 - Effets permanents qui comprennent uniquement les effets à long terme qui durent pendant toute la durée de vie du projet, par exemple la présence des pieux dans le sol.
- Le degré des effets :
 - Nul ;
 - Négligeable ;
 - Faible ;
 - Moyen ;
 - Fort.

2.4.4. La matrice des incidences brutes

Conformément aux guides méthodologiques du MEDD, l'évaluation des incidences brutes du projet (avant mise en œuvre des mesures) est réalisée en croisant l'enjeu de la composante au droit du projet par l'effet du projet sur celle-ci. La matrice suivante permet d'identifier le niveau des différentes incidences identifiées.

Tableau 14. Matrice des incidences

EFFET \ ENJEU	NEGLIGEABLE	FAIBLE	MOYEN	FORT
NUL/NEGLIGEABLE	Nulle/Négligeable	Nulle/Négligeable	Nulle/Négligeable	Nulle/Négligeable
FAIBLE	Négligeable	Faible	Faible	Moyenne
MOYEN	Négligeable	Faible	Moyenne	Forte
FORT	Négligeable	Moyenne	Forte	Forte

Le degré de l'effet et l'incidence sont codifiés par couleur comme indiqué dans le tableau suivant :

Effet/incidence négatif fort
Effet/ incidence négatif moyen
Effet/ incidence négatif faible
Effet/ incidence négligeable ou nul
Effet/ incidence positif

2.4.5. Mesures ERC

Il faut distinguer plusieurs types de mesures (selon la doctrine ERC) :

- Les mesures d'évitement permettent d'éviter totalement une incidence brute du projet ;
- Les mesures de réduction visent à réduire l'incidence du projet ;

- Les mesures de compensation visent à compenser les incidences du projet afin de permettre de conserver globalement la valeur initiale des milieux (reboisement de parcelles pour maintenir la qualité du boisement lorsque des défrichements sont nécessaires, achat de parcelles pour une gestion du patrimoine naturel, mesures de sauvegarde d'espèces ou de milieux naturels, etc.). Elles s'appliquent aux incidences résiduelles du projet qui, malgré l'application de mesures d'évitement et de réduction, restent notables.

A ces dernières peuvent être ajoutées les mesures de suivi qui vont être mises en place durant la vie du projet.

2.5. Limites de l'étude

Le prélèvement par benne permet de rendre compte des espèces endogées abondantes et ayant une distribution relativement normale à dense. Pour des espèces épigées de grande taille et avec des répartitions éparées, cette méthode de prélèvement par benne est moins adaptée, c'est pourquoi il peut être intéressant de compléter avec des plongées de suivi. **Néanmoins, dans le cadre de la présente étude, aucune plongée ou vidéo n'a été réalisée sur les substrats meubles en raison de l'importante turbidité de la zone qui ne permet pas de réaliser un échantillonnage robuste.**

Ainsi, afin de renforcer les données récoltées, il a été décidé de faire un effort d'échantillonnage plus important, en prélevant 5 répliques sur les 31 stations présentant une gamme variée de hauteurs bathymétriques pour les peuplements benthiques de substrats meubles. Habituellement, sur des études hors cadre DCE, seuls 3 répliques sont faits, pour des problèmes de coûts notamment.

A noter que les populations benthiques sont des bioindicateurs fiables. Ce sont des outils utilisés comme standards lors des suivis DCE, notamment pour leur capacité intégratrice (sédiments) et leur durée de vie assez long (3 ans en moyenne pour le benthos). Leur étude permet de témoigner de façon précise et poussée de l'état écologique du milieu.

Enfin, les résultats des peuplements benthiques dépendent des benthologues, pour la partie tri et identification. C'est pourquoi il est important de faire toujours appel au même benthologue lors d'une étude et des suivis, afin que les résultats soient fiables et exploitables. Dans le cadre de cette étude, c'est Daniel MARTIN (laboratoire de Blanes, Espagne) qui a été en charge des déterminations et qui est un des benthologues utilisé dans le cadre de la DCE en France.

3. Etat actuel de l'environnement

3.1. Données bibliographiques

3.1.1. Nature des fonds

La cartographie de la nature des fonds communément reprise pour l'ensemble de la plate-forme du Languedoc-Roussillon est basée sur les travaux de l'Université de Perpignan et synthétisée dans la thèse du Professeur Aloïsi (1986) et reprise dans la carte suivante.

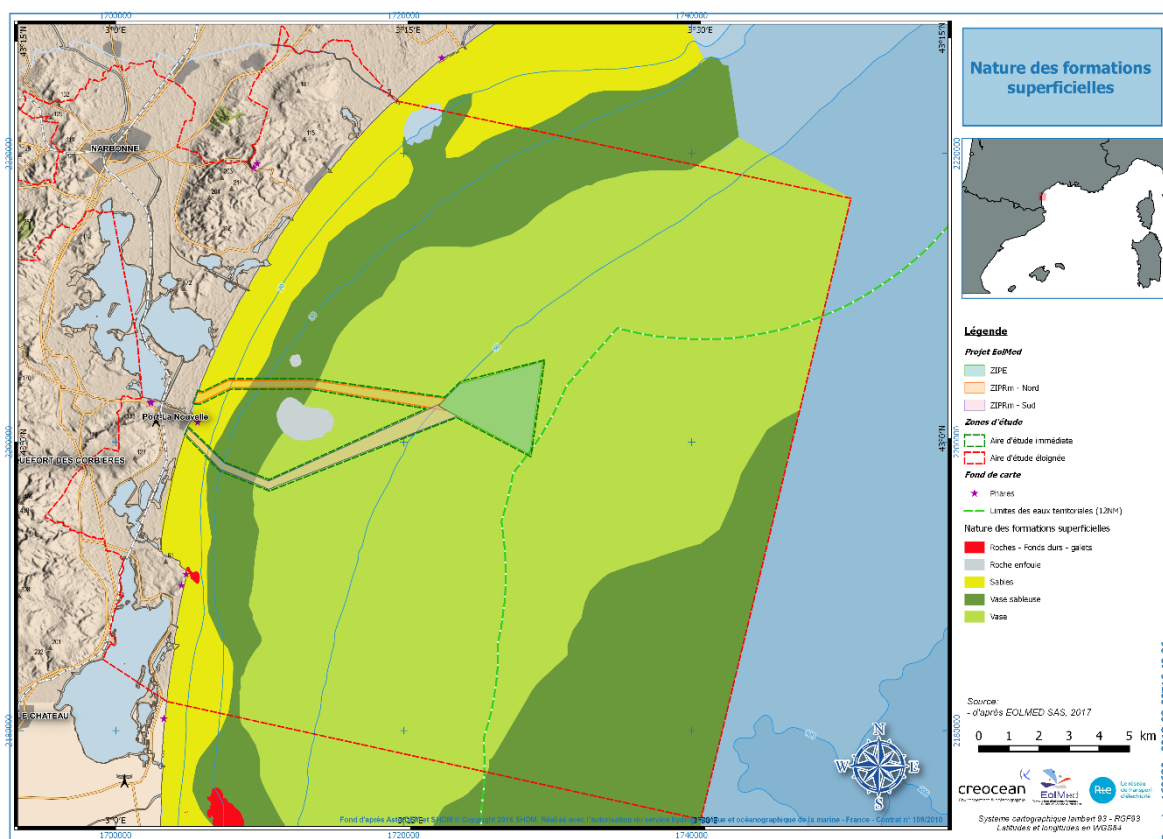


Figure 8. Nature des formations superficielles

La zone de Port-La Nouvelle est une plaine sédimentaire sablo-vaseuse où les sites rocheux sont absents. Des rochers enfouis sous le sédiment sont localisés au large de Port-La Nouvelle. Ces formations ne ressortent pas sur les cartes d'épaisseur sédimentaire. Les quelques substrats durs présents sont d'origine anthropique (épaves, récifs artificiels etc.).

3.1.2. Sédiments

3.1.2.1. Granulométrie

Les données bibliographiques disponibles sur l'aire d'étude sont présentées dans la figure suivante.

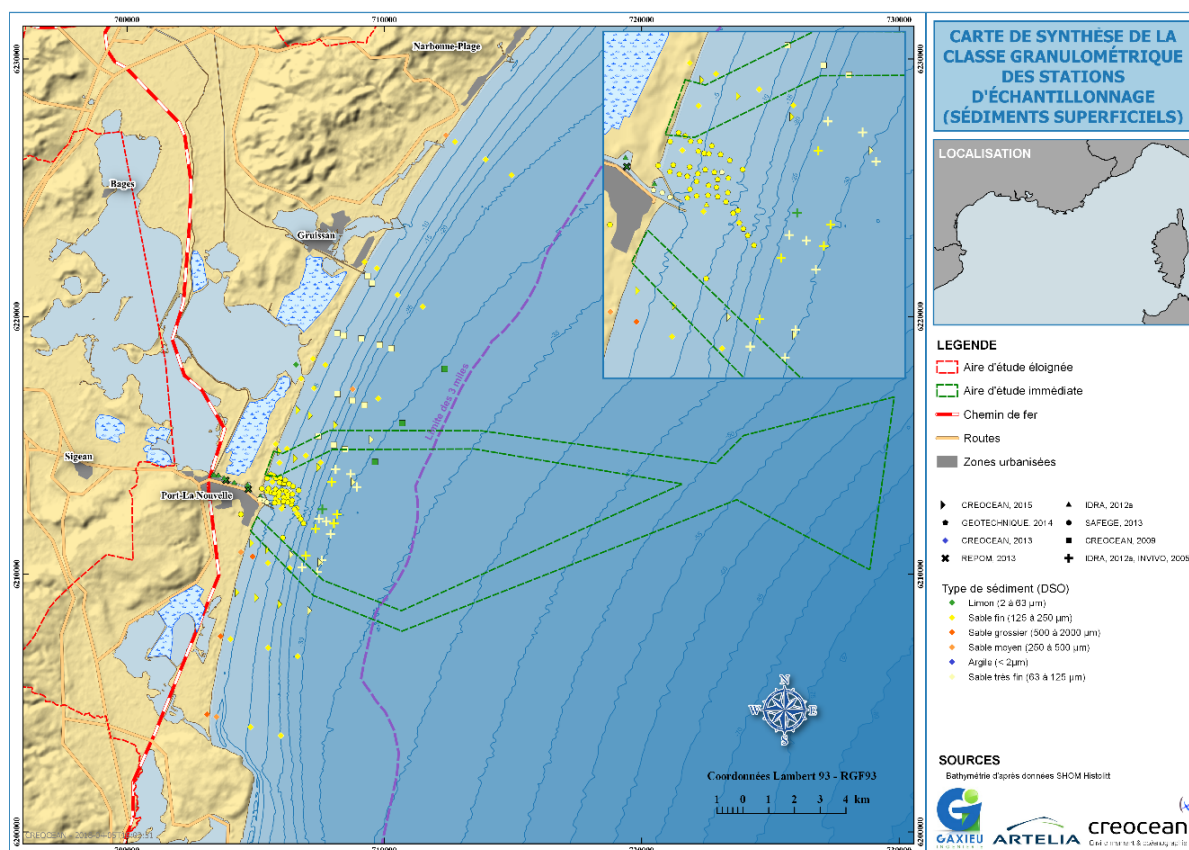


Figure 9. Synthèse des données bibliographiques sur la classe granulométrique

De manière générale pour la granulométrie, les données disponibles présentent un gradient décroissant depuis des sables fins à moyens de la côte à des sédiments fortement envasés autour de 30 m de profondeur d'eau. La fraction fine croît régulièrement vers le large avec la diminution des courants et de l'action de la houle. Les teneurs en sables restent cependant dominantes jusqu'aux environs de 20 m de profondeur d'eau.

3.1.2.2. Enrichissement organique

Les données bibliographiques disponibles sur l'aire d'étude sont présentées dans la figure suivante.

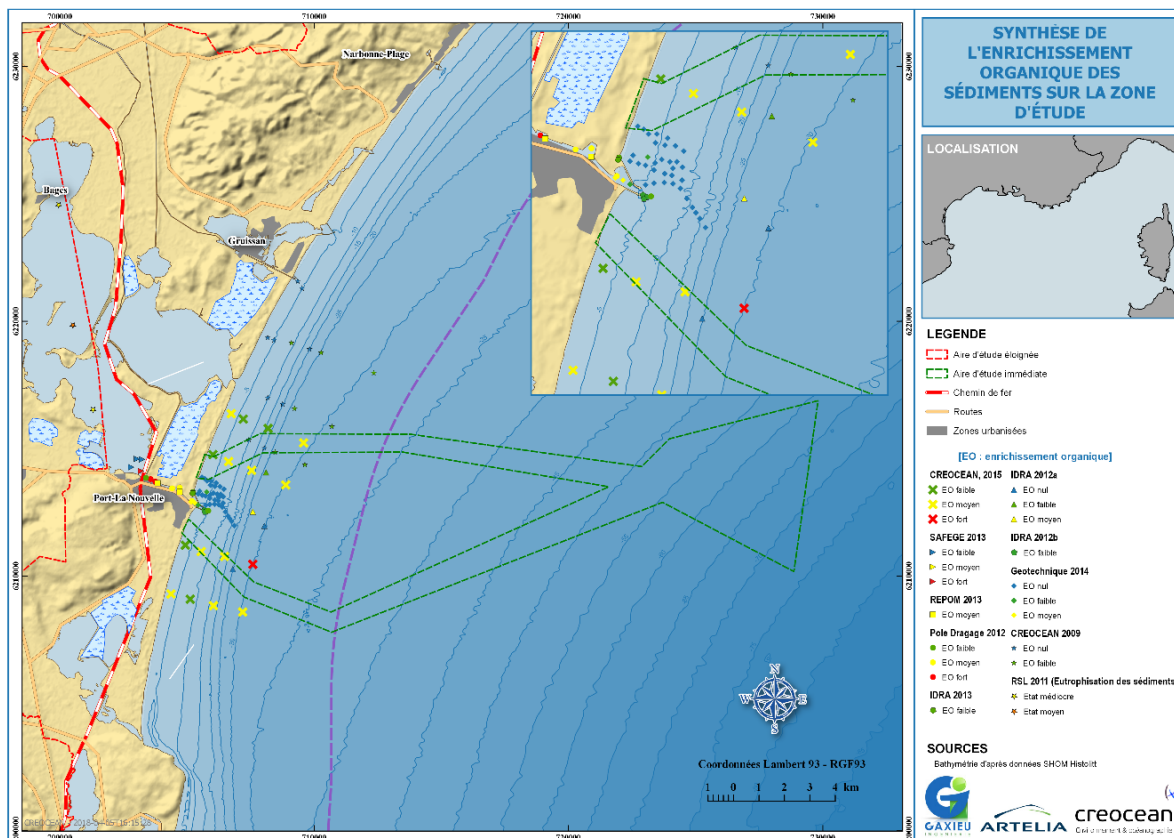


Figure 10. Synthèse des données bibliographiques sur l'enrichissement organique des sédiments

Pour l'enrichissement organique des sédiments, les données disponibles présentent des sédiments qui sont globalement plus enrichis en éléments organiques et nutritifs lorsque la profondeur des fonds est importante, ce qui est cohérent avec une fraction fine plus élevée sur les stations profondes (à 30 m de profondeur).

3.1.2.3. Contamination chimique

Les données bibliographiques disponibles sur l'aire d'étude sont présentées dans la figure suivante.

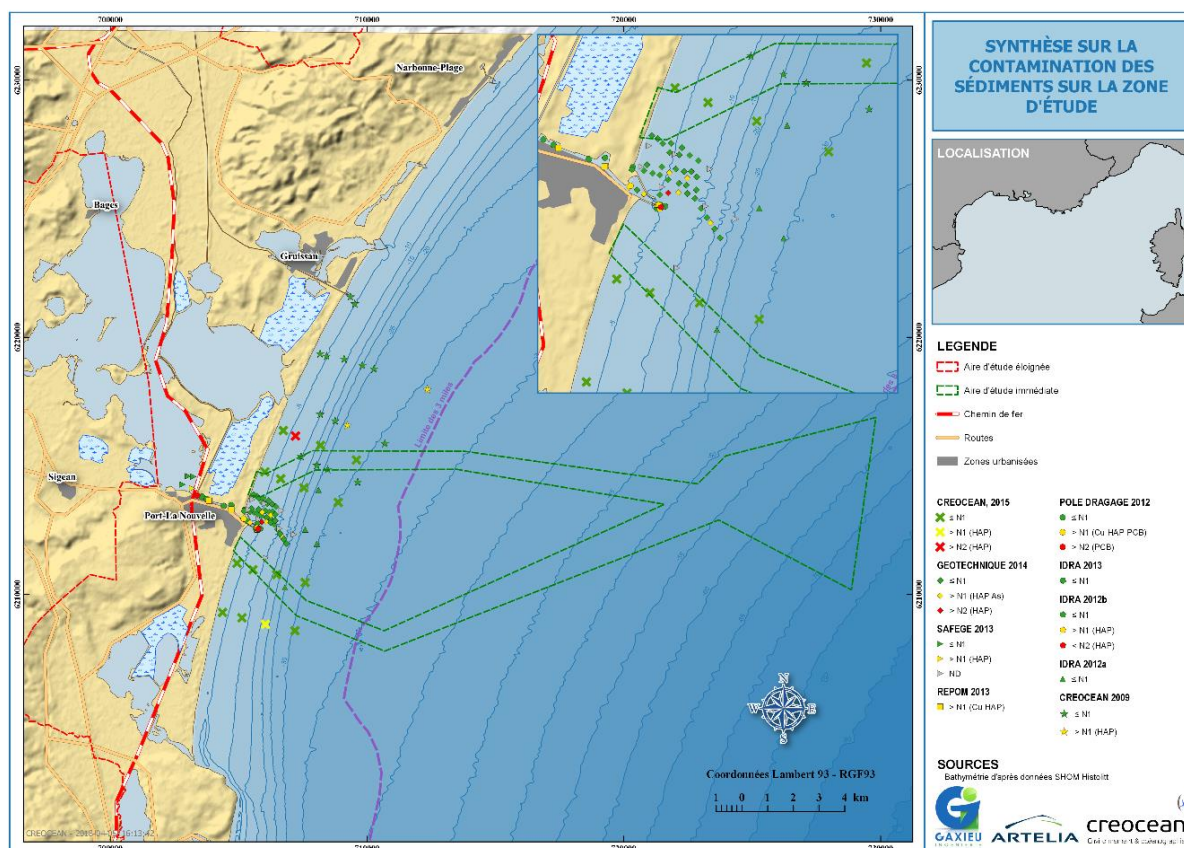


Figure 11. Synthèse des données bibliographiques sur la contamination chimique du sédiment

De manière générale, les sédiments au large de Port-La Nouvelle apparaissent peu contaminés au regard des données (période de 2009 à 2015). Les teneurs les plus importantes sont logiquement rencontrées dans l'environnement proche du port et à proximité de la zone d'immersion actuelle. Il s'agit essentiellement de dépassement du seuil N1 et dans une moindre mesure N2 pour les HAP. Deux éléments métalliques traces : l'arsenic et le chrome dépassent également N1 ponctuellement sur une station à proximité immédiate du port.

3.1.3. Peuplements benthiques de substrats meubles

Les données bibliographiques disponibles sur l'aire d'étude sont présentées dans la figure suivante.

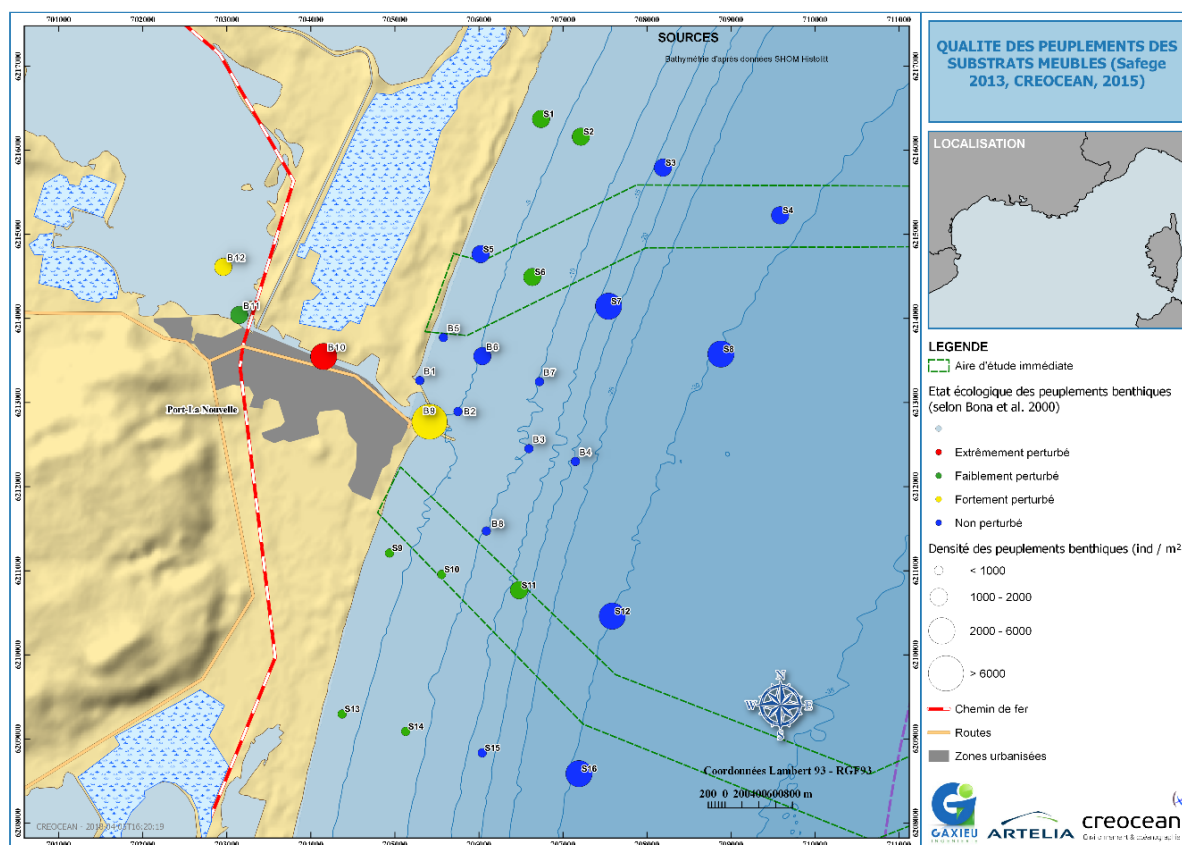


Figure 12. Synthèse des données bibliographiques sur la qualité des peuplements benthiques de substrats meubles

Les données au niveau de la zone d'emprise du futur port montrent que les communautés des substrats meubles en mer présentent un « *très bon état* » écologique. Dans les tous petits fonds, la biocénose des sables fins de haut niveau (SFHN) et celle des sables fins bien calibrés (SFBC) ont été identifiées.

Les résultats obtenus plus au large témoignent d'un gradient côte-large dans la structure et la composition du peuplement avec une richesse en espèces, une biomasse et des valeurs d'AMBI croissantes avec la profondeur des stations et, à l'inverse, une diminution de l'indice trophique vers le large. Ce gradient s'explique logiquement par des sédiments sableux pauvres en éléments trophiques dans les petits fonds, zone soumise à des conditions d'agitation élevée, qui constituent une contrainte environnementale forte pour beaucoup d'espèces benthiques. Lorsque la profondeur des fonds augmente, l'agitation marine a moins d'effet sur les fonds qui tendent à s'envaser. Ainsi le milieu devient plus riche en éléments organiques et plus favorable au maintien d'une plus grande diversité d'espèces. La composition du peuplement à 30 m de profondeur est significativement différente de celles des stations moins profondes avec davantage d'espèces détritivores et dépositivores. L'enrichissement trophique est suffisamment élevé sur certaines stations à 30 m de profondeur pour conduire à une relative abondance d'espèces indicatrices de perturbation trophique du milieu. Ceci est à mettre en relation avec des contaminations en HAP sur ces mêmes stations.

Globalement, la qualité du peuplement reste bonne avec des valeurs d'EcoQ satisfaisantes. En termes de biocénoses, la majorité des organismes prélevés appartiennent aux biocénoses des sables fins bien calibrés (SFBC) et du détritique côtier (DC). On notera néanmoins un état écologique des peuplements benthiques fortement perturbé à l'entrée du port de Port-La Nouvelle.

3.1.4. Habitats d'intérêt communautaire

L'aire d'étude immédiate du projet (ZIPRm) est localisée sur le site Natura 2000 FR9102013 « *Côtes sableuses de l'infralittoral languedocien* » (cf. carte suivante).

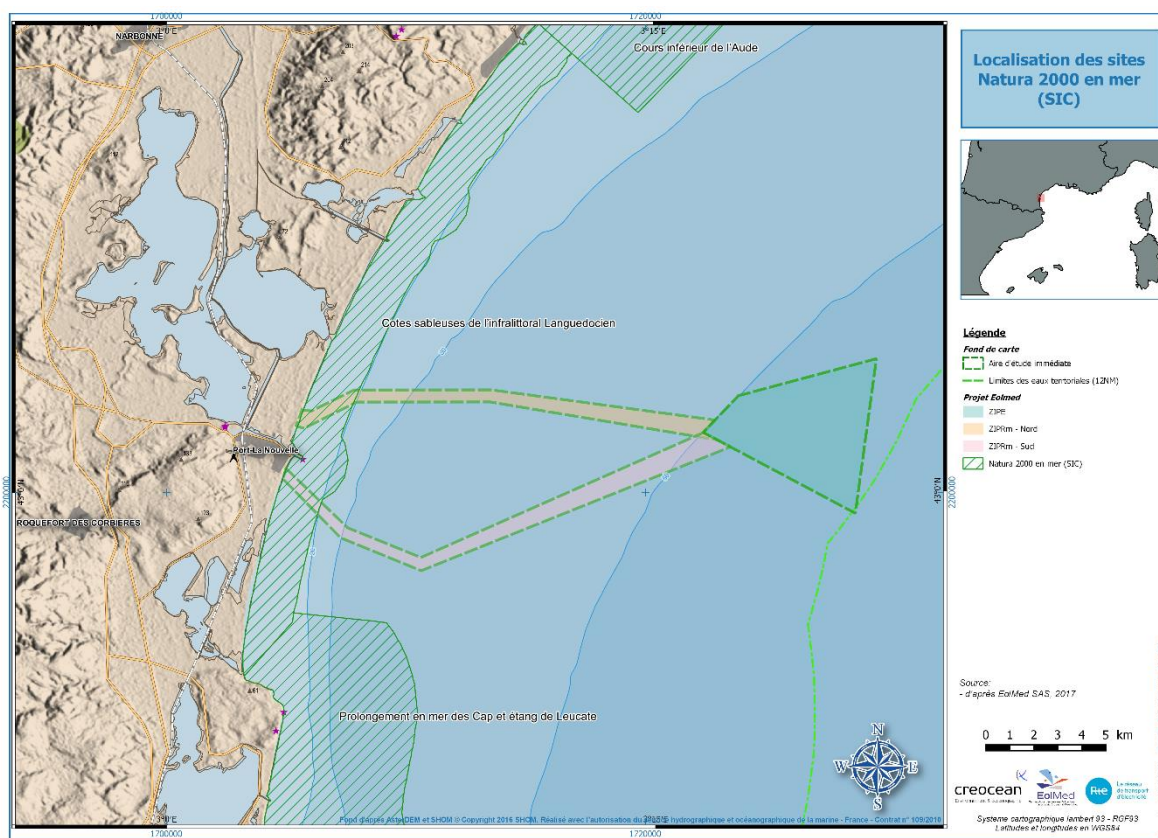


Figure 13. Localisation des sites Natura 2000 en mer

Ce site a pour objet d'inscrire dans le réseau un patrimoine rare, spécifique et original les habitats d'intérêt communautaire suivants :

- « *Les Bancs de sable à faible couverture d'eau marine* » (code Natura 2000 : 1110) ;
- « *Replats boueux ou sableux exondés à marée basse* » (code Natura 2000 : 1140).

La liste des habitats d'intérêt communautaire du site Natura 2000 « *Côtes sableuses de l'infralittoral languedocien* » est présentée dans le tableau suivant.

	Habitats d'Intérêt communautaire	Code	% d'occupation sur site (AAMP 2012 et DOCOB 2014)
Habitats génériques	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	1110	98,46 %
Habitats élémentaires	Sables Fins de Haut Niveau (SFHN)	1110-5	10,89 %
	Sables Fins Bien Calibrés (SFBC)	1110-6	82,70 %
	Sables grossiers et fins Gravier sous influence des Courants de Fond (SGCF)	1110-7	4,87 %
	Sables grossiers et fins graviers brassés par les vagues	1110-8	-
	Galets infralittoraux	1110-9	-
Habitats générique	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	1140	0,06 %
Habitats élémentaires	Sables supralittoraux avec ou sans laines à dessiccation rapide	1140-7	-
	Laines à dessiccation lente	1140-8	-
	Sables médiolittoraux	1140-9	0,06 %
	Sédiments détritiques médiolittoraux	1140-10	-
Autres types d'habitats (hors habitats communautaires)			
Autres Habitats	<i>Habitats artificiels</i>		0,10 %
Autres Habitats	<i>Biocénose du détritique côtier</i>		1,39 %
Autres Habitats	<i>Biocénose des fonds envasés</i>		

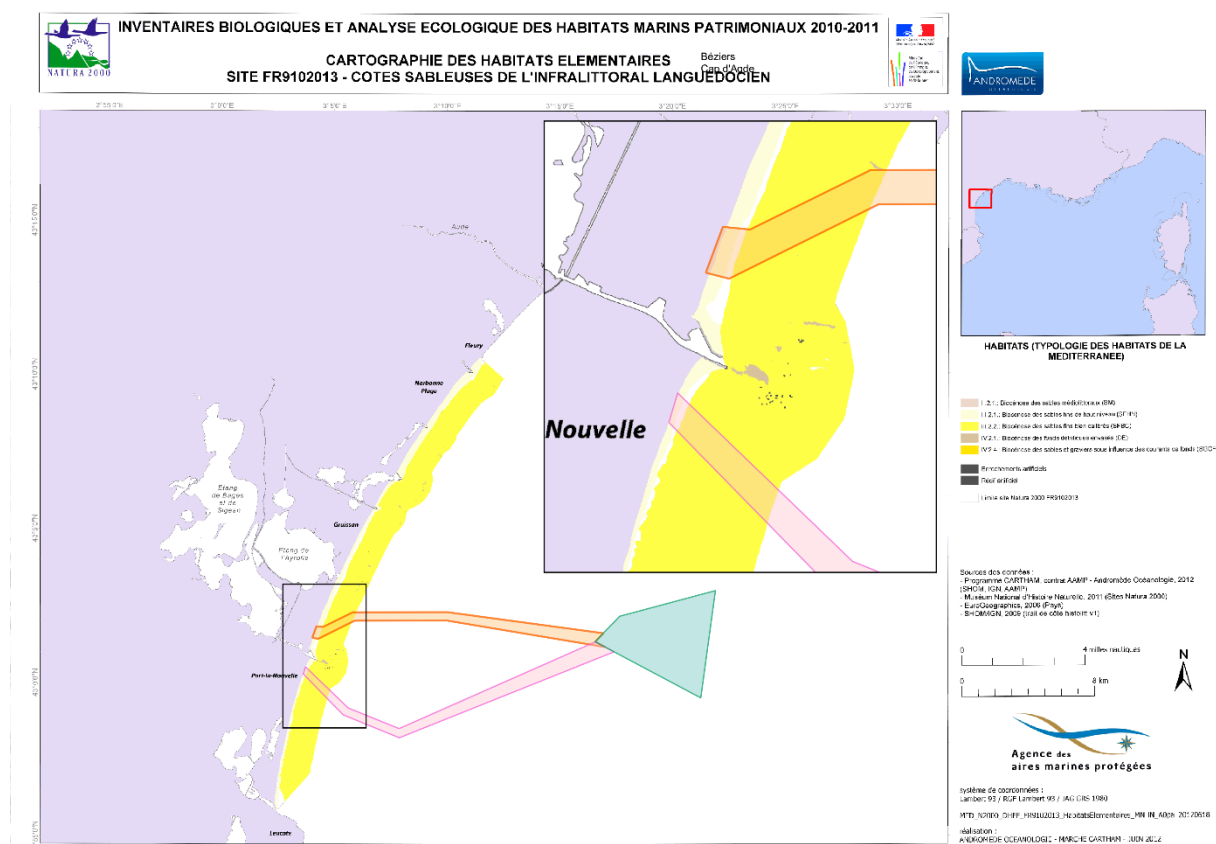


Figure 14. Localisation des habitats d'intérêt communautaire sur l'aire d'étude immédiate

L'aire d'étude immédiate (ZIPRm Nord et Sud) est concernée par la biocénose des sables fins bien calibrés (SFBC) et la biocénose des sables fins de haut niveau (SFHN).

Les espèces d'intérêt communautaires présentées dans le DOCOB (Labbe *et al.*, 2014) sont les suivantes :

- 1224 la Tortue caouanne (*Caretta*) ;
- 1349 le Grand dauphin (*Tursiops truncatus*).

Le DOCOB (Labbe *et al.* 2014) mentionne également la présence potentielle d'espèces amphihalines d'intérêt communautaire :

- La Lamproie marine ;
- L'Alose feinte du Rhône.

Ces quatre espèces ne font pas partie de la faune benthique de substrats meubles. Les éventuelles observations sont reportées dans les rapports d'étude correspondants (ichtyofaune et mégafaune marine).

3.2. Résultats des campagnes de mesures

3.2.1. Résultats pour les sédiments

3.2.1.1. Structure des sédiments

Les résultats de l'analyse de la granulométrie des sédiments sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 16. Résultat en pourcentage de la granulométrie par classe pour chaque station à partir de la classification de Chasse & Glemarec, 1976

Stations	Prof	Argiles	Limons	Sable très fin	Sable fin	Sable moyen	Sable grossier			Fraction fine
	m	< 2 µm	2<X<63 µm	63<X<125 µm	125<X<250 µm	250<X<500 µm	500<X<1000 µm	1000<X<2000 µm	> 2 mm	< 63 µm
S1	3	0,47	2,38	6,54	73,02	14,75	2,34	0,00	0,5	2,87
S2	3	0,39	1,72	5,45	70,64	17,40	4,09	0,00	0,3	2,12
S3	15	0,99	5,63	26,24	52,82	0,82	0,00	0,00	13,5	7,66
S4	15	1,05	6,38	36,84	54,33	1,00	0,00	0,00	0,4	7,46
S5	19	5,05	50,33	36,43	7,63	0,27	0,00	0,00	0,3	55,54
S6	28	4,59	38,82	28,90	9,28	1,38	1,59	0,34	15,1	51,13
S7	31	7,38	68,08	13,50	6,04	0,50	0,00	0,00	4,5	79,02
S8	32	7,05	70,10	14,85	7,31	0,69	0,00	0,00	0,0	77,15
S9	34	8,80	77,79	8,91	3,65	0,15	0,00	0,00	0,7	87,20
S10	35	8,38	72,84	8,00	6,99	1,29	0,00	0,00	2,5	83,31
S11	38	9,14	74,70	7,03	6,39	1,14	0,00	0,00	1,6	85,21
S12	38	10,06	79,98	6,16	3,49	0,11	0,00	0,00	0,2	90,22
S13	41	11,23	78,32	5,43	3,38	0,04	0,00	0,00	1,6	91,00
S14	43	7,87	67,86	5,73	8,11	3,16	0,36	0,00	6,9	81,35
S15	43	11,18	78,49	5,72	4,13	0,18	0,00	0,00	0,3	89,94
S16	45	11,08	74,90	5,17	4,55	0,21	0,00	0,00	4,1	89,65
S17	49	11,74	78,39	5,27	4,15	0,14	0,00	0,00	0,3	90,41
S18	49	11,28	73,64	4,87	4,84	0,16	0,00	0,00	5,2	89,58
S19	51	10,99	64,67	4,07	4,84	0,14	0,00	0,00	15,3	89,32
S20	52	11,68	70,72	5,02	6,35	0,63	0,00	0,00	5,6	87,28
S21	56	12,58	72,59	4,91	6,85	0,88	0,00	0,00	2,2	87,08
S22	55	12,63	74,72	5,19	6,73	0,73	0,00	0,00	0,0	87,35

Stations	Prof	Argiles	Limons	Sable très fin	Sable fin	Sable moyen	Sable grossier			Fraction fine
	m	< 2 µm	2<X<63 µm	63<X<125 µm	125<X<250 µm	250<X<500 µm	500<X<1000 µm	1000<X<2000 µm	> 2 mm	< 63 µm
S23	58	10,60	64,27	4,32	5,28	0,42	0,00	0,00	15,1	88,19
S24	60	14,82	73,16	4,55	6,80	0,27	0,00	0,00	0,4	88,33
S25	59	13,96	74,38	4,67	6,29	0,29	0,00	0,00	0,4	88,70
S26	61	13,47	76,05	4,59	5,59	0,10	0,00	0,00	0,2	89,70
S27	64	13,94	75,00	4,68	5,88	0,10	0,00	0,00	0,4	89,30
S28	58	13,26	73,95	4,99	7,19	0,41	0,00	0,00	0,2	87,39
S29	63	14,96	74,22	4,20	5,35	0,16	0,00	0,00	1,1	90,18
S30	66	15,49	73,87	4,07	6,16	0,21	0,00	0,00	0,2	89,54
S31	68	14,22	68,84	3,76	6,31	0,27	0,00	0,00	6,6	88,92

Tableau 17. Classification d'Ibouily

Fraction fine < 10 %	Sables purs
10 % ≤ fraction fine < 20 %	Sables peu envasés
20 % ≤ fraction fine < 40 %	Sables moyennement envasés
40 % ≤ fraction fine < 60 %	Sédiment très envasé à dominante de sables
60 % ≤ fraction fine < 80 %	Sédiment très envasé à dominante de vases
Fraction fine ≥ 80%	Vases pures

Au vu de la classification d'Ibouily, les sédiments sont constitués majoritairement de sédiments très envasés voir de vases pures. L'analyse des classes granulométriques montrent une organisation en fonction de la profondeur : les stations les plus proches de la côte (S1 à S4) à moins de 20 m de profondeur, sont constituées de sables purs. Les stations localisées entre 19 et 32 m (S5 à S8) sont quant à elles constituées essentiellement de sédiments très envasés. Au-delà de cette profondeur les sédiments sont classés comme des vases pures.

