

Eoliennes Offshores du Calvados

Projet :

Courseulles-sur-Mer

Etat de référence avant construction MSu3

Suivi de la qualité de l'eau, des sédiments, des habitats et communautés

Benthiques

Rapport Final

Aurore RAOUX, Jean-Philippe PEZY, Magalie LEGRAIN, Rémy BOISSERIE
et Jean-Claude DAUVIN

Université de Caen Normandie

UMR CNRS 6143 M2C

24 rue de Tilleuls, F-14000 Caen, France

aurore.raoux@unicaen.fr

tel. 33 (0) 2 31 56 57 22 ; fax. 33 (0) 2 31 56 57 57

Caen, le 4 octobre 2021

Table des matières

1	CONTEXTE.....	9
2	MATERIEL ET METHODES	9
2.1	Historique de la zone d'étude.....	9
2.2	Zone d'étude.....	10
2.3	Suivi habitats et communautés benthiques - MSu3	12
2.4	Protocole d'échantillonnage pour le suivi biosédimentaire (granulométriques et chimiques) - MSu3.....	16
2.5	Travail de laboratoire – Analyses des échantillons Lot A1.....	17
2.5.1	Analyses granulométriques	17
2.5.2	Analyse physico-chimique des sédiments	18
2.5.3	Analyse de la Matière Organique	20
2.5.4	Analyse habitats et communautés benthiques	21
2.6	Suivi de la qualité de l'eau - MSu1 (2020).....	27
3	RESULTATS.....	27
3.1	Suivi biosédimentaire (granulométriques et chimiques) – MSu3	27
3.1.1	Analyses granulométriques	27
3.1.2	Analyse physico-chimique des sediments	32
3.1.3	La Matière organique	34
3.2	Suivis des habitats et communautés benthiques – MSu3	37
3.2.1	Richesse taxonomique.....	37
3.2.2	Diversité.....	38
3.2.3	Abondances et biomasses	41
3.2.4	Indices.....	46
3.2.5	Assemblages faunistiques.....	50
3.3	Résultats suivi de la qualité de l'eau - MSu1.....	59
4	DISCUSSION : POSITIONNEMENT DES COMMUNAUTES BENTHIQUES DES GRAVIERS ENSABLES DU SITE DANS SON CONTEXTE REGIONAL.....	62
5	CONCLUSIONS.....	64
6	BIBLIOGRAPHIE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

7	ANNEXE 1 : QUALITE DES SEDIMENTS RAPPORT D'ANALYSES 2020	68
8	ANNEXE 2 : QUALITE DES SEDIMENTS RAPPORT D'ANALYSES 2021	83

Table des illustrations

Figure 1. Plan de positionnement des stations de prélèvement à la benne par In Vivo en 2009	10
Figure 2. Localisation des stations du suivi bio-sédimentaire parc éolien du Calvados en 2021	11
Figure 3. Navire océanographique Celtic Warrior	12
Figure 4. Benne Van Veen en cours d'utilisation sur le Celtic warrior	13
Figure 5. Modèle fiche de mer	15
Figure 6. Benne Shipeck en cours d'utilisation sur le Celtic warrior	16
Figure 7. Diagramme triangulaire de Folk sur la classification sédimentaire et son codage (Folk, 1954)	29
Figure 8. Photographie des sédiments correspondants aux 15 sous-stations granulométriques	31
Figure 9. Teneur en matière organique (%) des 18 sous-stations de la zone d'étude	35
Figure 10. Richesse taxonomique moyenne (0,1 m ²) avec écart type des 18 sous-stations.....	37
Figure 11. Indice de diversité de Shannon avec écart type pour les 18 sous-stations du parc éolien de Courseulles sur mer.....	39
Figure 12. Indice d'équitabilité de Piérou avec écart type pour les 18 stations	40
Figure 13. Abondance moyenne (nombre d'individus pour 0,1 m ²) avec écart type des 18 sous-stations.....	42
Figure 14. Biomasse moyenne (g PSLC pour 0,1 m ²) avec écart type des 18 stations	43
Figure 15. Histogramme de taille (mm) de la palourde rose Politapes rhomboïdes (en haut en 2020 et en bas en 2021).....	45
Figure 16. AMBI moyen avec écart type des 15 stations (en bleu très bon état écologique et en vert bon état).....	46
Figure 17. AMBI moyen avec écart type des 18 stations (en bleu très bon état écologique et en vert bon état) en 2021.....	47
Figure 18. BO2A moyen avec écart type des 15 sous-stations (en bleu très bon état écologique et en vert bon état)	48
Figure 19. BO2A moyen avec écart type des 18 sous-stations (en bleu très bon état écologique et en vert bon état) en 2021.	49
Figure 20. Dendrogramme correspondant à la matrice de similarité de Sorensen des 15 stations benthiques en présence/absence	51
Figure 21. Dendrogramme obtenu à partir de la matrice d'abondance en transformation Square root selon la similarité de Bray-Curtis les 15 sous-stations échantillonnées en 2020	52

Figure 22. Dendrogramme correspondant à la matrice de similarité de Sorensen des 18 sous-stations benthiques en présence/absence pour 2021.....	53
Figure 23. Dendrogramme obtenu à partir de la matrice d'abondance en transformation Square root selon la similarité de Bray-Curtis pour les 18 sous-stations échantillonnées en 2021.....	55
Figure 24. Dendrogramme correspondant à la matrice de similarité de Sorensen des 33 sous-stations benthiques en présence/absence pour 2020 et 2021.	56
Figure 25. Dendrogramme obtenu à partir de la matrice d'abondance en transformation Square root selon la similarité de Bray-Curtis pour les 33 sous-stations échantillonnées en 2020 et 2021.	58

Liste des Tableaux

Tableau 1. Tableau récapitulatif des campagnes en mer et stations échantillonnées.....	11
Tableau 2. Coordonnées des stations d'échantillonnage de la campagne bio sédimentaire	13
Tableau 3. Série des 33 tamis utilisés pour la granulométrie en μm	18
Tableau 4. Paramètres analysés pour l'analyse physico-chimique des sédiments	19
Tableau 5. Interprétation des valeurs de H' (d'après Vincent et al., 2002).....	23
Tableau 6. Interprétation des valeurs de J' (d'après Dauvin et al., 2017)	24
Tableau 7. Equivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques définis par la Directive Cadre Eau (d'après Borja et al., 2000, 2004).....	25
Tableau 8. Equivalence entre les valeurs du BO2A et les différents états écologiques (Dauvin et al., 2016; 2018)	26
Tableau 9. Résultats granulométriques (%) de chaque sous-station regroupée selon trois fractions sédimentaires principales pour l'année 2020 et 2021	28
Tableau 10. Type sédimentaire d'après le diagramme de Folk (1954).....	30
Tableau 11. Synthèse des substances analysées par le laboratoire Eurofins dans les sédiments en mars 2020.....	33
Tableau 12. Teneur moyenne en matière organique (%) avec écart type des 15 et 18 sous-stations benthos en 2020 et 2021.	36
Tableau 13. Richesse taxonomique par $0,3 \text{ m}^2$ des 18 sous-stations.....	38
Tableau 14. Indice de diversité de Shannon avec écart type pour les 18 sous-stations	39
Tableau 15. Indice d'équitabilité de Piélou avec écart type pour les 18 stations	41
Tableau 16. Abondance moyenne (nombre d'individus pour $0,1 \text{ m}^2$) avec écart type des 18 sous-stations.....	42
Tableau 17. Biomasse moyenne (g PSLC pour $0,1 \text{ m}^2$) avec écart type des 15 stations.....	44
Tableau 18. AMBI moyen avec écart type des 18 stations.....	47
Tableau 19. BO2A moyen avec écart type des 18 stations	49
Tableau 20. Analyse SIMPER	51
Tableau 21. Analyse SIMPER	52
Tableau 22. Analyse SIMPER en présence-absence pour 2021.....	54
Tableau 23. Analyse SIMPER pour les abondances moyennes transformées en $\text{Log}(X+1)$ pour 2021..	55
Tableau 24. Analyse SIMPER sur les données de présence-absence pour les données 2020-2021.....	57
Tableau 25. Analyse SIMPER sur les données d'abondances transformées en $\text{log}(x+1)$ pour les données 2020-2021.	58

Tableau 26. Classification des seuils de qualité des eaux littorales	59
Tableau 27. Résultats du suivi de la qualité de l'eau au niveau des quatre stations comparés aux seuils de qualités des eaux littorales (mois de mars 2020)	59
Tableau 28. Résultats du suivi de la qualité de l'eau au niveau des quatre stations comparés aux seuils de qualités des eaux littorales (mois de juin 2020)	60
Tableau 29. Comparaison des données de température, salinité et de fluorescence acquises sur le site d'étude en mars avec celles acquise au niveau de la station de Luc-sur-Mer (Suivi SOMLIT).....	61
Tableau 30. Comparaison des données de température, salinité et de fluorescence acquises sur le site d'étude en juin avec celles acquise au niveau de la station de Luc-sur-Mer (Suivi SOMLIT).....	61
Tableau 31. Principales caractérisitiques des communautés benthiques des graviers ensablés en Manche (S: surface échantillonnée en m ² ; P : profondeur en m; RT: richesse taxonomique ; A: Abondance, nombre d'individus par m ² ; B: Biomasse, g Poids Sec Libre de Cendre (PSLC) par m ² ou en poids sec (PS) par m ² (d'après Pezy et Dauvin, 2021)	63

1 Contexte

La société Eoliennes Offshore du Calvados (EOC) a obtenu le 8 juin 2016 par arrêté préfectoral une autorisation de construire et d'exploiter le parc éolien en mer au titre de l'article L214-3 du Code de l'Environnement. L'article 17-3 de cet arrêté décrit les mesures de suivi à réaliser afin d'évaluer les effets du parc éolien sur l'environnement. Ces suivis concernent plusieurs compartiments du milieu et doivent être réalisés selon le principe BACI (Before After Control Impact) avant et pendant les travaux d'installation du parc éolien, puis pendant la phase d'exploitation. Dans ce contexte, la société Eoliennes Offshore du Calvados (EOC) a réalisé un état de référence avant construction par des suivis de la qualité de l'eau, des sédiments, des habitats et communautés benthiques. Ces suivis permettront de compléter les études réalisées pour l'état initial de l'étude d'impact environnemental du projet.

Dans ce cadre, ce rapport final concerne la réalisation de l'état de référence avant construction des mesures de suivis suivantes :

- MSu1 – Suivi de la qualité de l'eau - État référent avant construction sur une année ;
- MSu3 – Suivi biosédimentaire, habitats et communautés benthiques - État référent avant construction sur deux ans.

Ce rapport présente les suivis réalisés au cours de l'année 2020 et 2021.

2 Matériel et méthodes

2.1 Historique de la zone d'étude

Initialement, une campagne bio-sédimentaire a été réalisée dans le cadre d'une étude initiale entre le 16 et le 22 février 2009, par le bureau d'étude In Vivo. Les échantillonnages ont été réalisés avec une benne '*Day Grab*' permettant un échantillonnage de 0,1 m² avec un tamisage à maille de 1 mm. Trois prélèvements ont été effectués sur chaque station. Un total de 27 stations avait été échantillonné dans le périmètre du futur parc éolien et trois étaient localisées entre le périmètre du parc et la côte (Figure 1).

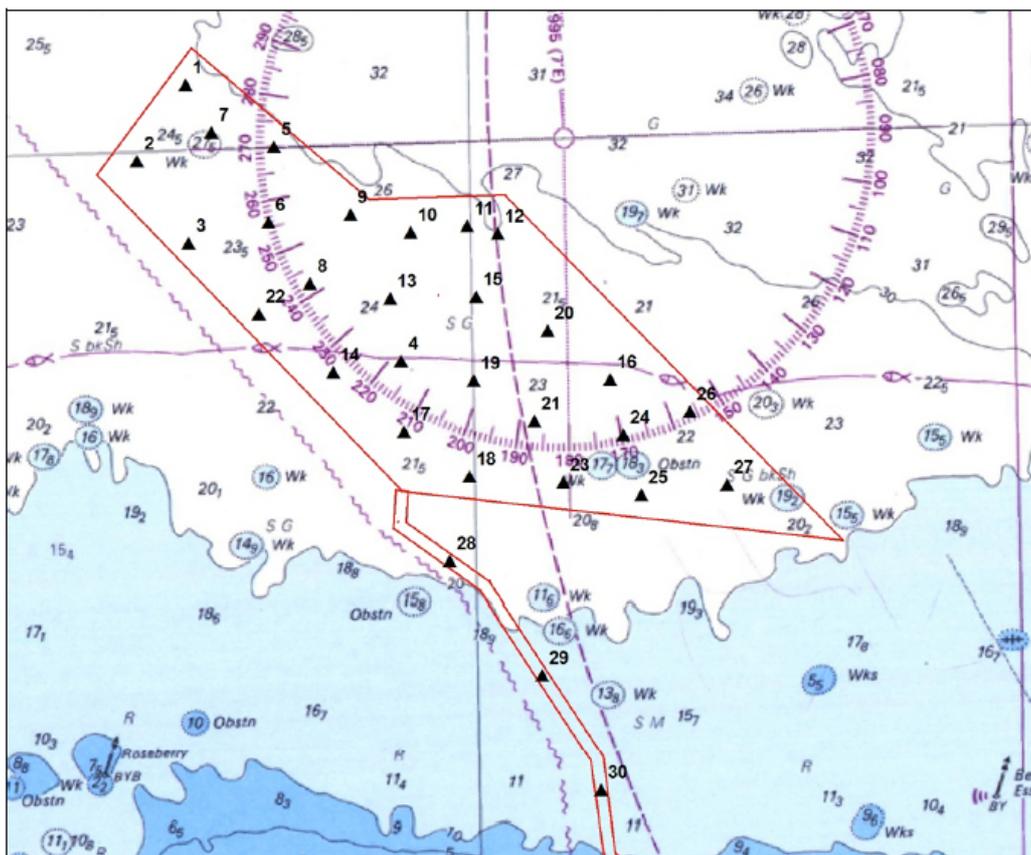


Figure 1. Plan de positionnement des stations de prélèvement à la benne par In Vivo en 2009

2.2 Zone d'étude

Une campagne bio-sédimentaire a été réalisée par le laboratoire M2C (UMR 6143), les 3 et 4 mars 2020, au niveau du futur parc éolien du Calvados. Le but de cette campagne était d'échantillonner le compartiment sédimentaire et benthique avant la construction du futur parc éolien. Un total de 5 stations a été échantillonné, réparties en deux zones : trois localisées dans le périmètre du parc (M6 ; M16 ; M18) et deux à l'extérieur du périmètre du parc (O ; P) (Figure 2). Par ailleurs, des prélèvements d'eau ont également été réalisés lors de la campagne de mars ainsi que le 9 juin au niveau des quatre stations suivantes : M6, M16, M18 et O (Figure 2 ; Tableau 1). L'ensemble des prélèvements de la campagne de mars a été réalisé à bord du Celtic Warrior de STO Logistique (Figure 3) et celle de juin à bord du TIAMAT navire de Centre de Recherches en Environnement Côtier (CREC) de l'université de Caen Normandie.

Les 22 et 23 mars 2021, une nouvelle campagne bio-sédimentaire a été réalisée par le laboratoire M2C. Un total de 6 stations a été échantillonné, réparties en deux zones : quatre localisées dans le périmètre du parc (M6 ; M13 ; M16 et M18) et deux à l'extérieur du périmètre du parc (O ; P) (Figure

2 ; [Tableau 1](#)). L'ensemble de ces prélèvements a également été réalisé à bord du Celtic Warrior (Figure 3).

Tableau 1. Tableau récapitulatif des campagnes en mer et stations échantillonnées

Date de la campagne océanographique	Stations échantillonnées	Compartiments échantillonnés
3 et 4 mars 2020	M6 ; M16 ; M18 ; O et P	Sédimentaire et Benthos
9 juin 2021	M6 ; M16 ; M18 et O	Colonne d'eau
22 et 23 mars 2021	M6 ; M13 ; M16 ; M18 ; O et P	Sédimentaire et Benthos



Figure 2. Localisation des stations du suivi bio-sédimentaire parc éolien du Calvados en 2021



Figure 3. Navire océanographique Celtic Warrior

2.3 Suivi habitats et communautés benthiques - MSu3

En 2020, au niveau du site d'étude, cinq stations ont été étudiées : **trois sont présentes à l'intérieur du futur parc éolien** (dont une station sur la zone de présence de fortes abondances des ophiures *Ophiothrix fragilis*) et **deux à l'extérieur** (dont une station sur la zone de présence de fortes abondances des ophiures *Ophiothrix fragilis*) (Figure 2 et Tableau 2). Pour chaque station, trois sous-stations ont été positionnées dans lesquelles trois réplicats ont été réalisés selon le protocole DCE, soit un total de 45 réplicats en 2020. Ainsi, un total de 45 prélèvements ont été réalisés (5 stations x 3 sous-stations x 3 réplicats).