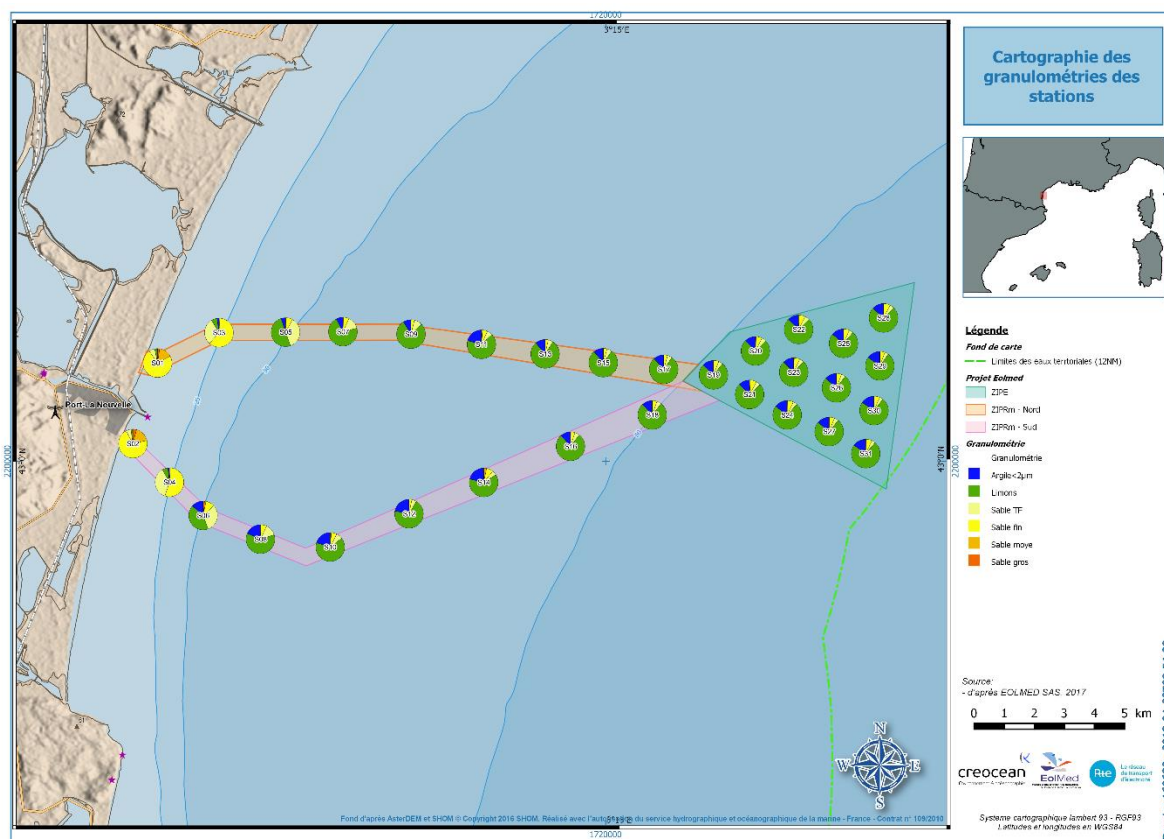


Figure 15. Représentation de la granulométrie par station selon la classification de Chasse & Glemarec, 1976

La figure précédente illustre bien un gradient décroissant de la granulométrie avec la profondeur. Les stations les moins profondes sont constituées principalement de sable fin puis plus la profondeur augmente et plus la composition des sédiments change et devient majoritairement du limon. Ce phénomène est classique car la zone de bas de plage est exposée au déferlement des vagues et seules les fractions les plus grossières peuvent se maintenir dans le temps. Au contraire lorsque la colonne d'eau est suffisamment importante, l'agitation de surface (vent, vague, houle) n'atteint plus le fond marin et l'absence d'hydrodynamisme fort favorise la sédimentation des particules fines.

De manière générale, les résultats indiquent la présence dominante de sédiment très fin à envasé sur la majorité de l'aire d'étude immédiate.

3.2.1.2. Enrichissement organique des sédiments

Les concentrations en éléments nutritifs dans les sédiments sont présentées dans le tableau et la figure suivants.

Tableau 18. Composition chimique des sédiments

Stations	Azote Kjeldahl mg/kg/sec	Azote Kjeldahl % m/m/sec	COT % m/m/sec	Phosphore mg/kg/sec
S1	500	0,05	0,17	363
S2	< 500	< 0,05	< 0,10	642
S3	< 500	< 0,05	0,24	464
S4	500	0,05	0,19	425
S5	700	0,07	0,79	613
S6	900	0,09	1,03	587
S7	1 000	0,10	0,82	627
S8	1 000	0,10	0,85	658
S9	1 100	0,11	0,87	637
S10	1 100	0,11	1,01	648
S11	1 000	0,10	1,04	657
S12	1 400	0,14	1,02	668
S13	1 200	0,12	0,94	641
S14	1 400	0,14	1,13	675
S15	1 200	0,12	1,04	653
S16	1 300	0,13	0,98	641
S17	1 300	0,13	1,10	670
S18	1 300	0,13	0,94	644
S19	1 200	0,12	0,93	626
S20	1 400	0,14	1,00	651
S21	2 100	0,21	0,97	648
S22	1 300	0,13	0,96	640
S23	1 500	0,15	1,04	628
S24	1 400	0,14	0,92	634
S25	1 500	0,15	0,97	632
S26	1 500	0,15	0,97	663
S27	1 300	0,13	1,10	660
S28	1 500	0,15	1,26	100
S29	1 500	0,15	0,97	645
S30	1 500	0,15	1,02	659
S31	1 400	0,14	1,12	660

3.2.1.2.1. Le Carbone Organique Totale (COT)

Le carbone organique provient des apports continentaux et/ou de la décomposition des animaux et végétaux morts. Le carbone organique est le plus souvent formé de particules de petite taille, piégées préférentiellement par les particules en suspension les plus fines et les plus propices à la décantation sur le fond. La dégradation bactérienne de cette matière consomme de l'oxygène. Elle peut être incomplète lorsque la quantité de matière à dégrader est trop importante par rapport à l'oxygène disponible. La forte présence de carbone organique dans le sédiment est donc souvent le signe d'une minéralisation incomplète, liée à un déficit en oxygène par rapport à la quantité de matière à dégrader.

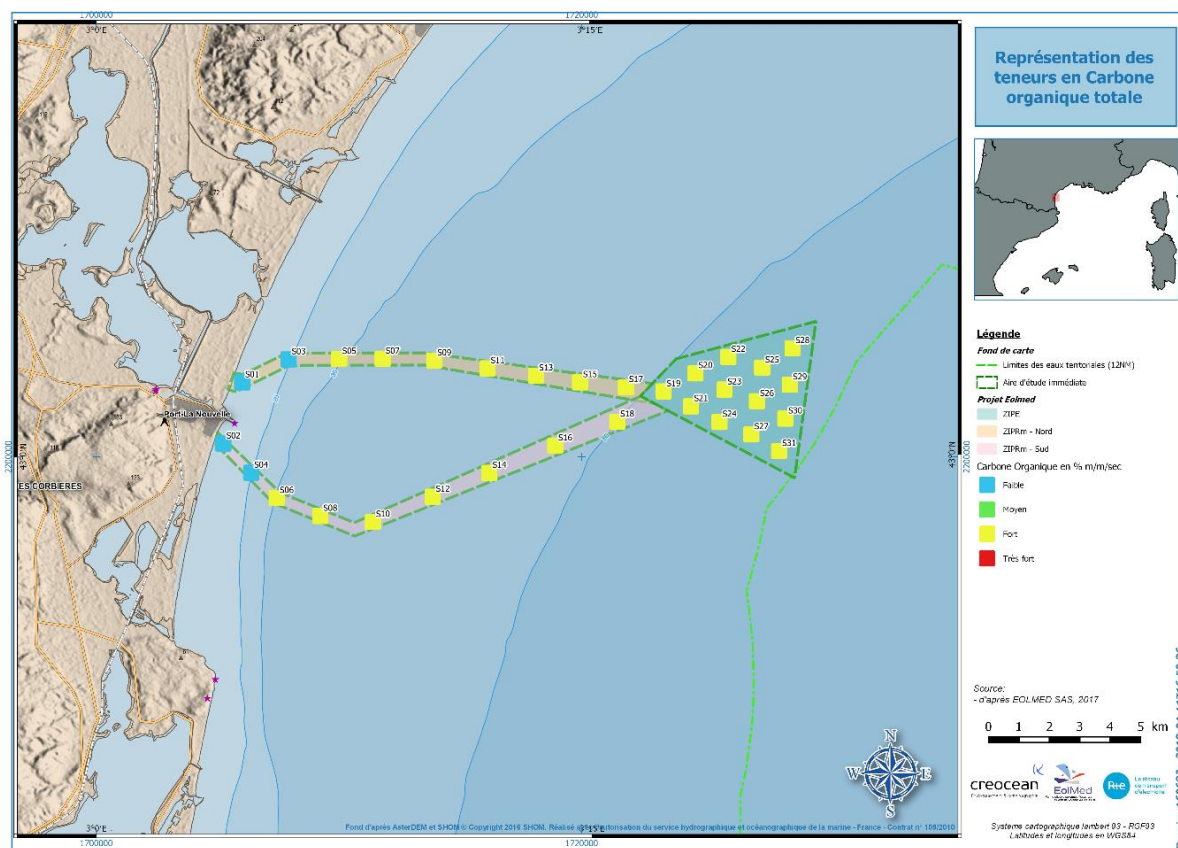


Figure 16. Représentation de l'enrichissement du sédiment en COT

Les teneurs en COT sont comprises entre 0,10 % (S2) et 1,26 % (S28). D'après le classement d'Iboully (1998), les valeurs de COT sur l'aire d'étude immédiate sont définies de faibles à fortes. Elles sont faibles pour les ZIPRm Sud et Nord proche de la côte (0 à 20 m de fond), et fortes pour le reste de l'aire d'étude immédiate dont la ZIPE.

Un gradient croissant est observé des stations les plus proches de la côte (S1 à S4) à celles les plus au large. Un enrichissement plus important est observé pour les stations ayant une profondeur de plus de 20 m.

3.2.1.2.2. Azote Kjeldahl

De manière générale, l'azote mesuré dans les sédiments marins provient essentiellement des apports domestiques (rejets urbains), et agricoles issus des bassins versants. Les différentes formes d'azote apportées au milieu sont généralement dissoutes dans l'eau. Leur répartition dans le milieu n'est pas directement liée aux sources d'apports, mais plutôt à la présence de la fraction fine. L'azote dosé dans les sédiments est essentiellement organique et provient en grande partie de la sédimentation de la biomasse morte.

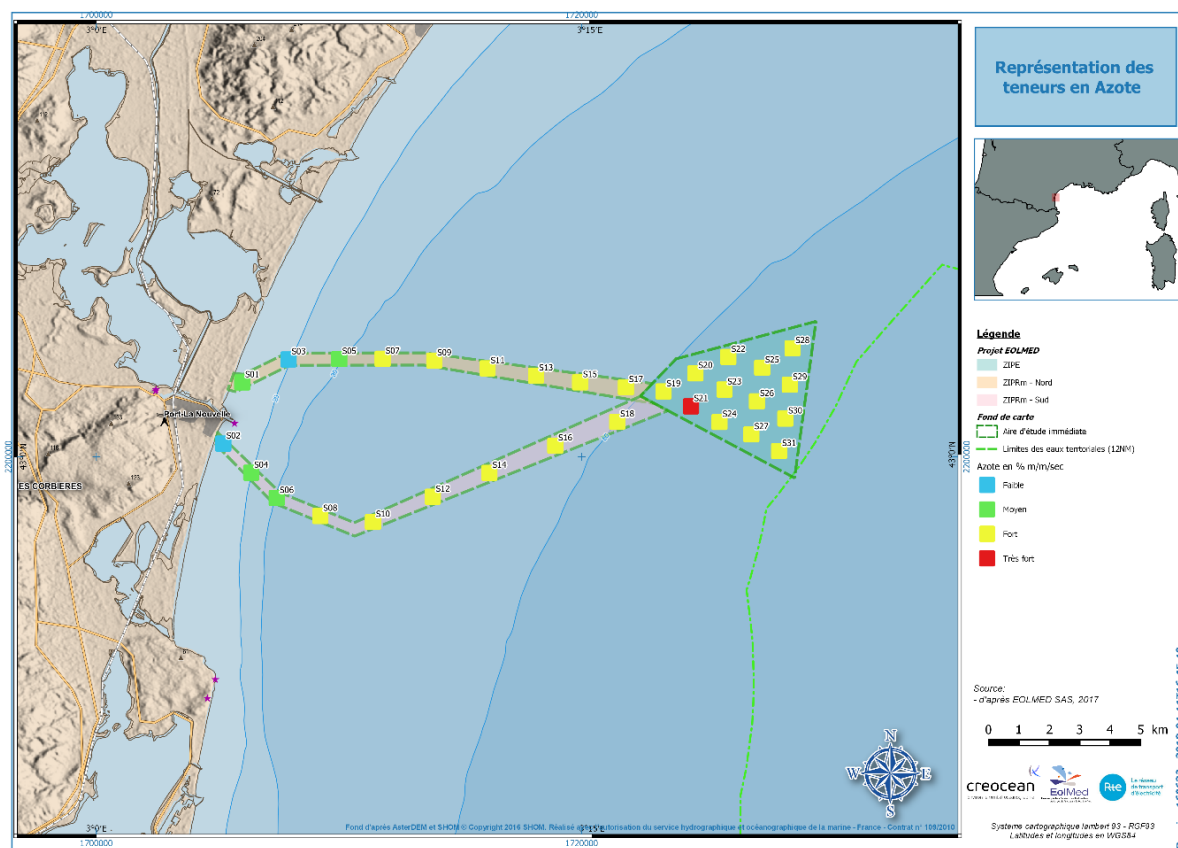


Figure 17. Représentation de l'enrichissement du sédiment en azote

Les valeurs d'azote obtenues sont comprises entre 0,05 % pour les stations côtières (S1, S2, S3 et S4) et 0,21 % pour les stations au large (S21). La teneur moyenne est de 0,12 % d'azote dans le sédiment. Les teneurs en azote sont donc qualifiées de faibles à fortes.

Un gradient croissant est observé en fonction de la profondeur : les valeurs les plus faibles sont au plus près des côtes tandis que les valeurs les plus élevées se situent dans des profondeurs élevées. Une station au large (S21) se démarque avec une concentration d'azote plus importante, cependant ce phénomène ne peut être expliqué.

3.2.1.2.3. Phosphore total

De manière générale, le phosphore mesuré dans les sédiments provient essentiellement des apports domestiques et agricoles issus du bassin versant. Les valeurs sont généralement plus élevées dans les secteurs recevant ces apports, ce qui est essentiellement dû au phénomène d'absorption sur les matières en suspension. Le phosphore se rencontre ainsi le plus souvent sous forme de particules susceptibles de sédimenter et représente, à ce titre un « *capital* » qui s'accumule.

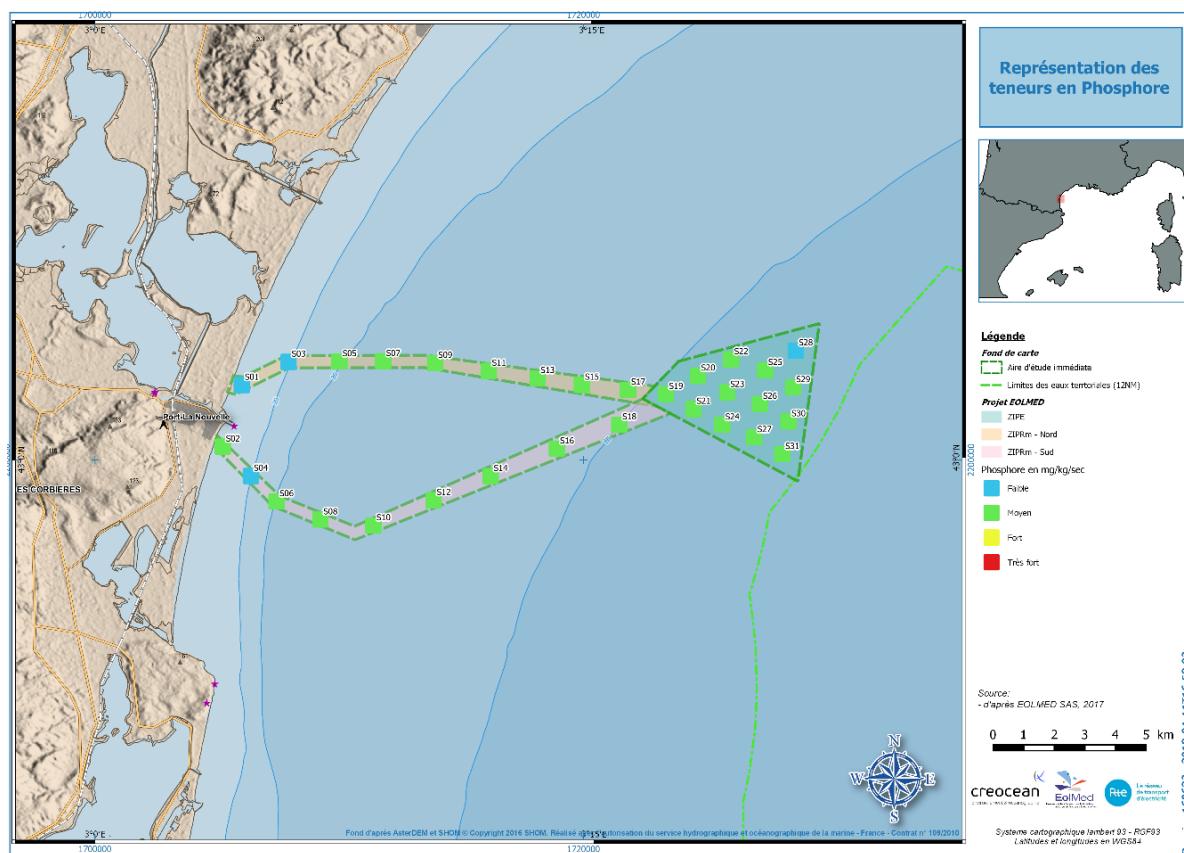


Figure 18. Représentation de l'enrichissement du sédiment en Phosphore

Les teneurs en phosphore mesurées s'étendent de 100 (S28) à 675 mg/kg (S14) dans le sédiment. Elles sont majoritairement décrites comme étant moyennes. Quatre stations se démarquent en affichant des valeurs inférieures à 500 mg/kg et sont donc définies comme faibles. Ces stations sont situées près de la côte (S1, S3 et S4) et au large (S28). Les résultats près de la côte peuvent s'expliquer par des apports terrigènes du phosphore par le grau du port de Port-La Nouvelle. Les stations S2 et S28 présentent des valeurs qui ne sont pas en cohérence avec les valeurs mesurées sur les autres stations présentes à proximité et ayant les mêmes caractéristiques physiques de leurs sédiments. Ces résultats ne peuvent être expliqués.

3.2.1.2.4. Indice de pollution organique

La matière organique et les nutriments viennent enrichir en partie le sédiment. Un indice synthétique de pollution organique peut être calculé à partir de teneurs en carbone organique total, azote et phosphore (Alzieu, 2003). Des classes de contamination sont établies d'après les teneurs mesurées. Les notes relatives à chaque classe de contamination, pour les trois éléments considérés, sont ensuite sommées pour obtenir un indice synthétique compris entre 0 et 11.

Tableau 19. Définition des classes ou indices de contamination pour les trois composés exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003)

Carbone Organique Total (COT)		Azote (NTK)		Phosphore (P)	
Valeurs (% sec)	Indice	Valeurs (mg/kg sec)	Indice	Valeurs (mg/kg sec)	Indice
< 0,6	0	< 600	0	< 500	0
[0,6 – 2,3[	1	[600 - 1 200[	1	[500 - 800[	1
[2,4 – 4,0[	2	[1 200 - 2 400[	2	[800 - 1 200[	2
[4,1 – 5,8[	3	[2 400 - 3 600[	3	≥ 1 200	3
≥ 5,8	4	≥ 3 600	4		

L'indice synthétique de pollution organique (Alzieu, 2003) est calculé et est représenté dans le tableau et sur la figure suivante.

Tableau 20. Récapitulatif du calcul de l'indice synthétique de pollution organique dans le sédiment

Composé	ZIPRm Nord										ZIPRm Sud							
	S1	S3	S5	S7	S9	S11	S13	S15	S17	S2	S4	S6	S8	S10	S12	S14	S16	S18
NTK	0	0	1	1	1	1	2	2	2	0	0	1	1	1	2	2	2	2
COT	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
P	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Note	0	0	3	3	3	3	4	4	4	1	0	3	3	3	4	4	4	4

Composé	ZIPE												
	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31
NTK	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
COT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Note	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4

Légende : 0 : **Nul** 0 < X ≤ 3 : **Faible** 3 < X ≤ 6 : **Moyen** X > 6 : **Fort**

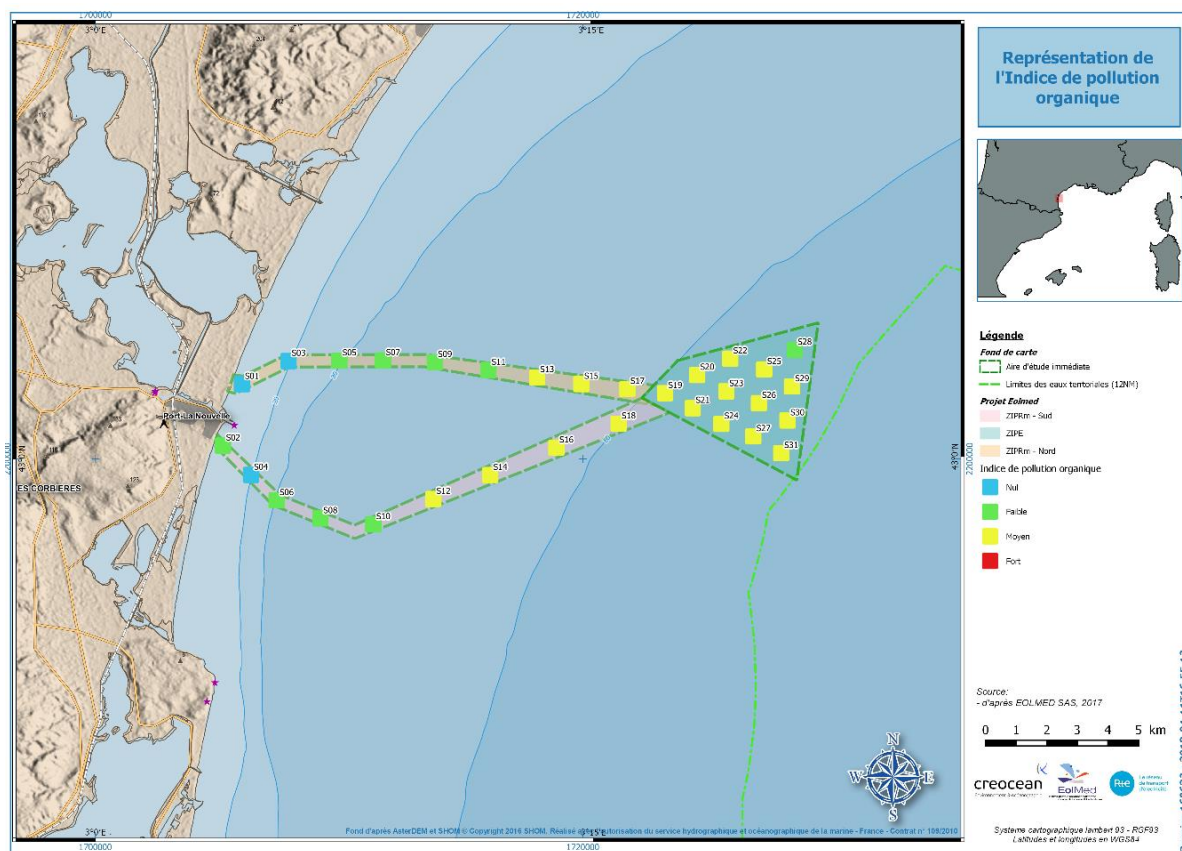


Figure 19. Représentation de l'indice synthétique de pollution organique

Les valeurs pour l'indice trophique varient entre 0 à 4, définissant des indices de nuls à moyens avec un gradient croissant de la côte au large.

Les résultats présentent des indices nuls pour 3 stations à moins de 20 m de profondeur (S1, S3 et S4). La seule exception est la station 2 qui présente pour ce paramètre encore des valeurs plus faibles que sur les 3 autres stations peu profondes.

Les stations sur la ZIPRm Nord comprises entre 20 et 40 m ont toutes des valeurs notées comme faibles. Sur la ZIPRm Sud, les mêmes gammes de valeurs sont observées sur les stations comprises entre 20 et 30 m de profondeur. Les stations plus profondes présentent toutes des valeurs d'indices moyennes sauf 1 station de la ZIPRm : la station S28, à valeur faible.

De manière générale, les sédiments sont plus enrichis en éléments organiques et nutritifs lorsque la profondeur des fonds est importante, ce qui est cohérent avec une fraction fine plus élevée sur les stations les plus profondes (à partir de 20 m de profondeur). Pour les stations les plus profondes, l'agitation de surface (vent, vague, houle) n'atteint plus le fond marin et l'absence d'hydrodynamisme fort favorise la sédimentation des particules fines comme la matière organique. Le gradient est présent sur les deux fuseaux étudiés mais les stations de la ZIPRm Sud présentent un indice de pollution organique qui se dégrade plus vite que sur la ZIPRm Nord.

3.2.1.3. Contaminations chimiques des sédiments

Les résultats de concentration en contaminants sont comparés aux seuils de contaminations de référence N1 et N2 en vigueur dans la législation française sur les rejets des sédiments dans le milieu marin. Ainsi :

- **Concentration < N1** : « sédiment non toxique pour les organismes marins » ;
- **Concentration > N1 et < N2** : « sédiment potentiellement toxique et nécessitant des investigations complémentaires d'un point de vue écotoxicologique » ;
- **Concentration > N2** : « sédiment toxique pour les organismes marins ».

3.2.1.3.1. Métaux

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau et la figure suivante.

Tableau 21. Résultats des mesures en concentrations de métaux dans le sédiment

	Aluminium %	Arsenic mg/kg/sec	Cadmium mg/kg/sec	Chrome mg/kg/sec	Cuivre mg/kg/sec	Mercure mg/kg/sec	Nickel mg/kg/sec	Plomb mg/kg/sec	Zinc mg/kg/sec
S1	3,22	18	< 1	12	< 3	< 0,02	13	11	39
S2	3,1	22	< 1	28	< 3	< 0,02	13	12	39
S3	3,35	18	< 1	22	4	< 0,02	17	13	49
S4	3,6	16	< 1	33	4	< 0,02	17	14	51
S5	4,29	15	< 1	47	12	0,05	23	25	81
S6	4,11	15	< 1	29	14	0,06	23	25	81
S7	4,52	16	< 1	48	15	0,09	26	30	90
S8	4,68	17	< 1	32	13	0,08	28	31	94
S9	4,72	14	< 1	51	15	0,10	29	31	90
S10	4,86	15	< 1	34	15	0,10	30	32	96
S11	4,93	15	< 1	37	12	0,09	31	30	90
S12	5,03	17	< 1	36	13	0,10	32	32	95
S13	5,13	15	< 1	39	15	0,11	32	33	94
S14	5,04	18	< 1	42	13	0,10	33	32	94
S15	5,41	17	< 1	65	14	0,10	33	31	95
S16	5,27	15	< 1	40	15	0,11	33	34	97
S17	5,48	15	< 1	60	15	0,09	34	32	98
S18	5,37	15	< 1	46	17	0,11	34	35	100
S19	5,46	15	< 1	49	16	0,11	35	36	101
S20	5,36	16	< 1	46	15	0,11	34	33	98
S21	5,41	14	< 1	43	15	0,11	35	35	101
S22	5,45	15	< 1	42	15	0,11	35	35	100
S23	5,48	16	< 1	38	14	0,10	33	33	96
S24	5,67	15	< 1	41	15	0,10	36	37	105
S25	5,56	15	< 1	40	15	0,11	35	35	99
S26	5,65	17	< 1	54	16	0,10	37	36	104
S27	5,9	16	< 1	75	18	0,09	36	36	110
S28	5,63	2	< 1	10	< 3	0,10	5	5	15
S29	5,66	15	< 1	42	16	0,11	37	37	105
S30	5,78	14	< 1	43	14	0,10	37	37	105
S31	6,07	16	< 1	53	19	0,08	38	36	107
N1		25	1,2	90	45	0,4	37	100	276
N2		50	2,4	180	90	0,8	74	200	552

Les résultats dans la figure suivante illustrent la répartition des concentrations de métaux présents dans le sédiment. Chaque station présentant des résultats inférieurs aux valeurs N1 pour tous les métaux analysés sont représentées par une couleur bleue. Alors que les stations présentant une valeur au-dessus du seuil N1 mais inférieure au seuil N2, sont représentées par la couleur orange avec le nom du paramètre dépassant le seuil.

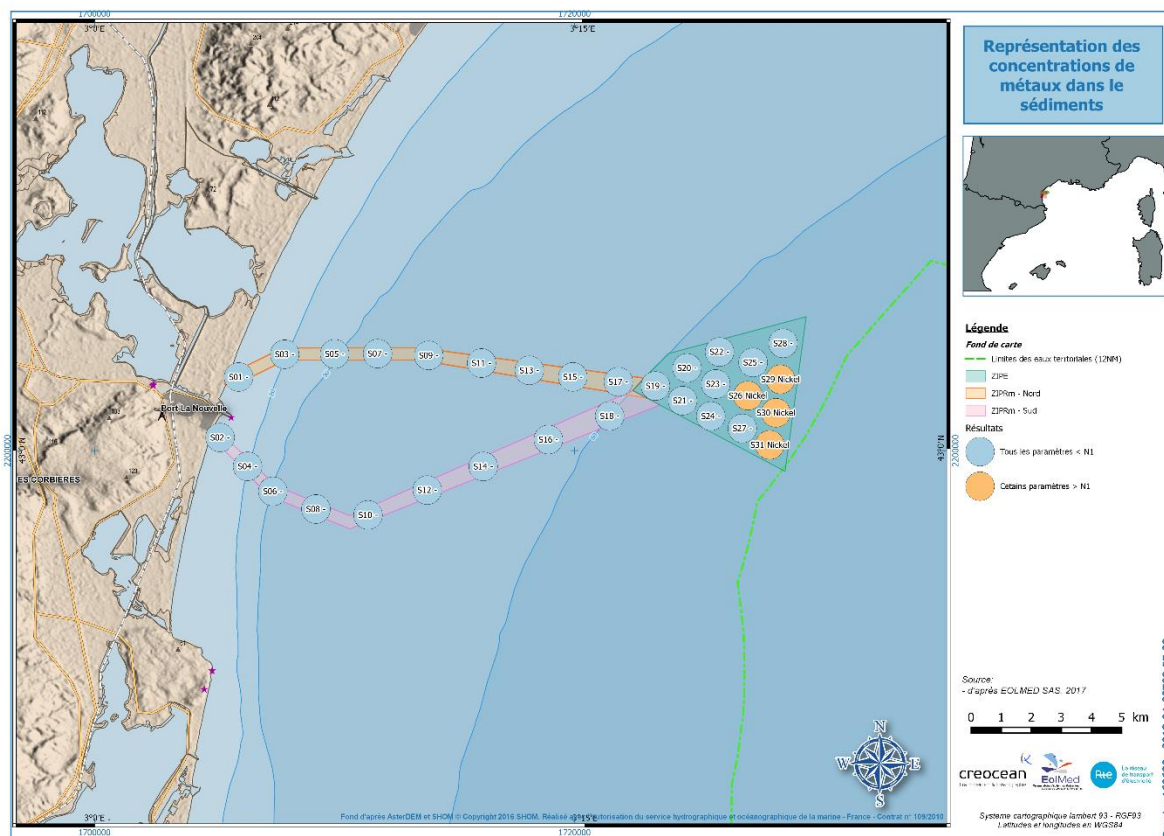


Figure 20. Représentation des concentrations de métaux dans le sédiment

Pour l'ensemble des stations, la majorité des concentrations de métaux mesurées sont inférieures aux seuils de contamination de référence N1. Seulement un faible dépassement du niveau N1 est constaté pour 4 stations situées dans la ZIPE pour le nickel. Ces stations sont toutes situées dans le même secteur, au sud-est de la ZIPE, mais aucune explication n'est disponible pour expliquer ces résultats.

Dans le cas de dépassement de N1, il est recommandé de faire des analyses d'écotoxicologie sur les stations concernées. Cependant, le nickel est beaucoup moins toxique pour les organismes marins que d'autres métaux lourds (mercure, cadmium), et les risques encourus par les organismes marins sont considérés comme non préoccupants par l'IFREMER, sauf sur la filtration des mollusques (Andral, 1994). De plus, dans le cas présent, le dépassement du seuil est très faible (valeur mesurée égale au seuil ou plus grande d'une unité), donc à modérer.

Concernant la présence d'aluminium dans le sédiment les résultats sont présentés dans la figure suivante.

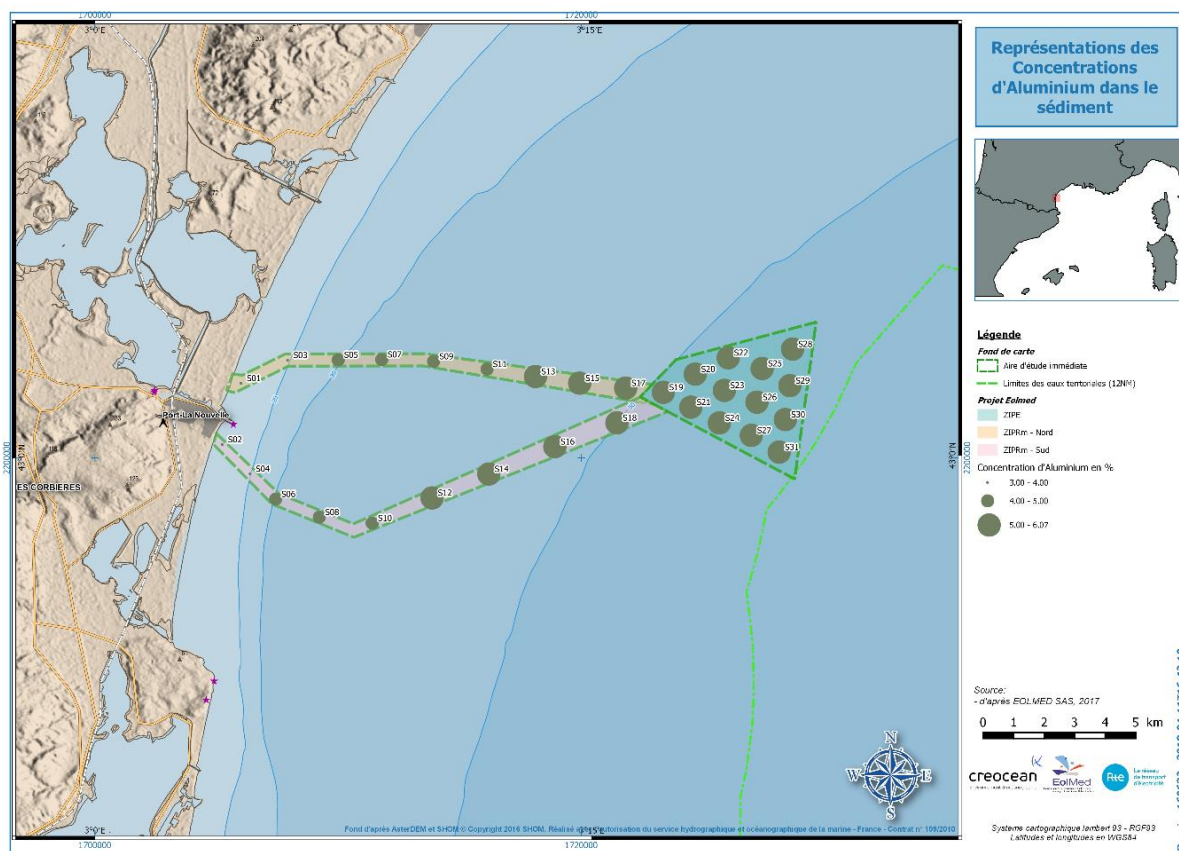


Figure 21. Représentation du pourcentage d'aluminium dans le sédiment

Sur l'ensemble de l'aire d'étude immédiate, le taux d'aluminium relevé s'étend de 3 à 6 %. Il n'existe pas de référentiel pour ce paramètre. Les résultats présentent des taux d'aluminium plus faibles près des côtes avec un gradient croissant vers le large. Cela s'explique par le fait que l'aluminium est un constituant des argiles (silicates d'alumine), et la mesure de sa teneur est représentative de la quantité d'argile présente dans le sédiment. Cette teneur est liée au taux de fraction fine dans le sédiment. Un gradient croissant avec la profondeur est observé en relation avec les pourcentages de fraction fine qui sont les plus importants au niveau des stations les plus profondes.

3.2.1.3.2. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les concentrations mesurées lors de la campagne sont présentées dans les tableaux et la figure suivants.

Tableau 22. Résultats des mesures de concentrations des composés HAP dans les sédiments

	Acénaphthène	Acénaphthylène	Anthracène	Benzo (a) anthracène	Benzo (a) pyrène	Benzo (b) fluoranthène	Benzo (g,h,i) péricène	Benzo (k) fluoranthène
	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec
S01	< 2,0	< 10	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S02	< 2,0	< 10	< 1,0	< 1,0	< 2,0	1,3	< 1,0	< 1,0
S03	< 2,0	< 10	< 1,0	< 1,0	< 2,0	1,6	< 1,0	< 1,0
S04	< 2,0	< 10	< 1,0	1,3	< 2,0	3,7	< 1,0	2,0
S05	< 2,0	< 10	< 1,0	27,7	39,1	40,1	35,8	20,9
S06	4,5	< 10	99,3	407,0	370,0	300,0	212,0	172,0
S07	4,4	< 10	17,9	63,3	87,2	53,2	38,5	41,3
S08	< 2,0	< 10	16,2	85,7	74,1	98,7	62,9	42,6
S09	< 2,0	< 10	3,1	38,7	50,7	46,0	30,7	27,9
S10	< 2,0	< 10	< 1,0	18,3	20,0	27,7	11,5	16,0
S11	< 2,0	< 10	1,1	22,9	23,9	32,2	12,3	18,0
S12	< 2,0	< 10	< 1,0	14,2	20,3	34,4	16,6	18,4
S13	< 2,0	< 10	< 1,0	25,7	38,6	28,7	27,6	18,8
S14	< 2,0	< 10	3,4	25,2	21,9	46,3	20,8	15,4
S15	< 2,0	< 10	< 1,0	24,1	32,0	30,9	31,4	20,3
S16	< 2,0	< 10	< 1,0	26,2	35,8	33,2	15,3	18,8
S17	< 2,0	< 10	1,5	23,9	39,9	38,4	40,7	21,5
S18	< 2,0	< 10	1,1	30,3	39,9	38,9	22,0	23,3
S19	< 2,0	< 10	4,4	24,1	33,6	34,5	14,6	21,5
S20	< 2,0	< 10	1,1	23,3	34,5	35,6	24,9	21,0
S21	< 2,0	< 10	1,4	28,5	27,9	61,8	9,7	18,7
S22	< 2,0	< 10	1,5	32,7	31,7	67,3	27,1	19,9
S23	< 2,0	< 10	< 1,0	19,4	17,4	45,4	19,4	12,0
S24	< 2,0	< 10	< 1,0	14,5	19,9	28,7	25,2	15,3
S25	< 2,0	< 10	< 1,0	16,4	21,4	27,8	38,9	15,0
S26	< 2,0	< 10	4,6	20,6	27,7	35,7	47,9	19,5
S27	< 2,0	< 10	< 1,0	15,8	12,6	32,5	9,4	10,0
S28	< 2,0	< 10	2,0	23,0	27,7	35,3	30,7	19,2
S29	< 2,0	< 10	4,3	19,2	20,6	32,6	21,5	16,8
S30	< 2,0	< 10	4,4	16,2	18,9	27,9	23,4	14,5
S31	< 2,0	< 10	< 1,0	23,6	24,8	38,3	20,5	19,4
N1	15	40	85	260	430	400	1 700	200
N2	260	340	590	930	1 015	900	5 650	400

Tableau 23. Résultats des mesures de concentrations des composés HAP dans les sédiments (suite)

	Chrysène	Dibenzo (a,h) anthracène	Fluoranthène	Fluorène	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	Naphtalène	Phénanthrène	Pyrène
	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec	µg/kg/sec
S01	1,3	< 1,0	2,4	< 5,0	< 1,0	< 1,0	< 5,0	< 2,0
S02	2,1	< 1,0	3,0	< 5,0	< 1,0	< 1,0	< 5,0	2,3
S03	2,2	< 1,0	3,5	< 5,0	< 1,0	< 1,0	< 5,0	< 2,0
S04	4,1	< 1,0	8,2	< 5,0	1,6	< 1,0	< 5,0	4,3
S05	48,0	5,7	58,0	< 5,0	28,0	5,7	10,3	46,0
S06	427,0	24,8	882,0	55,5	238,0	149,0	633,0	764,0
S07	69,1	23,1	128,0	8,8	64,3	19,4	76,4	135,0
S08	88,2	5,5	156,0	< 5,0	51,5	< 1,0	76,1	117,0
S09	62,7	14,9	87,1	< 5,0	40,3	9,2	16,0	65,2
S10	40,3	5,1	56,5	< 5,0	18,9	2,3	24,1	42,8
S11	42,8	5,9	62,7	< 5,0	21,5	< 1,0	23,2	46,9
S12	43,6	6,2	57,5	< 5,0	22,1	< 1,0	6,6	40,2
S13	39,2	5,3	50,9	< 5,0	24,6	1,1	5,3	36,0
S14	30,1	1,8	56,7	< 5,0	21,7	3,9	24,3	38,6
S15	42,7	5,6	59,6	< 5,0	29,5	8,1	9,3	46,8
S16	43,9	6,7	60,1	< 5,0	30,8	< 1,0	7,4	36,9
S17	46,9	6,1	61,5	< 5,0	34,6	11,0	10,9	41,4
S18	48,6	7,1	59,6	< 5,0	35,3	6,7	< 5,0	37,8
S19	42,5	7,8	67,8	< 5,0	35,1	< 1,0	25,2	43,7
S20	42,3	7,2	56,3	< 5,0	37,6	7,6	11,6	36,6
S21	32,1	1,1	54,7	< 5,0	29,0	1,3	9,0	36,8
S22	36,3	2,1	57,4	< 5,0	31,0	2,2	7,1	38,6
S23	24,6	1,1	34,3	< 5,0	18,3	3,5	< 5,0	21,1
S24	29,0	4,9	39,2	< 5,0	27,9	1,9	< 5,0	24,9
S25	30,4	5,4	44,0	< 5,0	19,7	< 1,0	6,6	29,0
S26	39,9	7,0	66,3	< 5,0	25,8	< 1,0	31,0	42,3
S27	17,7	< 1,0	22,8	< 5,0	15,0	< 1,0	< 5,0	14,9
S28	40,1	7,7	59,1	< 5,0	30,0	6,7	19,1	41,4
S29	34,7	5,3	63,5	< 5,0	19,2	< 1,0	29,3	35,8
S30	27,4	5,0	51,8	< 5,0	20,7	< 1,0	32,3	32,4
S31	44,0	6,4	49,6	< 5,0	30,0	5,0	9,2	35,9
N1	380	60	600	20	1 700	160	240	500
N2	1 590	160	2 850	280	5 650	1 130	870	1 500

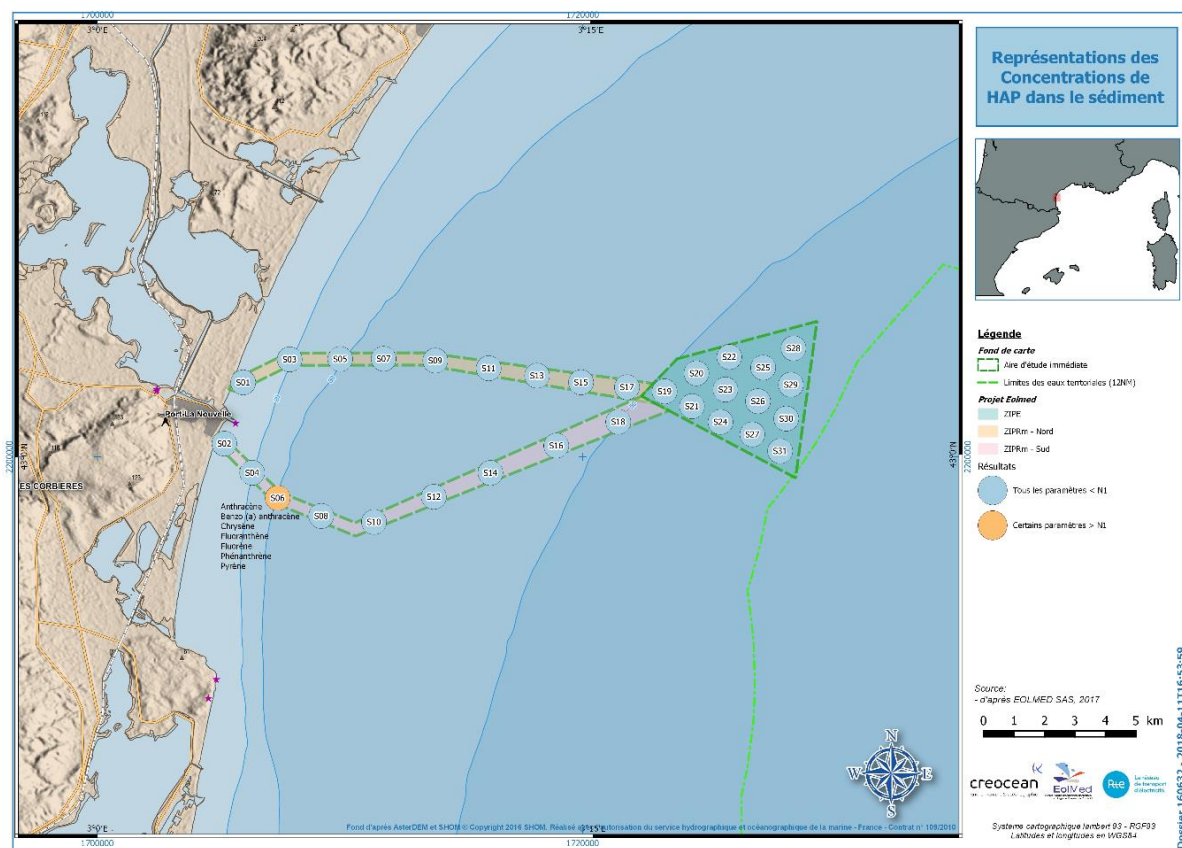


Figure 22. Représentation des concentrations des composés HAP dans le sédiment

Pour l'ensemble des composés HAP, les concentrations mesurées sont majoritairement inférieures aux seuils de contamination de référence N1 avec une seule station (S06) située sur la ZIPRM Sud, indiquant une valeur comprise entre N1 et N2 pour 7 HAP (l'anthracène, le benzo (a) anthracène, le chrysène, le fluoranthène, le fluorène, le phénanthrène et le pyrène). Ces résultats ne peuvent être expliqués.

3.2.1.3.3. Composés polychlorobiphényles (PCB)

Les résultats obtenus pour les concentrations de PCB lors de la campagne de mesures sont présentés dans le tableau et la figure suivante.

Tableau 24. Résultats des mesures de concentrations de PCB dans le sédiment

	PCB 101 µg/kg/sec	PCB 118 µg/kg/sec	PCB 138 µg/kg/sec	PCB 153 µg/kg/sec	PCB 180 µg/kg/sec	PCB 28 µg/kg/sec	PCB 52 µg/kg/sec
S01	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S02	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S03	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S04	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S05	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S06	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S07	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S08	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S09	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S10	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S11	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S12	< 1,0	< 1,0	1,0	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S13	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,2	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S14	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,2	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S15	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S16	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S17	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,1	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S18	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S19	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S20	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,1	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S21	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S22	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,2	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S23	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S24	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S25	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,2	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S26	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S27	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S28	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,17	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S29	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S30	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,1	< 1,0	< 1,0	< 1,0
S31	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
N1	10	10	20	20	10	5	5
N2	20	20	40	40	20	10	10

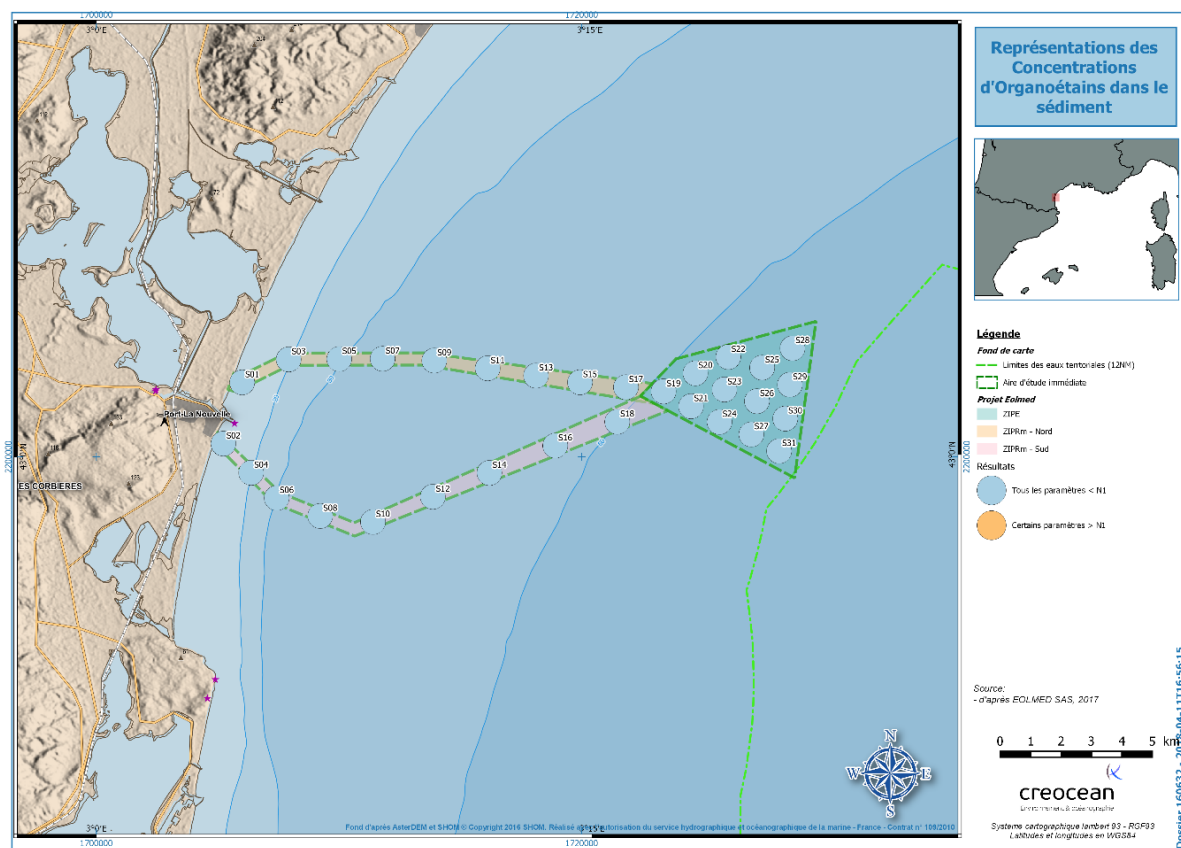


Figure 23. Représentation des concentrations de PCB dans le sédiment

Pour les composés PCB, toutes les stations mesurées présentent des concentrations inférieures aux seuils de contamination de référence N1. Notons par ailleurs que les concentrations mesurées sont majoritairement inférieures aux seuils de détection du laboratoire définis à 1,0 µg/kg/sec.

Les sédiments ne sont pas contaminés par les composés PCB.

3.2.1.3.4. Composés organoétains

Les résultats obtenus pour les concentrations de composés organoétains lors de la campagne de mesures sont présentés dans le tableau et la figure suivants.

Remarque : Seul le Tributylétain dispose d'un seuil de contamination de référence.

Tableau 25. Résultats des mesures de concentrations de composés organoétains dans le sédiment

	Dibutylétain (DBT)	Monobutylétain (MBT)	Tétrabutylétain (TeBT)	Tributylétain (TBT)	Triphénylétain (TPHT)
	µg Sn/kg/sec	µg Sn/kg/sec	µg Sn/kg/sec	µg Sn/kg/sec	µg Sn/kg/sec
S01	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S02	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S03	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S04	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S05	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S06	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S07	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S08	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S09	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S10	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S11	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S12	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S13	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S14	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S15	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S16	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S17	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S18	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S19	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S20	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S21	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S22	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S23	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S24	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S25	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S26	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S27	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S28	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S29	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S30	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
S31	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
N1	Aucun	Aucun	Aucun	100	Aucun
N2	Aucun	Aucun	Aucun	400	Aucun

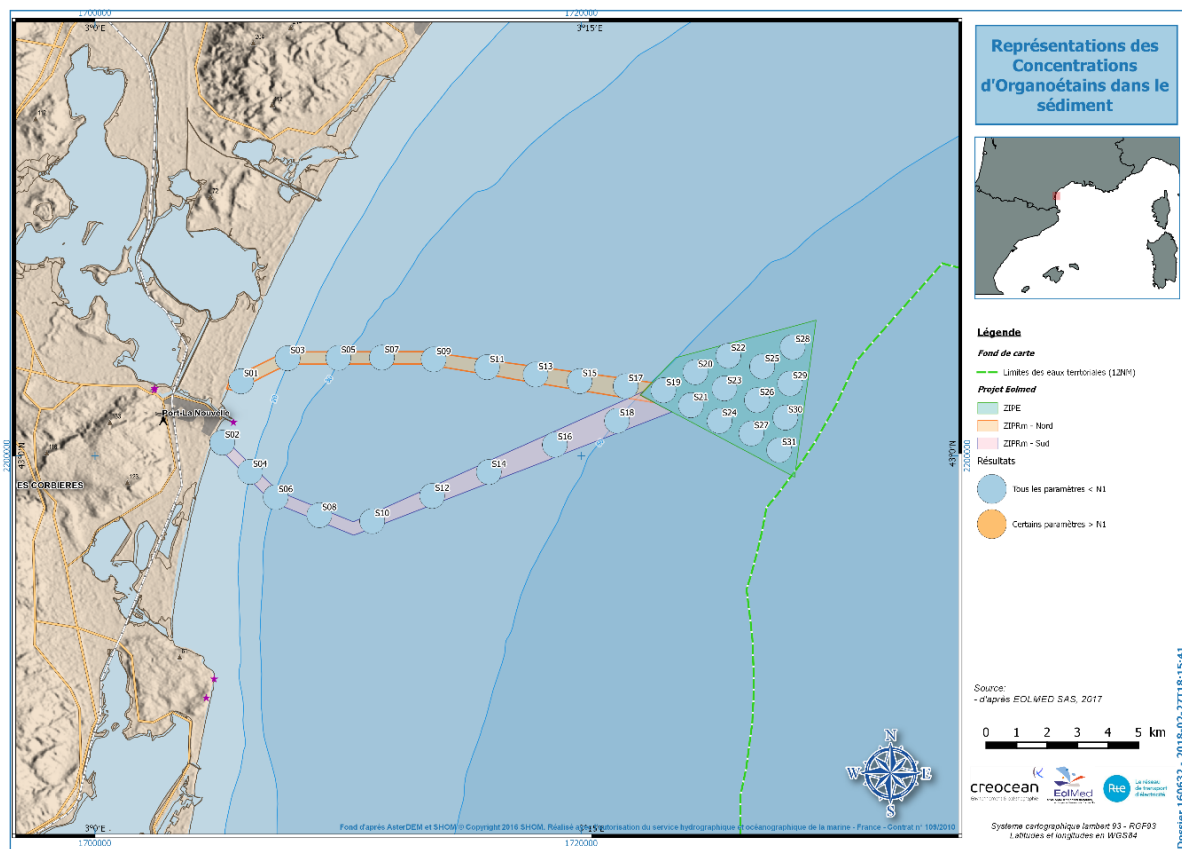


Figure 24. Représentation des concentrations des composés organoétains dans le sédiment

Tous les paramètres organoétains mesurés ont des concentrations sous le seuil de détection du laboratoire qui est de $2 \mu\text{g Sn/kg/sec}$. Pour le Tributylétain, toutes les stations mesurées présentent des concentrations inférieures aux seuils de contamination de référence N1. Les sédiments ne sont pas contaminés par les composés organoétains.

De manière générale, les sédiments présents dans l'aire d'étude immédiate sont peu ou très faiblement contaminés en élément chimique même si les résultats s'approchent du seuil N1 pour certains paramètres.

3.2.2. Résultat sur le peuplement benthique de substrats meubles

3.2.2.1. Indices biologiques

Lors de la campagne de prélèvements, un total de 351 espèces a été déterminé (cf. Annexe 1).

L'analyse du peuplement benthique de substrats meubles a défini un certain nombre d'indices biologiques détaillés dans le tableau suivant.

Tableau 26. Résultats des indices biologiques

	Richesse spécifique (Nb. espèces/station)	Abondance (ind./station)	Densité (ind/m ²)	Biomasse (g/m ²)	Indice de Shannon (bits)	Indice d'équitabilité (%)	Indice trophique (%)
S01	56	440	880	1,8	4,7	81,6	70,2
S02	48	489	978	4,3	4,1	72,9	74,2
S03	54	565	1 130	3,0	4,2	73,3	80,6
S04	63	797	1 594	10,5	4,1	68,1	88,7
S05	90	939	1 878	5,3	4,8	73,5	65,8
S06	95	852	1 704	9,0	5,2	79,8	62,3
S07	65	2 018	4 036	10,4	2,4	40,5	63,1
S08	67	1 238	2 476	5,7	3,6	58,7	68,4
S09	56	616	1 232	19,2	3,6	61,6	55,3
S10	56	871	1 742	9,0	3,6	62,2	72,5
S11	55	243	486	2,7	4,8	83,2	69,0
S12	50	173	346	9,5	4,9	87,4	70,9
S13	58	166	332	28,2	5,3	90,0	66,7
S14	57	194	388	5,8	5,1	88,1	68,0
S15	52	156	312	27,8	5,1	89,1	71,6
S16	47	210	420	41,8	4,6	83,5	60,3
S17	57	265	530	8,5	4,7	80,2	62,9
S18	47	159	318	19,4	4,7	85,3	70,4
S19	82	334	668	27,5	5,7	89,0	61,2
S20	53	152	304	5,4	5,2	91,1	66,7
S21	68	214	428	8,7	5,4	88,7	69,2
S22	60	186	372	4,6	5,3	88,9	65,4
S23	77	255	510	4,3	5,4	86,6	64,8
S24	65	241	482	10,2	5,0	83,5	67,5
S25	84	403	806	11,8	5,6	87,1	63,2
S26	74	253	506	15,0	5,5	88,4	65,1
S27	72	292	584	12,4	5,3	85,7	66,9
S28	72	274	548	4,2	5,5	88,5	64,5
S29	55	169	338	7,3	5,3	92,2	62,1
S30	51	137	274	0,9	5,0	88,9	64,0
S31	59	126	252	4,0	5,4	90,9	63,8
Moyenne	62,7	433,1	866,3	10,9	4,8	81,0	67,3
Ecart-type	12,7	409,4	818,8	9,4	0,7	10,0	6,2
Moy. ZPIRm Nord	60	600	1 202	11,9	4,4	74,8	67,2
Moy. ZIPRm Sud	58	554	1 107	12,8	4,4	76,2	70,6
Moy.ZIPE	67	234	467	9,0	5,4	88,4	65,0

3.2.2.2. Richesse spécifique

L'analyse de la richesse spécifique permet d'identifier le nombre d'espèces différentes présentes par station. La répartition de ce paramètre sur l'aire d'étude immédiate est illustrée dans la figure ci-après.

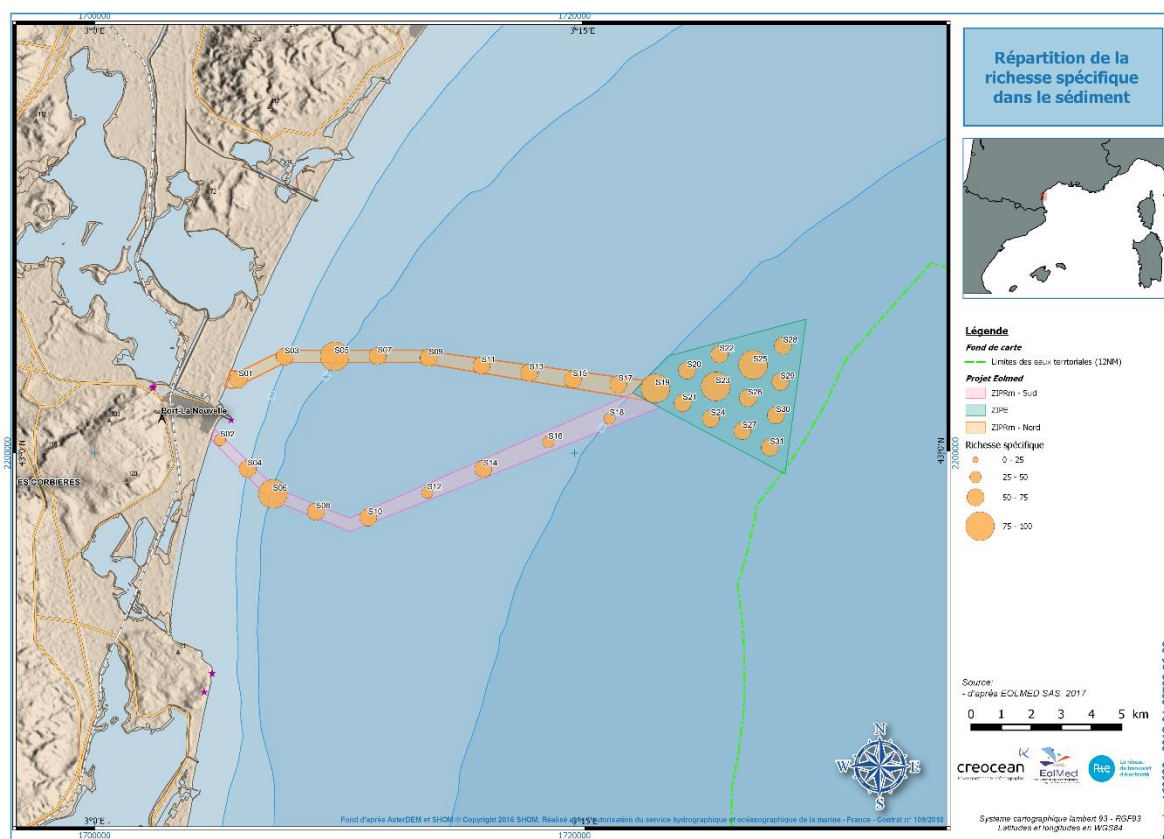


Figure 25. Répartition de la richesse spécifique

La richesse spécifique sur l'aire d'étude immédiate varie entre 47 espèces (S16 et S18) et 95 espèces (S06). La richesse spécifique moyenne est $62,7 \pm 12,7$ espèces. Aucune des espèces inventoriées ne présente de statut de protection ou de réglementation.

La ZIPE obtient des richesses spécifiques supérieures à 50 espèces. La ZIPRm Nord obtient également des valeurs de richesses spécifiques supérieures à 50 espèces avec un maximum de 90 espèces pour S05. Alors que pour la ZIPRm Sud, 4 stations ont des valeurs de richesse spécifique inférieure à 50 espèces (S02, S12, S16 et S18). La S06 se démarque avec la valeur maximale de 95 espèces. Les deux valeurs les plus élevées (S05 et S06) se situent à la même profondeur de 20 m. Pour cette profondeur on se situe sur une zone de transition granulométrique, avant 20 m de profondeur la granulométrie est principalement du sable fin tandis qu'au-delà les sédiments envasés sont majoritaires. De ce fait, sur ces zones de transition, la classe granulométrique est plus étendue ce qui se répercute sur l'habitat diversifié et donc sur les espèces présentes liées à ces habitats. On retrouve donc plus d'espèces sur ces zones de transition, ce qui influe sur la richesse spécifique.

De manière générale, la richesse spécifique relevée sur l'aire d'étude immédiate est d'environ 60 espèces/station avec peu de variation spatiale. Les valeurs maximales sont principalement dans les

profondeurs au-delà de 20 m. Ces valeurs sont comparées à celles obtenues lors des études de mise en œuvre de la DCE en 2005 sur les meilleurs sites de la Méditerranée.

Dans la cadre de la DCE, les campagnes de 2006 pour la définition des stations de référence, les sites de Agde et de Banuyls ont des richesses spécifiques de respectivement de 104 et 117 espèces alors que nos résultats montrent une richesse spécifique moyenne de 62,7 espèces à Port-La Nouvelle. On peut donc qualifier la zone de Port-La Nouvelle comme une zone plutôt moyenne.

3.2.2.3. Densité

L'analyse de la densité permet d'identifier le nombre d'individus sur une surface donnée (ici 0,5 m²) par station. La répartition ce paramètre sur l'aire d'étude immédiate est illustrée dans la figure suivante.

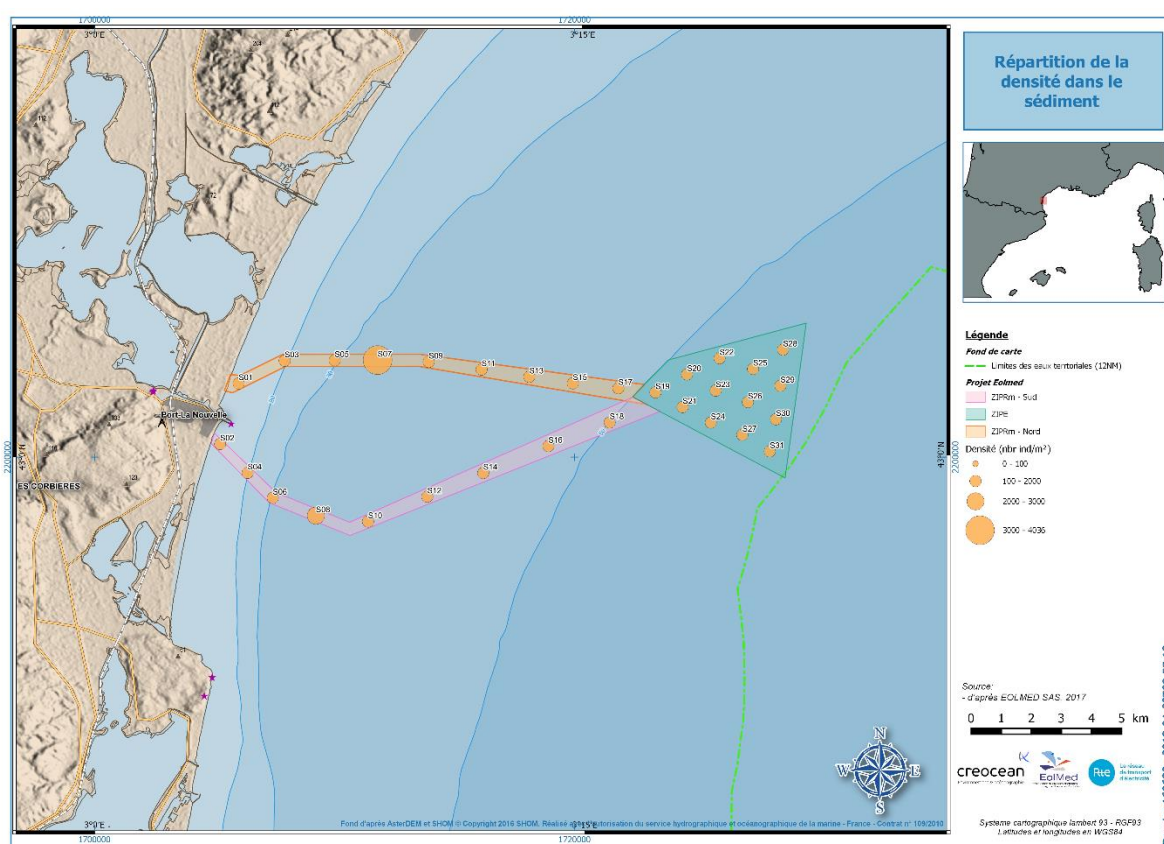


Figure 26. Répartition de la densité

Les densités observées sur l'aire d'étude immédiate varient entre 252 ind/m² pour la valeur la plus faible (S31) jusqu'à 4 036 ind/m² pour la valeur la plus élevée (S07). La densité moyenne sur l'aire d'étude immédiate est de 866 ± 818 ind/m².

Les densités sont plus faibles dans les zones les plus profondes, ce qui peut s'expliquer par les sédiments vaseux. Les deux stations ayant les plus fortes densités sont les stations S07 et S08. Il s'agit d'un endroit situé dans une zone de transition sédimentaire, ce qui explique une densité plus élevée.

En comparant avec les données de 2006 où les valeurs obtenues sont pour Banyuls de 2 486 ind/m² et pour Agde de 2 644 ind/m², les densités obtenues lors de notre campagne sont moyennes et indiquent un milieu en bon état.

3.2.2.4. Biomasse

L'analyse de la biomasse permet d'identifier le poids en matière sèche sur une surface donnée (ici 0,5 m²) par station. La répartition de ce paramètre sur l'aire d'étude immédiate est illustrée dans la figure suivante.

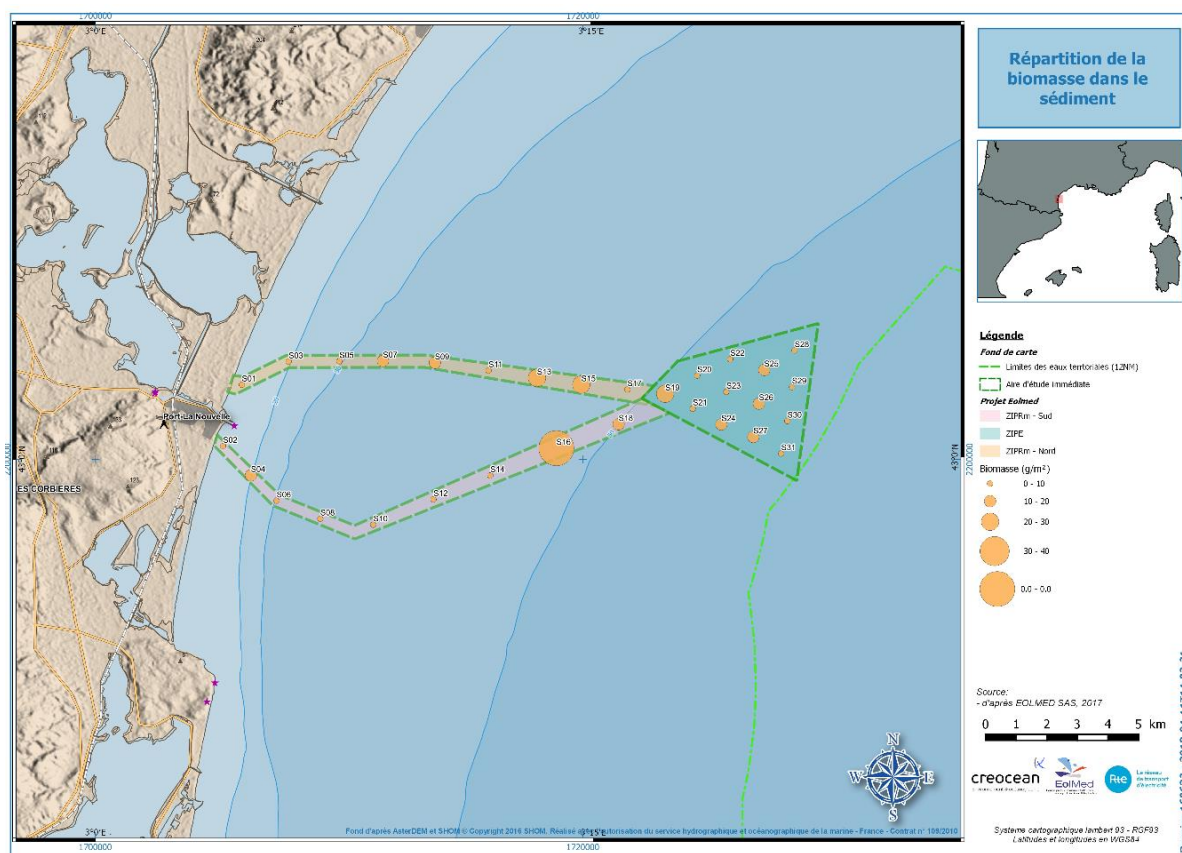


Figure 27. Répartition de la biomasse

Les biomasses observées dans l'aire d'étude immédiate sont hétérogènes. Elles varient entre 0,9 g/m et 20 g/m² pour 27 stations sur 31, (seules les stations S13, S15, S16 et S19 ont des biomasses supérieures à 20 g/m²). Une station se démarque avec la valeur la plus élevée : 41,7 g/m² pour la station S16. La biomasse moyenne observée sur la zone est de 10,9 g/m², ce qui constitue une valeur élevée. A titre comparatif, cette valeur moyenne est du même ordre de grandeur que les moyennes obtenues en 2005 sur le littoral du Languedoc Roussillon au niveau de Banyuls ou d'Agde (soit 12,2 et 7,1 g/m² respectivement). Les biomasses élevées observées dans le cadre de la présente étude sont liées à la présence de deux échinodermes *Leptosynapta inhaerens* et *Thyone fusus* (Holothuries) dont les individus sont massifs et présentent ainsi des biomasses importantes. La plupart des échinodermes est constituée d'espèces de grande taille donc produisant des biomasses élevées. La forte contribution des échinodermes est souvent le signe d'apports trophiques importants dans le milieu.

Pour la station S16, un total de 25 individus a été recensé d'où la biomasse la plus importante pour cette station.

3.2.2.5. Indice de Shannon

L'indice de Shannon résulte d'un calcul mathématique et traduit la structure du peuplement en prenant en compte la répartition plus ou moins équitable des densités entre les espèces. Une valeur élevée (> 4) indique un peuplement caractérisé par une richesse spécifique élevée et des espèces présentant des densités semblables. Un indice faible (< 1) indique la prolifération d'une espèce par rapport aux autres et/ou une richesse spécifique faible.

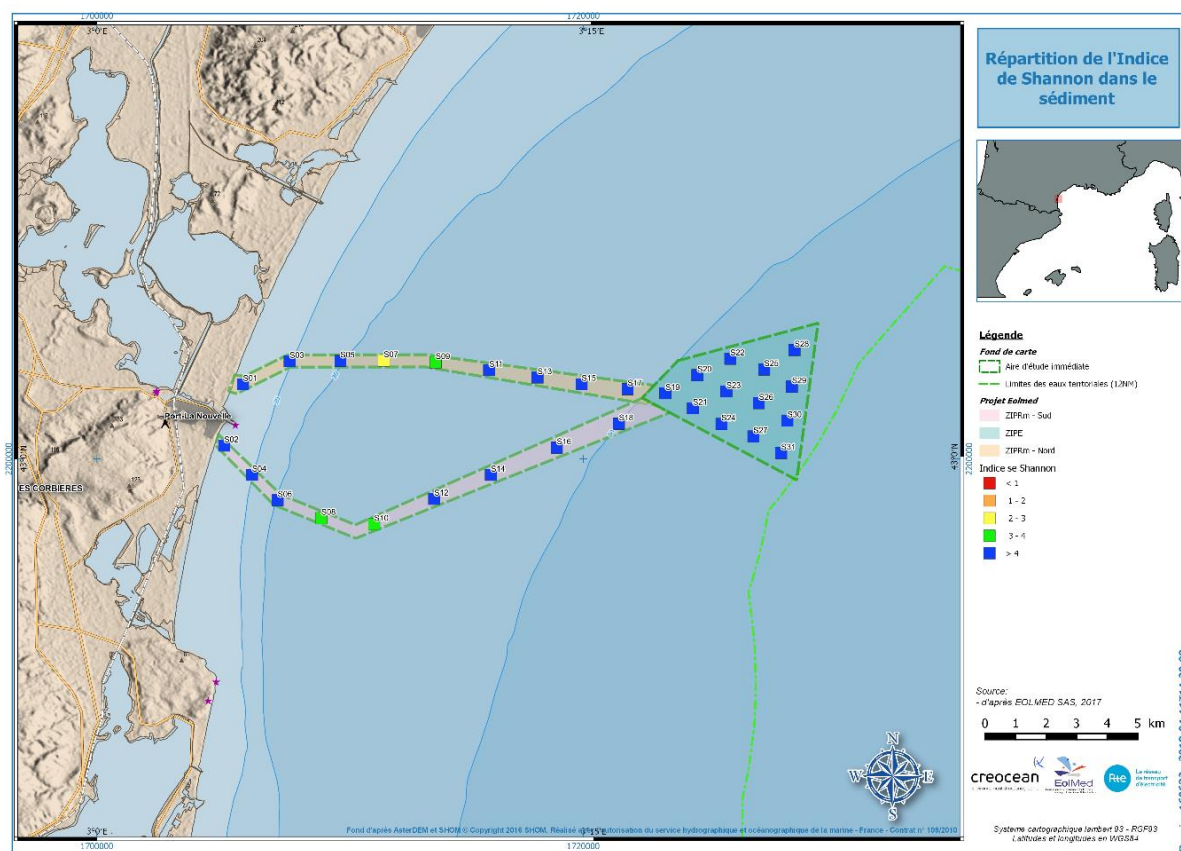


Figure 28. Répartition de l'indice de Shannon classé par EcoQ

Les valeurs obtenues pour l'indice de Shannon varient entre 2,4 pour la station S7 et 5,7 à la station S19. De manière générale, cet indice indique majoritairement des valeurs supérieures à 4, pour 27 stations sur 31 ce qui traduit des abondances semblables pour les espèces présentes sur ces stations. Les 4 stations obtenant un indice inférieur à 4 sont les stations S07, S08, S09 et S10 avec la valeur la plus faible pour la station S07 ce qui indique la dominance d'une espèce par rapport aux autres. Cette espèce est *Ampelisca truncata*, une espèce commune. Ces 4 stations se situent dans la zone de transition sédimentaire, ce qui peut expliquer ce résultat.