En 2021, six stations ont été étudiées : **quatre sont présentes à l'intérieur du futur parc éolien** (dont une station sur la zone de présence de fortes abondances des ophiures *Ophiothrix fragilis*) et **deux à l'extérieur** (dont une station sur la zone de présence de fortes abondances des ophiures *Ophiothrix fragilis*) (Figure 2 et Tableau 2). Pour chaque station, trois sous-stations ont été positionnées dans lesquelles trois réplicats ont été réalisés selon le protocole DCE. Ainsi, un total de 54 prélèvements ont été réalisés (6 stations x 3 sous-stations x 3 réplicats).

Tableau 2. Coordonnées des stations d'échantillonnage de la campagne bio sédimentaire

	Station	Longitude	Latitude	Présence d' <i>Ophiothrix fragilis</i>
Intérieur du parc	M16	-0.469728333	49.4549031	Oui
	M13	-0.53048638	49.4711164	Non
	M6	-0.5638125	49.4857856	Non
	M18	-0.5098438	49.4378992	Non
Extérieur du parc	O	-0.4275	49.4549031	Oui
	P	-0.38091	49.4341	Non

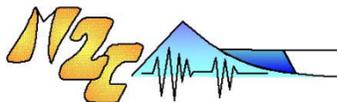
Le compartiment benthique a été échantillonné, en 2020 et 2021, à la benne Van Veen (surface unitaire de 0,1 m²), cette benne a été privilégiée pour sa rapidité de mise en œuvre, sa quasi-absence de dangerosité lors de sa manipulation et son efficacité dans ce type de sédiment (Figure 4).



Figure 4. Benne Van Veen en cours d'utilisation sur le Celtic warrior

Les échantillons de macrofaune ont été traités séparément. Le tamisage à bord s'est fait sur un tamis à ouverture circulaire de 1 mm (conformément à la norme ISO 16665). Ce tamis est le seul qui permet de conserver toute la macrofaune de taille supérieure à 1 mm puisque les tamis à maille de 1 mm retiennent des organismes uniquement de taille supérieure à 1,4 mm. La conservation des refus de tamis a été réalisée après fixation au formol neutre à 10% dans des bidons étanches allant de 3 à 15 L selon la quantité de refus de tamis (partie supérieure à 1 mm). Du rose Bengale a été ajouté dans les échantillons permettant une coloration du macrozoobenthos pour faciliter leur tri en laboratoire. La benne Van Veen (Figure 4) permet de faire un prélèvement unitaire de 0,1 m² et est considérée comme efficace si elle prélève au moins 5 L de sédiment. Lors de chaque prélèvement,

une photographie numérique a été réalisée afin d'aider à rendre compte par la suite de la nature sédimentaire et des espèces remarquables de grande taille dans l'échantillon. De plus, pour chaque station une "fiche de mer" a été complétée selon le modèle présenté à la Figure 5.



Etat de référence du parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer et son raccordement
 Suivi de la qualité de l'eau et des sédiments, des habitats et communautés benthiques
 Réponse au Cahier des Charges



Feuille N° :

MISSION :	DATE :
------------------	---------------

Station N°	Heure début station	Heure fin station	Secrétaire Pont	Bateau	Observations :	
Mer Force	Mer Couleur	Précipitations :	Vent Direction	Vent Vitesse	Courant Direction	Courant vitesse

Engin	Profondeur (m)	Compartiment échantillonné	Heure prélèvement	Echantillon (réplicat)	Débit mètre N°	Nombre de tour	Temp de trait	Vitesse Remorquage	Longitude	Latitude	Remarques

Figure 5. Modèle fiche de mer

2.4 Protocole d'échantillonnage pour le suivi biosédimentaire (granulométriques et chimiques) - MSu3

Pour le suivi biosédimentaire, en 2020, les cinq stations correspondent aux stations benthiques (Figure 2 et Tableau 1). Un total de 15 échantillons pour la granulométrie et la matière organique ont été collectés (5 stations x 3 sous-stations).

De même en 2021, les six stations correspondent aux six stations benthiques (Figure 2 et Tableau 1). Ainsi, un total de 18 échantillons pour la granulométrie et la matière organique ont été collectés (6 stations x 3 sous-stations).

Le compartiment sédimentaire a été échantillonné en 2020 et 2021 à l'aide de la benne Shipeck (Figure 6), permettant un échantillonnage de la surface sédimentaire sans perturbation hydrodynamique avec une conservation des particules fines.



Figure 6. Benne Shipeck en cours d'utilisation sur le Celtic warrior

L'échantillonnage revient à prendre une pelle de sédiments d'un volume de 0,5 à 1 L et une autre d'eau si le sédiment était vaseux (partie fine des sédiments en suspension). La faune de taille observable a été ôtée du prélèvement afin d'éviter la putréfaction du sédiment lors de l'analyse car ce dernier ne fait pas l'objet d'un agent conservateur (comme le formol). Cet échantillonnage sédimentaire suit le même mode opératoire que celui des campagnes historiques. La matière organique a également été prélevée dans cette benne à l'aide d'un pilulier qui est ensuite congelé.

Pour les analyses physico-chimiques (qui ont été réalisées en 2020 et 2021), le sédiment a été prélevé à chaque station de la même façon pour remplir les flacons fournis par le laboratoire d'analyses (Eurofins). Les sédiments ont été immédiatement conditionnés dans ces flacons et ont été maintenus au frais et à l'obscurité jusqu'à leur arrivée au laboratoire conformément aux consignes du laboratoire d'analyse.

2.5 Travail de laboratoire – Analyses des échantillons Lot A1

2.5.1 Analyses granulométriques

Pour chaque prélèvement, le sédiment a été dessalé à l'eau douce par trois lavages successifs afin de supprimer toutes traces de sel qui provoque par cristallisation des agrégats de grains. Lorsque le sédiment contenait une part importante de particules très fines (<50 µm), ces dernières furent séparées du reste de l'échantillon. Le prélèvement a ensuite été séché à l'étuve à 60° C pendant au moins 24 h et tamisé de suite ou maintenu dans l'étuve jusqu'à son tamisage. Une série de 33 tamis a été utilisée (Tableau 3) sur une tamiseuse vibrante à 60 amplitudes par minute pendant 15 min. Le choix des tamis est basé sur la classification de Wentworth (1922) modifié par Folk (1954), Folk & Ward (1957), Folk (1966) et adapté selon Blott & Pye en 2001. La masse de la fraction inférieure à 50 µm a été calculée en additionnant la valeur de la pesée du sédiment ayant traversé le tamis de 50 µm lors du tamisage mécanique et la valeur de la pesée du sédiment recueilli par décantation lors du tamisage préalable effectué sur les sédiments envasés. Les résultats ont ensuite été ramenés en pourcentage du poids total de l'échantillon. Pour chaque station et à chaque date, un histogramme de fréquence relative pondérale et une courbe cumulée de fréquence relative pondérale ont été établis.

Tableau 3. Série des 33 tamis utilisés pour la granulométrie en μm

Classes granulométriques			
> 63000 μm	Blocs]2000-1600] μm	Sables très grossiers
]63000-50000] μm	Graviers très grossiers	]1600-1250] μm
]50000-40000] μm}		]1250-1000] μm
]40000-31500] μm}		]1000-800] μm
]31500-25000] μm	Graviers grossiers]800-630] μm	Sables grossiers
]25000-20000] μm}		]630-500] μm
]20000-16000] μm}		]500-400] μm
]16000-12500] μm	Graviers moyens]400-315] μm	Sables moyens
]12500-10000] μm}		]315-250] μm
]10000-8000] μm}		]250-200] μm
]8000-6300] μm	Graviers fins]200-160] μm	Sables fins
]6300-5000] μm}		]160-125] μm
]5000-4000] μm}		]125-100] μm
]4000-3150] μm	Graviers très fins]100-80] μm	Sables très fins
]3150-2500] μm}		]80-63] μm
]2500-2000] μm}		]63-50] μm
		Silts-Argiles	

2.5.2 Analyse physico-chimique des sédiments

L'analyse physico-chimique des sédiments a été réalisée par le laboratoire EUROFINS (un seul pack sédiment provenant de sédiment mélangé des 15 stations en 2020 et des 18 stations en 2021). Le tableau 4 récapitule les paramètres qui ont été concernés par ces analyses physico-chimiques. Les résultats détaillés sont présentés dans l'Annexe 1 : « Qualité des sédiments rapport d'analyses ».

Tableau 4. Paramètres analysés pour l'analyse physico-chimique des sédiments

	Paramètres analysés	Méthode
Analyses bactériologiques	<i>Echerichia coli</i>	ISO9308-3 modifiée
	Entérocoques	ISO 7899-1 modifiée
Analyses physico-chimiques	Densité	
	Granulométrie	
	Matière sèche	NF EN 12880
	Carbone Organique (COT)	
	Azote total	NF EN 13342
	Phosphore total	NF EN ISO 11885
Micropolluants Inorganiques	Aluminium	NF EN ISO 11885
	Arsenic	NF EN ISO 11885
	Cadmium	NF EN ISO 17294-2
	Chrome total	NF EN ISO 17294-2
	Cuivre	NF EN ISO 11885
	Mercure	Méthode interne (Hors sols) NF ISO 16772 (sols)
	Nickel	NF EN ISO 11885
	Plomb	NF EN ISO 11885
	Zinc	NF EN ISO 11885
Micropolluants Organiques	PCB 101	XP X 33-012
	PCB 118	XP X 33-012
	PCB 138	XP X 33-012
	PCB 153	XP X 33-012
	PCB 180	XP X 33-012
	PCB 28	XP X 33-012
	PCB 52	XP X 33-012
	PCB Totaux Sommes des 7 PCB	
HAP	Naphtalène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
	Acénaphthylène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
	Fluorène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
	Phenanthrène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)

	Anthracène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
	Fluoranthène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
	Pyrène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
	Benzo(a) anthracène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
	Chrysène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
TBT	Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
	Benzo (k) anthracène	
	Benzo (a) pyrène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
	Indéno (123-cd) pyrène	XP X 33-012 (Boue sédiment) NF ISO 18287 (Sols)
		XP T 90-250
Nutriments	Azote Kjeldal	NF EN 13342
	Azote totale	NF EN 13342

2.5.3 Analyse de la Matière Organique

La technique de la perte au feu a été utilisée afin de mesurer la quantité de matière organique présente dans un échantillon de sédiment. Tout d'abord, chaque échantillon est sous divisé en trois sous échantillons afin d'avoir trois répliqués d'une même station. Ensuite, les échantillons ont été placés à l'étuve à 60°C durant deux semaines puis au four à 500°C durant 5h. Au cours de ces étapes, trois pesées différentes ont été réalisées pour chaque échantillon :

- Une pesée des coupelles en céramique vides servant à conditionner environ 10 g de sédiments, poids noté PV (Poids Vide)
- Une pesée du sédiment dans la coupelle après sa sortie de l'étuve, poids noté PS (Poids Sec)
- Une pesée du sédiment présent dans la coupelle après sa sortie du four, poids noté PC (Poids Calciné)

La teneur en matière organique exprimée en pourcentage de la masse de sédiment sec est calculée par la formule :

$$MO (\%) = ((PS-PC))/((PS-PV)) \times 100$$

2.5.4 Analyse habitats et communautés benthiques

2.5.4.1 Le tri

Les échantillons de sédiments contenant la macrofaune ont tout d'abord été rincés afin d'éliminer le fixateur (formol) sous hotte aspirante (avec équipements de sécurité) dont les émanations sont irritantes et nocives pour la santé. Les échantillons sont rincés au fur et à mesure de l'avancement des travaux, afin d'éviter toute dégradation des organismes. Ce rinçage s'effectue sur un tamis de 0,5 mm afin d'être sûr de conserver les individus de taille supérieure ou égale à 1 mm. En effet, les organismes ont ensuite été séparés un à un du reste de l'échantillon (sédiment, coquilles vides, cailloutis...) tout d'abord par la technique d'élutriation et la coloration préalable des échantillons (lors de la fixation) par du rose Bengale afin de faciliter le tri (coloration rose des invertébrés) puis le reste du refus a été trié visuellement. Les postes de tri étaient munis d'une loupe équipée d'une lumière froide blanche. Chaque catégorie d'organismes (Crustacés, Polychètes, Mollusques, Echinodermes ou autres) a été reconditionnée dans des piluliers contenant de l'alcool à 70°. Le tri des échantillons a été réalisé au sein du laboratoire M2C.

2.5.4.2 La détermination

L'identification des organismes a été effectuée sous loupe binoculaire et microscope (pour les caractères morphologiques les plus petits) au laboratoire M2C. La détermination des individus a été effectuée autant que possible jusqu'au niveau de l'espèce pour chaque échantillon. Ce travail se base sur différents ouvrages du Royaume-Uni (British Synopsis), les Faunes de France si nécessaire mais surtout sur de nombreuses publications scientifiques récentes révisant les familles ou les genres des groupes d'invertébrés. Le comptage du nombre d'individus par taxon a été réalisé pour chaque réplicat et les individus de chaque espèce ont été placés dans un pilulier. Les bivalves de grandes tailles ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse possédant une précision de 0,01 mm afin d'avoir des classes de tailles permettant d'avoir des données de biomasses précises.

La détermination de l'épifaune sessile a été réalisée jusqu'au niveau taxonomique le plus élevé possible. Les espèces arrachées au substratum ont également été prises en compte. Pour les espèces

dénombrables, les individus (ou colonies dans les cas des *Alcyonium*) ont été dénombrés. Pour les espèces d'épifaune sessile difficilement dénombrables, seule leur présence a été notée. Les noms scientifiques attribués à chaque organisme ont été mis à jour en se basant sur le site web WORMS (World Register of Marine Species).

2.5.4.3 Les biomasses

Tous les individus d'une même espèce ont été regroupés dans un même pilulier, puis placés dans un creuset en porcelaine qui a été mis dans une étuve à 60°C pendant au minimum 96h afin d'être sûr que tout l'alcool se soit bien évaporé et d'obtenir le poids sec (PS). Ces échantillons ont ensuite subi une crémation dans un four à 500°C durant 5h, au cours de laquelle la matière organique est consommée. Une nouvelle pesée a ainsi permis de déterminer le poids de cendres (PC). La différence entre le poids de cendres (PC) et le poids sec (PS) donne le poids sec libre de cendres (PSLC) correspond à la matière organique donc à la "biomasse". Les pesées ont été effectuées à l'aide d'une balance de marque Mettler d'une précision à 0,0001 g près.

2.5.4.4 Traitement des données

L'ensemble des données a été enregistré sur un fichier Excel. Les calculs ont été effectués sous Excel 2016 et les analyses ont été réalisées grâce au logiciel Primer v6 (Clark et Gorley, 2006) et logiciel R. Les abondances (N) et les biomasses (en PSLC) ont été exprimées par 1 m² dans le cas des prélèvements à la benne Van Veen.

➤ Les abondances

Les abondances ont été converties en nombre d'individus par m² afin de réaliser des comparaisons avec les données existantes.

➤ Les biomasses

La biomasse de chaque taxon a été calculée pour chaque répliquat en PSLC (Poids Sec Libre de Cendres) en utilisant la formule suivante : $PSLC = PS - PC$ avec PS (Poids Sec) et PC (Poids Calciné). Lorsqu'un ou plusieurs individus ont été placés en collection et que leur biomasse n'a donc pas été mesurée, elle est remplacée par la biomasse individuelle moyenne (en PSLC) des autres individus prélevés durant la même campagne. Les biomasses ont été converties en gramme de PSLC par m².