3.2.2.6. Indice d'équitabilité

L'indice d'équitabilité est un calcul mathématique qui complète l'indice de Shannon puisqu'il n'est pas directement corrélé à la richesse spécifique. Deux stations avec des nombres d'espèces très différents mais équilibrés pourront obtenir la même valeur d'équitabilité contrairement à la valeur obtenue par l'indice de Shannon. Une valeur de l'indice d'équitabilité élevée proche de 1, indique un équilibre des densités entre les espèces qui composent le peuplement étudié. Une valeur faible proche de 0, indique une prolifération de certaines espèces.

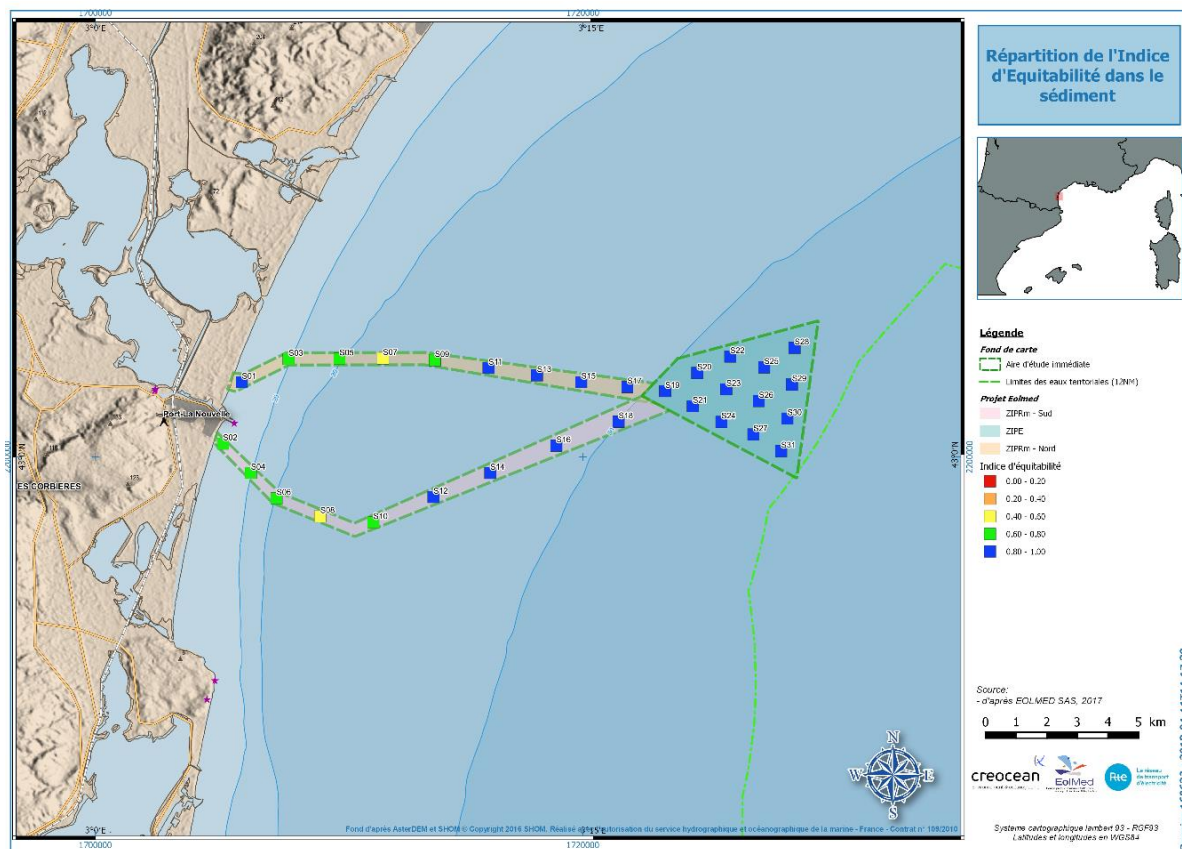


Figure 29. Répartition de l'indice d'équitabilité

Les valeurs obtenues pour l'indice d'équitabilité indiquent des valeurs élevées : supérieure à 80 % pour les stations les plus profondes (à partir de 40 m de fond) et pour la station S01. Cet indice indique un équilibre de densité entre les espèces qui composent ces stations. Pour les stations S02, S03, S04, S05, S06, S09, et S10 l'indice indique des valeurs comprises entre 60 et 80 % ce qui traduit un équilibre moyen. L'indice le plus faible est obtenu par les stations S07 et S08, avec 40 et 58 %, ce qui peut être expliqué par l'abondance d'une ou plusieurs espèces. Pour la station S07 l'abondance de *Ampelisca truncata* est en cause. Alors que pour la station S08, c'est l'abondance de *Leptocheirus mariae* qui est la plus élevée (cf. Annexe 1).



Figure 30. Photo de *Ampelisca truncata* (Source : Worms)

3.2.2.7. Indice trophique

L'objectif est d'apprécier, au travers de la structure trophique des peuplements, l'état de dégradation des fonds du fait de l'accumulation de matière organique. Une valeur faible (< 30 %) indique un peuplement perturbé tandis qu'une valeur élevée (> 80 %) indique un peuplement en très bon état.

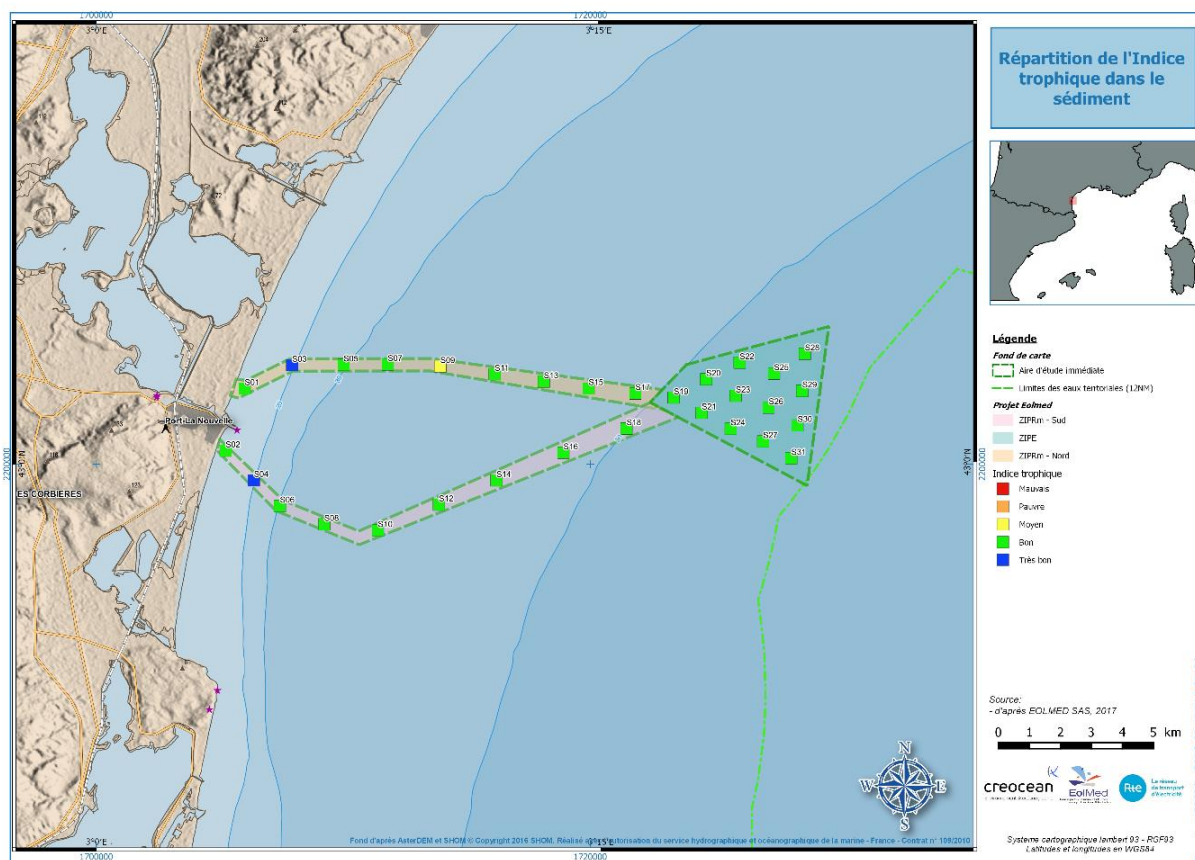


Figure 31. Répartition de l'Indice Trophique classé par EcoQ

Les résultats obtenus pour l'indice trophique varient entre 55,3 % à la station S09 et 88,7 % à la station S04. Globalement, l'indice trophique de l'aire d'étude immédiate présente des valeurs supérieures à 60 % (30 stations sur 31) ce qui traduit des peuplements en bon état qui ne sont pas affectés par l'enrichissement en matière organique du sédiment. Une seule station (S09) présente une valeur comprise entre 30 et 60 m de fonds, qui peut justifier d'un peuplement déséquilibré légèrement affecté par l'enrichissement en matière organique dans le sédiment.

3.2.2.8. AMBI

Ce paramètre met en évidence les perturbations de type organique en s'appuyant sur l'analyse des espèces présentes et leurs polluosensibilités. Les valeurs des différents sites analysés sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 27. Résultats des analyses pour l'AMBI

Stations	AMBI	Etat de santé des communautés	Etat de santé du site	Etat écologique
S01	1,35	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S02	0,89	Appauvri	Non pollué	Très bon
S03	1,24	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S04*	0,97	Appauvri	Non pollué	Très bon
S05	1,22	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S06	1,70	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S07	0,69	Appauvri	Non pollué	Très bon
S08	1,44	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S09	1,18	Appauvri	Non pollué	Très bon
S10	1,36	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S11	1,53	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S12	1,35	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S13	1,40	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S14	1,44	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S15	1,18	Appauvri	Non pollué	Très bon
S16	1,77	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S17	1,79	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S18*	1,58	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S19	1,46	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S20	1,49	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S21	1,70	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S22	1,75	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S23	1,71	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S24	1,92	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S25	1,80	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S26	1,57	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S27	1,71	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S28	1,58	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S29	1,55	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S30	1,65	Déséquilibre	Pollution légère	Bon
S31	1,68	Déséquilibre	Pollution légère	Bon

Légende : * les stations 4 et 18 ont obtenu un pourcentage supérieur à 20 % d'individu non assigné par le logiciel, donc les résultats obtenus pour ces stations sont théoriquement non exploitables.

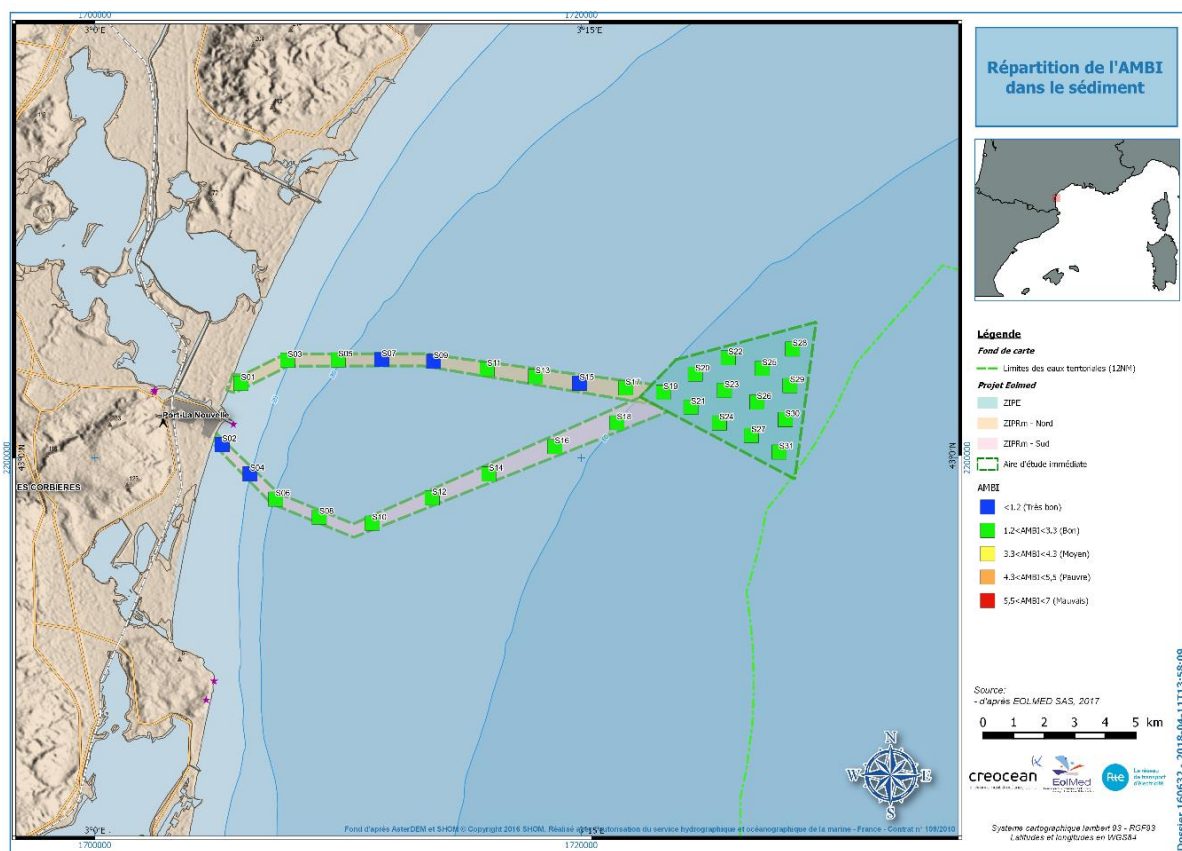


Figure 32. Répartition de l'AMBI classé par l'EcoQ

De manière générale, les valeurs AMBI sont comprises entre 0,69 (S07) et 1,92 (S24). Les valeurs sont toutes inférieures à 3,3 ce qui définit ces stations comme polluées légèrement en matière organique. La ZIPRm Nord présente des valeurs comprises entre 0,69 (S07) et 1,79 (S17), pour une moyenne de 1,29 et pour la ZIPRm Sud, les valeurs sont comprises entre 0,89 (S02) et 1,77 (S16), pour une moyenne de 1,39. Il y a donc peu de variabilité entre les deux ZIPRm, qui ont un bon à très bon état écologique. En ce qui concerne la ZIPR, les valeurs de l'AMBI sont comprises entre 1,46 (S19) et 1,92 (S24), avec une moyenne de 1,66, ce qui définit cette zone comme en bon état écologique.

Leurs états écologiques sont déterminés comme bon pour la majorité de l'aire d'étude immédiate.

3.2.2.9. M-AMBI

Le calcul du M-AMBI est basé sur les résultats obtenu avec l'AMBI pondéré par l'indice de Shannon (H') et la richesse spécifique (S).

Tableau 28. Récapitulatif des analyses pour le M-AMBI

Stations	M-AMBI	Statut
S01	0,77	Bon
S02	0,74	Bon
S03	0,74	Bon
S04	0,79	Bon
S05	0,90	Très bon

Stations	M-AMBI	Statut
S06	0,91	Très bon
S07	0,73	Bon
S08	0,74	Bon
S09	0,72	Bon
S10	0,71	Bon
S11	0,76	Bon
S12	0,76	Bon
S13	0,80	Très bon
S14	0,79	Bon
S15	0,79	Bon
S16	0,70	Bon
S17	0,74	Bon
S18	0,72	Bon
S19	0,90	Très bon
S20	0,78	Bon
S21	0,82	Très bon
S22	0,78	Bon
S23	0,85	Très bon
S24	0,78	Bon
S25	0,88	Très bon
S26	0,86	Très bon
S27	0,83	Très bon
S28	0,85	Très bon
S29	0,78	Bon
S30	0,75	Bon
S31	0,79	Bon

Les valeurs M-AMBI calculées sur l'aire d'étude immédiate, sont comprises entre 0,70 à la station S16 et 0,91 à la station S06. Elles sont donc toutes définies avec un statut supérieur à « Bon ».

De manière générale, les indices biologiques analysés sur la l'aire d'étude immédiate témoignent d'un peuplement riche en espèces, en densité et en biomasse sans déséquilibre. Ce qui permet de qualifier le peuplement présent de riche et en bonne santé.

3.2.2.10. Composition du peuplement

3.2.2.10.1. Les espèces dominantes

Densité

Seulement 21 espèces parmi les 351 recensées, contribuent chacune à au moins 1 % de la densité totale. Parmi ces espèces, seulement deux espèces dominent largement :

- Le crustacé *Ampelisca truncata* (Amphipode) présente une densité moyenne de 62 ind/m² sur l'ensemble de l'aire d'étude immédiate, soit 15 % de la densité totale. Il est particulièrement abondant dans les stations S05 à S10 sur les fonds de sables très fins ;
- Le crustacé *Leptocheirus mariae* (Amphipode de la famille des Corophium) présente une densité moyenne de 27 ind/m² sur l'ensemble de l'aire d'étude immédiate, soit 8,5 % de la densité totale. Il est également retrouvé en majorité dans les stations 5 à 10.

Biomasse

En termes de biomasse, 7 espèces parmi les 351 recensées contribuent chacune à au moins 1 % de la biomasse totale. Parmi celles-ci seulement deux dominent largement :

- L'holothurie *Leptosynapta inhaerens* domine largement avec 56 % de la biomasse totale avec 122 individus recensés, qu'on retrouve habituellement en Atlantique. L'espèce peut atteindre 30 cm de long expliquant pourquoi la biomasse produite est importante ;
- L'autre holothurie *Thyone fusus* représente 20 % de la biomasse totale avec 44 individus recensés.

Ces deux espèces sont quasi présentes dans chaque station et ce sont des espèces de grande taille ce qui justifie leur poids important par rapport aux autres espèces plus petites.

Groupes trophiques

Pour chaque espèce recensée, un groupe trophique lui est attribué :

- Groupe I : Suspensivores ;
- Groupe II : Détritivores ;
- Groupe III : Dépositivores ;
- Groupe IV : Espèces en milieu anaérobie.

Pour chaque station, le pourcentage de chaque groupe trophique a été déterminé, voir tableau et figure suivante.

Tableau 29. Répartition (%) des groupes trophiques par station

Groupes trophiques	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
I	28,4	35,2	45,1	69,5	19,7	21,1	3,6	17,0	10,7	25,8	23,0	34,1	20,5	27,3	27,6	10,0
II	53,9	52,4	51,5	27,2	57,9	44,7	82,2	71,1	44,5	65,9	60,9	44,5	59,0	50,0	59,6	61,0
III	17,7	12,5	3,4	3,3	22,4	34,2	14,3	11,9	44,8	8,3	16,0	21,4	20,5	22,2	12,8	29,0
IV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
Groupes trophiques	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	Moy
I	24,5	27,7	13,8	22,4	24,3	18,3	16,5	17,4	14,9	21,7	19,9	18,6	15,4	20,4	21,4	23,1
II	39,6	56,0	56,0	55,3	58,9	59,7	61,6	67,6	59,8	51,8	61,0	56,2	55,6	51,1	48,4	55,6
III	35,8	16,4	30,2	22,4	16,8	22,0	22,0	14,9	25,3	26,5	19,2	25,2	29,0	28,5	30,2	21,3
IV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

D'après les résultats, les principaux groupes trophiques présents sur l'aire d'étude immédiate sont les suspensivores, les détritivores et les dépositivores. Le groupe trophique dominant avec une moyenne de 55,6 % est le groupe des détritivores.

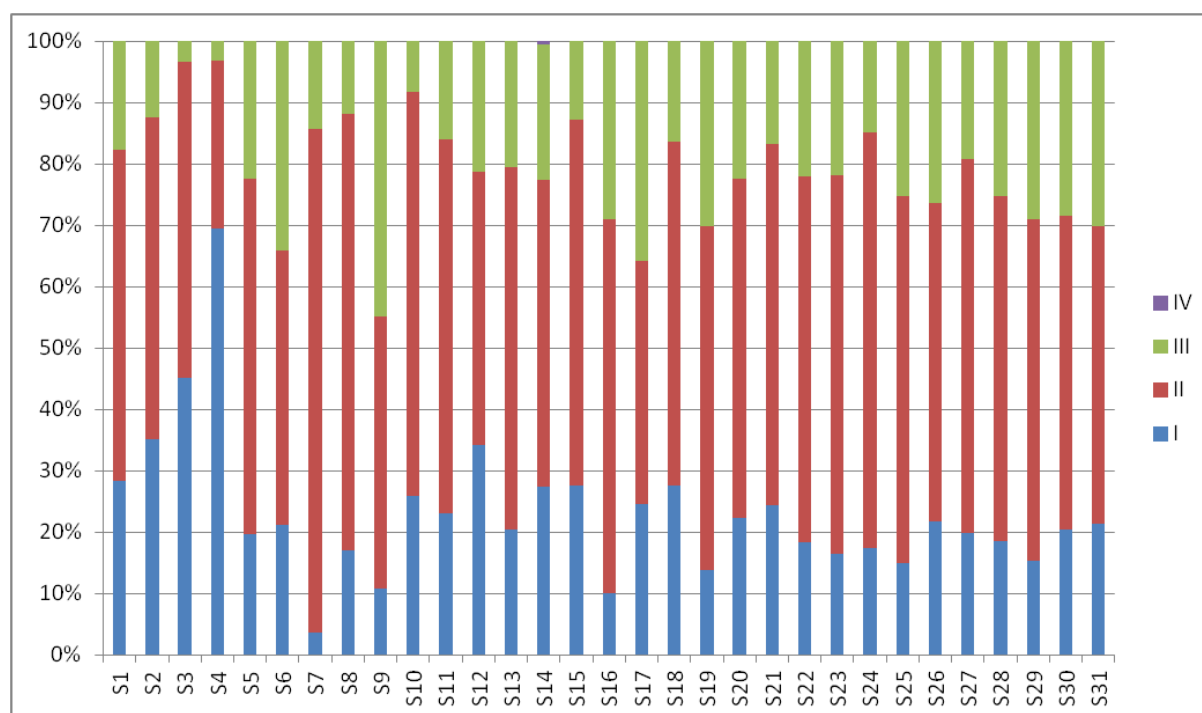


Figure 33. Répartition des groupes trophiques par station

D'après la figure précédente, la répartition des groupes trophiques reste assez semblable de station en station avec un taux de détritivore plus élevé que pour les deux autres groupes. Sauf pour la station S04 où le pourcentage de suspensivores est le plus élevé. Des valeurs élevées de suspensivores sont observées sur des stations avec une grande quantité de nourriture présente dans la colonne d'eau. Cette station est positionnée en aval du grau de Port-La Nouvelle là où les apports sont les plus importants en provenance des étangs.

3.2.2.10.2. Répartition des grands types de biocénoses

Trente-trois espèces benthiques caractéristiques de biocénoses non perturbées ont été recensées sur l'ensemble des 31 stations d'échantillonnage. Elles sont rattachées à 7 biocénoses-types :

- La biocénose des fonds détritiques côtiers (DC) ;
- La biocénose des fonds détritiques envasés (DE) ;
- La biocénose des fonds détritiques du large (DL) ;
- La biocénose des sables fins bien calibrés (SFBC) ;
- La biocénose des sables fins de hauts niveaux (SFHN) ;
- La biocénose des sables vaseux en mode calme (SVMC) ;
- La biocénose des vases terrigènes côtières (VTC).

Le degré d'affinité du peuplement pour ces 7 biocénoses-types a été calculé pour chaque station. Rappelons que le degré d'affinité du peuplement d'une station pour une biocénose donnée correspond au taux d'individus appartenant à des espèces caractéristiques de cette biocénose, non pas par rapport à la densité totale du peuplement, mais par rapport à l'ensemble des individus appartenant aux espèces caractéristiques de toutes les biocénoses-types.

Tableau 30. Résultats des affinités aux biocénoses-types pour chaque station

Biocénose	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17
DC	0	0	8,9	9,6	85	14	38	82	56	88	71	46	14	52	0	0	0
DL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,9	2,1	0	14	0	0	18
DE	0	0	0	0	2,3	8,6	1	2	6	0,5	12	33	0	25	8,3	19	0
SFBC	77,1	74	76	67	4,5	14	17	0,7	24	0	0	0	14	0	38	13	0
SVMC	17,1	5,9	0	0	5,7	51	24	13	6	7	15	2,1	43	6,8	0	6,3	0
VTC	0	0	16	23	2,3	11	19	2,7	6	2	0	17	29	2,3	54	50	82
SFHN	5,71	21	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	13	0
Biocénose	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	Moy		
DC	25	0	0	0	0	0	0	4,3	0	0	0	12	5	0	19,71		
DL	0	6,7	0	10	0	19	0	8,7	0	12	14	0	0	5,9	3,72		
DE	0	13	0	45	65	38	53	22	50	59	57	53	35	29	20,53		
SFBC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,9	0	0	0	0	13,70		
SVMC	0	20	0	0	0	6,3	13	13	0	0	0	0	0	0	8,24		
VTC	75	60	100	45	35	38	27	48	50	24	29	35	60	65	32,43		
SFHN	0	0	0	0	0	0	6,7	4,3	0	0	0	0	0	0	1,67		



Affinités supérieures à 50%



Affinités supérieures à 30%

Sur les 7 biocénoses-types, 4 (DC, DE, SFBC et VTC) sont majoritaires sur l'aire d'étude immédiate. Chaque station présente une biocénose-type. Une démarcation est observée avec la profondeur, de la station S01 à S15 deux biocénoses-types sont majoritaires : DC et SFBC. Alors que pour les stations les plus profondes (S15 à S31), les biocénoses-types majeures sont DE et VTC avec une dominance par la biocénose VTC.

En se basant sur la composition du sédiment de l'aire d'étude immédiate ces résultats sont assez cohérents, les stations les plus proches de la côte sont constituées majoritairement de sable fin alors que les stations les plus au large sont composées principalement de vase pure. Ces biocénoses-types témoignent d'un peuplement benthique adaptés à leur habitat.

3.2.2.10.3. Espèces indicatrices de perturbation

Douze espèces benthiques indicatrices d'un déséquilibre du milieu sont recensées sur l'ensemble des 31 stations échantillonnées. Elles sont indicatrices des conditions particulières suivantes.

Tableau 31. Répartition des espèces indicatrices de perturbation

Espèces indicatrices (% densité totale)	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Hypersédimentation sables fins	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,6	0,0	1,5	0,0	0,0
Instabilité sédimentaire	0,5	0,0	0,2	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Sédiment enrichi en MO	1,4	0,4	0,2	0,0	2,4	5,2	1,4	1,8	0,5	1,8	2,9	1,7	3,6	2,6	0,0	1,0
Sédiment très enrichi en MO	0,2	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	1,9	0,0
Espèces indicatrices (% densité totale)	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	Moy
Hypersédimentation sables fins	2,6	0,6	1,5	3,3	4,2	3,8	9,0	3,7	3,0	6,3	10,3	7,3	7,1	13,1	13,5	3,1
Instabilité sédimentaire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Sédiment enrichi en MO	1,1	1,3	1,5	1,3	2,8	1,6	2,0	1,7	1,5	2,0	1,0	0,7	2,4	2,2	3,2	1,7
Sédiment très enrichi en MO	0,0	1,3	0,3	3,3	1,9	0,0	0,4	0,0	1,7	0,8	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5



Valeurs supérieures à 5 %

Pour cette analyse, seules les valeurs supérieures à 5 % sont significatives. Sur l'aire d'étude immédiate, 8 stations obtiennent des valeurs significatives : 7 stations à forte profondeur (ZIPE) et 1 seule pour les stations côtières (ZIPRm Sud). Pour les stations les plus au large : S23, S26, S27, S28, S29, S30 et S31, des espèces indicatrices d'hypersédimentation sont présentes avec un pourcentage de 6,3 à 13,5 %. Ce résultat est cohérent avec les analyses faites sur le sédiment qui indique la présence de sédiment vaseux sur ces stations.

Concernant la station S06, la plus proche des côtes, les espèces indicatrices de sédiment enrichi en matière organique sont présentes avec un faible pourcentage : 5,2 %.

3.3. Synthèse

3.3.1. Qualité des sédiments marins

Le sédiment constitue un réceptacle pour de nombreux contaminants qui se lient à sa matrice et est considéré comme un compartiment intégrateur des caractéristiques physico-chimiques du milieu. La qualité des sédiments est étroitement liée à la qualité de l'eau et est un paramètre indispensable au bon fonctionnement des écosystèmes marins et des activités socio-économiques qui en découlent notamment la pêche et la conchyliculture.

Les études disponibles sur le secteur littoral au niveau de Port-La Nouvelle et de Gruissan indiquent que les sédiments du secteur marin sont relativement peu contaminés par les polluants chimiques et peu enrichis par la matière organique (Creocean, 2009 ; Idra, 2012 ; Creocean/Artelia/Gaxie, 2018).

Les mesures réalisées dans le cadre du projet EolMed – Gruissan tendent à confirmer ces données. La granulométrie de l'aire d'étude immédiate suit un gradient décroissant avec l'augmentation de la profondeur depuis des sables fins à moyens de la côte à des sédiments fortement envasés autour de 30 m de profondeur d'eau. La fraction fine croît régulièrement vers le large avec la diminution des courants et de l'action de la houle. L'enrichissement organique des sédiments suit la même tendance avec des sédiments peu à faiblement enrichis proches de la côte jusqu'à des sédiments moyennement enrichis plus au large. L'enrichissement est notamment lié à la composition du sédiment en fraction fine. Les mesures indiquent également une faible contamination des sédiments exceptée pour le nickel et sept composés de HAP (anthracène, benzo (a) anthracène, chrysène, fluoranthène, fluorène, fhénanthrène et pyrène) qui montrent des dépassements des niveaux réglementaires N1 mais sur une seule station (S6). La contamination en nickel (très faibles dépassements de N1) est localisée dans 4 stations dans la ZIPE tandis que la contamination en HAP (faibles dépassements de N1) se retrouve sur une seule station de la ZIPRm Sud vers 30 m de profondeur. De manière globale, la contamination de l'aire d'étude immédiate est faible.

3.3.2. Peuplements benthiques de substrats meubles

Les études disponibles à l'échelle de l'aire d'étude éloignée montrent un gradient côte-large dans la structure et la composition du peuplement avec une richesse en espèces, une biomasse et des valeurs d'AMBI croissantes avec la profondeur et, à l'inverse, une diminution de l'indice trophique vers le large. Ce gradient s'explique logiquement par des sédiments sableux pauvres en éléments trophiques dans les petits fonds, zone soumise à des conditions d'agitation élevée, qui constituent une contrainte environnementale forte pour beaucoup d'espèces benthiques. Lorsque la profondeur des fonds augmente, l'agitation marine a moins d'effet sur les fonds qui tendent à s'envaser. Ainsi le milieu devient

plus riche en éléments organiques et plus favorable au maintien d'une plus grande diversité d'espèces. Globalement la qualité des peuplements benthiques de substrats meubles est bonne.

Les enjeux de conservation des biocénoses observées (SFHN et SFBC) sont évalués comme forts selon le DOCOB du site NATURA 2000 FR9102013 des Côtes sableuses de l'Infralittoral languedocien (Labbe *et al.*, 2014). En termes de biocénoses on retrouve au niveau du littoral l'habitat communautaire submergé des Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine qui abrite des biocénoses benthiques : les sables et graviers sous l'influence des courants de fonds (code Natura 2000 : 1110-7), les sables fins de haut niveau (code Natura 2000 : 1110-5) et les sables fins bien calibrés (code Natura 2000 1110-6) dont les enjeux de conservation ont été évalués comme forts dans le récent DOCOB (Labbé *et al.*, 2014).

Les mesures réalisées dans le cadre du projet EolMed – Gruissan montrent les mêmes tendances. Les indices biologiques analysés sur l'aire d'étude immédiate témoignent d'un peuplement riche en espèces, en densité et en biomasse sans déséquilibre. Ce qui permet de qualifier le peuplement présent de riche et en bonne santé.

3.4. Analyse des enjeux

Les données recueillies lors des campagnes de prélèvements scientifiques ont mis en évidence des différences entre la côte et le large (à partir des fonds de plus de 30 m qui correspond à la limite des 3 NM). Les enjeux ont donc été évalués pour :

- Les ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties littorales c'est-à-dire de la côte jusqu'à la limite des 3 NM au large ;
- La ZIPE ainsi que les ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties au large c'est-à-dire à partir de la limite des 3 NM jusqu'à leurs arrivées dans la ZIPE.

Remarque : Pour la suite de l'étude, la « zone à la côte » correspondra à l'aire d'étude immédiate de la côte jusqu'à la limite des 3 NM. La « zone au large », correspondra à l'aire d'étude immédiate au-delà des 3 NM. La limite des 3 NM correspond, au droit de Port-La Nouvelle, à la limite entre les sédiments sableux et les sédiments vaseux.

3.4.1. Sédiments marins

ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties proches de la côte

Le littoral concerné est composé d'un milieu marin inter-communicant avec des lagunes méditerranéennes qui sont des milieux sensibles (habitats prioritaires au sens de la Directive européenne « Habitats » 92/443/CEE) et écologiquement importants (herbiers de zostères des lagunes, zones de nourriceries) pour lesquels la préservation dépend en grande partie de la qualité du milieu physique et donc de la qualité de l'eau et des sédiments.

Les ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties proches de la côte traversent également le site d'intérêt communautaire Natura 2000 : FR9102013 « Côte sableuses de l'Infralittoral Languedocien » classé Zone Spéciale de Conservation ZSC. Préserver les milieux marins et littoraux et leur qualité est d'ailleurs un des axes stratégiques définis pour la Région Occitanie pour préserver la grande richesse écologique de la région (DREAL LR, 2014) et un des enjeux définis dans le Plan d'Action pour le Milieu Marin « PAMM » de la sous-région marine Méditerranée occidentale (Directive n° 2008/56/CE dite « Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin » (DCSMM)). La directive 2000/60/CE dite « Directive Cadre sur

l'Eau » (DCE) fixe également des objectifs de préservation de la qualité des sédiments pour l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau. Cette composante est également importante du fait de la présence de plages ou encore de zones conchylicoles et halieutiques sur le littoral d'étude nécessitant des eaux et des sédiments de bonne qualité.

De plus, les sédiments proches de la côte sont des sables purs ou des sédiments à dominante sableuse, avec en général une fraction plus importante en sable fin ou très fin. Or ce type de sédiment retient très peu les polluants étant donné qu'ils sont liés à la fraction fine. D'un point de vue structurel, ces sédiments sont donc de bonne qualité.

L'enjeu au niveau des ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties proches de la côte est évalué comme fort pour la qualité des sédiments marins.

ZIPE et ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties au large

Les milieux naturels sensibles (lagunes, herbiers, etc.), les secteurs de baignades et les zones conchylicoles sont relativement éloignées (> 10-15 km) des ZIPE et ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties au large. Les données récoltées sur le terrain dans le cadre du projet EolMed – Gruissan montrent que la qualité des sédiments est relativement bonne pour l'ensemble des paramètres considérés excepté pour le nickel (ZIPE) et les HAP qui présentent quelques dépassements faibles de N1 sur une station sur la ZIPRm Sud.

L'enjeu au niveau de la ZIPE et des ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties au large est évalué comme faible pour la qualité des sédiments marins.

Le tableau suivant synthétise les niveaux d'enjeu pour la qualité des sédiments.

Tableau 32. Synthèse des enjeux pour la qualité des sédiments marins

COMPOSANTE	ENJEU
Qualité des sédiments marins à la côte	Littoral composé d'un milieu marin inter-communicant avec des lagunes méditerranéennes, milieux sensibles (habitats prioritaires au sens de la Directive européenne « Habitats » 92/443/CEE) et écologiquement importants dépendants de la qualité du milieu et présence de sites Natura 2000 écologiquement importants dépendants de la qualité du milieu. Présence également du site Natura 2000 « <i>Côtes sableuses de l'Infralittoral languedocien</i> » dont les enjeux sont, présentant des habitats sableux d'une grande diversité et générant des habitats remarquables, rares et à forte valeur biologique
Qualité des sédiments marins au large	La qualité des sédiments est globalement bonne et éloignées des milieux naturels sensibles.

3.4.2. Peuplements benthiques de substrats meubles

ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties proches de la côte

Les enjeux sur les habitats benthiques¹ et leur préservation au niveau du secteur côtier sont particulièrement importants. Toute la zone côtière est en site Natura 2000 désigné comme Zone

¹ La notion d'habitat s'entend ici telle qu'elle est définie par l'arrêté du 17 décembre 2012 relatif à la définition du bon état écologique des eaux marines : « un biotope (milieu physico-chimique) et la biocénose associée (communautés biologiques), ainsi que les fonctions qui en résultent (habitats d'espèces, flux de matière et d'énergie etc.) ». (Guide d'étude d'impact sur les parcs éoliens en mer. Édition 2013. MEDDE).

Spéciale de Conservation « ZSC » FR9102013 « Côte sableuses de l'Infralittoral Languedocien ». Ce site a pour objet d'inscrire dans le réseau un patrimoine rare, spécifique et original de l'habitat d'intérêt communautaire actuellement mal représenté en Méditerranée : « Les Bancs de sable à faible couverture d'eau marine » (code Natura 2000 : 1110). L'endofaune des substrats meubles présente, au niveau de l'aire d'étude immédiate, un enjeu évalué comme globalement fort. En effet, on retrouve l'habitat communautaire submergé des bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine qui abrite des biocénoses benthiques : les sables et graviers sous l'influence des courants de fonds (code Natura 2000 : 1110-7), les sables fins de haut niveau (code Natura 2000 : 1110-5) et les sables fins bien calibrés (code Natura 2000 1110-6) dont les enjeux de conservation ont été évalués comme forts dans le récent DOCOB (Labbé *et al.*, 2014). En effet cet habitat communautaire revêt une importance écologique fondamentale de par :

- La fonction d'alimentation qu'il joue pour l'ichtyofaune. La qualité et la diversité des peuplements d'invertébrés benthiques qu'il abrite constituent en effet la base de la nourriture de nombreux poissons du plateau continental du golfe du Lion ;
- Le rôle qu'il joue dans le maintien de certaines communautés benthiques de vertébrés et d'invertébrés marins, qui sont classiquement utilisés en tant qu'indicateur de changements du milieu marin. En effet, la faune benthique sensible et peu mobile est un très bon intégrateur dans le temps, des variations des paramètres physico-chimiques (Labbé *et al.*, 2014, Document d'Objectifs dit « DOCOB » du site Natura 2000 FR9102013 « Côte sableuses de l'Infralittoral Languedocien » Tome I Etat des lieux et analyse écologique).

Néanmoins, au droit de l'entrée du port de Port-La Nouvelle, les peuplements benthiques sont fortement perturbés (Créocéan, 2017). Ainsi, du fait de la localisation des ZIPRm, l'enjeu sur les peuplements benthiques est évalué comme moyen pour la zone côtière.

L'enjeu sur les peuplements benthiques de substrats meubles au niveau des ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties à la côte est évalué comme moyen.

ZIPE et ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties au large

Plus au large, les études réalisées dans le cadre du projet EolMed – Gruissan montrent un peuplement riche en espèces, en densité et en biomasse sans déséquilibre mais hétérogène sur la zone du large. Ces peuplements ne sont pas inclus dans le site Natura 2000 « Côte sableuses de l'Infralittoral Languedocien ».

L'enjeu sur les peuplements benthiques de substrats meubles au niveau de la ZIPE et des ZIPRm Nord et Sud pour leurs parties au large est évalué comme faible.

Le tableau suivant synthétise les niveaux d'enjeu pour les peuplements benthiques de substrats meubles.

Tableau 33. Synthèse des enjeux pour les peuplements benthiques de substrat meuble

COMPOSANTE	ENJEU	
Peuplements benthiques à la côte	Peuplements diversifiés et équilibrés Peuplement riche en espèces en densité et en biomasse sans déséquilibre inclus dans la zone Natura 2000	Moyen
Peuplements benthiques au large	Peuplements diversifiés et équilibrés mais hétérogène sur la zone du large et non inclus dans la zone Natura 2000	Faible

3.5. Analyse des variantes

Le secteur de Port-La Nouvelle est une vaste plaine sédimentaire dominée par les sables à proximité de la côte et les vases à partir de 20 à 30 m de profondeur. Les sédiments sont un compartiment intégrateur qui sera le réceptacle final de toutes les pollutions en mer. Les peuplements de benthos de substrats meubles utilisent les sédiments comme habitats et sont, à ce titre, d'excellents bioindicateurs de la qualité du milieu.

L'état actuel de l'environnement ne montre aucune différence significative entre la ZIPRm Nord et la ZIPRm Sud. En effet, des différences peuvent être notées en fonction des paramètres étudiés avec des peuplements un peu plus riches et diversifiés sur la ZIPRm Nord mais les sédiments sont plus hétérogènes en termes de comparaison entre les deux ZIPRm. Pour la qualité des sédiments, une seule station sur la ZIPRm Sud présente des concentrations en polluants supérieures au seuil N1 mais avec de faibles dépassements.

Les résultats obtenus dans le cadre de la présente étude ne permettent pas de discriminer les ZIPRm.

4. Evaluation des incidences

4.1. Présentation générale du projet

Le projet EolMed – Gruissan est situé dans le département de l'Aude, en région Occitanie. Le point le plus proche de la ferme pilote est localisé à environ 18 km au large de la commune de Gruissan.

La ferme pilote sera composée de 4 éoliennes disposées en ligne dans une profondeur d'eau d'environ 60 m selon un axe sud-ouest/nord-est. Elles seront espacées d'environ 1 300 m les unes des autres.

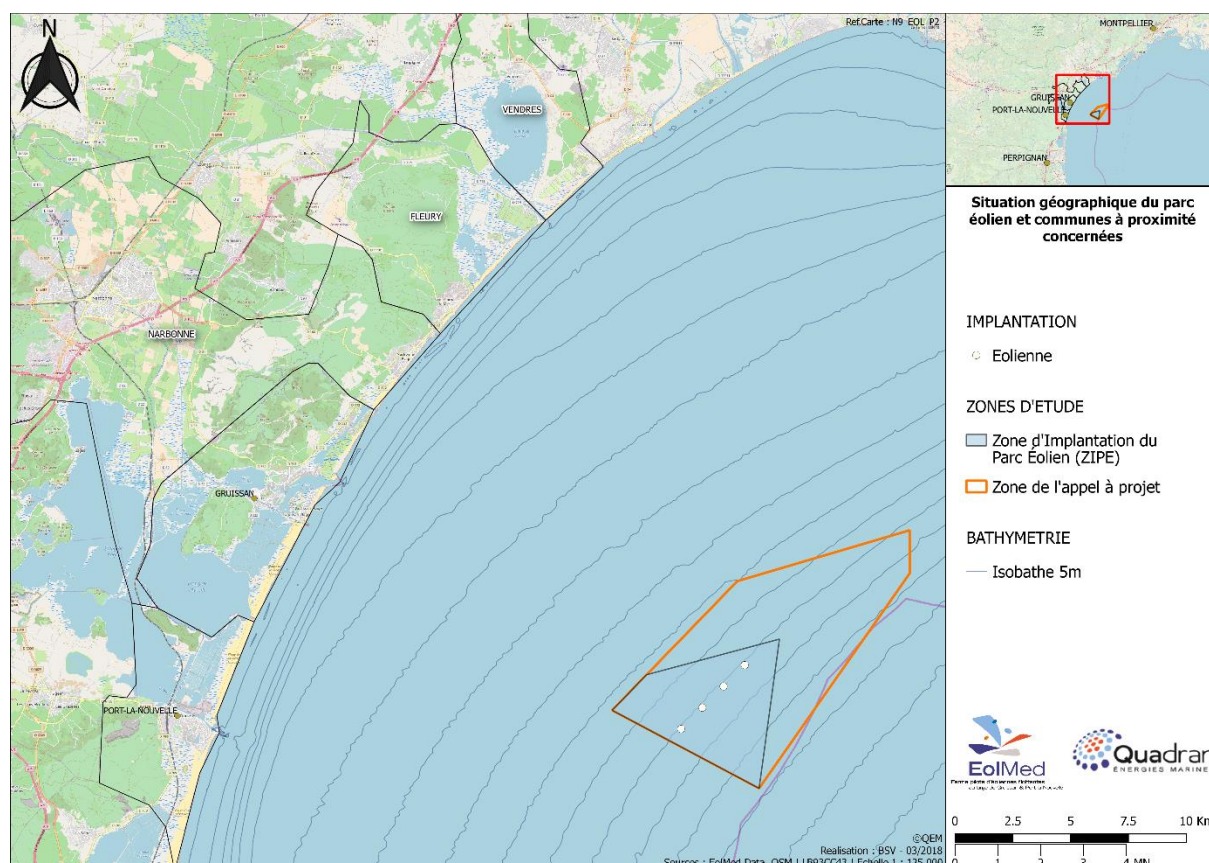


Figure 34. Localisation des éoliennes de la ferme pilote

La fondation flottante sera une barge de section carrée ouverte en son centre (technologie brevetée : Damping Pool®). Cette technologie permet d'amortir les mouvements de houle et ne nécessite donc pas de ballastage. Le flotteur sera en béton léger armé pour un poids d'environ 15 000 t. Les dimensions sont : environ 53 m x 53 m et 12 m de hauteur dont 8 m de tirant d'eau.

Le système d'ancrage se composera de 8 lignes d'ancrage par flotteur. Elles seront asymétriques : les lignes en direction de la côte auront un rayon d'ancrage d'environ 600 m et les lignes en direction du large auront un rayon d'ancrage d'environ 1 430 m.

Les ancres seront positionnées dans des zones prédéfinies de 30 m x 15 m, dites « boxes » d'environ 450 m² pour chacune des 32 ancres (dépend du nombre de ligne d'ancrage).

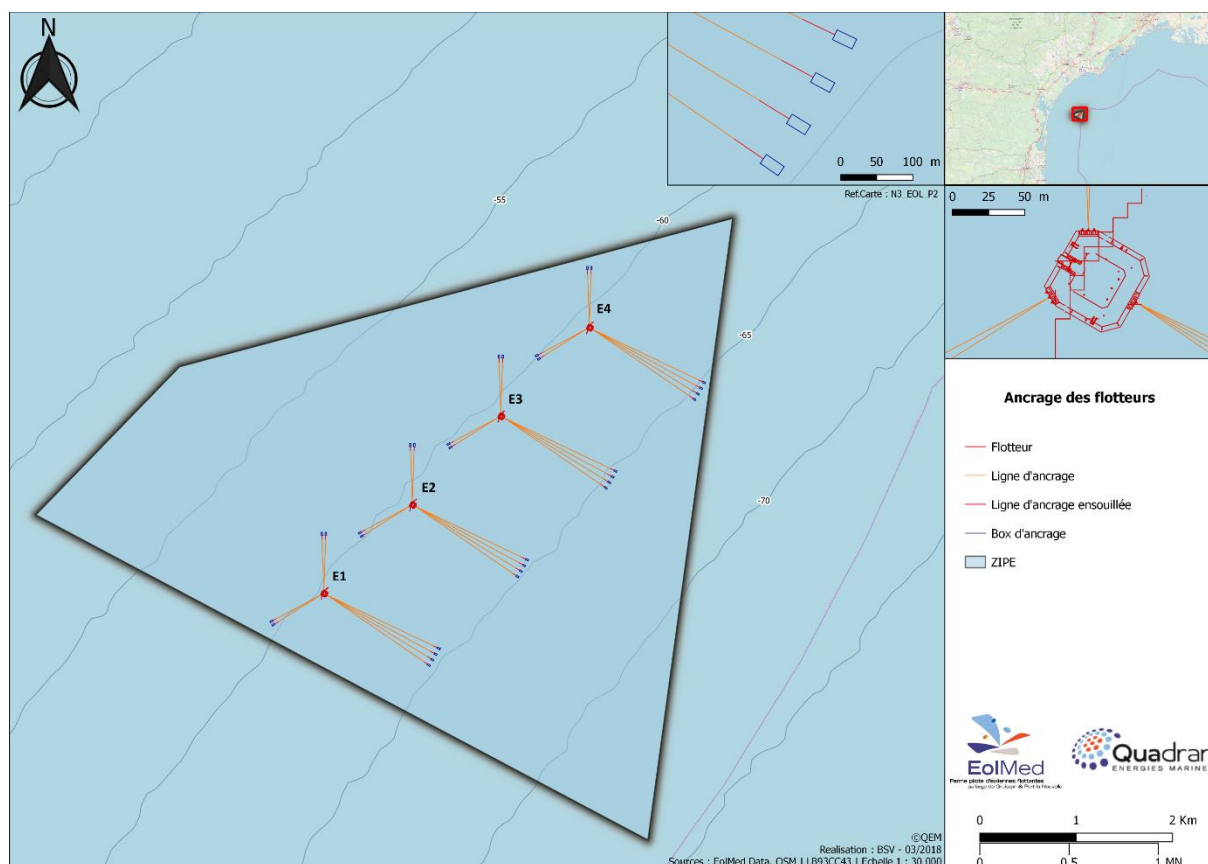


Figure 35. Localisation des ancrages des éoliennes de la ferme pilote

Les éoliennes seront raccordées entres-elles par des câbles électriques posé sur le fond et permettant le transfert de l'énergie produite par les éoliennes. Le câble d'export ou câble de raccordement, propriété de RTE, partira de l'éolienne 2. Du fait de cette configuration, il y aura 3 câbles électriques présents sur l'éolienne 2 (1 câble export, propriété de RTE et 2 câbles inter-éoliennes, propriété EolMed).

Des bouées sont installées sur la partie dynamique des câbles inter-éoliennes pour former une « lazy wave », sorte d'amortisseur permettant de s'affranchir des déplacements du flotteur engendrés par les conditions météocéaniques et de vent.

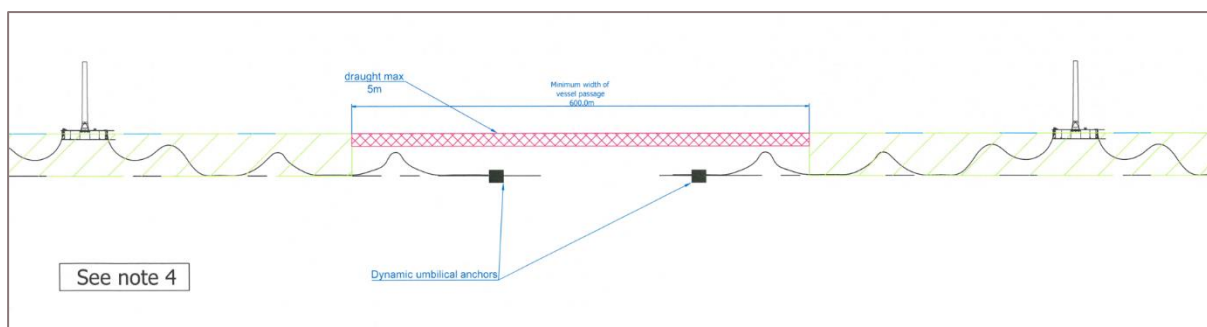


Figure 36. Vue en coupe du raccordement inter-éoliennes

Dans le cadre de ce projet, la mission de RTE, gestionnaire du réseau public de transport d'électricité français, sera de prendre en charge l'énergie produite par les éoliennes en mer et de l'acheminer jusqu'aux zones de consommation sur le domaine terrestre. Pour atteindre cet objectif, les éoliennes flottantes seront raccordées au Réseau Public de Transport d'électricité existant à la tension de référence 33 kV via la création d'une liaison sous-marine puis souterraine d'export d'une longueur totale d'environ 27 km entre le parc éolien en mer et le poste de transformation RTE existant de Port-La-Nouvelle (24 km sur la partie en mer).

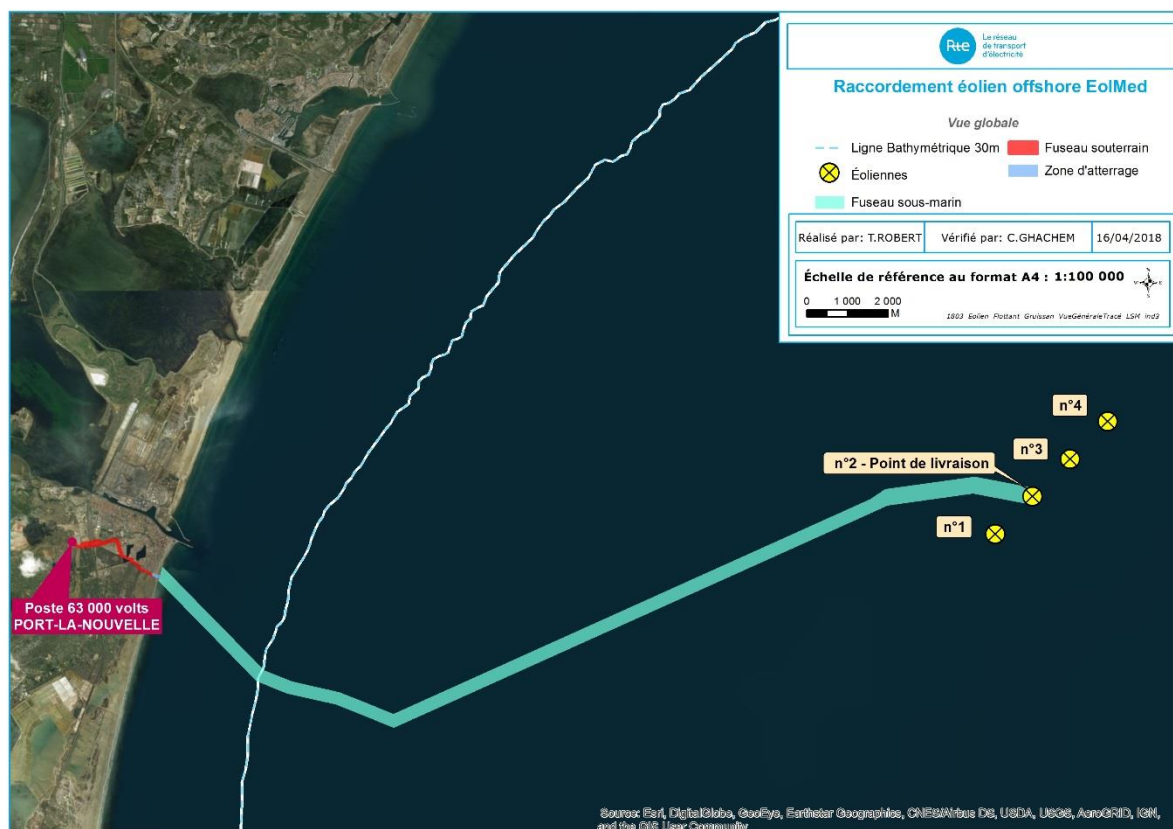


Figure 37. Localisation du fuseau de raccordement

4.2. Phase de construction et de démantèlement

4.2.1. Modalités d'installation et de démantèlement de la ferme pilote et du câble d'export

4.2.1.1. Ferme pilote

Le déroulement du chantier pour la construction de la ferme pilote est une succession d'étapes dans un ordre bien précis :

- Fabrication des flotteurs ;
- Assemblage des éoliennes sur les flotteurs ;
- Pré-installation des ancres ;
- Remorquage des éoliennes avec flotteurs ;

- Ancrage sur site ;
- Pose de la liaison électrique inter-éoliennes.

Pré-installation des ancrages

Les ancrages seront « *préinstallés* » avant l'arrivée des éoliennes sur le site d'implantation. Cette installation, effectuée par des navires remorqueurs spécialisés, consiste principalement à fixer sur le fond les ancres et à installer une section de chaîne d'amarrage.

La pose des ancres à draguer est faite par un navire remorqueur qui dépose tout d'abord l'ancre à environ 50 m de la zone cible d'ancrage préalablement définie. Celle-ci est rattachée par une section de caténaire reliée au navire qui va procéder à un tirage progressif de l'ancre sur 50 m. Cette action permet d'ensouiller l'ancre à une profondeur suffisante (environ 15 m) au niveau de la zone cible.

La ligne d'ancrage polyester sera mise en flottaison au moyen d'un système de bouée et ce afin d'éviter le frottement du polyester sur le sol marin. La ligne d'ancrage sera mise sous tension à l'aide d'un corps mort attaché à l'autre extrémité.

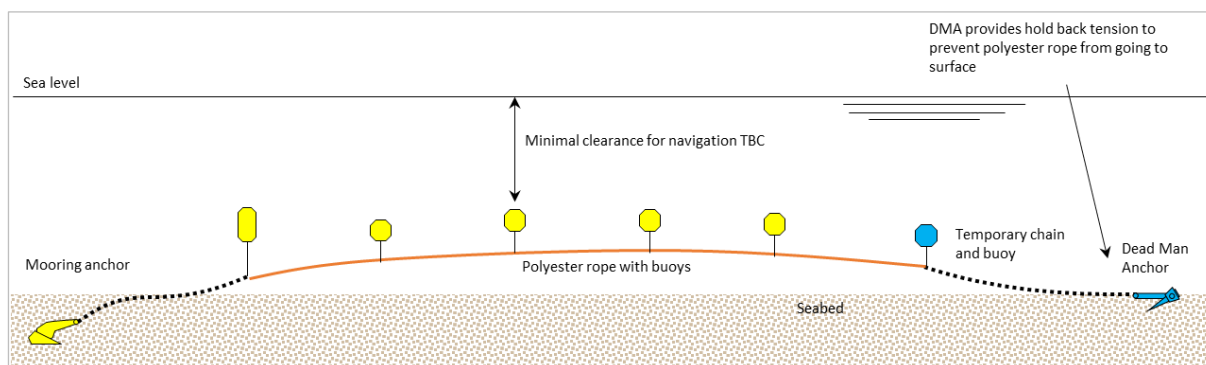


Figure 38 pré-installation des ancrages

Remorquage des éoliennes avec flotteurs

Une fois l'ensemble (flotteur et turbine) assemblé à quai, l'éolienne sera remorquée en mer jusqu'à la ferme pilote à l'aide de plusieurs remorqueurs.

Le remorquage des éoliennes sur site sera réalisé éolienne par éolienne.

Ancrage sur site

A l'arrivée de l'éolienne sur la ferme pilote, les lignes d'ancrage seront relevées une par une et connectées successivement aux points d'ancrage de la structure préinstallés. Le navire remorqueur relie le câble de traction à la chaîne d'ancrage préinstallée.

Le navire remorqueur jette l'ancre à l'eau tout en laissant une bouée de récupération.

Lorsque toutes les amarres sont en place, un tendeur situé sur les flotteurs de l'éolienne est utilisé pour mettre les amarres sous tension.

Une fois les amarres sous tension les bateaux remorqueurs annexes se déconnectent et les bouées de récupérations sont également déconnectées.

Pose de la liaison électrique inter-éoliennes

L'installation des câbles électriques inter-éoliennes se compose de trois opérations :

- Le tirage du câble jusqu'au sommet de la fondation à travers le I-Tube ;
- La pose du câble sur le fond marin entre deux éoliennes (câble + équipements) ;
- L'installation des ancrages pour stabiliser le câble sur le sol marin.

Ces opérations peuvent être menées à partir du même navire, voire en parallèle (pour la pose et la protection) selon la méthode d'installation retenue. Elles peuvent être également dissociées dans le temps et réalisées à partir de moyens nautiques différents.

La jonction entre les câbles inter-éoliennes et l'éolienne se fera sur le pont du flotteur par le biais d'un connecteur ou épissure.

Moyens nautiques mobilisés pendant les travaux

Le nombre de navire présents autour du site d'implantation variera en fonction des phases et des techniques utilisées. La pointe sera atteinte au début de l'installation des éoliennes, quand il restera encore des fondations et des câbles à installer.

- L'ordre de grandeur de la répartition des navires présents sur zone est le suivant :
- Installation des ancrages : 2 à 3 navires ;
- Installation des câbles électriques inter-éoliennes : 1 à 2 navires ;
- Acheminement des éoliennes avec flotteurs sur le site : 2 à 3 navires ;
- Raccordement des éoliennes avec flotteurs aux ancrages : 3 à 4 navires ;
- Support et transport de personnel : entre 1 et 2 navires transitant entre le site d'implantation de la ferme pilote et le port de Port-La Nouvelle selon la période.

Éléments concernant le calendrier prévisionnel et la durée des travaux pour les composants de la ferme pilote

La séquence d'installation sera la suivante :

- Fabrication des flotteurs : 10 à 16 mois ;
- Installation des éoliennes sur les flotteurs : 3 à 4 mois ;
- Installation des ancrages : 3 à 4 mois ;
- Installation des câbles électriques inter-éoliennes : 1 mois ;
- Acheminement des éoliennes avec flotteurs sur le site et raccordement aux ancrages : environ 1 semaine par flotteur ;
- Raccordement des éoliennes avec flotteurs aux câbles électriques : environ 2 semaines.

Démantèlement des éoliennes

Le démantèlement des éoliennes se fera selon une séquence proche de celle inverse à la construction. Les flotteurs seront ramenés à quais après la durée de l'exploitation. Une fois amarré, les éoliennes seront démontées et les déchets seront transférés dans un centre spécialisé pour une mise en valeur de matière.

Le tableau suivant synthétise l'emprise des composants de la ferme pilote ainsi que le volume de sédiment potentiellement remanié.

Tableau 34 : Emprise au sol des composants de la ferme pilote et des engins associés lors de la phase de travaux

COMPOSANT	SOUS-COMPOSANT ET HYPOTHESES	NOMBRE D'UNITES	SUPERFICIE PAR UNITE	SURFACE TOTALE OCCUPEE	VOLUME DE SEDIMENT REMANIE
Système d'ancrage	Ancres	32	64 m ² 15 m de profondeur	2 048 m ² soit 0,0020 km ²	30 270 m ³
Flotteurs	Pas de contact direct avec le sol marin	4	-	-	
Eoliennes	Pas de contact direct avec le sol marin	4	-	-	
Câbles inter-éoliennes	Câbles et protections externes	3 câbles de 1,5 km de long chacun dont 1 km de câble au sol	Largeur zone tampon : 50 m Largeur du câble : environ 20 cm	Zone tampon : 0,15 km ² Câble : environ 1 000 m ²	Les câbles seront posés. Pas d'enfouissement ou remaniement superficiel dû aux frottements

4.2.1.2. Modalités d'installation et de démantèlement du câble d'export

Le raccordement au Réseau Public de Transport d'électricité du parc éolien offshore flottant « *EolMed - Gruissan* » nécessitera la création d'une liaison sous-marine à 33 kV d'environ 24 km reliant le point de livraison en mer au point d'atterrage sur l'un des parkings de la plage du front de mer de Port-La Nouvelle.

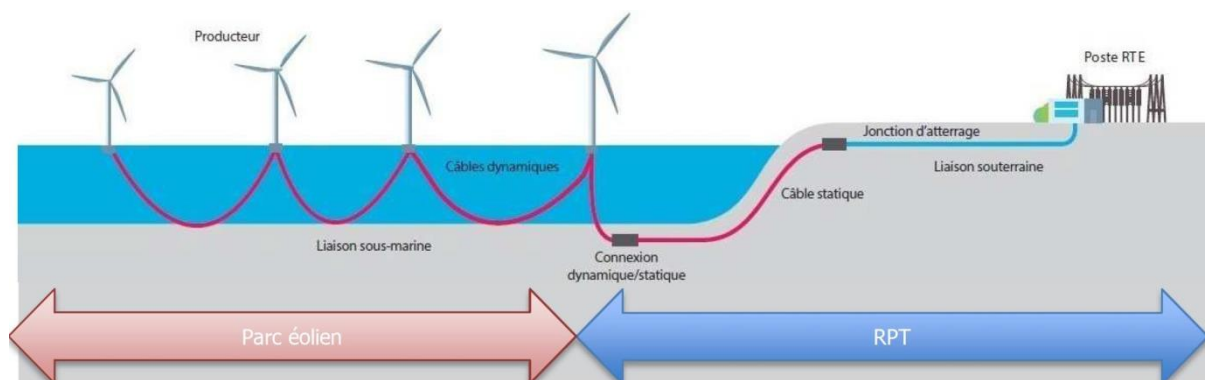


Figure 39. Principe de raccordement entre le parc pilote et le réseau de transport d'électricité

Le tracé maritime partira du poste de livraison en mer (sur l'éolienne E2) et rejoindra la plage du front de mer, au droit de la partie urbanisée de Port-La Nouvelle. Ce tracé traversera le chenal de navigation du port de commerce et contourne la balise dite « *des 30 m* » au sud du chenal. Il coupera la zone de mouillage sud attenante au chenal et une zone d'obstruction. Il se terminera à la zone d'atterrage, qui se trouve sur la plage du front de mer, au droit de la zone urbanisée.

Cette liaison sera constituée d'un câble d'un diamètre de 14 à 20 cm pour un poids de 30 à 70 kg par mètre linéaire. Elle comprendra plusieurs composants :

- Une gaine de protection ainsi qu'une armure métallique servant à protéger le câble et à maintenir les 3 câbles conducteurs en un seul tenant ;

- Trois câbles conducteurs en aluminium ou en cuivre enveloppés par un matériau hautement isolant ;
- Un à deux câbles de télécommunication à fibres optiques.

Le câble utilisé sera certifié et dimensionné selon les normes et réglementations en vigueur.

Il est à noter qu'une partie du câble, dite dynamique, permettra de relier la partie du câble dite statique et la plateforme flottante sur laquelle se trouve l'éolienne de tête (éolienne E2). Cette section de câble de quelques centaines de mètres sera donc située entre deux eaux et sera conçue pour pouvoir reprendre les efforts venant des mouvements de la plateforme. Les câbles dynamiques présentent généralement deux couches d'armure pour reprendre les efforts de tension, de compression et de fatigue dus aux mouvements de la plateforme. Ces deux couches d'armure constituent également la principale différence structurelle entre un câble statique et un câble dynamique sous-marin.

Si cela s'avère nécessaire, une jonction statique-dynamique assurera la continuité entre les parties statique et dynamique du câble.

La pose du câble de raccordement en mer et à l'atterrissage se déroule en deux grandes phases :

- Les travaux préparatoires : ils sont réalisés en amont de la pose du câble sur une période de 1 à 2 mois, préférentiellement sur la période estivale durant laquelle les états de mer sont plus modérés ;
- L'installation et la protection du câble : elle peut impliquer différentes techniques en fonction des caractéristiques rencontrées le long du tracé. Elle a lieu en une campagne de 1 à 2 mois environ. De la même façon, cette campagne aura lieu préférentiellement sur la période estivale.

Les travaux préparatoires

Ils s'étaleront sur 1 à 2 mois (plusieurs campagnes décorréélées), environ 1 mois avant la mise en place du câble, préférentiellement sur la période estivale durant laquelle les états de mer sont plus modérés.

Des opérations de préparation du sol pourront être effectuées avant l'installation du câble : des systèmes de grappins ou charrue pourront être déployés dans le but d'enlever des roches, débris ou obstacles éventuels, des opérations de pré-dragage pourront éventuellement être mises en œuvre localement pour préparer la tranchée dans laquelle le câble sera ensouillé ou retiré des dunes à franchir.

L'installation du câble et sa protection

Après la phase préparatoire, les travaux d'installation du câble proprement-dits commenceront.

Un navire câblé spécialisé permet à la fois de transporter le câble depuis l'usine de fabrication et de dérouler ce câble au fond de la mer. Plusieurs autres navires pourront assister le navire câblé pendant les travaux.

Les longueurs de câble d'un seul tenant étant limitées du fait des capacités de fabrication et de transport, des jonctions fabriquées en usine ou in situ pourront être réalisées le long du tracé sous-marin.

Plusieurs techniques sont ensuite envisagées pour la protection du câble : soit le câble est tout d'abord installé puis protégé dans un second temps, soit les opérations de pose et de protection sont simultanées.

L'emprise des travaux en mer est de l'ordre de 1 ha sur le plan d'eau (20 m de large par 500 m de long) et est mobile au fil de l'avancement des travaux.

Il est à noter que le contexte sédimentaire sablo-vaseux reste à confirmer par des études géophysiques et géotechniques, mais permet à priori d'envisager l'ensouillage du câble. Dans le cas où une zone à forte mobilité sédimentaire devait être traversée, le câble devrait être enfoui dans la couche « stable » du sédiment afin de minimiser le risque que le câble soit exposé. A partir des études de sol, RTE définira une profondeur d'ensouillage cible selon la nature du fond afin de garantir la meilleure protection possible du câble et permettre le maintien des activités de pêche au droit du câble. En effet, pour une profondeur d'ensouillage donnée, un sol dur procure une meilleure protection qu'un sol plus meuble. Dans un sol meuble, cette profondeur est habituellement de l'ordre de 1,5 m. L'évolution possible des techniques ainsi que les conditions réelles rencontrées lors de la réalisation conduiront au choix définitif de la solution de protection. En cas d'impossibilité technique d'atteindre la profondeur d'ensouillage nécessaire à la protection des câbles, des protections externes pourront être installées ponctuellement.

A ce stade de l'étude les techniques de protection et d'ensouillage ne sont pas encore fixées. Toutefois les modalités envisagées sont les suivantes.

Modalités d'ensouillage

Parmi une grande variété de machines destinées à l'ensouillage, trois technologies se distinguent plus particulièrement. Elles sont présentées ci-après.

- Le jetting : cette technique adaptée aux fonds plutôt meubles, consiste à souffler des jets d'eau à haute pression afin de creuser un sillon ou fluidifier les sédiments et permettre au câble de s'enfoncer dans le sol sous son propre poids. Le sillon peut mesurer jusqu'à 1,5 m de large et 1 à 2,5 m de profondeur selon le nombre de passages de la machine. En règle générale, cette technique se fait au moyen d'un robot immergé télécommandé depuis un navire support dédié à son pilotage ;
- La charrue : cette technique adaptée pour les sols grossiers ou les roches tendres fonctionne de manière similaire à une charrue qui laboure la terre. Le charruage utilise l'action tranchante d'un soc de charrue tiré non pas par un tracteur comme sur terre, mais depuis un navire. Le sillon créé au fond de la mer peut alors atteindre 2 m de large pour 1 à 2 m de profondeur selon les types de sol ;
- La trancheuse mécanique : cette technique adaptée à des sols plus durs (roche ou cailloutis agglomérés), permet avec une scie circulaire à roue ou à chaîne de couper le sol sur environ 0,5 m de large pour une profondeur de 0,5 à 2,5 m.

Les emprises de ces machines robotisées sont de l'ordre de 3 à 8 m de large (RTE, 2016). Leur vitesse d'avancement est variable en fonction de la nature du sol (entre 50 et 400 m/h).

Certaines machines combinent les différentes technologies et sont capables de travailler dans une plus grande gamme de sols (par exemple une machine qui combine la technique du jetting et la trancheuse mécanique).

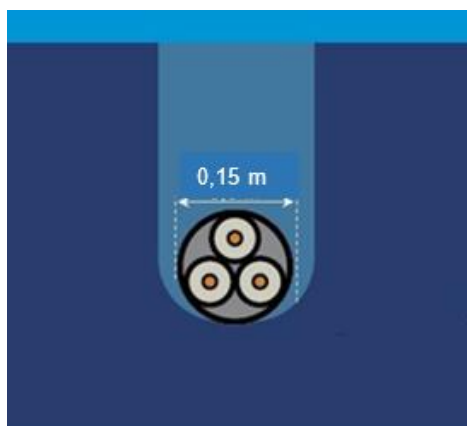


Figure 40. Illustration de l'ensouillage des câbles (Source : RTE et BRLi, 2016)

Modalités de protections externes

Des protections externes spécifiques sont envisagées en cas de difficultés pour ensouiller les câbles et comme protections contre l'affouillement, notamment :

- La protection par enrochement : des morceaux de roches sont disposés sur les câbles à partir d'un navire spécialement dédié. Les dimensions de l'enrochement sont de l'ordre de 1 à 1,5 m de haut et 7 à 10 m de large. Elles peuvent atteindre au maximum une hauteur de 2 m et une largeur de 15 m. Ces dimensions tiennent compte de la forte influence des houles sur les fonds marins à faible profondeur ;
- La protection par matelas de béton : de forme rectangulaire et constitués de blocs béton articulés ils forment un dispositif d'environ 3 m de large, 6 ou 9 m de long et de 50 cm de haut permettant à la fois du câble au fond et sa protection en épousant la forme du fond marin. Les matelas peuvent également être remplacés par des sacs de coulis ou de ciment de plus petites dimensions ;
- La protection par coquilles : les coquilles sont constituées de deux demi-cylindres en fonte ou en polymère qui sont assemblés par-dessus le câble. Ils assurent à la fois sa protection contre les agressions extérieures et son maintien au fond de la mer. La protection par coquilles peut être combinée à de l'ensouillage ou à une autre protection externe (matelas, enrochement).

Moyens maritimes

Le nombre et le type de navires en phase de travaux dépendent notamment de la disponibilité des moyens maritimes à la date de contractualisation et de la technique mise en œuvre.

Néanmoins, trois catégories de moyens maritimes peuvent être utilisées pour la pose et la protection du câble :

- Les moyens maritimes de pose du câble ;
- Les moyens maritimes de support ;
- Les moyens maritimes annexes.

Les ports d'attaches de ces moyens maritimes seront définis par l'entreprise en charge des travaux, en fonction des capacités d'accueil des ports de la région.

Le tableau suivant synthétise l'emprise au sol des différentes techniques d'ensouillage du câble d'export lors de la phase de construction.

Tableau 35. Emprise au sol du câble d'export et volume de sédiment potentiellement remanié

COMPOSANT	Sous-COMPOSANT ET HYPOTHESES	NOMBRE D'UNITES	SUPERFICIE PAR UNITE	SURFACE TOTALE OCCUPEE	VOLUME DE SEDIMENT REMANIE
Câble d'export	Câble	1 câble de 24 km de long	Sillon jetting : 1,5 m de large sur 1 à 2,5 m de profondeur	Tracé total (24 km) = 36 000 m ² 0,036 km ² Côte (5,56 km de côte jusque limite 3 NM) = 8 334 m ² Large (18,44 km de 3 NM jusque fin du câble) = 27 666 m ²	Tracé total (24 km) = 36 000 à 90 000 m ³ Côte (5,56 km de côte jusque limite 3 NM) = 8 334 à 20 835 m ³ Large (18,44 km de 3 NM jusque fin du câble) = 27 666 à 69 165 m ³
			Sillon charrue : 2 m de large maximum sur 1 à 2 m de profondeur	Tracé total (24 km) = 48 000 m ² 0,048 km ² Côte (5,56 km de côte jusque limite 3 NM) = 11 120 m ² Large (18,44 km de 3 NM jusque fin du câble) = 36 880 m ²	Tracé total (24 km) = 48 000 à 96 000 m ³ Côte (5,56 km de côte jusque limite 3 NM) = 11 120 à 22 240 m ³ Large (18,44 km de 3 NM jusque fin du câble) = 36 880 à 73 760 m ³
			Sillon trancheuse : 0,5m de large sur 0,5 à 2,5m de profondeur	Tracé total (24km) = 12 000 m ² ou 0,012 km ² Côte (5,56 km de côte jusque limite 3 NM) = 2 778 m ² Large (18,44 km de 3 NM jusque fin du câble) = 9 222 m ²	Tracé total (24 km) = 6 000 à 30 000 m ³ Côte (5,56 km de côte jusque limite 3 NM) = 1 389 à 6 945 m ³ Large (18,44 km de 3 NM jusque fin du câble) = 4 611 à 23 055 m ³
			Emprise machines robotisées : 3 à 8 m de large	Tracé total (24 km) = 72 000 à 192 000 m ² ou 0,072 à 0,192 km ² Côte (5,56 km de côte jusque limite 3 NM) = 16 668 à 44 448 m ² Large (18,44 km de 3 NM jusque fin du câble) = 55 332 à 147 552 m ²	

Démantèlement des câbles sous-marins

Conformément aux dispositions législatives et réglementaires actuellement en vigueur, s'il est mis un terme aux titres d'occupation des sites maritimes par la liaison sous-marine de raccordement de la ferme éolienne flottante, ceux-ci seront remis en état dans le cadre du démantèlement de ces installations.