➤ **La richesse taxonomique**

La richesse taxonomique (Rt) a été mesurée en additionnant le nombre de taxons recueilli au niveau de chaque sous-station, c'est-à-dire sur les trois répliquats de 0,1 m² soit une surface totale de 0,3 m² et les neuf répliquats de 0,1 m² soit une surface totale de 0,9 m² pour chaque station.

➤ **L'indice de Shannon Weaver**

H', l'indice de diversité de Shannon-Weaver (1948), exprimé en bits, a été calculé à partir d'un logarithme de base 2 selon la formule suivante :

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \times \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

- ni l'abondance du taxon i
- N l'abondance totale dans la station considérée

Il a été calculé au niveau de chaque station. Les valeurs de H' sont interprétées selon le tableau 5, d'après les limites fixées par Vincent et al. (2002) et utilisées dans le cadre de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau) pour les zones côtières.

Tableau 5. Interprétation des valeurs de H' (d'après Vincent et al., 2002)

Valeur de H	Interprétation
[0 - 1[	Communauté très peu diversifiée
[1 - 2[	Communauté peu diversifiée
[2 - 3[	Communauté diversifiée
[3 - 4[	Communauté très diversifiée
[4 - +∞[	Communauté extrêmement diversifiée

➤ **L'indice de Pielou**

L'indice d'équitabilité de Piélou (J') (Piélou, 1966) complète l'indice de diversité de Shannon (H'). Il permet d'appréhender la structure quantitative d'une communauté en terme de dominance d'une ou de

plusieurs espèces. Il correspond au rapport entre la diversité (H') observée au sein d'une station et la diversité maximale ($H' \max$), atteinte lorsque les espèces ont des effectifs identiques (abondances égales) (Frontier *et al.*, 2004). Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équipartition des individus dans les espèces). Il se calcule selon la formule suivante :

$$J' = \frac{H'}{H \max}$$

Les valeurs de J' seront interprétées selon le tableau 6, d'après les limites proposées par Dauvin *et al.*, (2017).

Tableau 6. Interprétation des valeurs de J' (d'après Dauvin *et al.*, 2017)

Valeur de J'	Interprétation
[0 – 0,2[	Communauté très peu diversifiée
[0,2 – 0,4[	Communauté peu diversifiée
[0,4 – 0,6[	Communauté diversifiée
[0,6- 0,8[	Communauté très diversifiée
[0,8-1,0[	Communauté extrêmement diversifiée

➤ **Indice biotique : AMBI**

Le Coefficient Benthique (CB ou AMBI) (Borja *et al.*, 2000) consiste à pondérer le pourcentage des espèces classées en cinq groupes écologiques (GI à GV) puis de calculer l'AMBI selon la formule suivante :

$$AMBI = 0 EG_I + 1,5 EG_{II} + 3 EG_{III} + 4,5 EG_{IV} + 6 EG_V$$

- EG_I = espèces très sensibles à l'enrichissement en Matière Organique
- EG_{II} = espèces indifférentes à l'enrichissement en Matière Organique
- EG_{III} = espèces tolérantes à un excès de Matière Organique
- EG_{IV} = espèces opportunistes de 2nd ordre
- EG_V = espèces opportunistes de 1er ordre

Cet indice permet de déterminer un état écologique et une classification selon un code couleur (Tableau 7). Selon la valeur de l'AMBI, l'état de la communauté est qualifié de normale à azoïque faisant aussi référence à un degré de stress propre au site d'étude (de non stressé à extrêmement stressé). L'avantage de cette méthode est de fournir une variable continue qui, grâce à une équivalence écologique indique le statut écologique (de mauvais à très bon) définis pour répondre aux exigences de la DCE.

Tableau 7. Equivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques définis par la Directive Cadre Eau (d'après Borja et al., 2000, 2004)

Classification du site	Valeur de l'indice AMBI	Etat écologique (DCE)	Dominance des groupes écologiques
Non stressé	0,0 < AMBI < 0,2	Très bon	I - II
	0,2 < AMBI < 1,2		
Légèrement stressé	1,2 < AMBI < 3,3	Bon	III
Moyennement stressé	3,3 < AMBI < 4,3	Moyen	IV - V
	4,3 < AMBI < 5,0		
Fortement stressé	5,0 < AMBI < 5,5	Médiocre	V
	5,5 < AMBI < 6	Mauvais	
Extrêmement stressé	Azoïque			Azoïque

➤ Indice BO2A

Le BO2A (Benthic Opportunistic Annelida Amphipoda) est un indice mesurant la réponse des communautés face à une perturbation, notamment en lien avec une pollution par hydrocarbures ou un enrichissement en matière organique (Dauvin & Ruellet, 2009 ; Dauvin et al., 2016 ; Dauvin, 2018) (Tableau 8). Cet indice prend en compte les fréquences relatives des polychètes opportuniste (appartenant aux groupes écologiques IV et V) et à celles des amphipodes (bio-indicateurs, très sensibles à la pollution).

$$BO2A = \log_{10}\left(\frac{f \text{ polychètes IV \& V}}{f \text{ amphipode}} + 1\right)$$

Tableau 8. Equivalence entre les valeurs du BO2A et les différents états écologiques (Dauvin et al., 2016; 2018)

Etat Ecologique	Valeur du BO2A
Très bon	0,00 < BO2A ≤ 0,02
Bon	0,02 < BO2A ≤ 0,13
Moyen	0,13 < BO2A ≤ 0,20
Médiocre	0,20 < BO2A ≤ 0,26
Mauvais	BO2A > 0,26

➤ **Analyses multivariées : Classification Ascendante Hiérarchique**

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) est une méthode de classification, qui produit des regroupements définis par un certain nombre de caractères (Lebart *et al.*, 2006). Le processus de cette méthode est de construire des classes par agglomération successive de deux objets entre eux, de deux classes entre elles ou d'une classe et d'un objet (Benzécri, 1976), jusqu'à obtenir une hiérarchie de partition des objets. Différents calculs de distance pouvant être faits, le choix doit être judicieusement effectué en fonction du type de données employées.

Pour les données en présence-absence et l'analyse comparative des assemblages, c'est l'indice de similarité de Sorensen qui a été choisi. Cet indice de similarité accorde plus d'importance à la présence qu'à l'absence des espèces. Cet indice est calculé de la façon suivante :

$$S = \frac{2A}{(2A+B+C)}$$

- A, le nombre d'espèces présentes dans les deux prélèvements
- B, le nombre d'espèces présentes dans un seul des deux prélèvements
- C, le nombre d'espèces présentes uniquement dans l'autre prélèvement

Le facteur « 2 » devant le A permet d'assigner une plus grande importance à la double présence.

L'indice de similarité de Bray-Curtis a été employé avec les données d'abondance qui ont subis une transformation en log (X + 1) afin de minimiser l'importance des espèces abondantes avec un facteur 1000 (Clarke & Gorley, 2006). L'analyse des dendrogrammes a été complétée par une analyse SIMPER (PRIMER V6).

2.6 Suivi de la qualité de l'eau - MSu1 (2020)

Le suivi de la qualité de l'eau a été réalisée sur les trois stations (M6, M16, M18) correspondant aux prélèvements bio-sédimentaires (MSu3) et une station témoin en dehors de l'influence des travaux (O) en juin 2020. A chacune des quatre stations, les prélèvements d'eau ont été effectués à l'aide d'une bouteille Niskin (5 ou 10 L) en trois points de prélèvement (surface / milieu et fond de la colonne d'eau) (campagne de juin). La mesure des paramètres physico-chimiques a été réalisée à l'aide de la sonde CTD Seabird 19+ (en aller-retour dans la colonne d'eau ; vitesse du treuil inférieure à 1m/s) (campagne de mars et juin). Par ailleurs, les paramètres descriptifs de la turbidité ont également été mesurés telles que la mesure optique (NTU) et la mesure de la concentration en Matières En Suspension (MES). Les MES ont été déterminées par pesée avant et après filtration au travers de filtres GF/F (porosité environ 0,7 μ m) en filtrant un volume d'eau suffisant pour avoir 0,5 à 1 mg de matériel déposé sur le filtre. Les échantillons d'eau de mer ont été conservés au frais et à l'abri de la lumière. De plus, la mesure de ce paramètre a été réalisé en respectant le protocole national: "Protocole national de la détermination de la concentration en Matière En Suspension". Enfin, les paramètres biologiques suivants : concentration en oxygène dissout et en chl a a ont également également mesurés à l'aide de la sonde.

3 Résultats

3.1 Suivi biosédimentaire (granulométriques et chimiques) – MSu3

3.1.1 Analyses granulométriques

La quantité de sédiments qui a pu être soumis à l'analyse granulométrique a été suffisante pour tous les prélèvements. A partir des analyses granulométriques, chaque station a été caractérisée par quatre fractions sédimentaires principales selon les classes granulométriques suivantes :

- Les galets/blocs : fraction supérieure à 4 cm
- Les graviers : fraction supérieure à 2 mm
- Les sables : fraction comprise entre 63 μ m et 2 mm

- Les silts-argiles : fraction inférieure à 63 µm

Les résultats pour chaque station durant la campagne de 2020 et 2021 sont résumés dans le tableau 9. De manière générale, les résultats mettent en évidence deux fractions différentes au niveau de la zone du parc éolien: une fraction de sables dominantes, environ 94 % en moyenne sur l'ensemble des sous-stations ; et une fraction de graviers, environ 5 %. La fraction appartenant aux silts-argiles est vraiment mineure avec seulement 1 %.

L'analyse des 33 tamis permet de projeter ces différentes coupures sur un diagramme de Folk (Figure 7) qui utilise des limites entre les classes granulométriques différentes de celles présentées au Tableau 9.

Tableau 9. Résultats granulométriques (%) de chaque sous-station regroupée selon trois fractions sédimentaires principales pour l'année 2020 et 2021

Parc éolien	Station	Sous-Station	2020				2021			
			Galets	Graviers	Sables	Silts-Argiles	Galets	Graviers	Sables	Silts-Argiles
Intérieur	M6	M6a	-	1,43	98,12	0,45	-	-	98,60	1,40
		M6b	-	8,87	90,32	0,81	-	-	98,47	1,53
		M6c	-	3,55	95,91	0,54	-	-	98,87	1,13
	M16	M16a	-	-	97,36	2,64	-	11,34	86,87	1,79
		M16b	-	-	98,15	1,85	-	-	98,99	1,01
		M16c	-	5,33	93,96	0,71	-	21,43	77,24	1,33
	M18	M18a	-	-	99,45	0,55	-	7,34	91,47	1,19
		M18b	-	7,21	92,38	0,41	-	-	98,84	1,16
		M18c	-	15,17	84,48	0,35	-	-	98,04	1,96
	M13	M13a	-	-	-	-	-	-	98,54	1,46
		M13b	-	-	-	-	-	-	99,42	0,58
		M13c	-	-	-	-	-	3,32	96,22	0,46
Extérieur	O	Oa	-	-	98,82	1,18	-	-	97,54	2,46
		Ob	-	-	96,16	3,84	-	-	99,10	0,90
		Oc	-	-	98,70	1,30	-	-	99,49	0,51
	P	Pa	-	3,00	96,59	0,41	-	-	98,62	1,38
		Pb	-	16,09	82,66	1,25	-	12,86	86,88	0,26
		Pc	-	7,49	91,72	0,79	-	35,85	63,79	0,36

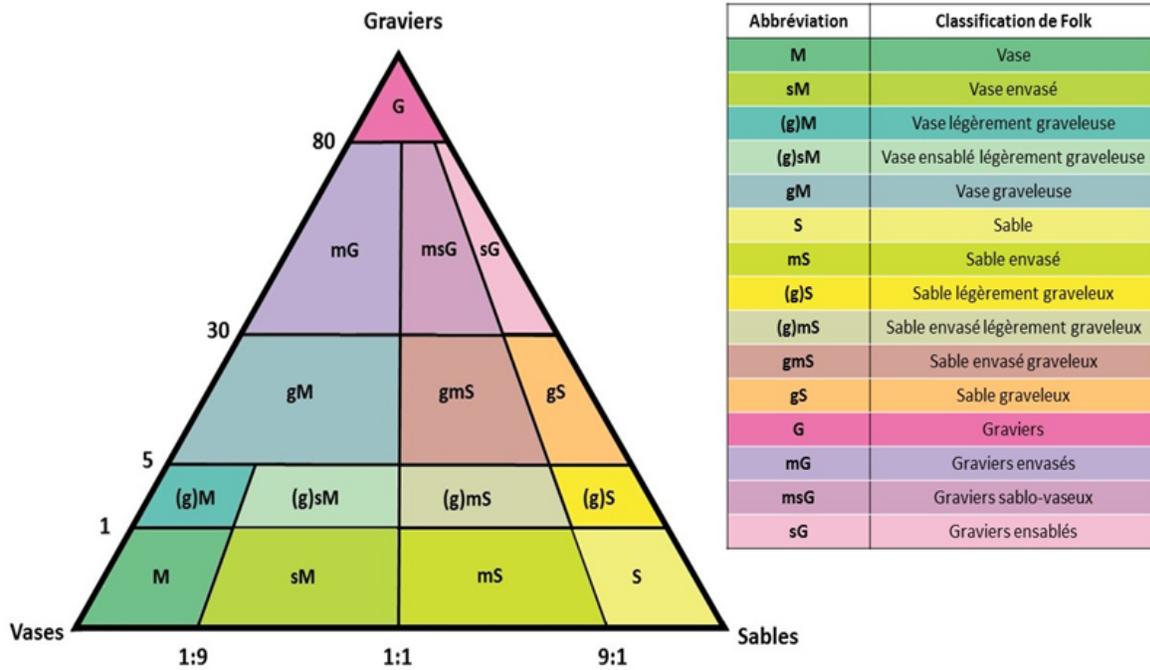


Figure 7. Diagramme triangulaire de Folk sur la classification sédimentaire et son codage (Folk, 1954)

Suivant la classification de Folk, les données granulométriques au niveau de la zone d'étude se classent dans un seul type sédimentaire : les graviers ensablés (Tableau 10). Ces résultats sont issus des analyses réalisées avec le logiciel Grandistat.

Tableau 10. Type sédimentaire d'après le diagramme de Folk (1954)

Parc éolien	Station	Sous-Station	Type sédimentaire	
			2020	2021
Intérieur	M6	M6a	Graviers ensablés	Graviers ensablés
		M6b	Graviers ensablés	Graviers ensablés
		M6c	Graviers ensablés	Graviers ensablés
	M16	M16a	Graviers ensablés	Graviers ensablés
		M16b	Graviers ensablés	Graviers ensablés
		M16c	Graviers ensablés	Graviers ensablés
	M18	M18a	Graviers ensablés	Graviers ensablés
		M18b	Graviers ensablés	Graviers ensablés
		M18c	Graviers ensablés	Graviers ensablés
	M13	M13a	-	Graviers ensablés
		M13b	-	Graviers ensablés
		M13c	-	Graviers ensablés
Extérieur	O	Oa	Graviers ensablés	Graviers ensablés
		Ob	Graviers ensablés	Sables graveleux
		Oc	Sable graveleux	Graviers ensablés
	P	Pa	Graviers ensablés	Graviers ensablés
		Pb	Graviers ensablés	Graviers ensablés
		Pc	Graviers ensablés	Graviers ensablés

Les résultats mettent en évidence que seules deux sous-stations montrent des évolutions granulométriques entre les deux années : Ob et Oc, passant de Graviers ensablés à Sables graveleux pour la première et de Sables graveleux à Graviers ensablés pour la seconde.

La Figure 8 présente les photographies des sédiments correspondants aux 15 sous-stations granulométriques.