Toutefois, dans la mesure où, à ce stade, il est difficile d'anticiper les décisions qui seront prises sur le devenir des liaisons sous-marines mises hors service (démantèlement ou maintien en l'état), RTE réalisera une étude avant toute intervention sur la liaison sous-marine, afin de déterminer la solution de moindre impact environnemental et d'optimiser les conditions du démantèlement éventuel. Cette étude permettra notamment d'identifier les peuplements benthiques situés sur le linéaire de la liaison de raccordement et d'intégrer les dernières évolutions techniques au regard de la réglementation en vigueur au jour du démantèlement.

Au vu des résultats de ces investigations et en fonction des enjeux tant liés à la sécurité maritime qu'aux aspects écologiques et socioéconomiques, il appartiendra à l'autorité administrative décisionnaire de définir la meilleure solution sur le devenir de la liaison sous-marine.

Actuellement la méthodologie d'enlèvement des câbles sous-marins est assez proche de l'inverse de celle appliquée lors de la pose. Ces travaux de démantèlement impliquent les opérations suivantes :

- L'ouverture de la tranchée pour le désensouillage à l'aide de moyens équivalents à l'ensouillage ;
- Le retrait des protections externes si elles ont été installées lors de la pose du câble ;
- La récupération du câble en l'enroulant ou en le débitant sur un navire ;
- La revalorisation des matériaux (cuivre, acier, etc.) suivant les procédés favorisant la réutilisation, la régénération, le recyclage et traitement des déchets résiduels dans les filières industrielles adaptées.

L'ensemble de ces opérations, qui inclut la gestion de la sécurité en mer, sera réalisé suivant les meilleures conditions environnementales et techniques.

4.2.2. Incidences sur la qualité des sédiments

Les effets liés à la pollution chimique par déversement accidentel de substances toxiques par les moyens nautiques utilisés pouvant entraîner des effets néfastes sur les organismes et se bioaccumuler dans les réseaux trophiques ne seront pas traités dans la présente étude. S'agissant d'un événement accidentel, il sera traité dans l'étude de risque du projet.

En phase de travaux (construction et démantèlement), aucun effet attendu sur la qualité des sédiments.

4.2.3. Incidences sur les peuplements benthiques de substrats meubles

En phase de travaux (construction et démantèlement), les principaux effets attendus sont :

- La destruction des individus et des habitats benthiques de substrats meubles (prélèvement, recouvrement, enfouissement) lors de l'ensouillage du câble d'export, la mise en œuvre des ancrs et la pose des câbles inter-éoliennes ;
- La dégradation des habitats liée au remaniement des fonds et la remise en suspension associée avec augmentation de la turbidité, dépôt de particules et enrichissement du milieu et relargage des contaminants pouvant entraîner des effets néfastes sur les organismes et se bioaccumuler dans les réseaux trophiques ;
- Le dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations générées par les moyens nautiques pouvant entraîner une perturbation du comportement des peuplements benthiques, et/ou des perturbations physiologiques.

Les effets liés à la pollution chimique par déversement accidentel de substances toxiques par les moyens nautiques utilisés pouvant entraîner des effets néfastes sur les organismes et se bioaccumuler dans les réseaux trophiques ne seront pas traités dans la présente étude. S'agissant d'un événement accidentel, il sera traité dans l'étude de risque du projet.

Destruction des individus et des habitats benthiques (prélèvement, recouvrement, enfouissement)

L'ampleur des effets durant la phase de travaux (construction et démantèlement) dépend de la technique utilisée et de la surface perturbée. Les effets seront dû à la mise en place des câbles (câble d'export et câble inter éoliennes) et des ancrages. En effet, la formation de la tranchée et les perturbations des fonds engendrées par la pose des ancrages et des câbles vont conduire au déplacement des espèces mobiles et la destruction mais localisée des habitats et des espèces non vagiles présentes dans le couloir de pose (tranchée et emprise des engins au sol).

Les principaux effets des différentes techniques de pose des ancrages et des câbles se mesurent au sol (destruction des habitats).

Sur la partie la plus proche du littoral (entre 0 et 3 NM), là où se trouvent les zones fonctionnelles sensibles (nourriceries, zone de migration à proximité du grau), la surface totale occupée pour installer le câble d'export devrait être au maximum de 44 448 m². Toutefois, il est à noter que la surface impactée sera plus importante que la surface d'emprise des travaux (emprise des machines robotisées). On peut considérer que la surface impactée sera supérieure au moins de 10% à la surface d'emprise soit de l'ordre de 48 893 m².

Pour la partie au large, la surface totale occupée lors de la phase de chantier (câbles d'export, câbles inter-éoliennes et les ancrages) devrait être au maximum de 150 600 m² en considérant :

- L'emprise maximale des machines pour la pose du câble d'export sur une longueur de l'ordre de 18,44 km pour le câble export (de la limite de 3 NM jusqu'à la fin des 24 km de câble) soit 147 552 m² ;
- Une emprise totale maximale pour la pose des câbles inter-éoliennes d'environ 1 000 m² ;
- Une emprise totale maximale des ancrages de l'ordre de 2 048 m².

Les effets du projet sur les peuplements benthiques sont donc à relativiser par rapport à l'emprise du projet sur la superficie des aires d'expression des communautés impliquées. De plus, dès la mise en place du câble, les fonds reprendront progressivement leur place et les habitats retrouveront leurs fonctionnalités. Cet effet est donc temporaire et réversible.

Concernant la destruction d'individus, l'ensouillage du câble entraînera la destruction mécanique des espèces non vagiles directement exposées et l'enfouissement des espèces non vagiles dans la colonne sédimentaire fluidifiée. Toutefois, la recolonisation à partir des zones voisines proches qui peut s'opérer après l'ensouillage et la stabilisation des fonds devraient conduire à un effet faible également avec la technique par jetting à l'égard de l'ensemble des communautés benthiques des fonds sableux/vaseux au niveau du tracé du câble.

Pour les câbles inter-éoliennes, ces derniers seront simplement posés sur le fond. La destruction d'individus dépend donc de la vitesse de contact entre le câble et le fond lors de la pose. Les navires évoluant à très faible vitesse (quelques nœuds), l'effet sera négligeable.

Enfin, pour les ancrages, qui seront enfouis par gravité et tractage, la surface détruite sera faible à l'échelle d'expression des peuplements benthiques de substrats meubles. De plus, la recolonisation à partir des zones voisines proches pourra s'opérer après les opérations et la stabilisation des fonds devrait également conduire à un effet négligeable sur les communautés en place.

En conclusion compte tenu de la faible emprise au sol des engins et des travaux effectués, ainsi que des techniques d'enfouissement des câbles et ancres utilisés, les effets potentiels sur les communautés benthiques de substrat meuble devraient donc être négligeables (câbles inter-éoliennes et ancrages) à

faibles (câble d'export) à l'échelle de l'expression de ces communautés sur le littoral du Languedoc Roussillon.

Les incidences lors de la phase de travaux (construction et de démantèlement), quelle que soit la technique utilisée, sont évaluées comme négligeables à faibles sur les peuplements benthiques de substrats meubles.

Dégradation des habitats liée au remaniement des fonds et la remise en suspension associée

Incidence de la turbidité et de la remise en suspension des sédiments

Concernant les effets liés à la turbidité engendrée par le remaniement sédimentaire qui peut constituer une gêne à la fréquentation de la zone pour certaines espèces benthiques des fonds meubles peu tolérantes à la turbidité, les effets devraient être localisés au niveau de la tranchée effectuée pour le câble d'export et des sites de pose des ancrages dans leur environnement proche comme indiqué précédemment.

Les organismes vivants qui fréquentent le milieu côtier languedocien sont accoutumés à des augmentations de turbidité naturelles lors d'épisodes climatiques intenses (vents, tempêtes, épisodes cévenols, méditerranéens). De plus, les mesures effectuées lors de la campagne « eau » révèlent une turbidité élevée, ce qui confirme que les espèces présentes au niveau du benthos sont peu sensibles à la turbidité. De ce point de vue, les effets liés aux remises en suspension lors des travaux sont peu préjudiciables à de tels individus et ne devraient pas entraîner de diminution importante de l'oxygène disponible asphyxiant certains organismes (notamment les juvéniles qui ne se seraient pas écartés de la zone de travaux et qui ne pourraient s'éloigner suffisamment rapidement).

Dans le cadre du projet EolMed - Gruissan, des modélisations ont été réalisées pour évaluer l'effet du remaniement des fonds durant la phase de travaux (ensouillage du câble d'export et mise en place des ancrages).

Pour l'ensouillage du câble d'export, les modélisations ont démontré que, quelles que soient les conditions de vent, les concentrations sont plus faibles en surface qu'à proximité du fond (point localisé à 5 % de la hauteur d'eau au-dessus du fond). Les concentrations les plus fortes (> 30 mg/l) restent localisées à proximité immédiate de la zone de travaux près du fond. Le panache n'atteint pas la côte et est plus ou moins étendu suivant l'intensité du vent. La concentration maximale sur toute la zone est inférieure à 5 mg/l 24 heures après la fin des travaux et est inférieure à 2 mg/l 48 heures après la fin des travaux.

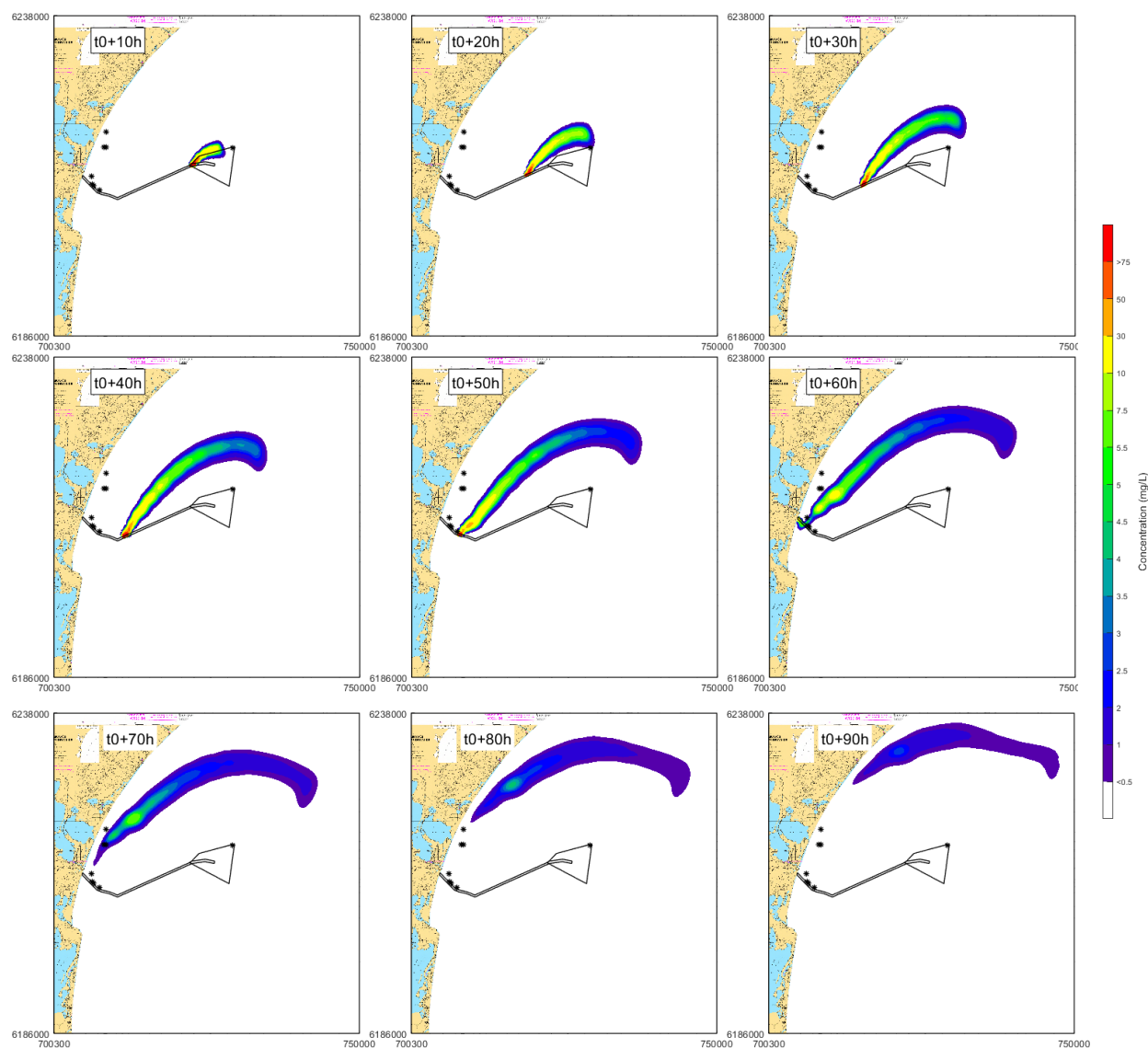


Figure 41. Evolution de la concentration en sédiment à proximité du fond – vent nord-ouest (Tramontane), percentile 95 avec vitesse d'avancement des travaux de 400 m/h

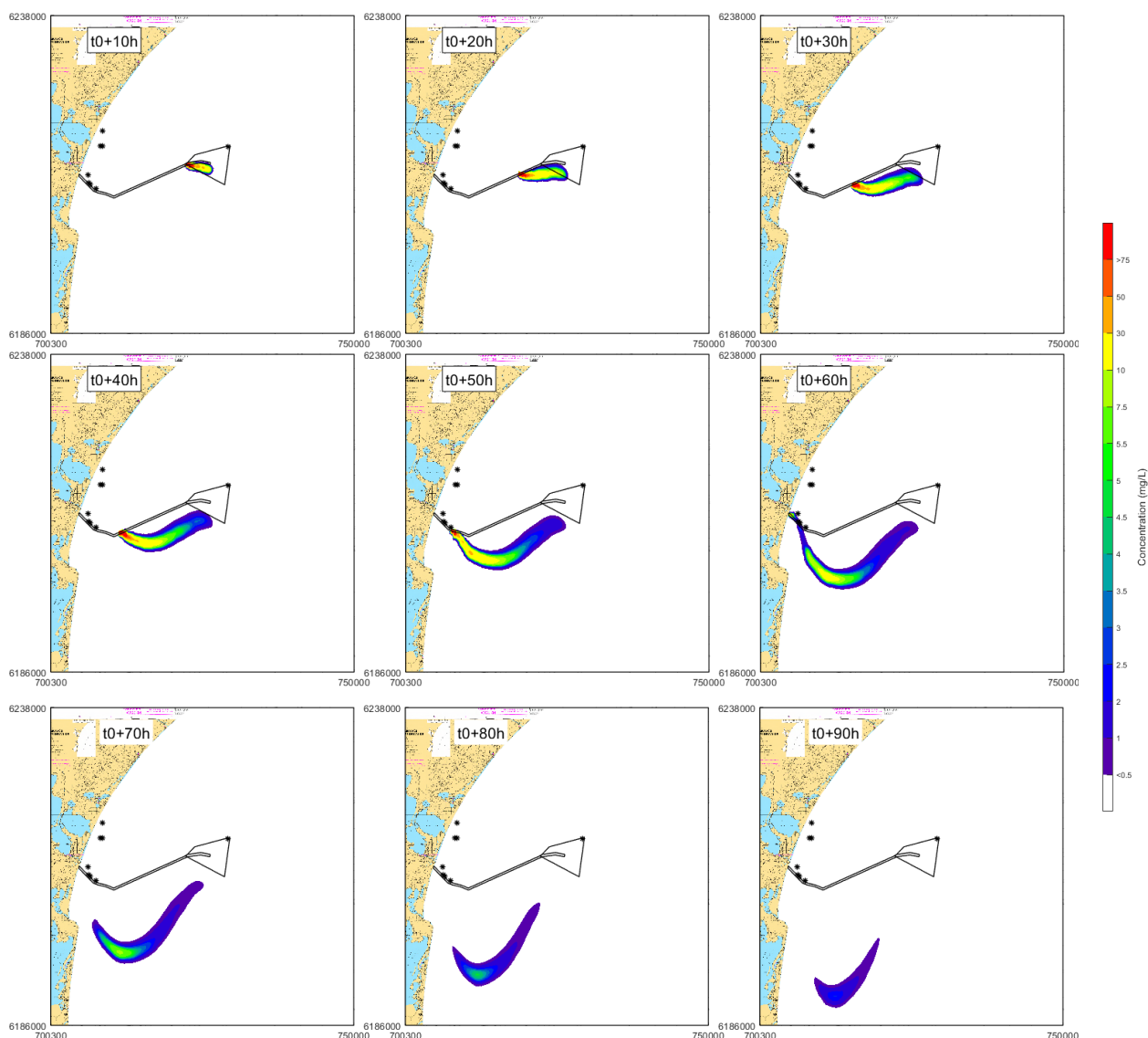


Figure 42. Evolution de la concentration en matières en suspension à proximité du fond – vent sud-est (Marin), percentile 95 avec une vitesse d'avancement des travaux de 400 m/h

Pour les ancrages, les modélisations ont démontré que, quelles que soient les conditions de vent, les concentrations les plus fortes restent localisées à proximité de la zone de travaux près du fond. Les particules remises en suspension n'atteignent pas la côte et se déplacent plus ou moins loin de leur position initiale suivant l'intensité du vent. Les matières remises en suspension se redéposent ou se dispersent dans ces conditions hydrodynamiques relativement rapidement par rapport au rythme des travaux : il ne semble pas y avoir d'effet cumulatif des travaux lorsque la pose des ancrés est espacée dans le temps de 12 heures.

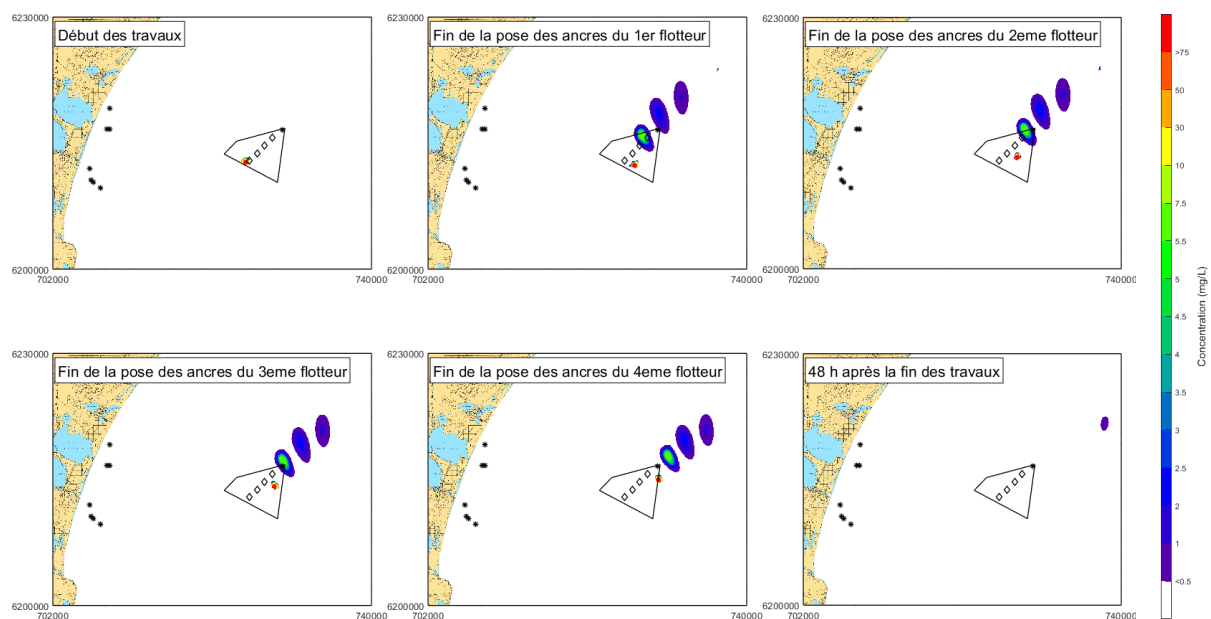


Figure 43. Evolution de la concentration en matières en suspension à proximité du fond – vent nord-ouest (Tramontane), percentile 95

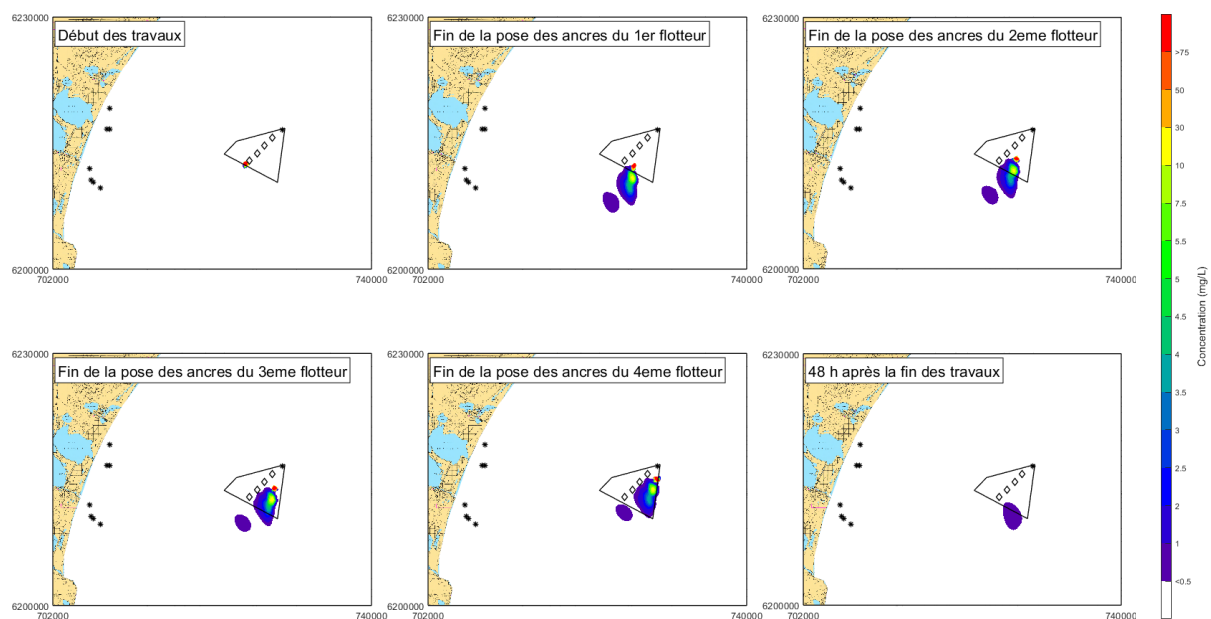


Figure 44. Evolution de la concentration en matières en suspension à proximité du fond – vent sud-est (Marin), percentile 95

Bien que les hypothèses d'entrée du modèle de dispersion des MES du projet EolMed – Gruissan soient majorantes, les valeurs de MES modélisées sont dans la même gamme de valeurs que lors d'événements pluvieux et sont bien inférieures aux valeurs lors de tramontane forte qui n'est pas rare sur la zone. Ainsi, l'effet lié à la turbidité sur les habitats benthiques de substrat meuble est évalué comme négligeable.

A titre de comparaison, des campagnes de mesures de la turbidité et des MES (matières en suspension) ont été réalisées dans le cadre des travaux d'extension du port de Port-La Nouvelle. Les résultats de MES les plus bas obtenus sur la zone côtière étaient, après plusieurs jours de brises thermiques, de 10 à 15 mg/l ce qui pourrait correspondre au bruit de fond local de la zone côtière mais qui correspond à un événement météorologique très ponctuel et uniquement présent en été. Lors des événements de tramontane soutenue (110 km/h), des valeurs de MES supérieures à 300 mg/l, donc 10 fois supérieures aux valeurs annoncées, ont été obtenues sur plusieurs stations situées à quelques kilomètres de la côte. A noter que lors des campagnes réalisées après des faibles pluies les valeurs de MES sont rapidement supérieures à 40 mg/l.

Incidence du dépôt de particules et de l'enrichissement du milieu

La remise en suspension de particules sédimentaires peut néanmoins avoir pour effet une destruction directe des œufs de poissons (ichthyoplancton) et/ou une surmortalité des œufs, par descente dans la colonne d'eau (alourdissement par phénomènes d'adsorption) où les conditions abiotiques (oxygène, salinité, etc.) sont plus contraignantes (stress physiologique ou mécanique) et la prédation benthique plus forte. La survie des œufs pélagiques dépend en effet de leur capacité à se maintenir dans les couches supérieures de la colonne d'eau où les conditions sont les plus favorables à leur survie ; ou encore l'étouffement des œufs déposés sur le fond par redépôt de particules sédimentaires.

En termes de volumes, les quantités des sédiments remaniés seraient de l'ordre de 66 720 m³ à 120 270 m³ en considérant la technique la plus impactante (jetting) et pour l'ensemble du projet (câble export et ancrage des éoliennes). En considérant uniquement la zone proche de la côte (0 à 3 NM), les quantités des sédiments remaniés seraient de l'ordre de 8 334 m³ et 20 835 m³ en considérant la technique la plus impactante (jetting). En comparaison, les volumes de sédiments remaniés suite aux dragages d'entretien du port de Port-La Nouvelle et déposés sur le site d'immersion actuel localisé au large de Port-La Nouvelle varient entre 48 782 et 306 938 m³ entre 1996 et 2011 pour une moyenne de 166 000 m³ par an (IDRA, 2012).

Le jetting remet en suspension les sédiments dans la colonne d'eau : les résultats d'une étude réalisée en Mer du Nord, dans le cadre d'une opération d'ensouillage par jetting dans des sables propres a montré que les concentrations en MES transportées dans la colonne d'eau sont faibles (< 0,5 mg/l), que les dépôts de particules fines remises en suspension dans la panache turbide sont négligeables et que les sables remis en suspension par jetting se redéposent dans le même secteur (Projet de câble NEMO en Mer du Nord).

En ce qui concerne les ancrages, la surface détruite sera faible à l'échelle d'expression des peuplements benthiques. L'effet du dépôt de particules sera donc localisé, et l'hydrodynamisme local devrait permettre d'atténuer ce phénomène.

Incidence du relargage des contaminants chimiques

Concernant la pollution chimique, les sédiments marins sont les récepteurs des pollutions à la mer. Les polluants peuvent donc être relargués dans la colonne d'eau et avoir des effets toxiques sur les organismes et les chaînes trophiques. Toutefois, les études disponibles sur le secteur littoral (0 à 3 NM) au niveau de Port-La Nouvelle et de Gruissan indiquent que les sédiments du secteur marin sont relativement peu contaminés par les polluants chimiques et peu enrichis par la matière organique (Creocean, 2009 ; Idra, 2012). Les mesures réalisées dans le cadre du projet confirment ces données et indiquent également un faible enrichissement et une faible contamination des sédiments exceptée pour le nickel (4 stations dans la ZIPE) et des composés de HAP (1 station dans la ZIPEm Sud) qui

montrent des dépassements des niveaux réglementaires N1 (seuils NQE). En ce qui concerne le nickel, les dépassements du seuil N1 sont de faibles dépassement (égalité au seuil ou dépassement d'une unité). Pour ce qui est des HAP, les dépassements du seuil N1 sont observés sur une station qui est sur le tracé du fuseau retenu pour le câble d'export, cependant les HAP n'ont un effet sur la vie marine qu'en forte concentration.

De plus, de façon générale pour les contaminations chimiques, la localisation en mer ouverte devrait favoriser la dilution des contaminants et des déchets potentiels remis en suspension suite aux opérations de construction et de démantèlement. Enfin, les courants de fond au niveau du secteur littoral et du milieu plus profond sont relativement faibles. Le remaniement sédimentaire devrait, donc être localisé au niveau de la tranchée effectuée pour le câble d'export et des sites de pose des ancrages et des câbles inter-éoliennes et dans leur proche environnement.

Compte tenu des éléments précédents, les effets liés à la dégradation des habitats suite au remaniement des fonds et la remise en suspension associée sont évalués à négligeables.

L'incidence en termes de dégradation des habitats des peuplements benthiques de substrats meubles lors de la phase de travaux (construction et démantèlement), est évaluée à négligeable.

Dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations

Les travaux scientifiques actuels mettent en évidence que les espèces mobiles, comme les poissons, les cétacés et les tortues sont sensibles aux nuisances sonores et aux vibrations. Les autres espèces, notamment celles à la base de la chaîne trophique, sont peu sensibles à ces paramètres. L'effet attendu est négligeable.

Compte-tenu des éléments exposés, l'incidence sur les peuplements benthiques de substrats meubles vis-à-vis des bruits sous-marins générés lors de la phase de chantier (construction et démantèlement), est évaluée comme négligeable.

L'analyse des incidences du projet sur les peuplements benthiques de substrat meuble lors de la phase de travaux (construction et démantèlement) est synthétisée dans le tableau suivant.

Tableau 36. Synthèse des incidences du projet lors de la phase de travaux (construction et démantèlement) sur les peuplements benthiques de substrat meuble

ENJEU	COMPOSANT	NATURE DE L'EFFET	EFFET				INCIDENCE BRUTE
			NATURE	NATURE	DUREE	DEGRE	
Moyen	Câble d'export à la côte	Destruction des individus et des habitats benthiques	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Faible
		Dégradation des habitats liée au remaniement des fonds et la remise en suspension associée	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable
		Dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable
Faible	Câble d'export au large	Destruction des individus et des habitats benthiques	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Faible
		Dégradation des habitats liée au remaniement des fonds et la remise en suspension associée	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable

ENJEU	COMPOSANT	NATURE DE L'EFFET	EFFET				INCIDENCE BRUTE
			NATURE	NATURE	DUREE	DEGRE	
		Dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Câbles inter-éoliennes	Destruction des individus et des habitats benthiques	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable
		Dégradation des habitats liée au remaniement des fonds et la remise en suspension associée	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable
		Dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable
		Dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Ancrages	Destruction des individus et des habitats benthiques	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable
		Dégradation des habitats liée au remaniement des fonds et la remise en suspension associée	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable
		Dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable
	Eoliennes	Dérangement des individus lié aux nuisances sonores et aux vibrations	Négatif	Direct	Temporaire	Négligeable	Négligeable

Compte-tenu des éléments ci-dessus, l'incidence est évaluée comme négligeable à faible sur les peuplements benthiques de substrats meubles lors de la phase de chantier (construction et démantèlement).

4.3. Phase d'exploitation

4.3.1. Modalités de la phase exploitation

4.3.1.1. Ferme pilote

Exploitation et surveillance

Les éoliennes sont des équipements de production d'énergie qui ne nécessitent pas de présence permanente de personnel. Le contrôle et la supervision du parc éolien seront réalisés par l'intermédiaire d'un système de contrôle-commande installé au sein des éoliennes et piloté depuis base de maintenance à terre. Dans le cadre du projet EolMed – Gruissan, la base de maintenance sera implantée sur le port de Port-La Nouvelle. Tous les paramètres de marche des éoliennes (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique, etc.) seront transmis par fibre optique puis par liaison sécurisée au centre de supervision de la ferme pilote. Par contre, en cas d'arrêt lié à un déclenchement de capteur de sécurité (déclenchement détecteur d'arc électrique, température haute, etc.), une intervention humaine sur l'éolienne concernée est nécessaire pour examiner l'origine du défaut avant de pouvoir relancer un démarrage. En l'absence de personnel sur site, il n'y a pas de moyens particuliers de protection sur le site en lui-même. En revanche une équipe dédiée chargée de la maintenance peut intervenir pour des opérations de contrôle ou d'entretien dès qu'une défaillance est détectée par le système de télésurveillance.

Maintenance des éoliennes

Un à deux navires lors des pics d'activité seront nécessaires pour les déplacements des techniciens chargés des opérations d'exploitation et de maintenance sur les éoliennes. Les navires seront des catamarans ou monocoques d'une vingtaine à une trentaine de mètres de longueur hors-tout et permettront le transport d'environ 12 passagers (4 équipes de technicien) à une vitesse de croisière supérieure à 20 nœuds en fonction des conditions de mer. Ils seront basés dans le port de Port-La-Nouvelle, près de la base de maintenance. Pour la maintenance courante, de 1 à 2 navires de transfert seront utilisés ensemble en moyenne 100 jours par an, effectuant chacun 1 à 2 allers-retours par semaines. Le nombre de rotations cumulées de l'ensemble des bateaux est estimé entre 100 et 400 allers-retours par an.

Maintenance des équipements émergés

La maintenance préventive, de périodicité annuelle, requiert une intervention de plusieurs jours par éolienne, impliquant une activité quasi continue tout au long de l'année, tandis que la maintenance corrective est pas nature de périodicité indéfinie. Les matériels à entretenir sont les éoliennes, les matériels auxiliaires localisées sur le flotteur (entretien et dépannage de la grue et des dispositifs de refroidissement), le flotteur lui-même (protection anticorrosion peinture et anodes, nettoyage des échelles, etc.). Les techniciens basés à terre, seront transférés quotidiennement sur le parc si les conditions météorologiques le permettent, par bateau ou par hélicoptère. Les opérations de maintenance courante auront essentiellement lieu de jour, avec éventuellement quelques débordements sur les heures de nuit en hiver ou pour certaines interventions exceptionnelles. Les navires de transfert opéreront depuis la base aéroportuaire et éventuellement une hélisurface. Du matériel sera également transporté sur le site des éoliennes depuis la base de maintenance : pièces détachées (jusqu'à 2 tonnes environ), outillage, consommables incluant lubrifiants, liquides de nettoyage de refroidissement, peinture, etc.

Maintenance des équipements immergés

Des inspections sous-marines seront effectuées par des navires de reconnaissance pour contrôler l'état de la protection anti-affouillement des flotteurs, de la protection et de l'ensouillages des câbles. L'intervention de plongeurs ne sera prévue que de manière exceptionnelle : les interventions depuis la surface ou le cas échéant l'intervention de ROV (engins sous-marins commandés à distance) seront privilégiées. Les inspections seront effectuées tous les 1 à 2 ans. Elles pourront ensuite être moins fréquentes en fonction des résultats des inspections.

Maintenance lourde

La maintenance lourde regroupe les activités qui nécessitent l'intervention de moyens maritimes spéciaux : remplacements de composants majeurs sur les éoliennes avec intervention de moyens de levage lourd, remplacements de composants lourds sur le flotteur, et les éventuelles interventions sous-marines sur la protection anti-affouillement, les câbles ou leur protection. Les moyens logistiques mis en œuvre seront principalement des navires ou barges autoélévatrices disposant de moyens de levage lourd, des navires d'approvisionnement, des barges pour le transport de colis lourds et les moyens associées aux opérations de pose de câbles. La logistique lourde est en principe déployée depuis un port doté de quais lourds et de caractéristiques nautiques adaptées, à l'exception éventuelle de certains transferts de personnels qui peuvent être effectués depuis la base de maintenance, générant un

accroissement ponctuel du trafic de navires de transfert entre le port de Port-La Nouvelle et le parc éolien. Les opérations de maintenance lourde se dérouleront en continu de nuit et de jour lorsque les conditions météorologiques le permettent. La maintenance lourde est essentiellement de nature corrective, et leur périodicité n'est pas définie. Ces interventions visent à remédier à des pannes fortuites majeures, dont l'occurrence est exceptionnelle. On peut considérer que chaque éolienne sera ramenée à, quai une à deux fois sur la durée de vie du parc.

Des déchets ou effluents (huiles de vidange, etc.) de l'activité de maintenance seront générés :

- En mer, lors des interventions sur les éoliennes ;
- A terre, au sein de la base portuaire et du poste électrique.

Ces déchets/effluents générés par les activités en mer seront conditionnés dans chaque éolienne en vue de leur transvasement vers le navire de transfert. Ils seront ensuite acheminés vers la base portuaire afin d'y être stockés puis évacués vers la filière de traitement adaptée. Des conditionnements adaptés seront conçus pour le transbordement des déchets (caisses, bidons hermétiques, conteneur, etc.).

Les déchets générés par les activités de la base portuaire y seront directement stockés puis évacués vers les filières de traitement adaptées.

Maintenance des câbles électriques inter-éoliennes

La liaison sous-marine, à proprement parler, fera l'objet d'une maintenance préventive au moyen de robot sous-marin.

La maintenance curative intervient en cas d'endommagement du câble provenant d'un évènement interne ou externe (croche par exemple).

Le cas échéant, la procédure suivante sera mise en place :

- Recherche de la localisation et identification du défaut ;
- Coupe de la liaison pour isoler la partie endommagée du reste de la liaison ;
- Récupération de la section endommagée sur le pont du bateau
- Test de l'intégrité des caractéristiques électriques et optiques sur l'extrémité de la liaison ;
- Fabrication et installation de la nouvelle liaison. Pour des raisons techniques, cette jonction est plus longue que la partie retirée. La dépose de la liaison sera donc menée en dehors de l'axe de liaison initial

Résidus et émissions attendus

Des anodes seront installées afin de protéger les flotteurs. La surface d'acier à protéger étant dépendante d'un design aujourd'hui encore en cours de réalisation, notamment sur la densité de ferrailage et le diamètre de barre moyen utilisé, ces indications restent à ce stade une estimation. Elles seront positionnées à espacement régulier sur les côtés extérieurs du flotteur. Il s'agira de protections cathodiques de type galvanique en zinc ou en aluminium. Le poids d'une anode est estimé aujourd'hui à 195 kg pour les anodes en zinc et 77 kg pour celles qui seront en aluminium, pour un total par flotteur d'environ 11 tonnes pour les anodes en zinc et environ 5 tonnes pour l'aluminium. Sur les quatre éoliennes, cela représente 44 tonnes pour les anodes en zinc et 20 tonnes pour celles en aluminium.