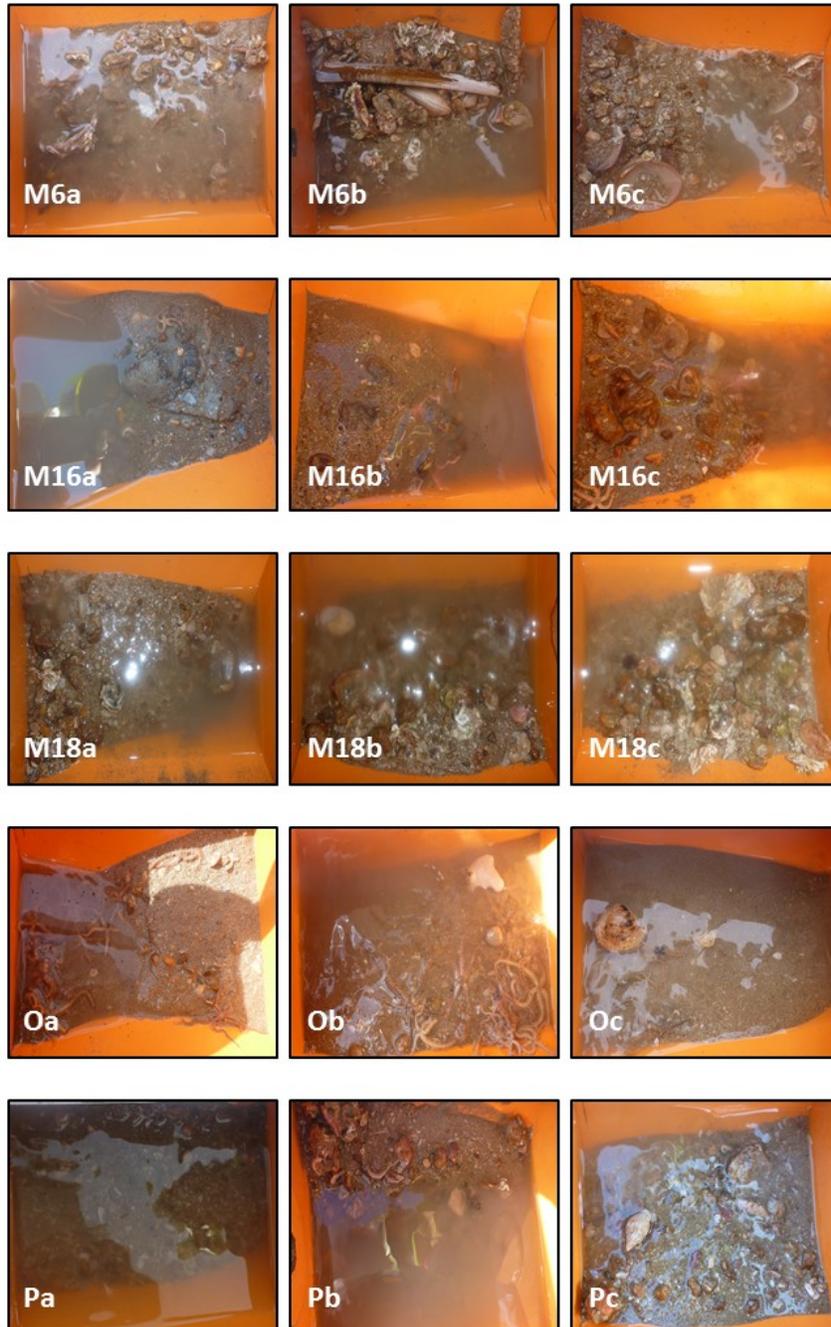


Figure 8. Photographie des sédiments correspondants aux 15 sous-stations granulométriques

3.1.2 Analyse physico-chimique des sédiments

La qualité des sédiments prélevés lors de la campagne de mars 2020 et 2021 a été comparée aux seuils N1/N2, seuils utilisés dans la réglementation relatives aux opérations de dragage et de clapage de sédiments en mer mais indiquant également le niveau de contamination. Au-dessous du niveau N1, l'impact potentiel est en principe jugé d'emblée neutre ou négligeable, les teneurs étant « normales » ou comparables au bruit de fond environnemental. Entre le niveau N1 et le niveau 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 généralement nécessaire car des indices notables laissent présager un impact potentiel négatif de l'opération. Les résultats indiquent (Tableau 11 et Annexe 1 et 2 - Qualité des sédiments rapport d'analyses 2020 et 2021) :

- l'absence de micropolluants inorganiques et organiques ;
- l'absence de détection de PCB ;
- l'absence d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) ;
- l'absence en composés organiques ;

Ainsi, les analyses de qualité des sédiments prélevés sur l'aire d'étude immédiate (en 2020 et 2021) montrent que les sédiments sont exempts de pollution par les contaminants chimiques et organiques.

Tableau 11. Synthèse des substances analysées par le laboratoire Eurofins dans les sédiments en mars 2020

Paramètres	Unités	Echantillon		Valeurs seuils Arrêté 09/08/2006	
		2020	2021	Niveau N1	Niveau N2
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES					
Matière sèche	% P.B.	83,7	78,3		
Masse volumique	g/cm ³	1,69	2,13		
NUTRIMENTS / ANIONS / CATIONS					
Aluminium (Al)	mg/kg	1010	1020		
Carbone Organique Total par Combustion	mg/kg	1600	3130		
Azote Kjeldahl	g/kg	<0.5	<0.5		
Phosphore total	mg/kg	513	577		
MICROPOLLUANTS INORGANIQUES					
Arsenic (As)	mg/kg	3,12	4,95	25	50
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0.10	<0.10	1,2	2,4
Chrome (Cr)	mg/kg	4,54	4,74	90	180
Cuivre (Cu)	mg/kg	<5.00	<5.00	45	90
Mercure (Hg)	mg/kg	<0.10	<0.10	0,4	0,8
Nickel (Ni)	mg/kg	2,46	2,48	37	74
Plomb (Pb)	mg/kg	6,06	10,1	100	200
Zinc (Zn)	mg/kg	9,7	16,1	276	552
MICROPOLLUANTS ORGANIQUES					
PCB 28	mg/kg	<0.001	<0.001	0,005	0,01
PCB 52	mg/kg	<0.001	<0.001	0,005	0,01
PCB 101	mg/kg	<0.001	<0.001	0,01	0,02
PCB 118	mg/kg	<0.001	<0.001	0,01	0,02
PCB 138	mg/kg	<0.001	<0.001	0,02	0,04
PCB 153	mg/kg	<0.001	<0.001	0,02	0,04
PCB 180	mg/kg	<0.001	<0.001	0,01	0,02
SOMME PCB Totaux	mg/kg	0,004	0,004	0,5	1
HAP					
Acénaphthylène	mg/kg	<0.0021	<0.002	0,04	0,34
Fluorène	mg/kg	<0.0021	0,0022	0,02	0,28
Naphtalène	mg/kg	<0.0021	0,0099	0,16	1,13
Phénanthrène	mg/kg	<0.0021	0,0083	0,24	0,87
Anthracène	mg/kg	0,0058	<0.002	0,085	0,59

COMPOSES ORGANIQUES					
MBT	µg/kg	<2.0	21		
DBT	µg/kg	<2.0	<2.0		
TBT	µg/kg	<2.0	<2.0	100	400
BACTERIOLOGIE					
Entérocoques	NPP/g	<56	<40		
Escherichia coli	NPP/g	<56	<56		

3.1.3 La Matière organique

Les pourcentages de Matière Organique (MO) mesurés au niveau du parc éolien sont présentés dans la Figure 9 et le Tableau 12. En 2020, ce pourcentage de matière organique variait de 1,21 (Oc) à 2,74 % (Pb), ce qui est très faible. En 2021, ce pourcentage de matière organique varie de 1,41 (Pb) à 2,33 (M6b), ce qui est également très faible. **Les valeurs sont voisines d'une année à l'autre et la station M13 ajoutée en 2021 présente un pourcentage de MO voisin de celui des autres stations montrant le même environnement sédimentaire.**

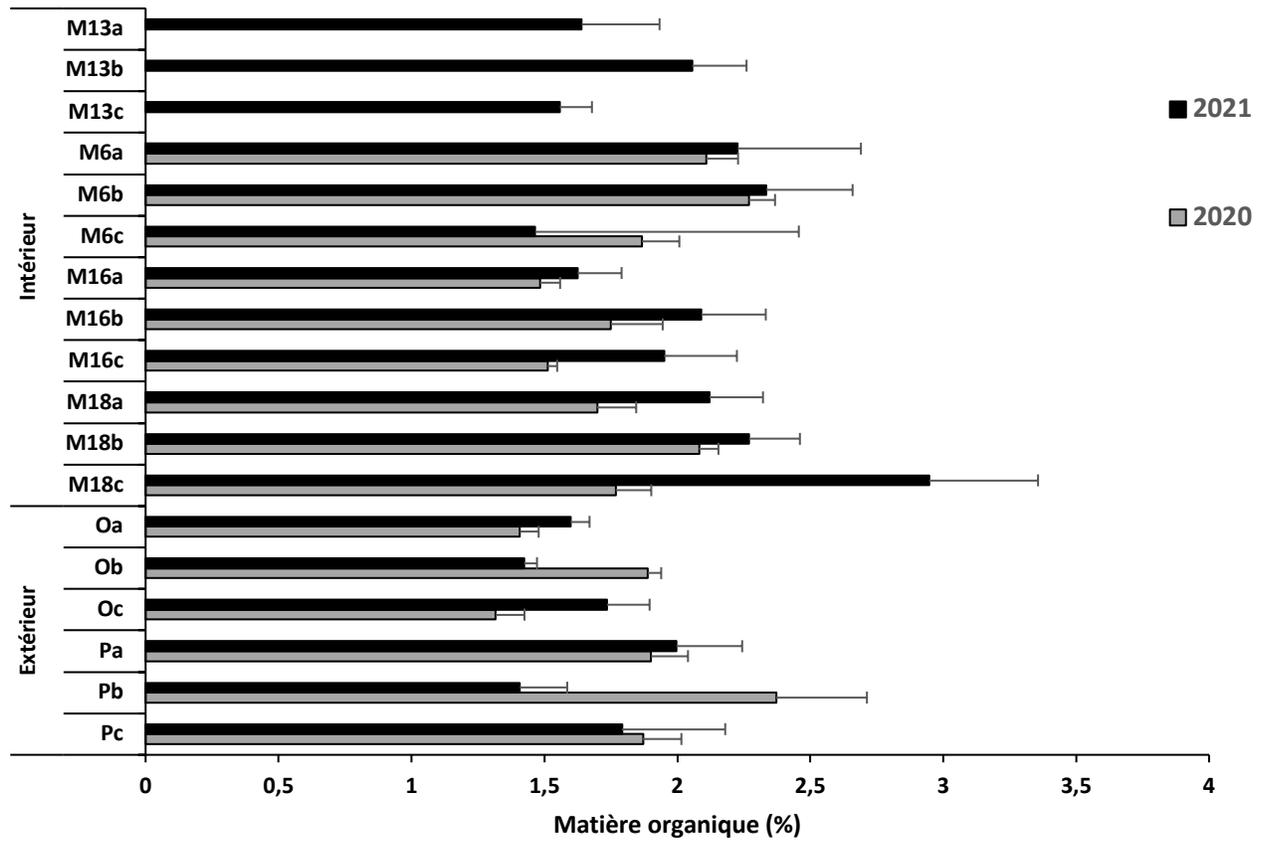


Figure 9. Teneur en matière organique (%) des 18 sous-stations de la zone d'étude

Tableau 12. Teneur moyenne en matière organique (%) avec écart type des 15 et 18 sous-stations benthos en 2020 et 2021.

Parc éolien	Station	Sous-Station	MO ± écart type	
			2020	2021
Intérieur	M6	M6a	2,11 ± 0,12	2,23 ± 0,46
		M6b	2,27 ± 0,10	2,33 ± 0,32
		M6c	1,87 ± 0,14	1,47 ± 0,99
	M16	M16a	1,48 ± 0,07	1,62 ± 0,17
		M16b	1,75 ± 0,19	2,09 ± 0,24
		M16c	1,51 ± 0,04	1,95 ± 0,27
	M18	M18a	1,70 ± 0,15	2,12 ± 0,20
		M18b	2,08 ± 0,07	2,27 ± 0,19
		M18c	1,77 ± 0,13	1,52 ± 0,41
	M13	M13a	-	1,64 ± 0,29
		M13b	-	2,06 ± 0,20
		M13c	-	1,56 ± 0,12
Extérieur	O	Oa	1,41 ± 0,07	1,60 ± 0,07
		Ob	1,89 ± 0,05	1,42 ± 0,05
		Oc	1,32 ± 0,11	1,73 ± 0,16
	P	Pa	1,90 ± 0,14	2,00 ± 0,25
		Pb	2,37 ± 0,34	1,41 ± 0,18
		Pc	1,87 ± 0,14	1,79 ± 0,39

3.2 Suivis des habitats et communautés benthiques – MSu3

3.2.1 Richesse taxonomique

En mars 2020, sur l'ensemble des 15 sous-stations, le nombre total de taxa récolté était de 182 au niveau du site du parc éolien. Ces 182 taxa correspondent à la macrofaune benthique (endofaune et epifaune vagile) dénombrable. La richesse taxonomique variait entre les stations de 33 taxa à la station Oc à 99 taxa pour la station M6b pour 0,3 m² (Figure 10 ; Tableau 13). En mars 2021, sur l'ensemble des 18 sous-stations, le nombre total de taxa récolté est de 159, par conséquent une valeur plus faible qu'en 2020 en dépit de l'ajout de trois stations. La richesse taxonomique varie entre les stations de 33 taxa à la station Oa à 85 taxa à la station M13b pour 0,3 m² (Figure 10 ; Tableau 13).

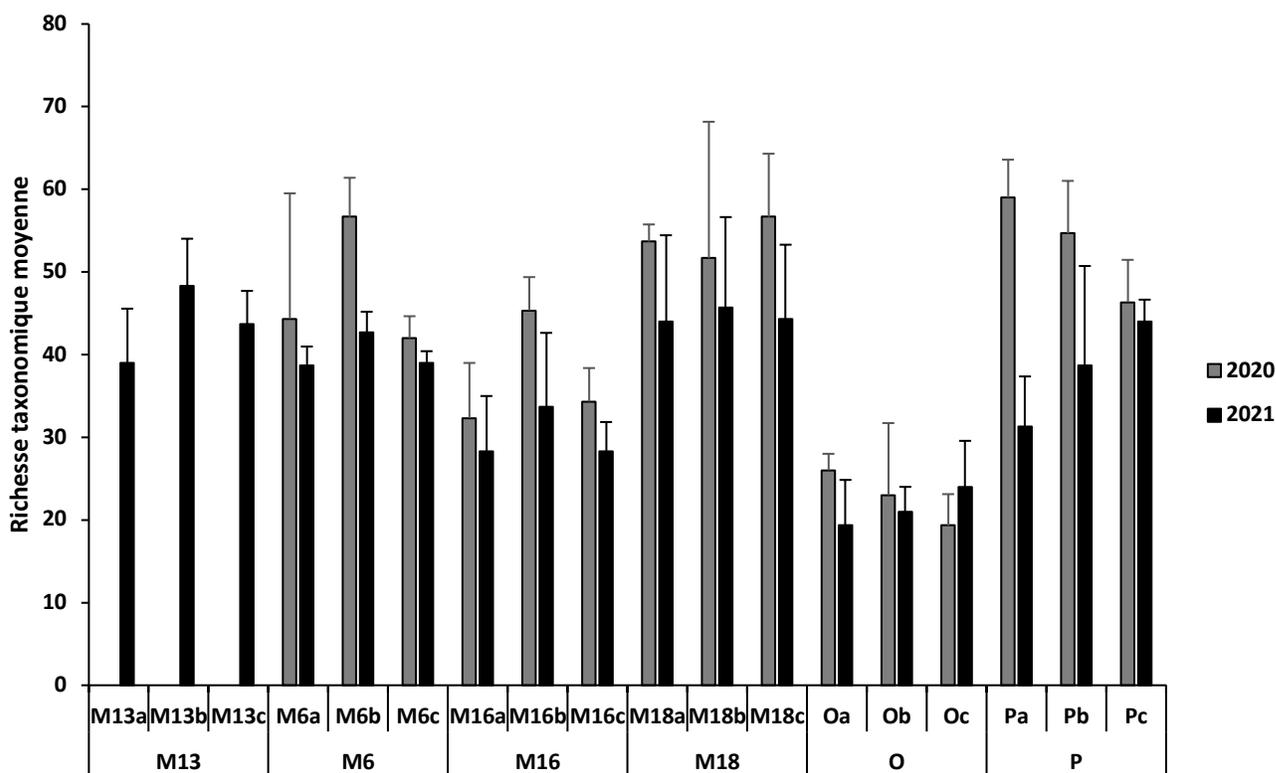


Figure 10. Richesse taxonomique moyenne (0,1 m²) avec écart type des 18 sous-stations

Tableau 13. Richesse taxonomique par 0,3 m² des 18 sous-stations

Parc éolien	Station	Sous-Station	Richesse taxonomique		
			2020	2021	
Intérieur	M6	M6a	76	64	
		M6b	99	72	
		M6c	69	59	
	M16	M16a	62	54	
		M16b	72	59	
		M16c	56	50	
	M18	M18a	81	73	
		M18b	87	74	
		M18c	81	73	
	M13	M13a	-	57	
		M13b	-	85	
		M13c	-	68	
	Extérieur	O	Oa	47	33
			Ob	43	36
			Oc	33	42
P		Pa	91	56	
		Pb	82	68	
		Pc	76	69	

3.2.2 Diversité

En 2020, l'ensemble des sous-stations du site d'étude présentent des valeurs d'indices de Shannon correspondant à une communauté assez diversifiée (station O) à très diversifiée (station P) (Figure 11 ; Tableau 14). L'indice de Shannon variait de 2,1 à la sous-station Oa à 4,7 à la sous-station Pb (Tableau 13). En 2021, l'ensemble des stations du site d'étude présente des valeurs correspondant à une communauté assez diversifiée (station O) à très diversifiée (station M13). En 2021, l'indice de Shannon varie de 2,3 (Ob) à 4,9 (M13b).

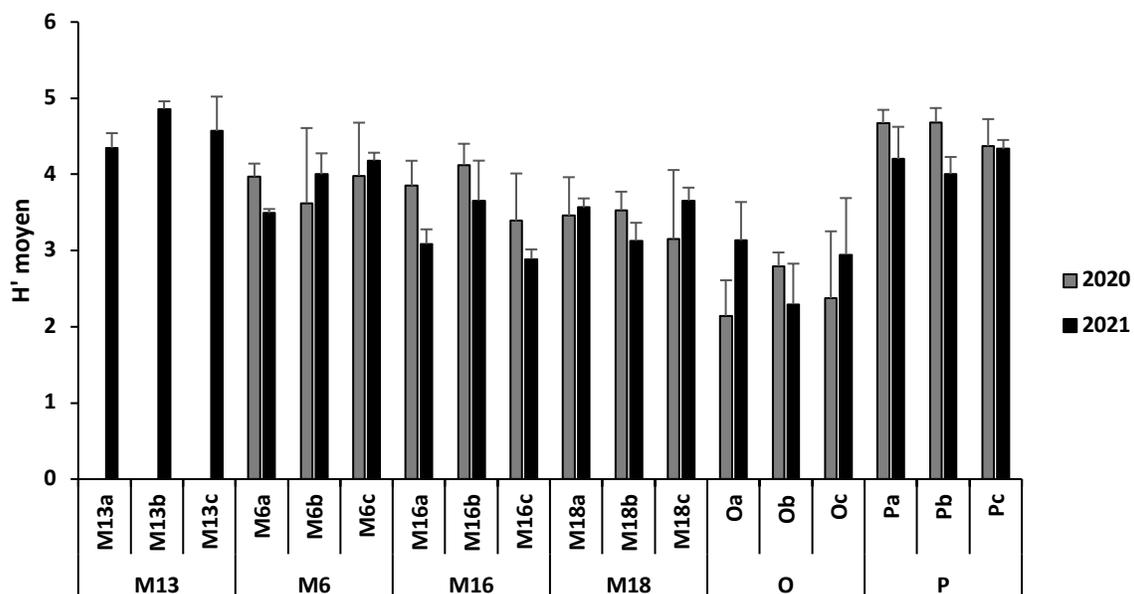


Figure 11. Indice de diversité de Shannon avec écart type pour les 18 sous-stations du parc éolien de Courseulles sur mer

Tableau 14. Indice de diversité de Shannon avec écart type pour les 18 sous-stations

Parc éolien	Station	Sous-Station	H'	
			2020	2021
Intérieur	M6	M6a	4,0 ± 0,2	3,5 ± 0,1
		M6b	3,6 ± 1,0	4,0 ± 0,3
		M6c	4,0 ± 0,7	4,2 ± 0,1
	M16	M16a	3,8 ± 0,3	3,1 ± 0,2
		M16b	4,1 ± 0,3	3,7 ± 0,5
		M16c	3,4 ± 0,6	2,9 ± 0,1
	M18	M18a	3,5 ± 0,5	3,6 ± 0,1
		M18b	3,5 ± 0,2	3,1 ± 0,2
		M18c	3,2 ± 0,9	3,6 ± 0,2
	M13	M13a	-	4,3 ± 0,2
M13b		-	4,9 ± 0,1	
M13c		-	4,6 ± 0,4	
Extérieur	O	Oa	2,1 ± 0,5	3,1 ± 0,5
		Ob	2,8 ± 0,2	2,3 ± 0,5

		Oc	2,4 ± 0,9	2,9 ± 0,7
	P	Pa	4,7 ± 0,2	4,2 ± 0,4
		Pb	4,7 ± 0,2	4,0 ± 0,2
		Pc	4,4 ± 0,4	4,3 ± 0,1

En 2020, l'indice de Piélu restait voisin de 0,7 entre les 15 sous-stations, indiquant qu'il n'y avait pas de dominance de certaines espèces dans les stations du site d'étude (Figure 12 ; Tableau 15). En 2021, l'indice de Piélu est également voisin de 0,7 entre les 18 sous-stations indiquant qu'il n'y a pas de dominance de certaines espèces dans les différents sous-stations.

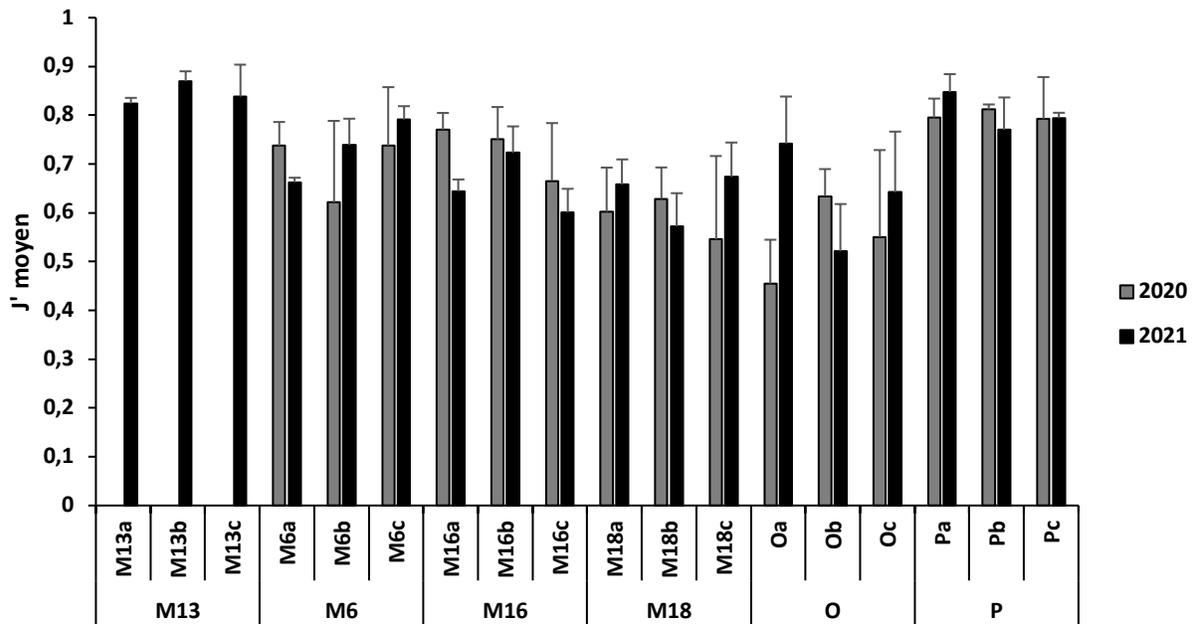


Figure 12. Indice d'équitabilité de Piélu avec écart type pour les 18 stations

Tableau 15. Indice d'équitabilité de Piélou avec écart type pour les 18 stations

Parc éolien	Station	Sous-Station	J	
			2020	2021
Intérieur	M6	M6a	0,7 ± 0,05	0,7 ± 0,01
		M6b	0,6 ± 0,2	0,7 ± 0,05
		M6c	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,03
	M16	M16a	0,8 ± 0,03	0,6 ± 0,02
		M16b	0,7 ± 0,06	0,7 ± 0,05
		M16c	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,05
	M18	M18a	0,6 ± 0,09	0,7 ± 0,05
		M18b	0,6 ± 0,06	0,6 ± 0,07
		M18c	0,5 ± 0,2	0,7 ± 0,07
	M13	M13a	-	0,8 ± 0,01
		M13b	-	0,9 ± 0,02
		M13c	-	0,8 ± 0,06
Extérieur	O	Oa	0,4 ± 0,09	0,7 ± 0,1
		Ob	0,6 ± 0,05	0,5 ± 0,1
		Oc	0,5 ± 0,2	0,6 ± 0,1
	P	Pa	0,8 ± 0,04	0,8 ± 0,04
		Pb	0,8 ± 0,01	0,8 ± 0,07
		Pc	0,8 ± 0,08	0,8 ± 0,01

3.2.3 Abondances et biomasses

➤ Abondances

En 2020, pour l'ensemble des 15 sous-stations, un total de 14 863 individus a été récolté sur une surface totale de 4,5 m² (soit 15 sous-stations de 0,3 m²), soit une moyenne de **3303 individus par m²**. Les abondances moyenne variaient de 133 individus.0,1 m² (station Oc) à 812 individus.0,1 m² (station M18c) (Figure 13 ; Tableau 16). En 2021, pour l'ensemble des 18 sous-stations, un total de 10 845 individus a été récolté sur une surface totale de 5,4 m² (soit 18 sous-stations de 0,3 m²), soit une moyenne de 2008 individus par m². Les abondances moyenne varient de 86 individus.0,1 m² (sous-station Oa) à 421 individus.0,1 m² (sous-station M18b).

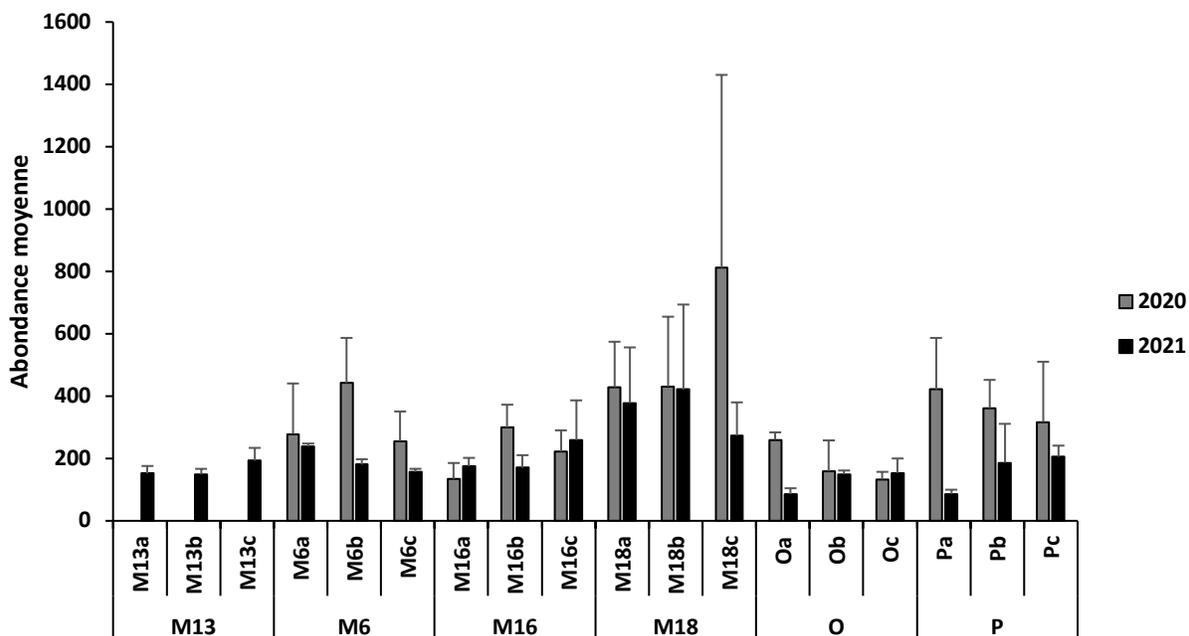


Figure 13. Abondance moyenne (nombre d'individus pour 0,1 m²) avec écart type des 18 sous-stations

Tableau 16. Abondance moyenne (nombre d'individus pour 0,1 m²) avec écart type des 18 sous-stations

Parc éolien	Station	Sous-Station	Abondance	
			2020	2021
Intérieur	M6	M6a	278,3 ± 162,3	238,7 ± 9,3
		M6b	442,0 ± 144,8	180,7 ± 17,0
		M6c	255,7 ± 95,1	157,0 ± 9,9
	M16	M16a	134,7 ± 50,9	175,7 ± 26,3
		M16b	299,0 ± 73,5	170,3 ± 40,3
		M16c	222,3 ± 67,9	258,7 ± 127,8
	M18	M18a	428,7 ± 145,8	377,7 ± 178,6
		M18b	430,3 ± 224,5	421,3 ± 272,5
		M18c	812,0 ± 618,4	273,3 ± 106,7
	M13	M13a	-	152,3 ± 23,7
M13b		-	149,3 ± 17,5	
M13c		-	193,0 ± 41,0	
Extérieur	O	Oa	260,0 ± 23,8	86,0 ± 18,5
		Ob	159,3 ± 98,7	149,7 ± 11,8

		Oc	133,0 ± 24,2	153,7 ± 46,4
	P	Pa	421,7 ± 165,1	86,3 ± 13,6
		Pb	361,0 ± 91,1	186,3 ± 124,8
		Pc	316,3 ± 194,0	205,7 ± 35,6

➤ Biomasses

En 2020, les biomasses moyennes variaient de 1,12 g PSLC.0,1 m² (station M18a) à 3,03 g PSLC.0,1 m² (station Pa) (Figure 14 ; Tableau 17). La biomasse moyenne était de 19,19 PSLC par m². En 2021, les biomasses moyennes varient de 0,9 g PSLC.0,1 m² (station Pb) à 7,5 g PSLC.0,1 m² (M6b). La biomasse moyenne est de 23,0 PSLC par m², donc plus élevée qu'en 2020 en raison de l'échantillonnage d'un plus grand nombre de bivalves à forte biomasse individuelle en 2021 qu'en 2020 et en dépit d'un nombre total d'individus plus faible en 2021 qu'en 2020.