D'autres métaux entrent également dans la composition de ces anodes. Le tableau suivant donne la composition en fonction du type d'anode.

Tableau 37. Composition (%) des anodes

ELEMENT	ANODE BASE ZINC	ANODE BASE ALUMINIUM
Zn	99,9 max.	2,5 – 5,75
Al	0,10 – 0,50	97,5 max.
In	Na	0,015 – 0,040
Cd	≤ 0,07	≤ 0,002
Si	Na	≤ 0,12
Fe	≤ 0,005	≤ 0,09
Cu	≤ 0,005	≤ 0,003
Pb	≤ 0,006	Na

Le design des flotteurs tient compte du fouling, c'est-à-dire de l'encrassement des parois verticales du flotteur, excluant la nécessité d'intervenir pour un nettoyage de la coque des flotteurs. Ainsi, aucune peinture antifouling ne sera utilisée. De même, la peinture prévue pour le balisage maritime est dimensionnée pour la durée de vie de la ferme pilote. Il n'est donc pas prévu de repeindre le flotteur lors de la phase d'exploitation.

Mouvement des lignes d'ancrage et des câbles électriques inter-éoliennes

Lors de la phase d'exploitation, les lignes d'ancrage se déplaceront sur les fonds marins en fonction du mouvement du flotteur. Le mouvement des lignes d'ancrages dépendra des conditions météorologiques. Considérant que les lignes d'ancrage reposeront au maximum sur un linéaire de 60 m et pourront évoluer sur une largeur maximale de 5 m, la surface maximale de ragage lors d'un événement météorologique extrême (ex. tempête) sera d'environ 300 m² par ligne d'ancrage, soit un total de 9 600 m² pour la ferme pilote.

Concernant les câbles électriques inter-éoliennes, comme pour les lignes d'ancrages, le mouvement des câbles dépendra des conditions météorologiques. La surface maximale de ragage lors d'un événement météorologique extrême (ex. tempête) sera d'environ 1 500 m² par câble inter-éoliennes, soit un total de 4 500 m² pour la ferme pilote.

4.3.1.2. Câble d'export

Les opérations de maintenance sur le câble de raccordement d'export en mer peuvent être préventives, afin de vérifier le bon état de l'ouvrage, ou curatives lorsque survient un incident. Dans les deux cas, il s'agit d'interventions ponctuelles qui ne nécessitent pas de navire constamment affrété.

Maintenance préventive du câble de raccordement sous-marin

Dans le cadre de la liaison sous-marine, une surveillance régulière du tracé sera mise en place. Cette vérification consiste en une étude géophysique permettant de contrôler la position du câble et la configuration du fond marin à ses abords.

La fréquence de suivi sera validée par les services gestionnaires du Domaine Public Maritime en lien avec RTE, dans le cadre de la convention de concession.

Le long du tracé sous-marin et à l'atterrissage, un premier suivi sera réalisé lors de la 1^{ère} année d'exploitation afin d'évaluer les conséquences à court terme des ouvrages sur les fonds marins. Un contrôle sera ensuite conduit sur des fréquences allant de 3 à 10 ans sur le tracé sous-marin. Cette fréquence sera à adapter selon les résultats des premiers suivis. Par ailleurs des contrôles pourront être réalisés après des événements climatiques exceptionnels.

Les mesures de sécurité appliquées à ces vérifications seront édictées par la préfecture maritime et devraient être similaires à celles d'un relevé géophysique classique puisque les moyens maritimes seront identiques.

A l'atterrissage, des levés topographiques seront réalisés pour vérifier le positionnement de l'ouvrage et sa sensibilité aux mouvements sédimentaires.

Maintenance lourde du câble de raccordement sous-marin

En cas de défaut sur une liaison située en pleine mer, une réparation est mise en œuvre selon plusieurs étapes successives :

- Lorsque le défaut sur le câble est localisé, on coupe le câble pour séparer la partie endommagée de celle qui est supposée en bon état ;
- Un test est effectué sur le câble supposé en bon état pour bien vérifier que les caractéristiques électriques, optiques et mécaniques sont intègres. Si ce test est négatif, c'est qu'un autre défaut est présent, cet autre défaut doit donc être également localisé avant la suite de la réparation ;
- Lorsque le test est concluant, le premier tronçon de câble est remis à l'eau, équipé de bouées pour le maintenir à la surface (ou redéposé au fond), et il est procédé à la même opération avec l'autre tronçon de câble ;
- Lorsque l'on est certain d'avoir supprimé toute la partie endommagée, la fabrication de la première jonction peut commencer. Cette opération est longue (entre 1 et 3 jours) elle nécessite que le bateau reste très stable. Lorsque la jonction est réalisée, un contrôle électrique est effectué pour s'assurer de la réussite de la réparation du premier tronçon ;
- La même opération est alors effectuée sur le deuxième tronçon. Après la réparation de la deuxième partie du câble, un contrôle électrique sur toute la liaison est effectué. S'il est concluant, alors le câble peut être redéposé. Cependant, cette réparation induit une longueur de câble supplémentaire (à minima deux fois la profondeur) qui fait que le câble ne peut être redéposé de la même manière qu'initialement. Cette surlongueur est reposée à 90° par rapport à l'axe de la liaison initiale ;
- Les éventuelles opérations de protection du câble réparé sont effectuées par la suite.

Il faut compter entre 15 et 25 jours d'opérations en mer pour la réparation du câble, à partir d'un moyen maritime de pose de câble léger. Les mesures de sécurité prises sont édictées par la préfecture maritime et devraient être les mêmes que pendant les opérations de pose et protection initiale.

Si un nouvel ensouillage est nécessaire, les techniques mises en œuvre et les moyens associés sont ceux décrits précédemment dans le document (phase de travaux).

4.3.2. Incidences sur la qualité des sédiments marins

En phase d'exploitation, seuls les effets liés au projet de ferme pilote EolMed – Gruissan lors de son fonctionnement « *normal* » sont considérés dans la présente étude.

Ainsi, les effets liés à la pollution chimique par déversement accidentel de substances toxiques par les moyens nautiques utilisés pouvant entraîner des effets néfastes sur les organismes et se bioaccumuler dans les réseaux trophiques ne seront pas traités dans la présente étude. S'agissant d'un incident, ils seront traités dans l'étude de risque du projet.

De même, les effets liés à la maintenance lourde (réparation du câble d'export) ne seront pas traités dans la suite de l'étude. S'agissant d'un incident, ils seront traités dans l'étude de risque du projet. Par ailleurs, si une maintenance lourde devait se produire, les effets et incidences associés seraient similaires à ceux identifiés lors de la phase de travaux, et plus localisés.

En phase d'exploitation, le principal effet attendu est :

- Dégradation de la qualité des sédiments (pollution chimique) liée à la dégradation des anodes sacrificielles.

Dégradation de la qualité des sédiments (pollution chimique) liée à la dégradation des anodes sacrificielles

Au niveau des matériaux utilisés, aucun contaminant n'est susceptible d'être relargué via le câble export qui sera enfoui dans le sédiment. De même pour les câbles inter-éoliennes qui seront posés sur le fond.

Au niveau des flotteurs et des éoliennes, il n'est pas prévu de renouvellement de la peinture (balisage maritime). Néanmoins, des anodes sacrificielles sont prévues pour toute la durée d'exploitation de la ferme pilote. Ces anodes se dégraderont dans le milieu, avec une diffusion d'environ 2,2 tonnes de zinc ou 1 tonne d'aluminium (en fonction du type d'anode retenu) par an et pour la ferme pilote. Ces anodes seront fixées sur le caisson en béton (l'utilisation de caissons en béton permet d'ailleurs de limiter la taille des anodes en comparaison à des flotteurs métalliques), leur dissolution se fera donc localement dans les premiers mètres de la colonne d'eau. De plus, les concentrations seront diluées par l'hydrodynamisme en place.

Les études réalisées sur des anodes sacrificielles (Pineau *et al.*, 2011 ; Gabelle *et al.*, 2012) ont démontrées que l'essentiels des éléments de l'anode qui se dissolvent dans l'eau restent attachés à la surface de l'anode sous forme oxydée. La partie de ces éléments qui passent dans l'eau sous forme dissoute ou particulaire est donc très faible. Des études complémentaires n'ont pas permis de mettre en évidence des traces dans l'environnement proche que ce soit à travers des analyses de moules (Mao *et al.*, 2011) ou sur le développement de larves d'oursins et huître (Caplat *et al.*, 2010).

Les résultats des modélisations sont représentés par les figures qui présentent les résultats des matériaux majoritaires (Aluminium, Zinc qui présentent des pourcentages supérieurs à 90% dans les anodes) pour les 4 conditions de vent.

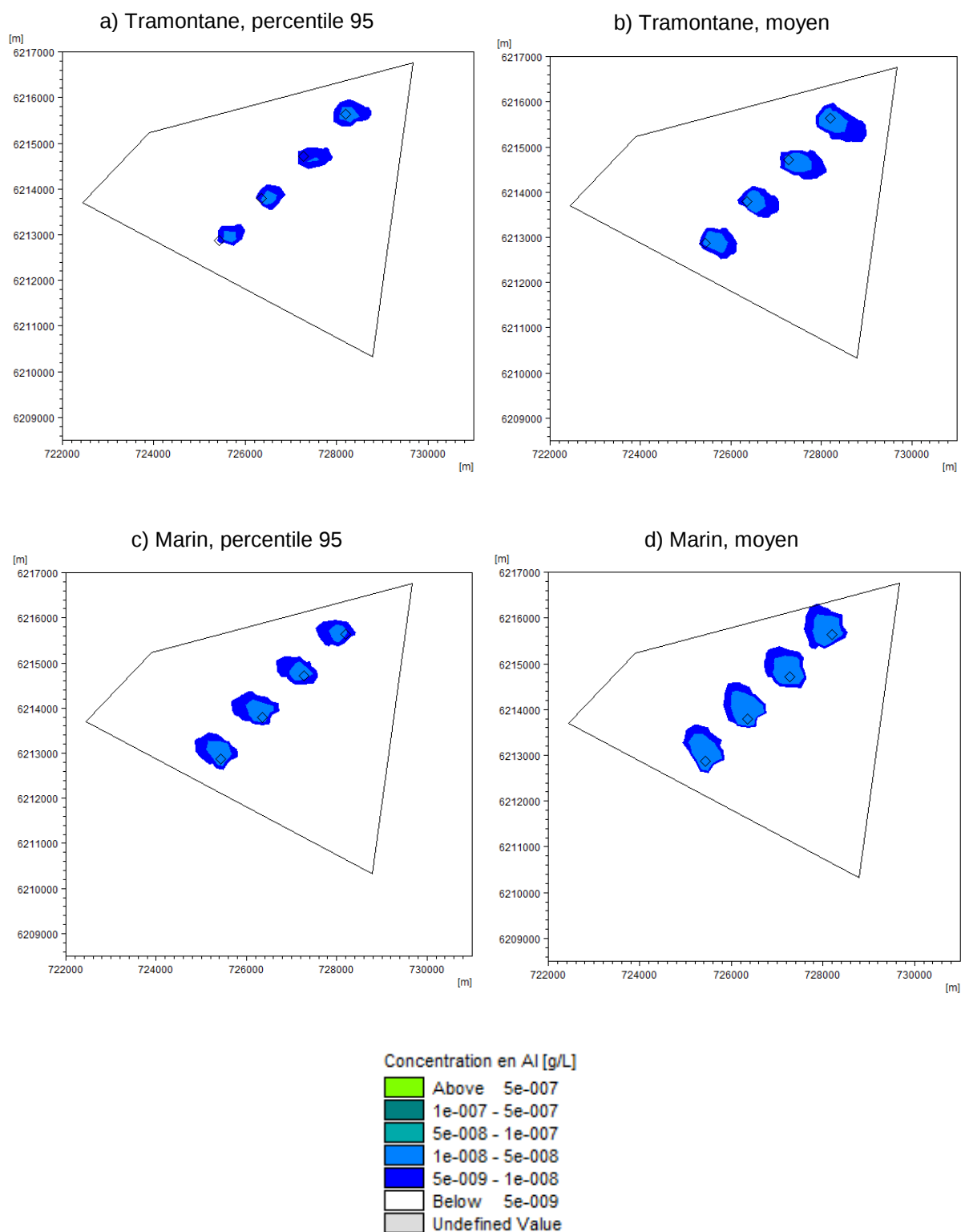


Figure 45 : Concentration en aluminium en surface en fonction des conditions de vent dans le cas d'anode en base Al

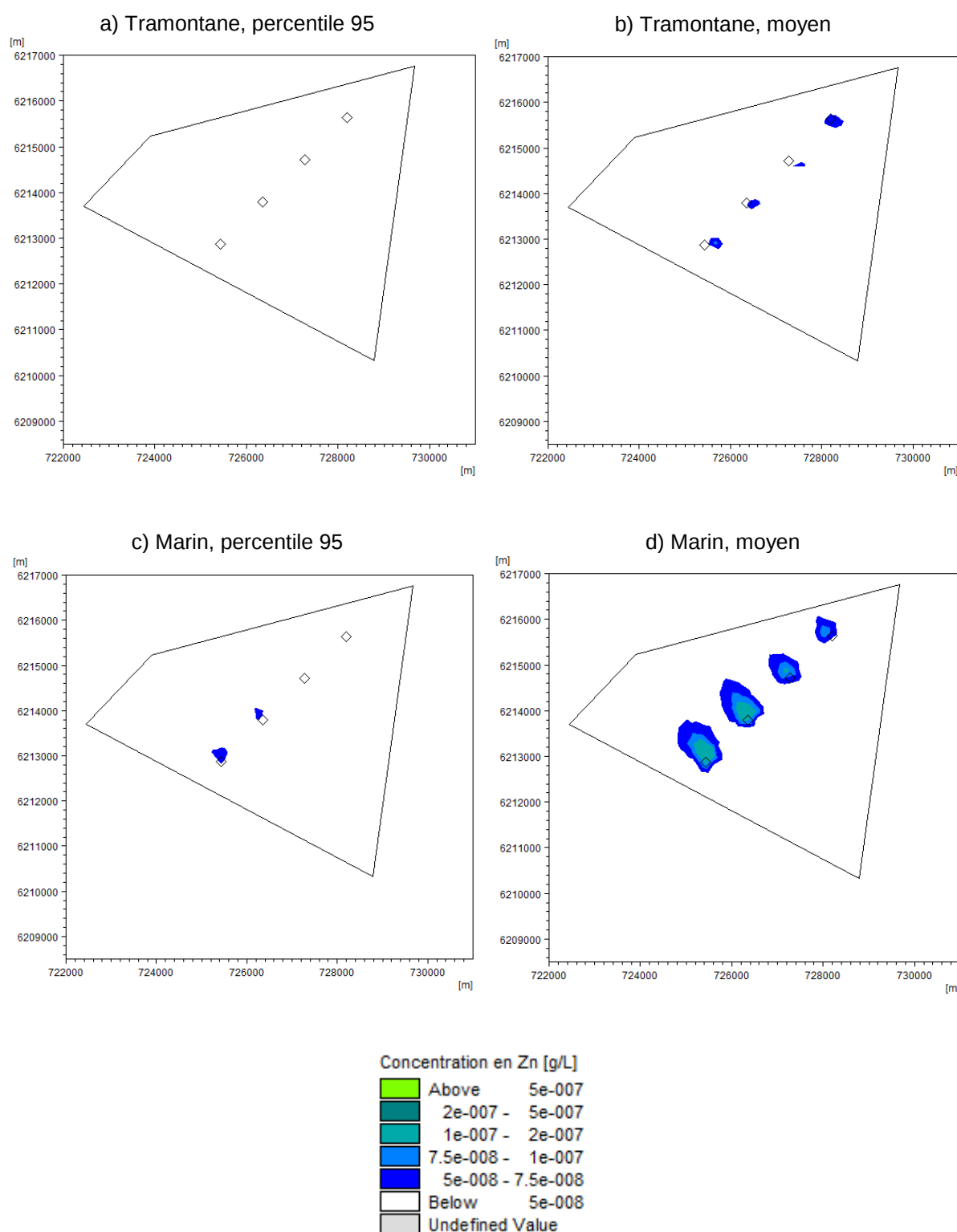


Figure 46 : Concentration en Zinc en surface en fonction des conditions de vent dans le cas d'anode en base Zn

Les figures suivantes présentent les résultats pour les matériaux minoritaires pourcentage inférieur à 10% dans les anodes).

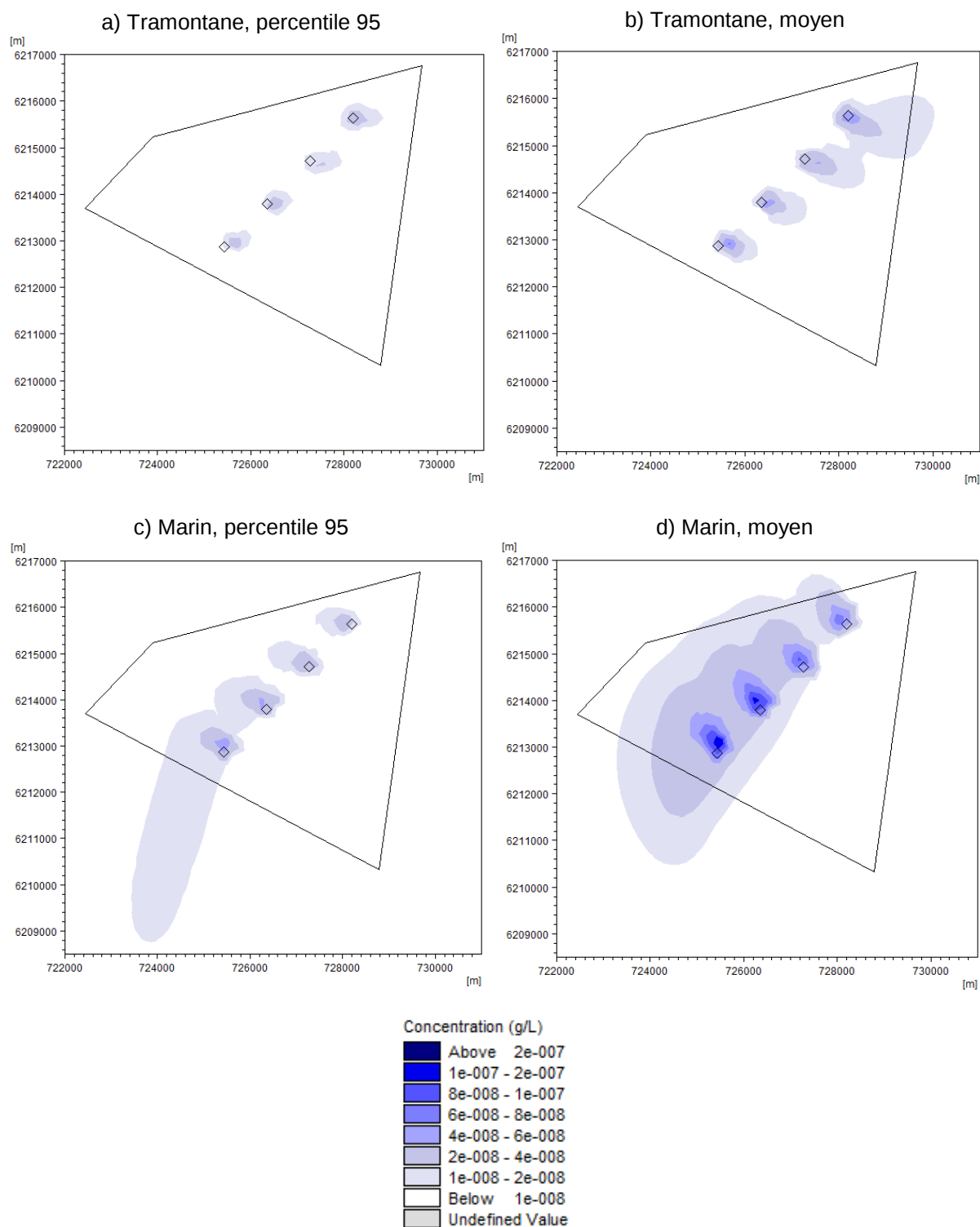


Figure 47 : Concentration en surface en élément sous forme dissoute ayant une masse relarguée par jour et par flotteur de 1 kg en fonction des conditions de vent

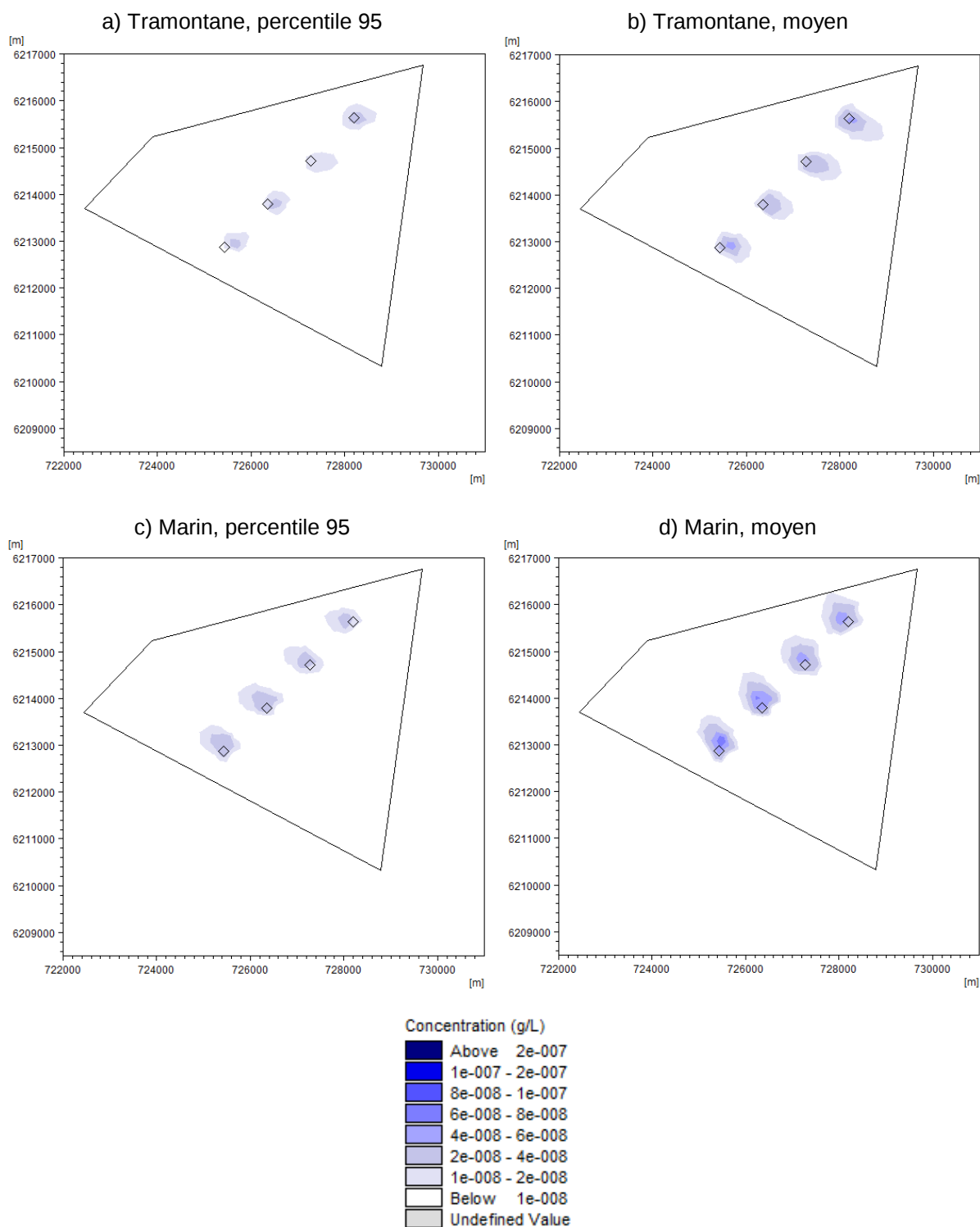


Figure 48 : Concentration en surface en élément sous forme particulière ayant une masse relarguée par jour et par flotteur de 1 kg en fonction des conditions de vent

Le tableau suivant indique l'ordre de grandeur des concentrations maximales simulées pour l'ensemble des éléments à partir des modélisations. Ces concentrations, localisées à proximité immédiate des flotteurs, sont très faibles pour les matériaux minoritaires dans les anodes.

Tableau 38 : Ordre de grandeur des concentrations maximales dans la colonne d'eau des éléments relargués par les anodes.

	ORDRE DE GRANDEUR DES CONCENTRATIONS MAXIMALES (G/L)	
	BASE ALUMINIUM	BASE ZINC
Al	5.10^{-8} (forme particulaire)	10^{-10} (forme particulaire)
Zn	5.10^{-9} (forme dissoute)	2.10^{-8} (forme dissoute)
In	10^{-11}	-
Cd	10^{-12}	10^{-10}
Si	10^{-10}	-
Fe :	10^{-10}	10^{-11}
Cu	10^{-12}	10^{-11}
Pb	-	10^{-11}

D'après la modélisation de la dispersion des métaux lourds réalisée dans le cadre du projet EolMed - Gruissan et malgré le choix de privilégier des données d'entrée majorantes, les résultats montrent que :

- Les concentrations en aluminium maximales (5.10^{-8} g/l pour des anodes en base Aluminium et 10^{-10} g/l pour les anodes en base Zinc) sont bien inférieures à la concentration naturelle en aluminium dans le milieu marin qui est de 2 à 150 µg/L (Deborde *et al.*, 2015). Ce métal n'est pas inscrit dans la liste des substances prioritaires fixée par la DCE. Il ne fait pas l'objet de suivis dans le cadre des réseaux de surveillance de la qualité du milieu marin ;
- Les concentrations en zinc maximales (5.10^{-9} g/l pour des anodes en base Aluminium et 2.10^{-8} g/l pour les anodes en base Zinc) simulées sont très inférieures au seuil NQE (7,8 µg/l) et au seuil de détection du laboratoire qui a analysé les prélèvements lors de présente étude de la qualité des eaux (5 µg/l) ;
- Les concentrations en cadmium, cuivre et plomb maximales simulées (toutes inférieurs à 10^{-10} g/l quel que soit le type d'anode considéré) sont négligeables par rapport aux seuils NQE et aux seuils de détection du laboratoire qui a analysé les prélèvements lors de la présente de la qualité des eaux ;
- Les concentrations en fer, silicium et indium sont très faibles (toutes inférieurs à 10^{-10} g/l quel que soit le type d'anode considéré).

Les mesures réalisées dans la ZIPE ont révélé une faible contamination des sédiments exceptée pour le nickel (4 stations) qui montre des dépassements du niveau réglementaire N1 (seuils NQE). Les dépassements du seuil N1 pour le nickel sont de faibles dépassement (égalité au seuil ou dépassement d'une unité). Ce composé chimique n'est pas présent dans les anodes projetées.

Les composés chimiques présents dans les anodes ont des concentrations dans le sédiment au droit de la future zone de concession qui ne dépassent les niveaux N1 (Zn, Cu, Cd et Pb). Les concentrations sont par ailleurs au moins 2 fois inférieures aux seuils N1.

Les valeurs représentées dans les figures précédentes représentent les concentrations mesurables autour des éoliennes pendant la durée de vie des anodes sacrificielles mais restreints à une zone très localisée. Les substances issues de la dégradation des anodes vont très vite se disperser dans l'eau pour atteindre des niveaux non quantifiables. Ces substances ne vont pas s'accumuler dans une zone préférentielle mais elles vont se disperser pour se déposer sur une très grande surface de sédiments mais dans des proportions infinitésimales qui n'augmenteront pas les concentrations actuelles dans les sédiments.

Considérant que les concentrations de métaux lourds dans l'eau à la surface seront inférieures aux concentrations naturelles et les que les concentrations actuelles dans le sédiment sont faibles, l'effet est considéré comme faible sur la qualité des sédiments.

Compte tenu de ces éléments, l'incidence de la dégradation des anodes sacrificielles sur la qualité des sédiments durant la phase d'exploitation est évaluée comme faible.

L'analyse des incidences du projet sur la qualité des sédiments lors de la phase d'exploitation est synthétisée dans le tableau suivant.

Tableau 39. Synthèse des incidences du projet lors de la phase d'exploitation sur la qualité des sédiments

ENJEU	COMPOSANTE	NATURE DE L'EFFET	EFFET				INCIDENCE BRUTE
			NATURE	NATURE	DUREE	DEGRE	
Fort	Câble export côte	Aucun effet identifié	-	-	-	-	-
Faible	Câble export large	Aucun effet identifié	-	-	-	-	-
	Câbles inter-éoliennes	Aucun effet identifié	-	-	-	-	-
	Ancrages	Aucun effet identifié	-	-	-	-	-
	Eoliennes	Dégradation de la qualité des sédiments (pollution chimique) liée à la dégradation des anodes sacrificielles	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible

L'incidence attendue sur la qualité des sédiments durant la phase d'exploitation est évaluée comme faible.

4.3.3. Incidences sur les peuplements benthiques de substrats meubles

En phase d'exploitation, seuls les effets liés au projet de ferme pilote EolMed – Gruissan lors de son fonctionnement « normal » sont considérés dans la présente étude.

Ainsi, les effets liés à la pollution chimique par déversement accidentel de substances toxiques par les moyens nautiques utilisés pouvant entraîner des effets néfastes sur les organismes et se bioaccumuler dans les réseaux trophiques ne seront pas traités dans la présente étude. S'agissant d'un incident, ils seront traités dans l'étude de risque du projet.

De même, les effets liés à la maintenance lourde (réparation du câble d'export) ne seront pas traités dans la suite de l'étude. S'agissant d'un incident, ils seront traités dans l'étude de risque du projet. Par ailleurs, si une maintenance lourde devait se produire, les effets et incidences associés seraient similaires à ceux identifiés lors de la phase de travaux, et plus localisés.

En phase d'exploitation, les principaux effets attendus sont :

- La dégradation des habitats liée à la remise en suspension de particules (turbidité, dépôt de particules et enrichissement du milieu et relargage des contaminants) générés par le ragage des câbles dynamiques et des lignes d'ancrage sur les fonds ;
- La dégradation des habitats liée au transfert d'éléments chimiques des anodes sacrificielles ;
- La modification des habitats liée à l'augmentation de la température à proximité du câble d'export ;

- Le dérangement des individus lié aux champs électromagnétiques (CEM) dû à la présence du câble d'export.

Dégradation des habitats liée à la remise en suspension de particules générée par la ragage des câbles dynamiques et des lignes d'ancrage sur les fonds

En phase d'exploitation, seuls trois composants du projet sont concernés par le ragage : la partie dynamique du câble d'export et des câbles inter-éoliennes ainsi que les lignes d'ancrages (uniquement à la base de celles-ci, dans la zone où ils sortent du sédiment).

Le ragage des câbles et des lignes d'ancrage pourra provoquer la remise en suspension de particules. Cette remise en suspension pourra altérer la qualité de l'eau par la turbidité et la mise en suspension d'éventuels polluants. La surface ragée sera au maximum de 14 100 m² (lignes d'ancrage et câbles inter-éoliennes) pour un événement climatique extrême (ex. tempête) et concernera principalement les lignes d'ancrages. Cette surface est relativement faible notamment au regard de la surface ragée lors d'un seul trait de chalut (environ 15 000 m²). Par ailleurs, il est rappelé que la future zone de concession sera interdite aux chalutages. L'effet du ragage sur les habitats est donc considéré comme négligeable.

L'intensité des effets est néanmoins à nuancer en fonction de la turbidité naturelle du milieu. En effet, les organismes vivants qui fréquentent le milieu côtier languedocien sont accoutumés à des augmentations de turbidité naturelles lors d'épisodes climatiques intenses (vents, tempêtes, épisodes cévenols, méditerranéens). De ce point de vue, les effets liés aux remises en suspension sont peu préjudiciables à de tels individus et ne devraient pas entraîner de diminution importante de l'oxygène disponible asphyxiant certains organismes (notamment les juvéniles qui ne se seraient pas écartés de la zone d'opération et qui ne pourraient s'éloigner suffisamment rapidement). Le ragage des câbles et des lignes d'ancrages devrait donc impliquer des variations turbides négligeables en comparaison des variations naturelles du milieu.

Ainsi, la dégradation des habitats sera faible à l'échelle de l'expression des peuplements benthiques pour les lignes d'ancrages et négligeables pour les câbles (export et inter-éoliennes).

L'incidence de la dégradation des habitats liée à la remise en suspension des particules, est évaluée comme faible pour les lignes d'ancrages et négligeable pour les câbles.

Dégradation des habitats liée au transfert d'éléments chimiques des anodes sacrificielles

Au niveau des matériaux utilisés, aucun contaminant n'est susceptible d'être relargué via le câble export qui sera enfoui dans le sédiment. De même pour les câbles inter-éoliennes qui seront posés sur le fond.

Au niveau des flotteurs et des éoliennes, il n'est pas prévu de renouvellement de la peinture (balisage maritime). Néanmoins, des anodes sacrificielles sont prévues pour toute la durée d'exploitation de la ferme pilote. Les anodes se dégraderont dans le milieu, avec une diffusion d'environ 2,2 tonnes de zinc ou 1 tonne d'aluminium (en fonction du type d'anode retenu) par an et pour la ferme pilote. Ces anodes sont fixées sur le caisson en béton (l'utilisation de caissons en béton permet d'ailleurs de limiter la taille des anodes en comparaison à des flotteurs métalliques), leur dissolution se fera donc localement dans les premiers mètres de la colonne d'eau. De plus, les concentrations seront diluées par l'hydrodynamisme en place.

Une étude menée par Pineau *et al.*, en 2011 (dans MEDDE, 2012) a porté sur le transfert d'élément métallique d'anodes sacrificielles aluminium / indium vers l'environnement. Les auteurs ont étudié la distribution d'aluminium dans les moules d'un port français dont les infrastructures sont protégées par

des anodes sacrificielles. Cette étude semble indiquer que les anodes employées dans le cas de l'étude ne semblent pas engendrer une surconcentration en éléments métalliques dans le milieu environnant et dans les organismes vivants. Les observations montrent que la majeure partie de ces éléments demeure à la surface de l'anode, sous forme d'oxyde.

Les modélisations réalisées dans le cadre du projet EolMed – Gruissan (cf. modélisations dans le chapitre précédente), ont démontré que les concentrations mesurables autour des éoliennes pendant la durée de vie des anodes sacrificielles seront restreintes à une zone très localisée. Par ailleurs, les substances issues de la dégradation des anodes vont très vite se disperser dans l'eau pour atteindre des niveaux non quantifiables. Ces substances ne vont pas s'accumuler dans une zone préférentielle mais elles vont se disperser pour se déposer sur une très grande surface de sédiments mais dans des proportions infinitésimales. L'effet devrait donc être négligeable.

L'incidence de la dégradation des habitats de benthos de substrats meubles au transfert d'éléments chimiques des anodes sacrificielles, est évaluée comme négligeable.

Modification des habitats liée à l'augmentation de la température

Dans le cadre du projet EolMed - Gruissan, l'augmentation de la température est liée au câble d'export et aux câbles inter-éoliennes. Peu de données existent sur l'incidence de l'augmentation de la température sur les habitats benthiques. Des études réalisées par RTE à terre ont montré une faible augmentation de la température, et à très forte proximité du câble. L'effet est donc limité à une surface très restreinte à l'échelle de l'expression des peuplements benthiques.

L'incidence de la dégradation des habitats de benthos de substrats meubles, liée à l'augmentation de la température, est évaluée comme négligeable.

Dérangement des individus lié aux champs électromagnétiques (CEM)

Tout transport d'énergie engendre la création d'un champ magnétique à son voisinage. Le raccordement au réseau public de transport d'électricité du parc éolien offshore flottant « *EolMed - Gruissan* » nécessitera la création d'une liaison sous-marine à 33 kV. Les ouvrages de transport d'électricité installés au milieu marin n'émettent pas de champ électrique à 50 Hz. Ils émettent un champ magnétique à 50 Hz décroissant très rapidement.

Ainsi, le CEM est au maximum de 8 μ T au-dessus de l'ouvrage (et en moyenne de 2 μ T), et seulement de 0,3 μ T au maximum à 5 m de l'axe de liaison. Le CEM est négligeable au-delà de 15 m de l'ouvrage. De ce fait, seuls les poissons et organismes marins sensibles au champ magnétique et situés au voisinage immédiat des câbles (export et inter-éoliennes) seraient susceptibles d'être exposés au CEM (Meißner et Sordyl, 2006). De plus, parmi les espèces sensibles au champ magnétique, on recense peu d'espèces des peuplements benthiques (Lohman *et al.*, 1995 ; Kirschvink, 1997). C'est pourquoi, d'après les retours d'expériences menés sur des ouvrages déjà installés sur la biodiversité marine, les effets de l'électromagnétisme sur la faune marine sont considérés comme négligeables par la communauté scientifique (Wilson *et al.*, 2010).

Les suivis existants semblent indiquer une sensibilité globalement négligeable. Par conséquent, les effets du champ électromagnétique sont évalués comme négligeables en première approche dans la zone d'étude, au vu des retours de la communauté scientifique.

L'incidence du dérangement des individus de benthos de substrats meubles lié aux champs électromagnétiques est évaluée comme négligeable.

L'analyse des incidences du projet sur les peuplements benthiques de substrats meubles lors de la phase d'exploitation est synthétisée dans le tableau suivant.