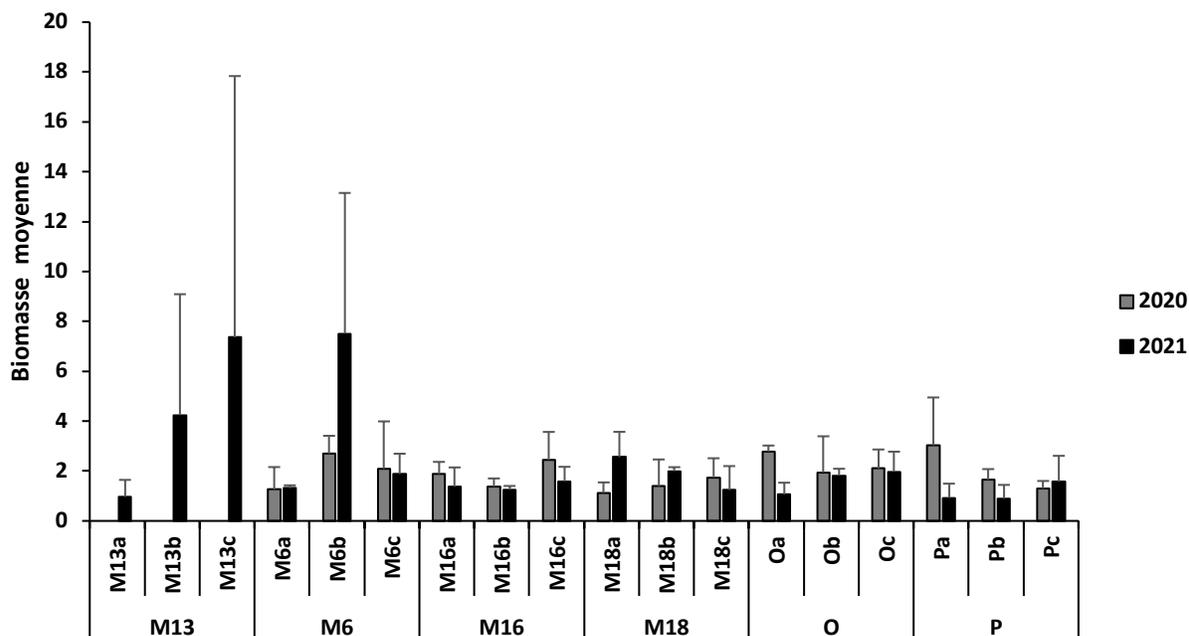


Figure 14. Biomasse moyenne (g PSLC pour 0,1 m²) avec écart type des 18 stations

Tableau 17. Biomasse moyenne (g PSLC pour 0,1 m²) avec écart type des 15 stations

Parc éolien	Station	Sous-Station	Biomasse		
			2020	2021	
Intérieur	M6	M6a	1,26 ± 0,90	1,32 ± 0,11	
		M6b	2,70 ± 0,71	7,51 ± 6,64	
		M6c	2,09 ± 1,90	1,88 ± 10,81	
	M16	M16a	1,88 ± 0,48	1,37 ± 0,78	
		M16b	1,37 ± 0,33	1,25 ± 0,15	
		M16c	2,45 ± 1,12	1,58 ± 0,59	
	M18	M18a	1,12 ± 0,42	2,56 ± 1,01	
		M18b	1,39 ± 1,08	1,99 ± 0,16	
		M18c	1,74 ± 0,78	1,24 ± 0,96	
	M13	M13a	-	0,96 ± 0,68	
		M13b	-	4,24 ± 4,85	
		M13c	-	7,36 ± 10,47	
	Extérieur	O	Oa	2,77 ± 0,25	1,06 ± 0,47
			Ob	1,94 ± 1,45	1,82 ± 0,27
			Oc	2,11 ± 0,76	1,97 ± 0,80
P		Pa	3,03 ± 1,92	0,92 ± 0,57	
		Pb	1,65 ± 0,42	0,89 ± 0,55	
		Pc	1,29 ± 0,31	1,57 ± 1,04	

Pour la palourde rose *Polititapes rhomboides* (Pennant, 1777), en 2020, un total de 59 individus a été mesuré. La structure de taille de la population au niveau de ce site, s'étendait de 1,6 mm pour la plus petite à 49,33 mm pour la plus grande (Figure 15). La figure 15 permet de mettre en évidence, 3 classes de tailles dans la population : des individus juvéniles de taille comprise entre 1 et 10 mm, des individus adultes entre 16 et 38 mm, puis des individus adultes entre 42 et 49 mm. Ces différentes classes de tailles indiquent un bon recrutement annuel pour cette espèce qui vit plus de 10 ans au niveau du site d'étude.

En 2021, un total de 43 individus a été mesuré. La structure de taille de la population s'étend de 4,84 mm pour la plus petite à 41,01 mm pour la plus grande (Figure 15).

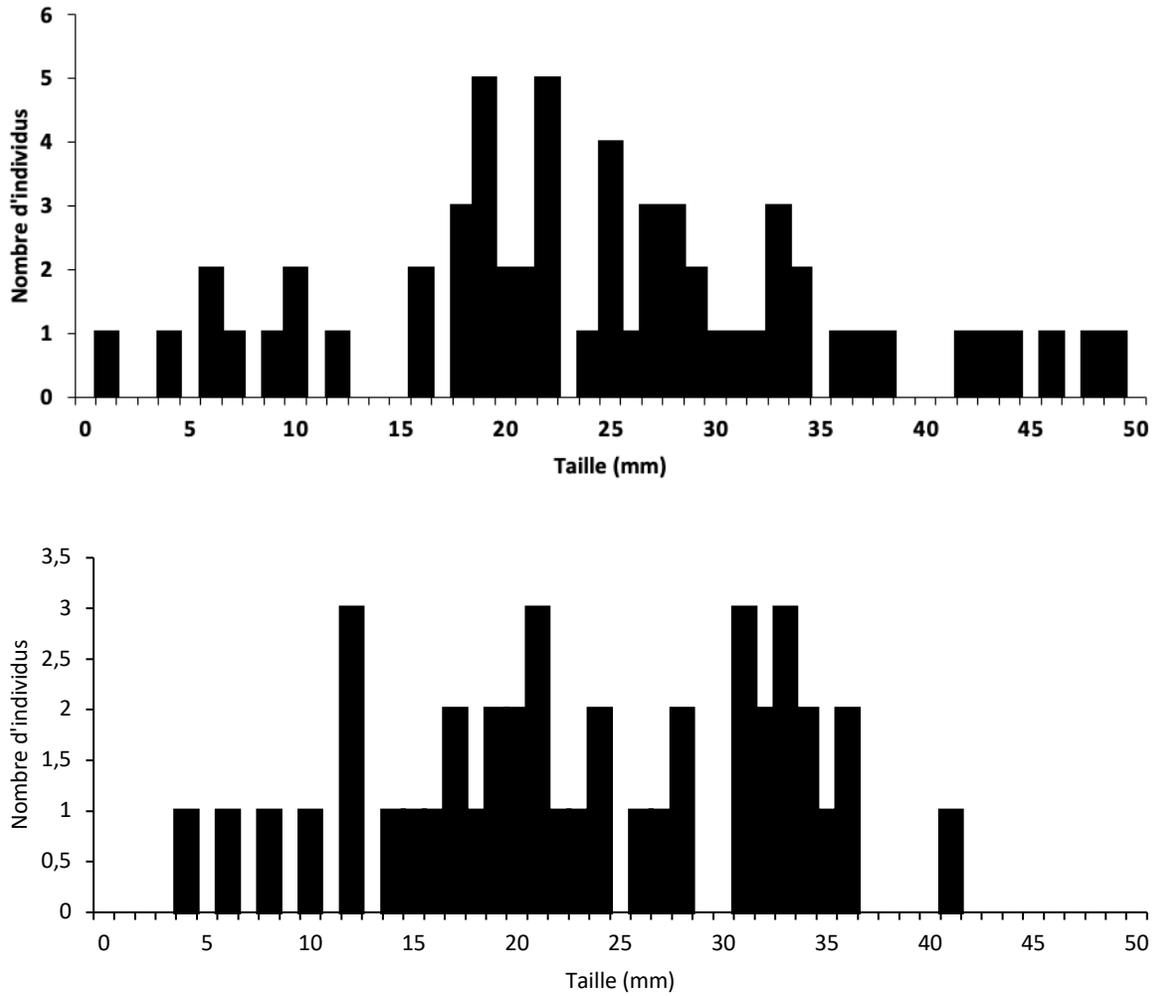


Figure 15. Histogramme de taille (mm) de la palourde rose *Polititapes rhomboides* (en haut en 2020 et en bas en 2021)

3.2.4 Indices

L'indice AMBI pour le site assigne que l'ensemble des 15 stations est classé selon cet indice dans un « Bon » état écologique (Figure 16; Tableau 18).

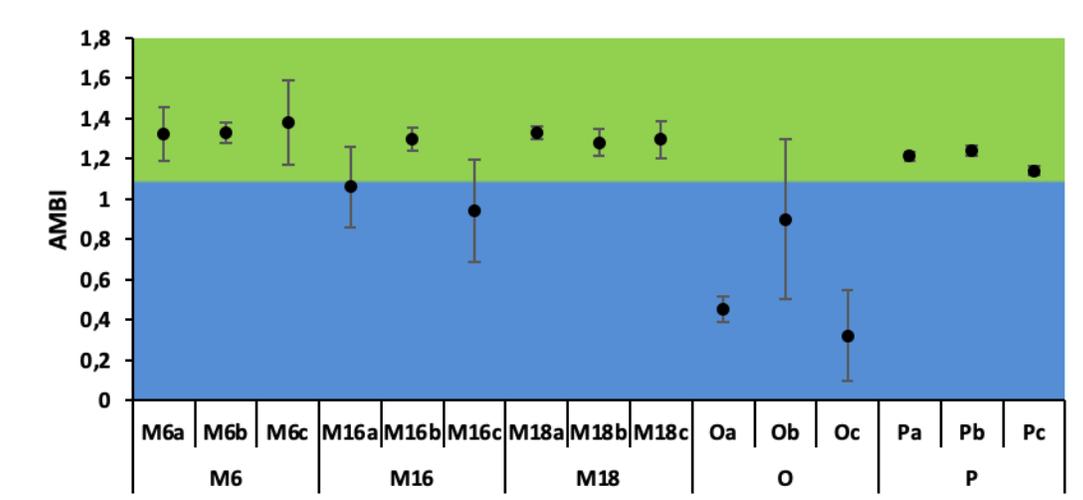


Figure 16. AMBI moyen avec écart type des 15 stations (en bleu très bon état écologique et en vert bon état)

En 2021, l'indice AMBI pour le site assigne que l'ensemble des 18 stations est classé selon cet indice dans un « bon » à « très bon » état écologique (Figure 17 ; Tableau 18).

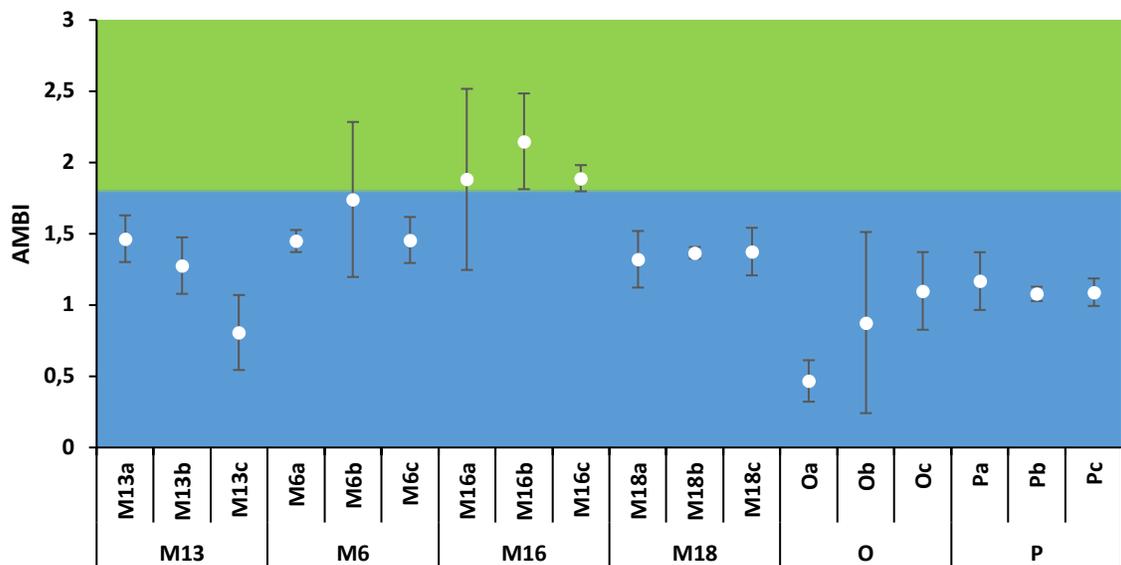


Figure 17. AMBI moyen avec écart type des 18 stations (en bleu très bon état écologique et en vert bon état) en 2021

Tableau 18. AMBI moyen avec écart type des 18 stations.

Parc éolien	Station	Sous-Station	AMBI	
			2020	2021
Intérieur	M6	M6a	1,3 ± 0,13	1,4 ± 0,1
		M6b	1,3 ± 0,05	1,7 ± 0,5
		M6c	1,4 ± 0,21	1,4 ± 0,2
	M16	M16a	1,1 ± 0,20	1,9 ± 0,6
		M16b	1,3 ± 0,05	2,1 ± 0,3
		M16c	0,9 ± 0,25	1,9 ± 0,1
	M18	M18a	1,3 ± 0,03	1,3 ± 0,2
		M18b	1,3 ± 0,07	1,4 ± 0,04
		M18c	1,3 ± 0,09	1,4 ± 0,2
	M13	M13a	-	1,5 ± 0,2
		M13b	-	1,3 ± 0,2
		M13c	-	0,8 ± 0,3
Extérieur	O	Oa	0,4 ± 0,06	0,5 ± 0,1
		Ob	0,9 ± 0,40	0,9 ± 0,6

		Oc	0,3 ± 0,23	1,1 ± 0,3
		Pa	1,2 ± 0,02	1,2 ± 0,2
	P	Pb	1,2 ± 0,03	1,1 ± 0,05
		Pc	1,1 ± 0,02	1,1 ± 0,1

En 2020, l'indice BO2A était faible sur l'ensemble des 15 sous-stations du site d'étude, indiquant ainsi que les polychètes opportunistes sont largement minoritaires par rapport aux amphipodes au sein de cette zone de la Manche. Les valeurs de BO2A indiquent un état écologique entre bon et très bon (Figure 18 ; Tableau 19). En 2021, l'indice BO2A est faible sur l'ensemble des 18 sous-stations du site d'étude, indiquant un état écologique entre bon et très bon (Figure 19 ; Tableau 19).

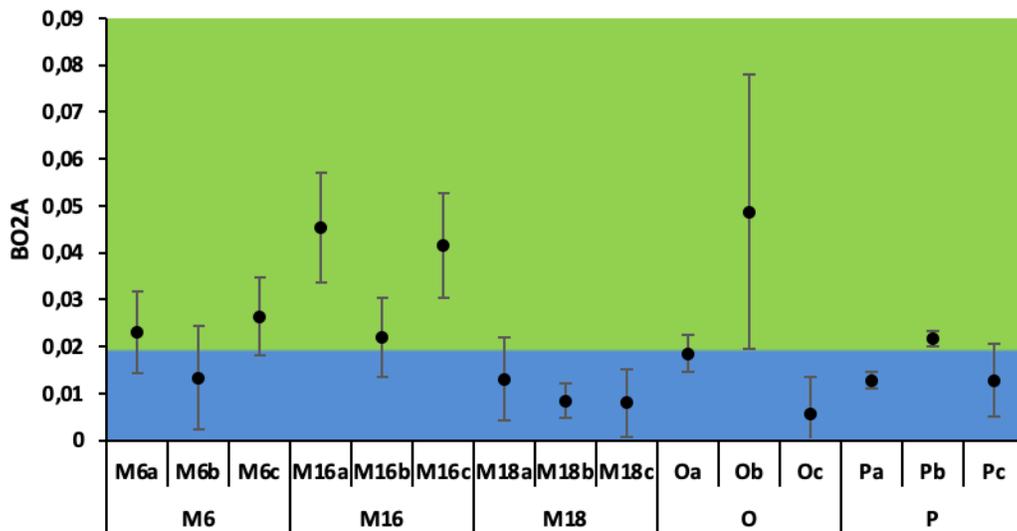


Figure 18. BO2A moyen avec écart type des 15 sous-stations (en bleu très bon état écologique et en vert bon état)

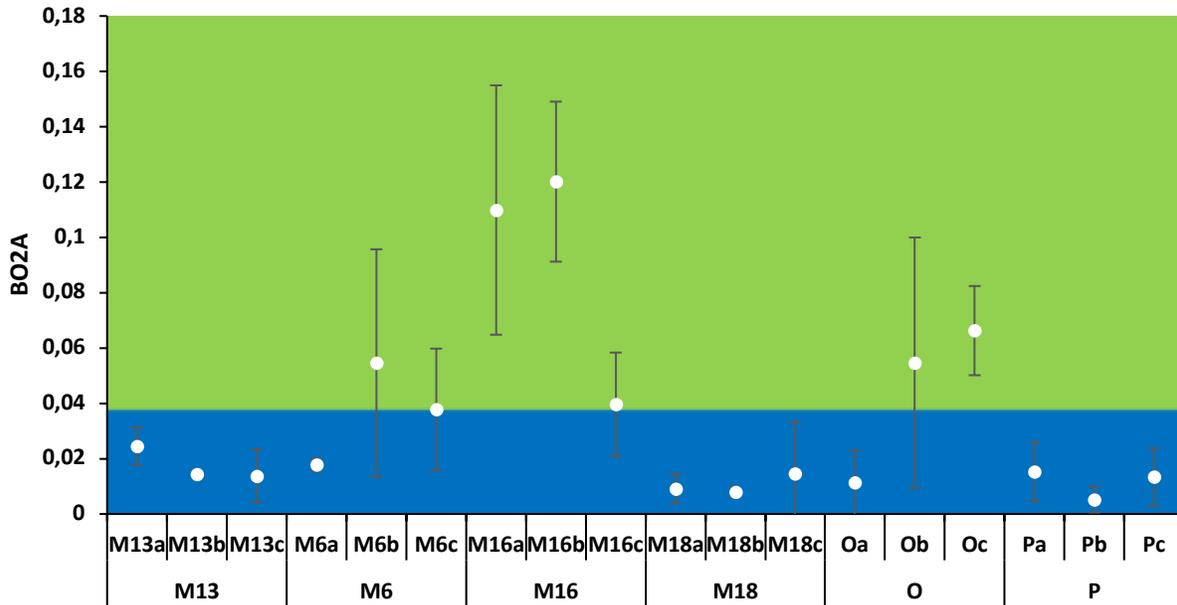


Figure 19. BO2A moyen avec écart type des 18 sous-stations (en bleu très bon état écologique et en vert bon état) en 2021.

Tableau 19. BO2A moyen avec écart type des 18 stations

Parc éolien	Station	Sous-Station	BO2A	
			2020	2021
Intérieur	M6	M6a	0,02 ± 0,009	0,02 ± 0,002
		M6b	0,01 ± 0,01	0,05 ± 0,04
		M6c	0,03 ± 0,008	0,04 ± 0,02
	M16	M16a	0,04 ± 0,01	0,11 ± 0,04
		M16b	0,02 ± 0,008	0,12 ± 0,03
		M16c	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,02
	M18	M18a	0,01 ± 0,009	0,009 ± 0,005
		M18b	0,008 ± 0,004	0,008 ± 0,002
		M18c	0,008 ± 0,007	0,01 ± 0,02
	M13	M13a	-	0,02 ± 0,007

		M13b	-	0,01 ± 0,001
		M13c	-	0,01 ± 0,01
Extérieur	O	Oa	0,02 ± 0,004	0,01 ± 0,01
		Ob	0,05 ± 0,03	0,05 ± 0,05
		Oc	0,006 ± 0,008	0,07 ± 0,02
	P	Pa	0,01 ± 0,002	0,01 ± 0,01
		Pb	0,02 ± 0,002	0,005 ± 0,005
		Pc	0,01 ± 0,008	0,01 ± 0,01

3.2.5 Assemblages faunistiques

➤ 2020

Lors de l'analyse d'une matrice unique correspondant à la moyenne des trois répliquats des 15 sous-stations, il se distingue deux assemblages différents en termes de présence/absence (Figure 20). Ainsi, du point de vue faunistique (analyse en présence/absence), il apparaît que les prélèvements effectués au niveau du site d'étude ne sont pas homogènes avec des compositions en espèces différents entre les stations correspondant à deux assemblages faunistiques (Tableau 20). **La station externe Ophiure se distingue des quatre autres stations.** D'autre part, les sous-stations sont généralement regroupées ensemble indiquant une bonne homogénéité faunistique à l'échelle locale ; cependant quelques sous-stations se distinguent comme M16C et M6A. **Les ressemblances entre les sous-stations supérieures à 45% soulignent l'appartenance des sous-stations et stations à une même communauté benthique celle des graviers ensablés de la partie centrale de la baie de Seine.**

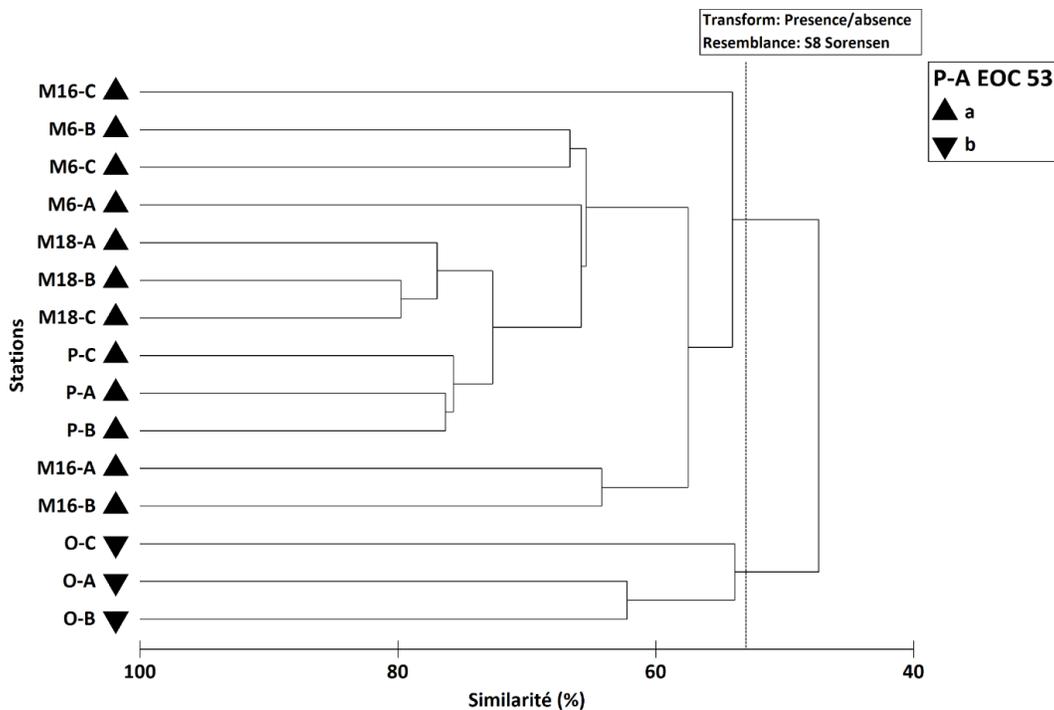


Figure 20. Dendrogramme correspondant à la matrice de similarité de Sorensen des 15 stations benthiques en présence/absence

Tableau 20. Analyse SIMPER

Assemblage a		Assemblage b	
Taxa	Cc (%)	Taxa	Cc (%)
<i>Caulleriella alata</i>	2,05	<i>Aonides oxycephala</i>	4,33
<i>Echinocyamus pusillus</i>	4,1	<i>Caulleriella alata</i>	8,65
<i>Eumida sanguinea</i>	6,15	<i>Eteone longa</i>	12,98
<i>Glycera lapidum</i>	8,2	<i>Euclymene oerstedii</i>	17,3
<i>Lepidonotus squamatus</i>	10,25	<i>Glycera lapidum</i>	21,63
<i>Leptochiton scabridus</i>	12,31	<i>Lumbrineris latreilli</i>	25,96
<i>Lumbrineris latreilli</i>	14,36	<i>Nemertea</i>	30,28
<i>Maera othonis</i>	16,41	<i>Nephtys caeca</i>	34,61
<i>Nemertea</i>	18,46	<i>Nucula hanleyi</i>	38,94
<i>Nucula hanleyi</i>	20,51	<i>Ophiothrix fragilis</i>	43,26

Cinq espèces sont communes aux deux assemblages (Tableau 20, en bleu), les autres sont caractéristiques de chaque assemblage.

Avec les abondances moyennes des trois réplicats, deux assemblages sont également distingués, la station ophiure externe et deux sous-stations M16 se distinguent de l'ensemble des autres stations.

Comme pour le dendrogramme construit en présence/absence des espèces, les ressemblances entre les stations sont importants (Figure 21, Tableau 20). Cette communauté des graviers ensablés de la baie de Seine se distinguent essentiellement par la présence de patches d'Ophiures avec de très fortes abondances de cette espèce suspensivore et un appauvrissement faunistique dans ces stations dominées par les ophiures.

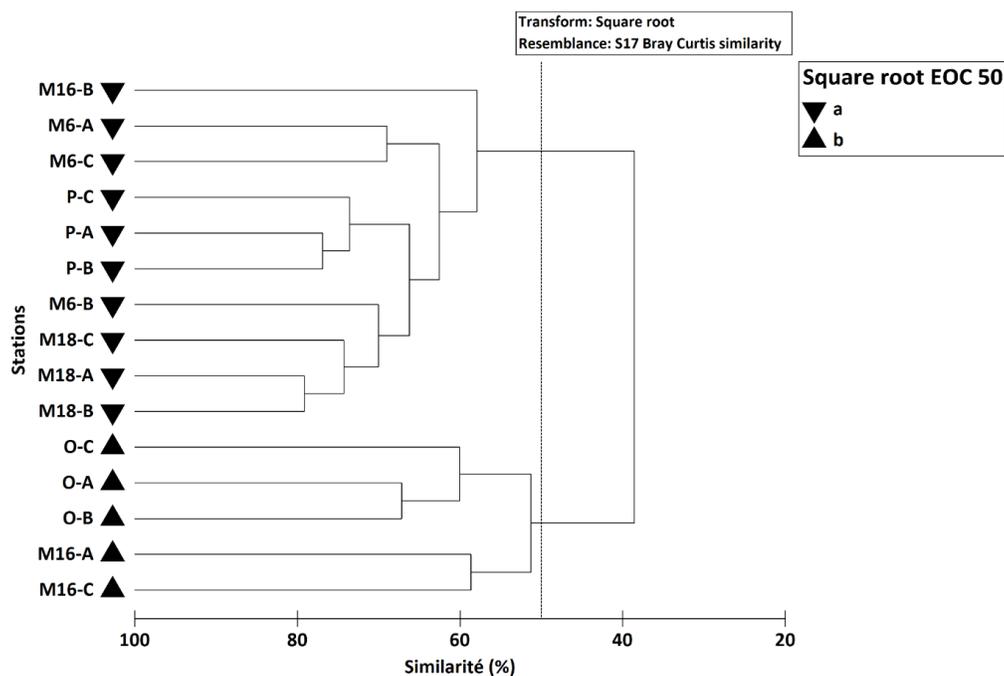


Figure 21. Dendrogramme obtenu à partir de la matrice d'abondance en transformation Square root selon la similarité de Bray-Curtis les 15 sous-stations échantillonnées en 2020

Tableau 21. Analyse SIMPER

Assemblage a		Assemblage b	
Taxa	Cc (%)	Taxa	Cc (%)
<i>Spirobranchus triqueter</i>	12,35	<i>Ophiothrix fragilis</i>	22,60
<i>Lumbrineris latreilli</i>	17,09	<i>Nucula hanleyi</i>	31,30
<i>Pholoe balthica</i>	21,23	<i>Caulleriella alata</i>	38,61
<i>Leptochiton scabridus</i>	25,33	<i>Lumbrineris latreilli</i>	45,66
<i>Caulleriella alata</i>	28,75	<i>Euclymene oerstedii</i>	50,07
<i>Glycera lapidum</i>	31,87	<i>Nemertea</i>	54,42
<i>Nucula hanleyi</i>	34,92	<i>Pholoe balthica</i>	58,31
<i>Nemertea</i>	37,66	<i>Urothoe elegans</i>	61,59
<i>Lepidonotus squamatus</i>	40,37	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	64,85
<i>Amphipholis squamata</i>	42,83	<i>Tellina donacina</i>	67,52

Quatre espèces sont communes aux deux assemblages (Tableau 21, en bleu), les autres sont caractéristiques de chaque assemblage dont la polychète serpulidae fixée sur les graviers et coquilles pour l'assemblage a et l'ophiure *Ophiothrix fragilis* pour l'assemblage b (Tableau 21).

➤ 2021

Lors de l'analyse d'une matrice unique correspondant à la moyenne des trois répliquats des 18 sous-stations, il se distingue deux assemblages différents en termes de présence/absence (Figure 22). Ainsi, du point de vue faunistique (analyse en présence/absence), il apparaît que les prélèvements effectués au niveau du site d'étude ne sont pas homogènes avec des compositions en espèces différents entre les stations correspondant à deux assemblages faunistiques (Tableau 22). **La station externe Ophiure se distingue des cinq autres stations. Les ressemblances entre les sous-stations supérieures à 53 % soulignent l'appartenance des sous-stations et stations à une même communauté benthique celle des graviers ensablés de la partie centrale de la baie de Seine.**

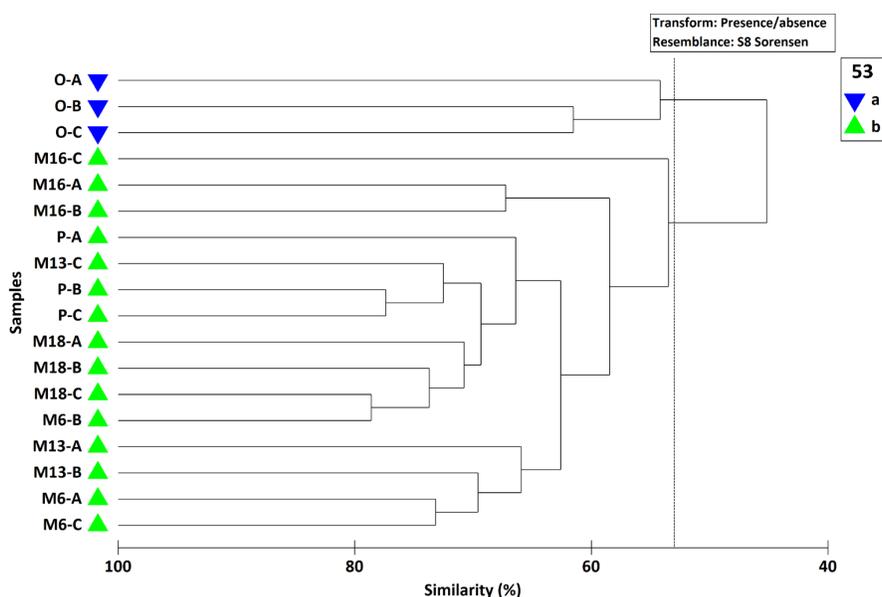


Figure 22. Dendrogramme correspondant à la matrice de similarité de Sorensen des 18 sous-stations benthiques en présence/absence pour 2021.

Tableau 22. Analyse SIMPER en presence-absence pour 2021.

Assemblage a		Assemblage b	
Taxa	Cc (%)	Taxa	Cc (%)
<i>Antalis vulgaris</i>	4,78	<i>Nototropis vedlomensis</i>	2,46
<i>Nototropis vedlomensis</i>	9,57	<i>Caulleriella alata</i>	4,92
<i>Caulleriella alata</i>	14,35	<i>Euclymene oerstedii</i>	7,37
<i>Chaetozone gibber</i>	19,13	<i>Lepidonotus squamatus</i>	9,83
<i>Cheirocratus intermedius</i>	23,92	<i>Leptochiton scabridus</i>	12,29
<i>Cucumaria frondosa</i>	28,7	<i>Lumbrineris latreilli</i>	14,75
<i>Euclymene oerstedii</i>	33,48	<i>Nucula hanleyi</i>	17,21
<i>Glycinde nordmanni</i>	38,27	<i>Parvicardium scabrum</i>	19,67
<i>Lumbrineris latreilli</i>	43,05	<i>Pholoe baltica</i>	22,12
<i>Nephtys caeca</i>	47,84	<i>Spirobranchus triqueter</i>	24,58

Quatre espèces sont communes aux deux assemblages (Tableau 22, en bleu), les autres sont caractéristiques de chaque assemblage.

Avec les abondances moyennes des trois réplicats, deux assemblages sont également distingués, la station ophiure externe et M16 se distinguent de l'ensemble des autres stations. Comme pour le dendrogramme construit en présence/absence des espèces, les ressemblances entre les stations sont importants (Figure 23). **Cette communauté des graviers ensablés de la baie de Seine se distingue essentiellement par la présence de patches d'Ophiures avec de très fortes abondances de cette espèce suspensivore et un appauvrissement faunistique dans ces stations dominées par les ophiures.**

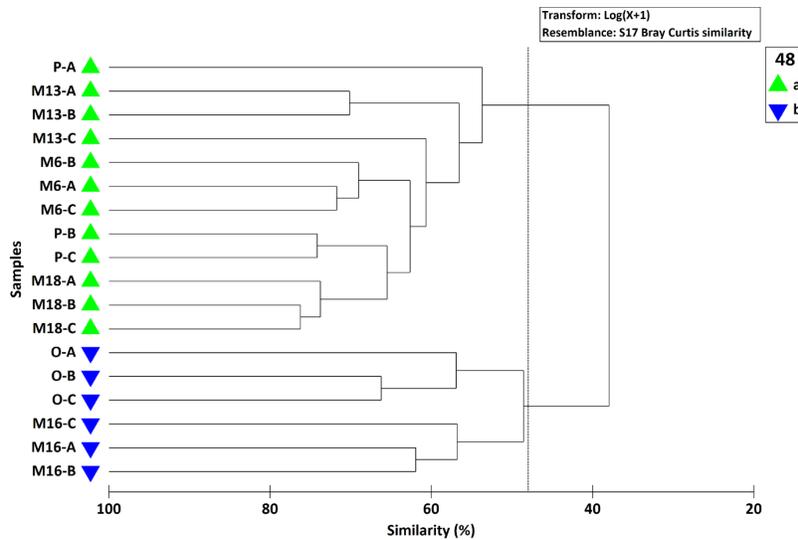


Figure 23. Dendrogramme obtenu à partir de la matrice d'abondance en transformation Square root selon la similarité de Bray-Curtis pour les 18 sous-stations échantillonnées en 2021.