Tableau 40. Synthèse des incidences du projet lors de la phase d'exploitation sur les peuplements benthiques de substrats meubles

ENJEU	COMPOSANT	NATURE DE L'EFFET	EFFET				INCIDENCE BRUTE
			NATURE	NATURE	DUREE	DEGRE	
Moyen	Câble export côte	Modification des habitats liée à l'augmentation de la température	Négatif	Direct	Permanent	Négligeable	Négligeable
		Dérangement des individus lié aux CEM	Négatif	Direct	Permanent	Négligeable	Négligeable
Faible	Câble export large	Dégradation des habitats liée à la remise en suspension de particules	Négatif	Direct	Permanent	Négligeable	Négligeable
		Modification des habitats liée à l'augmentation de la température	Négatif	Direct	Permanent	Négligeable	Négligeable
		Dérangement des individus lié aux CEM	Négatif	Direct	Permanent	Négligeable	Négligeable
	Câbles inter-éoliennes	Dégradation des habitats liée à la remise en suspension de particules	Négatif	Direct	Permanent	Négligeable	Négligeable
		Modification des habitats liée à l'augmentation de la température	Négatif	Direct	Permanent	Négligeable	Négligeable
		Dérangement des individus lié aux CEM	Négatif	Direct	Permanent	Négligeable	Négligeable
	Ancrages	Dégradation des habitats liée à la remise en suspension de particules	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible
	Eoliennes	Dégradation des habitats liée au transfert d'éléments chimiques des anodes sacrificielles	Négatif	Direct	Permanent	Négligeable	Négligeable

Les incidences attendues durant la phase d'exploitation sur les peuplements benthiques de substrats meubles sont évaluées comme négligeables à faibles.

4.4. Analyse du risque sanitaire

Au même titre que les éléments présentés précédemment, il est possible de déterminer les différents risques de transferts d'agents dangereux entre les sédiments remaniés et les usagers directs ou indirects des milieux, conformément aux préconisations fournies par le guide Géode (2014) relatif à « l'évaluation des risques sanitaires des opérations de dragage et d'immersion en milieu estuarien et marin ». Le compartiment qui pourrait véhiculer cette contamination est l'eau.

De manière générale, les résultats de l'analyse de la qualité des sédiments ont montré que les zones où les enjeux associés aux risques sanitaires sont les plus forts correspondent aux zones où les niveaux de contamination des sédiments sont les plus faibles. Plus au large, les niveaux de contaminations les plus élevés sont localisés, et correspondent à de faibles dépassements des niveaux réglementaires N1 (nickel).

Ces faibles niveaux de contamination des sédiments sont également associés à de faibles incidences du projet sur la remise en suspension des sédiments (cf. Incidence de la turbidité et de la remise en suspension des sédiments). En effet, les modèles de diffusion des panaches de sédiments remis en suspension dans différents scénarios les plus favorables à leur dispersion ont montrés que les

concentrations les plus fortes restent localisées à proximité de la zone de travaux près du fond. Dans ces mêmes conditions de dispersion, le panache n'atteint pas la côte et est associé à une diminution rapide des concentrations maximales en sédiments dans l'eau qui sont inférieures à 1 mg/l 48h après la fin des travaux.

Il est également important de rappeler que la dispersion des sédiments dans la colonne d'eau en milieu ouvert favorise la dilution des concentrations en polluants associés aux sédiments.

La présente analyse s'appuie sur le guide de recommandation du groupe Géode (2014), qui propose un logigramme d'aide à la décision. Ce logigramme est repris ci-dessous pour détailler l'analyse faite pour ce projet.

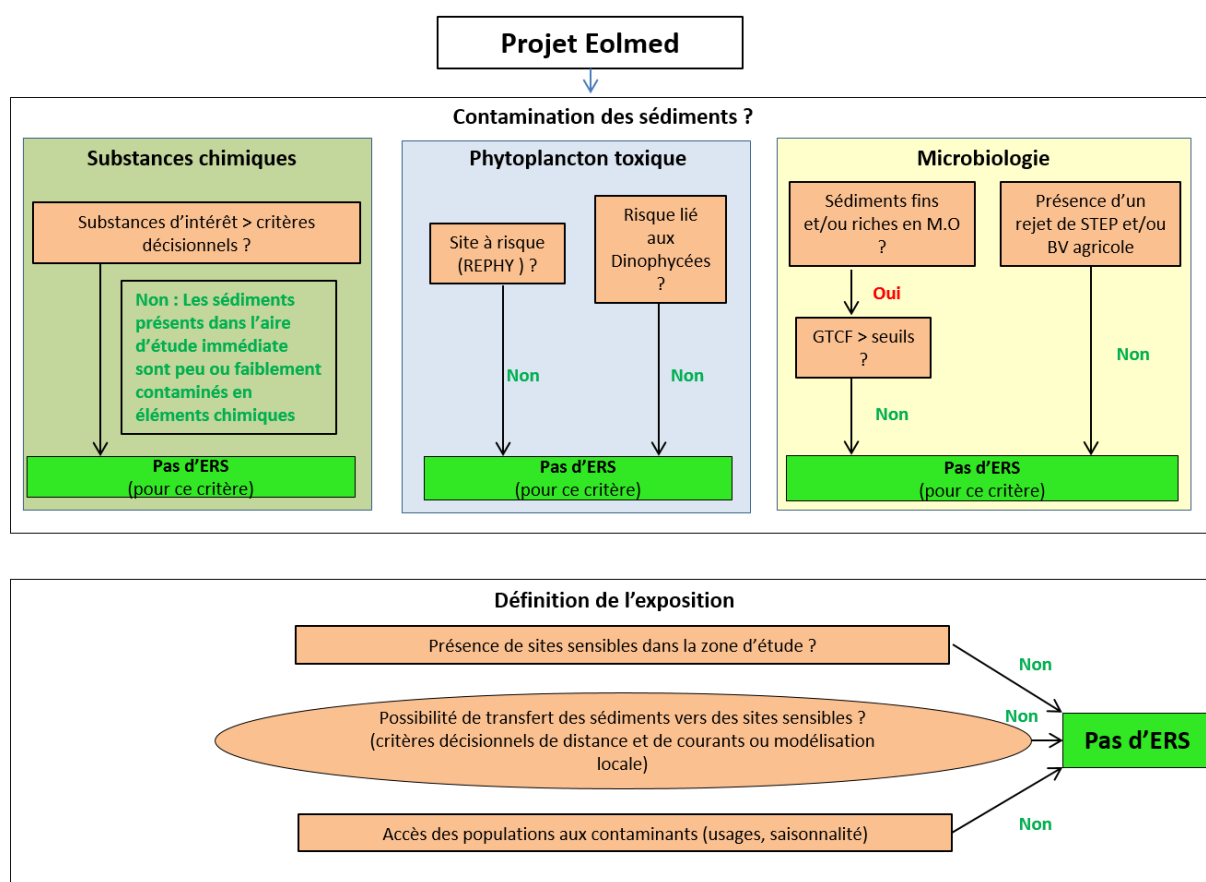


Figure 49. Logigramme décisionnel pour la mise en place d'une évaluation du risque sanitaire dans le cadre du projet EolMed - Grissan

Cette analyse montre que les seuls risques identifiés au niveau des sédiments sont liés à la fraction fine dans la zone la plus éloignée de la côte. En effet, on observe des sédiments très fins à très envasés sur toutes les stations du large. Ces sédiments sont enrichis en éléments organiques et nutritifs lorsque la profondeur est importante (enrichissement moyen selon indice d'Alzieu, enrichissement fort en COT, et fort à très fort en azote kjeldahl). Du point de vue contaminants, on observe des valeurs en nickel très légèrement supérieures au seuil N1 sur 3 stations et un dépassement pour les HAP sur 1 station.

Les modélisations qui ont complétés cette analyse ont permis de démontrer que les particules remises en suspension n'atteignent pas la côte ni les sites sensibles et se déplacent plus ou moins loin de leur position initiale suivant l'intensité du vent.

L'évaluation préliminaire du risque sanitaire réalisée en application du guide Géode (2014) permet de conclure que le projet ne nécessite pas de réaliser une évaluation du risque sanitaire (ERS).

4.5. Analyse des effets cumulés avec les autres projets

A ce jour, 8 projets présentent une interaction avec le projet EolMed – Gruissan, il s'agit du projet d'aménagement du parc logistique portuaire de Port-La Nouvelle, des travaux d'extension en mer du port de Port-La Nouvelle, du dragage de Port-La Nouvelle, de la concession de la plage du front de mer de Port-La Nouvelle, des travaux de restauration des bâtiments du Domaine de Sainte Lucie, de l'extension de la carrière de la Palme et des 2 autres projets de parcs éoliens offshore flottants en Méditerranée.

Sur l'ensemble des 8 projets identifiés comme pouvant avoir des effets cumulés avec le projet EolMed - Gruissan, seuls 2 projets sont retenus pour les éventuelles incidences cumulées pour la qualité des sédiments et le benthos de substrats meubles :

- Les travaux d'extension en mer du port de Port-La Nouvelle : Les travaux d'extension du port vont avoir un impact direct sur les peuplements des substrats meubles en phase travaux et en phase d'exploitation puisque le linéaire de digue va être augmenté de plus de 3 km et les peuplements en place seront remaniés et leur environnement sera perturbé durablement. La création des digues perturbera aussi de manière durable la courantologie de la zone qui impactera les peuplements à proximité du projet ;
- Le dragage d'entretien du port de Port-La Nouvelle : De même, le dragage et l'immersion des sédiments vont détruire les sédiments et les peuplements présents sur ces zones.

Les projets terrestres ou trop éloignés ne sont pas retenus pour la suite de l'analyse.

Les incidences générées par le projet EolMed – Gruissan sur le benthos de substrats meubles sont évaluées comme négligeables à faibles. Les deux projets retenus ont eux aussi des incidences identifiées sur le même compartiment mais de manière plus importante et durable.

Concernant les travaux d'extension du port, les incidences seront principalement en phase travaux avec la création de nouveaux terre-pleins sur la mer, la création de nouvelles digues ou le dragage de l'ensemble du nouveau bassin. Ces incidences sont très fortes sur le benthos de substrats meubles mais localisés dans la zone de ce projet. En phase d'exploitation, le benthos sera modifié de manière durable et devront retrouver un nouvel équilibre (passage de substrats meubles à durs).

Par contre, le dragage d'entretien du port perturbe de manière quasi permanente le benthos de substrats meubles (destruction par prélèvement). De plus, les sédiments seront clapés sur une zone au large du port ce qui augmentera les incidences sur cette zone (perturbation des habitats et destruction par enfouissement).

En comparaison, le projet EolMed – Gruissan aura une incidence moindre sur les peuplements de benthos de substrats meubles. Ainsi, les incidences cumulées sont évaluées à négligeables en phase travaux.

Concernant la qualité des sédiments, en l'absence d'effet en phase de travaux (construction et démantèlement) du projet EolMed - Gruissan, aucune incidence cumulée n'est attendue. Lors de la phase d'exploitation, compte tenu des zones d'effet des projets (à plus de 18 km), les incidences cumulées sont évaluées à négligeables en phase d'exploitation.

Les incidences cumulées des projets EolMed – Gruissan, travaux d'extension du port de commerce de Port-La Nouvelle et dragage et immersion des sédiments de Port-La Nouvelle seront négligeables sur le peuplement benthique de substrat meuble et sur la qualité des sédiments.

5. Mesures ERC (Evitement, Réduction, Compensation) et de suivi

5.1. Mesures de mitigation

Les incidences du projet EolMed – Gruissan sur la qualité des sédiments et les peuplements benthiques de substrats meubles ont été évaluées comme négligeables à faibles.

Aucune mesure ne permet d'atténuer les incidences en l'état actuel des connaissances et de la description du projet.

Les incidences résiduelles sont identiques aux incidences brutes.

5.2. Mesures de compensation

Les incidences résiduelles sont évaluées comme négligeables à faibles. Aucune mesure compensatoire n'est préconisée.

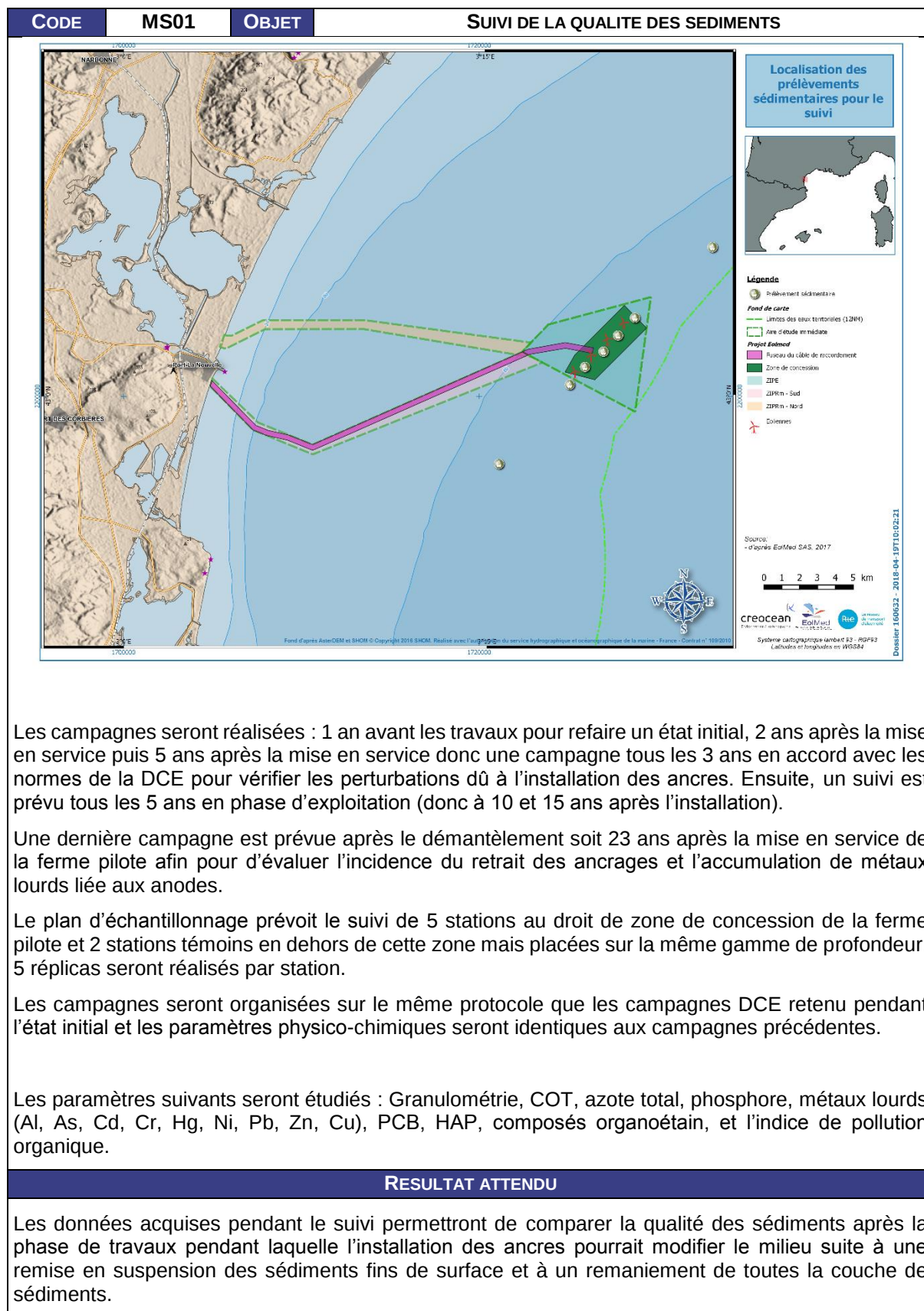
5.3. Mesures de suivi

5.3.1. Qualité des sédiments marins

Des mesures de suivi sont prévues durant la phase de construction, d'exploitation et de démantèlement, elles sont présentées dans la fiche suivante.

Tableau 41. MS01 : Suivi de la qualité des sédiments

CODE	MS01	OBJET	SUIVI DE LA QUALITE DES SEDIMENTS		
PHASE	☐ Conception		☐ Construction		☐ Démantèlement
	☒ Pré-construction		☒ Exploitation		☒ Post-démantèlement
OBJECTIF					
Suivre l'évolution de la qualité des sédiments suite à l'installation des ancrages let du démantèlement de ces dernières.					
Suivre l'évolution de la qualité des sédiments lors de la phase d'exploitation afin d'améliorer les connaissances sur l'effet lié au ragage des lignes d'ancrages.					
Suivre l'évolution de la qualité des sédiments en lien avec la dégradation des anodes sacrificielles.					
DESCRIPTION					
Le suivi de la qualité des sédiments sera réalisé suivant le même protocole que les campagnes réalisées dans le cadre de la présente étude (protocole BACI).					
Pour chaque station, le sédiment sera prélevé selon la norme « <i>Qualité de l'eau – lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles (ISO/DIS 16665 2011)</i> ». Cette norme est celle de référence pour les prélèvements dans le cadre de la DCE.					
La carte suivante propose le plan d'échantillonnage pour le suivi.					



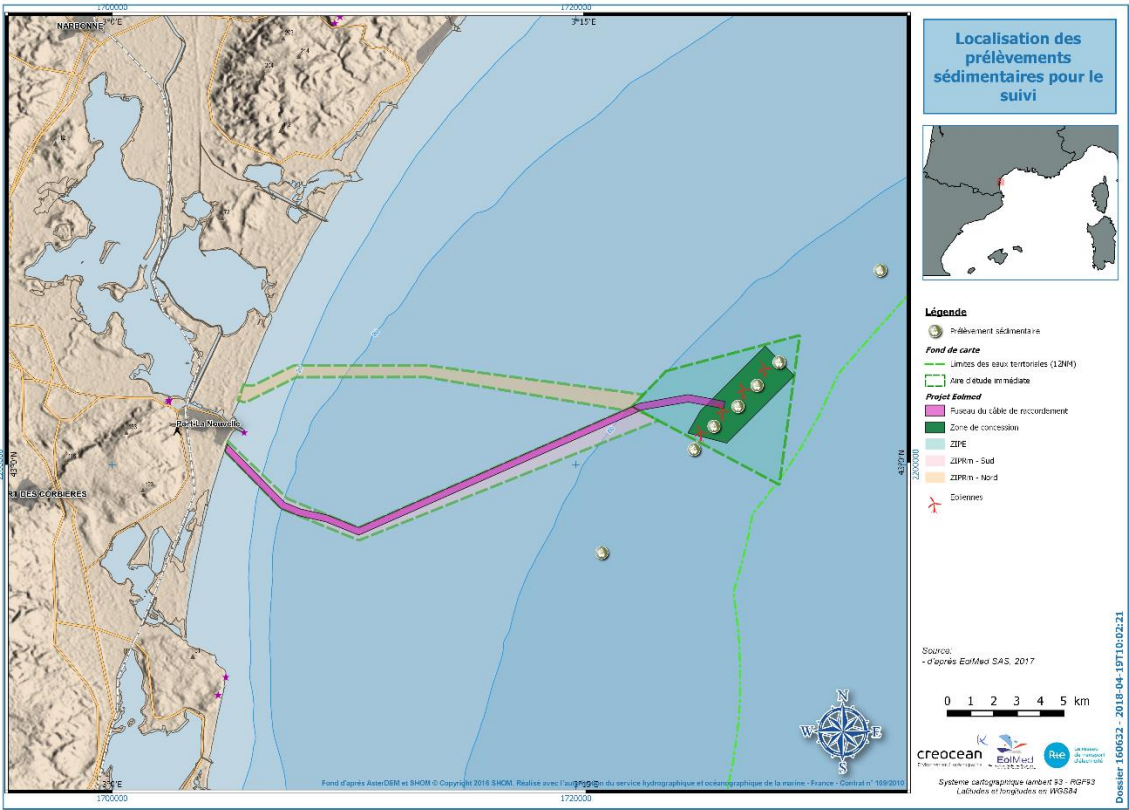
CODE	MS01	OBJET	SUIVI DE LA QUALITE DES SEDIMENTS
La comparaison des résultats des nouvelles campagnes aux deux campagnes de l'état initial permettra de vérifier l'évolution de la qualité des sédiments de surface sur la zone. Afin de vérifier que cette évolution est liée à la présence de la ferme pilote, les résultats seront aussi comparés à deux stations témoins éloignées de la zone. En revanche, aucun prélèvement ne sera réalisé à proximité des ancres pour des raisons de sécurité (risque de croche).			
TYPE DE SUIVI	☐ Suivi des mesures ERC ☒ Suivi pour l'amélioration des connaissances		
PERIODICITE DU SUIVI	T-1, T2, T5, T10, T15 et T23		
COUT PREVISIONNEL	Qualité des sédiments : 17 500 € HT / an (coût intégrant une mutualisation des moyens avec la mesure MS02). <u>Coût total estimé à ce jour : 105 000 € HT</u>		
MAITRE D'OUVRAGE	☒ EOLMED ☐ RTE		

5.3.2. Peuplements benthiques de substrats meubles

Des mesures de suivi sont prévues durant la phase de construction, d'exploitation et de démantèlement, elles sont présentées dans la fiche suivante.

Tableau 42. MS02 : Suivi des peuplements benthiques de substrats meubles

CODE	MS02	OBJET	SUIVI DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DE SUBSTRATS MEUBLES		
PHASE	☐ Conception		☐ Construction		☐ Démantèlement
	☒ Pré-construction		☒ Exploitation		☒ Post-démantèlement
OBJECTIF					
Suivre l'évolution des peuplements benthiques de substrats meubles suite à l'installation des ancres et du démantèlement de ces dernières. Suivre l'évolution des peuplements benthiques de substrats meubles afin d'améliorer les connaissances sur l'effet lié au ragage des lignes d'ancrages.					
DESCRIPTION					
Le suivi de la qualité des peuplements benthiques de substrats meubles sera réalisé suivant le même protocole que les campagnes réalisées dans le cadre de la présente étude (protocole BACI). Pour chaque station, le sédiment sera prélevé selon la norme « <i>Qualité de l'eau – lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles (ISO/DIS 16665 2011)</i> ». Cette norme est celle de référence pour les prélèvements dans le cadre de la DCE. La carte suivante propose le plan d'échantillonnage pour le suivi.					

CODE	MS02	OBJET	SUIVI DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DE SUBSTRATS MEUBLES
 Localisation des prélèvements sédimentaires pour le suivi Légende - Prélèvement sédimentaire Fond de carte - Limites des eaux territoriales (12NM) - Aire d'étude emmésage Projet Eolmed - Fuseau du câble de raccordement - Zone de concession - ZEP - ZEPK - Sud - ZEPK - Nord - Colonnnes Source : - d'après EolMed SAS, 2017 0 1 2 3 4 5 km creocean EolMed Système cartographique Lambert 93 - IPRF2 Latitude et longitude en WGS84 Dossier 16052 - 2018-04-10T10:02:21			
Les campagnes seront réalisées : 1 an avant les travaux pour refaire un état initial, 2 ans après la mise en service puis 5 ans après la mise en service donc une campagne tous les 3 ans en accord avec les normes de la DCE pour vérifier les perturbations dû à l'installation des ancrs. Ensuite, un suivi est prévu tous les 5 ans en phase d'exploitation (donc à 10 et 15 ans après l'installation). Une dernière campagne est prévue après le démantèlement soit 23 ans après la mise en service de la ferme pilote afin pour d'évaluer l'incidence du retrait des ancrages. Le plan d'échantillonnage prévoit le suivi de 5 stations dans la zone de concession et 2 stations témoins en dehors de cette zone mais placées sur la même gamme de profondeur. 5 réplicas seront réalisés par station. Pour chaque prélèvement, un échantillon de sédiment sera récupéré puis mis dans un flacon en verre, puis homogénéisé puis passé au tamis de 1 mm de vide de maille, ce qui correspond aux standards couramment admis sur les études de benthos type la DCE. Le refus de tamis sera ensuite transvasé dans un sac plastique puis formolé avec une pincée de Rose de Bengale pour colorer les animaux vivant afin de faciliter le tri. Les échantillons seront ensuite conservés au frais puis envoyés aux laboratoires. Les campagnes seront organisées sur le même protocole que les campagnes DCE retenu pendant l'état initial et les paramètres à analyser seront identiques aux campagnes précédentes Les paramètres à analyser seront : Richesse spécifique, Abondance, Biomasse, densité, indice de Shannon, indice d'équitabilité, indice trophique, AMBI et M-AMBI.			
RESULTAT ATTENDU			
Les données acquises pendant le suivi permettront de comparer les peuplements benthiques de substrats meubles après la phase travaux pendant laquelle l'installation des ancrs pourraient modifier les peuplements en place mais aussi pendant la phase d'exploitation.			

CODE	MS02	OBJET	SUIVI DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DE SUBSTRATS MEUBLES
La comparaison des résultats des nouvelles campagnes aux deux campagnes de l'état initial permettra de vérifier l'évolution des peuplements de substrats meubles sur la zone. Afin de vérifier que cette évolution est liée à la présence de la ferme pilote, les résultats seront aussi comparés à deux stations témoins éloignées de la zone. En revanche, aucun prélèvement ne sera réalisé à proximité des ancrs pour des raisons de sécurité.			
TYPE DE SUIVI	☐ Suivi des mesures ERC ☒ Suivi pour l'amélioration des connaissances		
PERIODICITE DU SUIVI	T-1, T2, T5, T10, T15 et T23		
COUT PREVISIONNEL	Benthos : 24 600 € HT / an (coût intégrant une mutualisation des moyens avec la mesure MS01). <u>Coût total estimé à ce jour : 147 600 € HT</u>		
MAITRE D'OUVRAGE	☒ EOLMED ☐ RTE		

6. Bibliographie

- Alzieu C. (coord.) 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion. Ed. Ifremer, 248 p.
- Alzieu C., Michel L. P., Chiffolleau J-F., Boutier B., Abarnou A., 1999. Contamination chimique des sédiments. Dans : Dragages et environnement marin. Ed. Ifremer : 67-107.
- Andral B., 1994. Ecotoxicité du nickel pour les organismes marins. Archimer Ed : Ifremer. 18p.
- Borja A., Muxila I. and Franco J. (2003). "The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts". Marine Pollution Bulletin 46: 835-845.
- Caplat, C., Oral, R., Mahaut, M.-L., Mao, A., Barillier, D., Guida, M., Della Rocca, C., & Pagano, G. (2010). Comparative toxicities of aluminum and zinc from sacrificial anodes or from sulfate salt in sea urchin embryos and sperm. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73, 1138–1143.
- Chasse C.(Ed.) & Glemarec M. (Ed.) (1976), Atlas du littoral français – Atlas des fonds meubles du plateau continental du Golfe de Gascogne : cartes biosédimentaires.
- Créocéan 2017. Etude sur l'agrandissement du port de Port-La Nouvelle.
- CREOCEAN, 2009. Dossier d'étude d'impact du parc éolien offshore Aude-Méditerranée. Gruissan/Port-La Nouvelle. Réf 06050.
- Deborde J., Refait P., Bustamante P., Caplat C., Basuyaux O., Grolleau A.M., Mahaut M.L. Brach-Papa C., Gonzalez J.L. & Pineau S. 2015. Impact of Galvanic Anode Dissolution on Metal Trace Element Concentrations in Marine Waters. *Water, Air, & Soil Pollution, An International Journal of Environmental Pollution*.
- DREAL Languedoc Roussillon 2014. Profil Environnemental Régional PER. <http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/profil-environnement-regional-perr1588.html>.
- Gabelle, C., Baraud, F., Biree, L., Gouali, S., Hamdoun, H., Rousseau, C., van Veen, E., & Leleyter, L. (2012). The impact of aluminium sacrificial anodes on the marine environment: a case study. *Applied Geochemistry*, 27, 2088–2095.
- Grall, N. C. (2006). Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier.
- Ibouily G. 1981. Etude sédimentologique de la rade de Marseille (Bouches de Rhône). Thèse de spécialité Univ. de Provence 130p.
- IDRA 2012a. Dossier Loi sur l'Eau pour le renouvellement de l'autorisation de dragages et de rejets afférents. Port-La Nouvelle. Dossier réglementaire au titre des articles L.214 à 6 du Code de l'Environnement.
- IDRA 2012b. Dossier de Déclaration pour les travaux de pose de tétrapodes en renforcement de la digue sud. Port-La Nouvelle. Dossier Réglementaire au titre des articles L.214-1 à 6 du Code de l'Environnement. Avril 2012.
- IFREMER 2011. Synthèse bibliographique. Impacts des câbles sous-marins sur les écosystèmes côtiers. Cas particulier des câbles électriques de raccordement des parcs éoliens offshore (compartiments benthiques et halieutiques). Contrat RTE/IFREMER. Juillet 2011. Rapport final.
- Labbe. M., Courtel J., Serazin. T., 2014. Document d'Objectifs Natura 2000 Côtes sableuses de l'infra-littoral languedocien – Tome 1 : Etat des lieux & analyse écologique. Agence des aires marines

protégées, Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins du Languedoc-Roussillon, Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement région Languedoc-Roussillon, Préfecture Maritime de Méditerranée, 250 p.

Licari M.-L. (1998) Système d'aide à l'interprétation des Données benthiques en milieu marin et lagunaire. IARE, Agence de l'eau RMC et Région PACA. 316p.

Mao, A., Mahaut, M.-L., Pineau, S., Barillier, D., & Caplat, C. (2011). Assessment of sacrificial anode impact by aluminum accumulation in mussel *Mytilus edulis*: a large-scale laboratory test. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2707–2713.

MEDDE 2012. Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques. Energie Marine Renouvelables. Version 2012. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie 2012.

MEDDE 2013. Guide d'étude d'impact sur les parcs éoliens en mer. Edition 2013. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie 2013.

Meißner, K., Sordyl, H., 2006. Literature Review of Offshore Wind Farms with Regard to Benthic Communities and Habitats, dans: Ecological Research on Offshore Wind Farms: International Exchange of Experiences. PART B: Literature Review of the Ecological Impacts of Offshore Wind Farms. p. 1-46.

Metin, A. T. (2011). Age, growth and reproduction of four-spotted goby, *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837) in Izmir Bay (central Aegean Sea). *Turkish Journal of Zoology*, pp. 711-716.

Molvær J., Knutzen J., Magnusson J., Rygg B., Skei J. and Sørensen J. (1997). "Classification of environmental quality in fjords and coastal waters". SFT guidelines 97: 03-36 OSPAR 2009. Background Assessment Criteria for QSR 2010. Ospar Commission.

OSPAR, 2008. Background Document on potential problems associated with power cables other than those for oil and gas activities. 50 pp.

OSPAR, 2009. Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. Biodiversity Series, 133pp.

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal.

7. Annexe 1 : Tableau des espèces recensées

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31
<i>Oligocheata</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aldercodol pleijeli</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ampharete cf. lindstroemi</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
<i>Ampharete falcata</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Amphicteis cf. gunneri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anobothrus gracilis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lyssipe labiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melinna palmata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Melinnopsis sp.</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>undt.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>cf. Capitella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Leiochrides sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notomastus latericeus</i>	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Spiochaetopterus costarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Aphelochaeta sp.</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caulleriella cf. bioculata</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone cf. incerta</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
<i>Chaetozone sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone cf. corona</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Kirkegaardia cf. annulosa</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Kirkegaardia heterochaeta</i>	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Protocirrinieris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cossura soyeri</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Schistomeringos neglecta</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Marphysa kinbergi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Marphysa kinbergi/belli?</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Diplocirrus glaucus</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pherusa monilifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera alba</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera tridactyla</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera unicornis</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Goniada maculata</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Oxydromus flexuosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Podarkeopsis capensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hilbigneris gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris impatiens</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31
<i>Lumbrineris nonatoi</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Ninoe armoricana</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Scoletoma emandibulata mabiti</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona allenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Magelona cf. wilsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Magelona equilamellae</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona johnstoni</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona minuta</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Magelona mirabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona wilsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
<i>Euclymene oerstedii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leiochone leiopygos</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n.id.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Praxillella gracilis</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Micronephthys stammeri</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys assimilis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys cirrosa</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys hombergii</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys hystrix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys incisa</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nephtys kersivalensis</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neanthes succinea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nereis lamellosa</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Drilonereis filum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Aponuphis ornata</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paradiopatra sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ophelina sp.</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scolaricia typica</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galathowenia cf. oculata</i>	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Owenia fusiformis</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
<i>Aricidea (Acmira) assimilis</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Aricidea (Strelzovia) claudiae</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aricidea (Strelzovia) sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Aricidea cf. katherinae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aricidea sp. 3</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cirrophorus branchiatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cirrophorus furcatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Levinsenia cf. demiri</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Paradoneis harpagonea</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paradoneis lyra</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SEDIMENTS ET LES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DE SUBSTRATS MEUBLES

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31
<i>Pectinaria koreni</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>?Hesionura</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Eulalia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Eteone</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranaitis</i> aff. <i>katoi</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce</i> cf. <i>laminosa</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllodoce longipes</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0
<i>Ancistrosyllis hamata</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Litocorsa stremma</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pilargis verrucosa</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poecilochaetus mirabilis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
<i>Alentia gelatinosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Harmothoe antilopes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Harmothoe</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Harmothoe</i> sp2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Malmgrenia andreapolis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Malmgrenia louiseae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
<i>Malmgreniella darbouxi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Malmgreniella lilianae</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Malmgreniella polypapillata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Malmgreniella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chone acustica</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Chone</i> cf. <i>arecicola</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chone</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sabella pavonina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Hydroides norvegicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Protula intestinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Serpula</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidentified sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fimbriosthenelais</i> cf. <i>minor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Labioleanira yhleni</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Sigalion mathildae</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sthenelais limicola</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dipolydora</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laonice bahusiensis</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Paraprionospio</i> cf. <i>coora</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Prionospio caspersi</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio</i> cf. <i>multibranchiata</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Prionospio dubia</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Prionospio ehlersi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0
<i>Prionospio fallax</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31
<i>Prionospio</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio steentropi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoelelepis (Parascoelelepis) cf. gilchristi</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Spio decoratus</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spiophanes afer</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>Spiophanes bombyx</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sternaspis scutata</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Autolytinae undet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Syllis hyalina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Amaeana trilobata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nicolea aff zoostericola</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pista cristata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pistella lornensis</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Polycirrus</i> sp.	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Terebellides cf. atlanticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Terebellides cf. gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Terebellides mediterranea</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Terebellides stroemi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
Echiurida	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Gobiesocidae n.i.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muraena helena</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Actinia</i> sp	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
unidentified	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
<i>Funiculina quadrangularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cavernularia pusilla</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veritillum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Virgularia mirabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(colonias)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
unidentified	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Acidostoma obesum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca brevicornis</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca cf. planierensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca cf. jaffaensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca diadema</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
<i>Ampelisca gibba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Ampelisca ledoyeri</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca multispinosa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca</i> spp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Ampelisca</i> spp (dam).	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ampelisca truncata</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>Ampelisca typica</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SEDIMENTS ET LES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DE SUBSTRATS MEUBLES

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	
Gammaridae sp1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Unidentified spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	
Autonoe spiniventris	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Argissa hamatipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Bathyporeia guilliamsoniana	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bathyporeia spp.	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Apherusa ruffoi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Caprellidae und	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Phtisica marina	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	
Pseudolirius kroyeri	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pseudoprotella phasma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
Cheirocratus assimilis	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cheirocratus cf sundevallii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Leptocheirus mariae	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
Medicorophium aculeatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Medicorophium cf. annulatum	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
Medicorophium runcicorne	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	
Medicorophium spp	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eusirus longipes	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	
Jassa falcata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Leucothoe cf. occulata/oboa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	
Leucothoe incisa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Leucothoe lilljeborgi	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Liljeborgia psaltrica	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
Hippomedon massiliensis	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippomedon oculatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socarnes filicornis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tryphosa nana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Tryphosella longidactyla	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tryphosites longipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Maera grossimana	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Deflexilodes acutipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Deflexilodes griseus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Halicreion aequicornis	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Perioculodes longimanus	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pontocrates altamarinus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Synchelidium longidigitatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Westwoodilla caecula	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Westwoodilla cf.rectirostris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Photis cf. lamellifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Photis longicaudata	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Photis longipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0

Novembre 2018 | CRÉOCÉAN Rapport

EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SEDIMENTS ET LES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DE SUBSTRATS MEUBLES

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	
<i>Haplostylus normani</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Leptomysis mediterranea</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Paramysis helleri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Unidentified spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	
<i>Unidentified spp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Apseudopsis bacescui</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Apseudopsis cf.latreilli/annabensis</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
<i>Apseudopsis sp1 *</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Apseudopsis spp.</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Tuberpseudes echinatus</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Asterina gibbosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Unidentified sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Echinocardium mediterraneum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	
<i>Leptopentacta tergestina</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
<i>unidentified</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thyone fusus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Amphipholis squamata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Amphiura chiajei</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Amphiura filiiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	
<i>juveniles</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
<i>unidentified</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ophiura sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
<i>Squilla sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ophiura albida</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Acanthocardia echinata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Acanthocardia paucicostata cf. Acanthocardia echinata (juvenile)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	
<i>Papillicardium papillosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Parvicardium exiguum</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	
<i>Corbula gibba</i>	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	
<i>Donax semistriatus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
<i>Hiatella arctica</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Kellia suborbicularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lucinella divaricata</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Myrtea spinifera</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Mactra stultorum</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Spisula subtruncata</i>	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Epilepton clarkie</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	
<i>Kurtiella bidentata</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Musculus costulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0</																					

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31
<i>Lemulus pella</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nucula nitidosa</i>	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Nucula sulcata</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>Pandora inaequalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Chlamys varia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phaxas pellucidus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Ensis ensis</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gari fervensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteria hirundo</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Abra alba</i>	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Abra nitida</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Abra prismatica</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Atlantella pulchella</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fabulina fabula</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macomangulus tenuis</i> (antes <i>tellina tenuis</i>)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juv	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thracia corbuloidea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Axinulus alleni</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Thyasira flexuosa</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Chamelea gallina</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clausinella fasciata</i> (antes <i>Clausinella brongniartii</i>)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dosinia lupinus</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mysia undata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Timoclea ovata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Venerupis corrugata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Venus verrucosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
BIVALVIA(destroyed)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Und	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Falcidens gutturosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prochaetoderma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Glossobalanus cf minitus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acteon tornatilis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calyptraea chinensis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Epitonium turtonis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eulima bivittata</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>undetermined (damaged)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Unidentified sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyala vitrea</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mangelia attenuata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Nassarius sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tectonatica rizzae</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES SEDIMENTS ET LES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DE SUBSTRATS MEUBLES

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31
<i>Unidentified sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>NUDIBRANCHIA sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Unidentified sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachystomia cf scalaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Retusa truncatula</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Turritella communis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Antalis inaequicostata</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Unidentified spp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Unidentified sp.</i>	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Unidentified spp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Phoronis sp.</i>	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Planaria sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Priapulida</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>?Callipallene emacinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf Nymphon brevirostre</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phascolion strombus strombus</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Unidentified sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Unidentified sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Total	56	48	54	63	90	95	65	67	56	56	55	50	58	57	52	47	57	47	82	53	68	60	77	65	84	74	72	72	55	51	59



www.creocean.fr

GROUPE KERAN