Tableau 23. Analyse SIMPER pour les abondances moyennes transformées en Log(X+1) pour 2021.

Assemblage a		Assemblage b	
Taxa	Cc (%)	Taxa	Cc (%)
<i>Spirobranchus triqueter</i>	9,16	<i>Ophiothrix fragilis</i>	15,74
<i>Lumbrineris latreilli</i>	15,71	<i>Caulleriella alata</i>	28,07
<i>Leptochiton scabridus</i>	19,95	<i>Nucula hanleyi</i>	38,04
<i>Glycera lapidum</i>	24,06	<i>Lumbrineris latreilli</i>	45,81
<i>Caulleriella alata</i>	28,02	<i>Urothoe elegans</i>	51,77
<i>Euclymene oerstedii</i>	31,62	<i>Glycinde nordmanni</i>	56,77
<i>Spirobranchus lamarcki</i>	34,94	<i>Nototropis vedlomensis</i>	60,12
<i>Ampelisca typica</i>	38,21	<i>Lepidonotus squamatus</i>	63,28
<i>Lepidonotus squamatus</i>	40,98	<i>Euclymene oerstedii</i>	66,22
<i>Monacorophium sextonae</i>	43,64	<i>Idunella picta</i>	69,1

Cinq espèces sont communes aux deux assemblages (Tableau 23, en bleu), les autres sont caractéristiques de chaque assemblage. L'assemblage b se distingue par la forte contribution de l'ophiure *Ophiothrix fragilis* (Tableau 22).

➤ Comparaison 2020-2021

Lors de l'analyse d'une matrice unique correspondant à la moyenne des trois répliquats des 15 sous-stations en 2020 et des 18 sous-stations en 2021, il se distingue deux assemblages différents en termes de présence/absence pour une similarité de 48 % (Figure 24). L'assemblage b correspond à **la station externe Ophiure qui se distingue des autres stations pour les années 2020 et 2021**. Le second assemblage (b) correspond aux autres stations du site d'étude, cependant, au sein de cet assemblage, deux sous-assemblages peuvent être identifiés caractérisant un effet temporel avec les stations échantillonnées en 2020 séparées de celles échantillonnées en 2021.

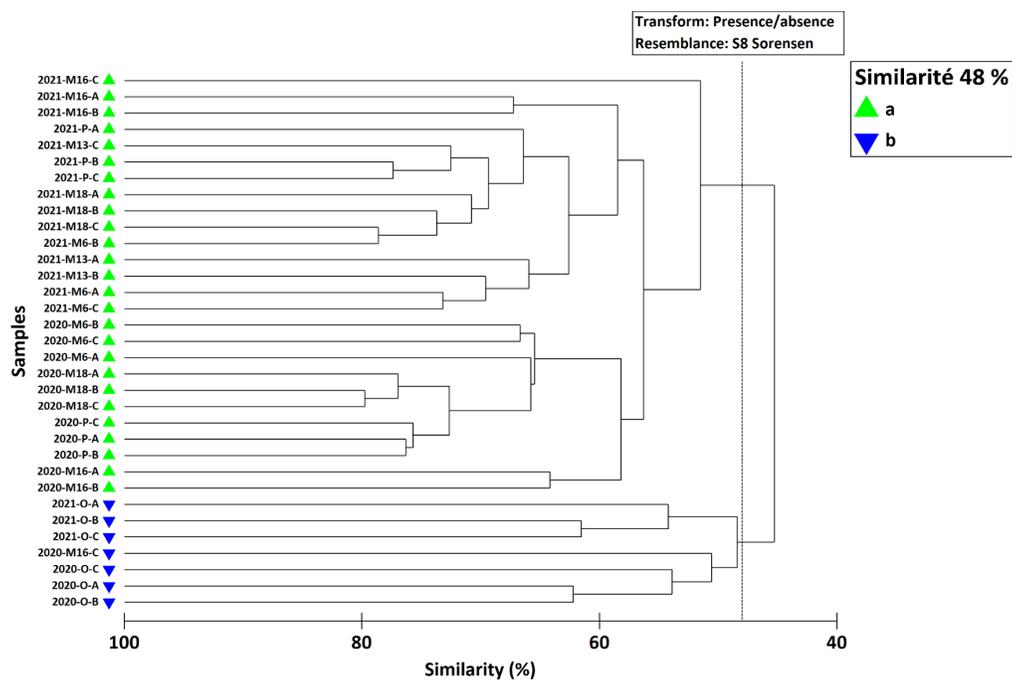


Figure 24. Dendrogramme correspondant à la matrice de similarité de Sorensen des 33 sous-stations benthiques en présence/absence pour 2020 et 2021.

Tableau 24. Analyse SIMPER sur les données de présence-absence pour les données 2020-2021.

Assemblage a		Assemblage b	
Taxa	Cc (%)	Taxa	Cc (%)
<i>Caulleriella alata</i>	2,38	<i>Caulleriella alata</i>	4,8
<i>Lepidonotus squamatus</i>	4,75	<i>Lumbrineris latreilli</i>	9,59
<i>Leptochiton scabridus</i>	7,13	<i>Moerella donacina</i>	14,39
<i>Lumbrineris latreilli</i>	9,51	<i>Nucula hanleyi</i>	19,18
<i>Nucula hanleyi</i>	11,88	<i>Ophiothrix fragilis</i>	23,98
<i>Pholoe baltica</i>	14,26	<i>Urothoe elegans</i>	28,77
<i>Spirobranchus triqueter</i>	16,63	<i>Euclymene oerstedii</i>	32,38
Nemertea	18,81	<i>Nephtys caeca</i>	36
<i>Othomaera othonis</i>	20,99	<i>Poecilochaetus serpens</i>	39,61
<i>Echinocyamus pusillus</i>	23,16	<i>Antalis vulgaris</i>	43,12

Trois espèces sont communes aux deux assemblages (Tableau 24, en bleu), les autres sont caractéristiques de chaque assemblage (Tableau 24).

Lors de l'analyse d'une matrice unique correspondant à la moyenne des abondances des trois répliquats des 15 sous-stations de 2020 et des 18 sous-stations de 2021, il se distingue deux assemblages différents en termes d'abondance pour une similarité de 46 % (Figure 25, Tableau 25). Le dendrogramme sur les abondances illustrent deux faits : la séparation des stations à ophiure (assemblage b) *Ophiothrix fragilis* stations O et M16 en 2020 et 2021 de l'ensemble des autres sous-stations et stations qui sont séparées en deux sous-ensemble correspondant respectivement aux prélèvements de 2020 de ceux de 2021 mettant ainsi en exergue les variations pluriannuelles des abondances sur ce type d'habitat benthique de graviers ensablés.

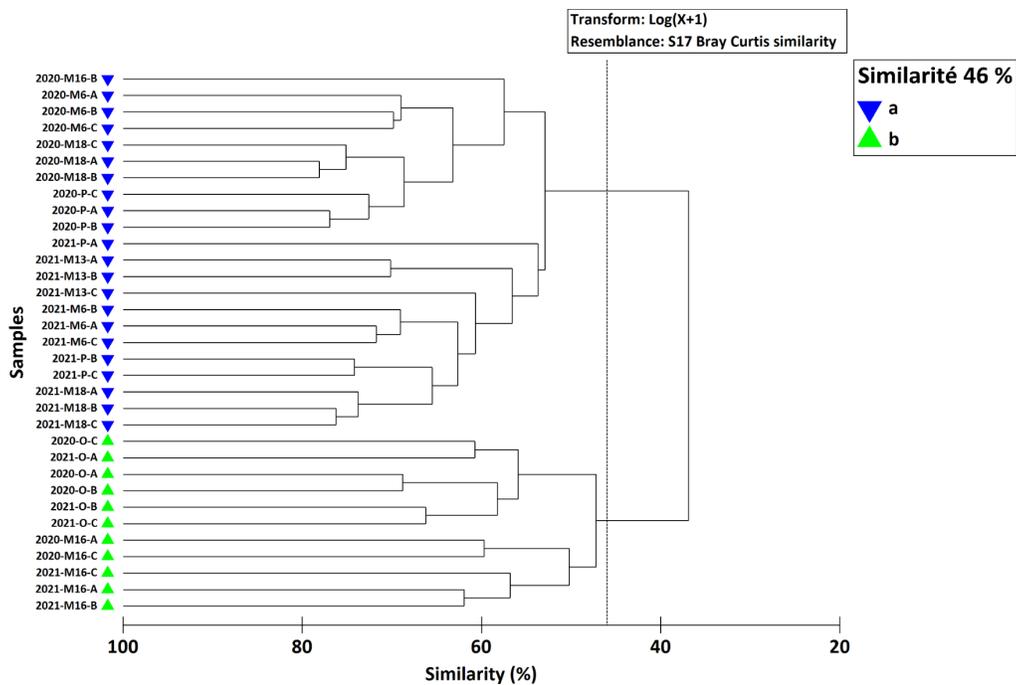


Figure 25. Dendrogramme obtenu à partir de la matrice d'abondance en transformation Square root selon la similarité de Bray-Curtis pour les 33 sous-stations échantillonnées en 2020 et 2021.

Tableau 25. Analyse SIMPER sur les données d'abondances transformées en $\log(x+1)$ pour les données 2020-2021.

Assemblage a		Assemblage b	
Taxa	Cc (%)	Taxa	Cc (%)
<i>Spirobranchus triqueter</i>	9,41	<i>Ophiothrix fragilis</i>	17,84
<i>Lumbrineris latreilli</i>	15,67	<i>Caulleriella alata</i>	28,71
<i>Leptochiton scabridus</i>	20,28	<i>Nucula hanleyi</i>	39,39
<i>Caulleriella alata</i>	24,46	<i>Lumbrineris latreilli</i>	48,06
<i>Glycera lapidum</i>	28,63	<i>Urothoe elegans</i>	53,09
<i>Lepidonotus squamatus</i>	31,71	<i>Euclymene oerstedii</i>	57,13
Nemertea	34,69	Nemertea	59,93
<i>Euclymene oerstedii</i>	37,56	<i>Pholoe baltica</i>	62,64
<i>Spirobranchus lamarcki</i>	40,37	<i>Spirobranchus triqueter</i>	64,92
<i>Pholoe baltica</i>	43,17	<i>Poecilochaetus serpens</i>	66,81

3.3 Résultats suivi de la qualité de l'eau - MSu1

Il ressort de ce travail de synthèse que les profils de salinité, température, turbidité et oxygènes montrent l'existence d'une grande homogénéité de la colonne d'eau. Les résultats du suivi de la qualité de l'eau au niveau des quatre stations ont été comparés à la grille de lecture de la qualité des eaux de mer à usage général établi en 1993 par la cellule Qualité des Eaux Littorales (CQEL) pour le compte du Ministère de l'Environnement (Tableau 26, 27 et 28). **Au vu des résultats des analyses des eaux, la qualité des eaux dans le secteur d'étude peut être qualifiée de très bonne (1A).**

Tableau 26. Classification des seuils de qualité des eaux littorales

Paramètre	1A - Très bonne	1B- Bonne	2- Moyenne	3- Mauvaise	Hors classe
Température (°C)	9 à 20				
Turbidité (NTU)		2,5	5	10	15
Salinité (/1000g)	15/38				
MES (mg/l)		5	10	20	30

Tableau 27. Résultats du suivi de la qualité de l'eau au niveau des quatre stations comparés aux seuils de qualités des eaux littorales (mois de mars 2020)

		M6	M16	M18	O
Température (°C)	Surface	8,70	8,72	8,67	8,77
	Fond	8,69	8,73	8,70	8,81
Salinité (PSU)	Surface	34,20	34,14	33,83	34,29
	Fond	34,22	34,21	33,95	34,45
Turbidité (NTU)	Surface	0,73	0,53	0,73	0,54
	Fond	0,52	1,05	1,13	0,56
MES (mg.L-1)	Surface	1,815	1,71	2,275	1,835
	Milieu	4,33	3,38	3,27	2,1
	Fond	3,615	4,195	3,45	3
Fluorescence	Surface	0,41	0,38	0,81	0,52
	Fond	0,55	0,62	0,60	0,62

Oxygène	Surface	6,61	6,62	6,55	6,52
(mL/L)	Fond	6,53	6,53	6,54	6,50

Tableau 28. Résultats du suivi de la qualité de l'eau au niveau des quatre stations comparés aux seuils de qualités des eaux littorales (mois de juin 2020)

		M6	M16	M18	O
Température	Surface	14,55	15	15	15
	Fond	14,55	15	15	15
Salinité	Surface	33,98	33,96	33,78	33,94
	Fond	34,00	34	34	34
Turbidité	Surface	1,66	0,77	1,09	0,78
	Fond	2,28	1,20	1,67	1,40
MES	Surface	3,03	2,16	2,40	1,80
	Milieu	4,83	2,63	3,26	2,40
	Fond	4,60	4,70	3,43	2,93
Fluorescence	Surface	4,50	2,11	2,11	2,02
	Fond	6,43	5,59	6,62	6,19
Oxygène	Surface	5,77	5,78	5,75	5,77
	Fond	5,77	5,78	5,75	5,77

Les données de température, salinité et de fluorescence acquises sur le site d'étude ont été comparées avec les données acquises durant le suivi SOMLIT (données disponibles au Centre de Recherches en Environnement côtier de Luc-sur-mer, Université de Caen Normandie) au niveau de la station de Luc sur Mer (Tableau 29 et 30). Cette comparaison met en évidence que les profils de salinité, température, turbidité et oxygènes obtenues sur le site d'étude sont similaires à celle acquises au cours du suivi SOMLIT.

Tableau 29. Comparaison des données de température, salinité et de fluorescence acquises sur le site d'étude en mars avec celles acquise au niveau de la station de Luc-sur-Mer (Suivi SOMLIT)

		mars-17	mars-18	mars-19	mars-20	Moyenne sur la zone d'etude
Température (°C)	Surface	8,56	7,33	9,03	9,01	8,71
	Fond	8,52	7,31	9,00	8,96	8,73
Salinité (PSU)	Surface	32,69	32,72	33,3	33,56	34,11
	Fond	32,72	32,81	33,35	33,57	34,2
Fluorescence	Surface	1,51	1,22	0,4	1	0,53
	Fond	1,81	1,09	0,79	1,05	0,6

Tableau 30. Comparaison des données de température, salinité et de fluorescence acquises sur le site d'étude en juin avec celles acquise au niveau de la station de Luc-sur-Mer (Suivi SOMLIT)

		juin-17	juin-18	juin-19	juin-20	Moyenne sur la zone d'etude
Température (°C)	Surface	18	16,15	16,1	16,8	14,55
	Fond	17,9	15,81	16,01	16,6	14,55
Salinité (PSU)	Surface	32,86	31,21	33,31	33,08	33,92
	Fond	32,9	31,78	33,33	33,14	33,99
Fluorescence	Surface	1,06	3,83	1,1	5,6	2,11
	Fond	2,19	4,179	1,	1,68	6,21

4 Discussion : Positionnement des communautés benthiques des graviers ensablés du site dans son contexte régional

Les principales caractéristiques des communautés benthiques des graviers ensablés du site d'étude ont été comparées à d'autres communautés similaires de la Manche (graviers ensablés de la Baie de Seine, de la Manche occidentale, du bassin oriental de la Manche et ceux du futur parc éolien de Dieppe-Le Tréport (Tableau 25) (Pezy & Dauvin, 2021). Cette comparaison met en évidence que les abondances des graviers ensablés varient de 192 individus par m² (Morlaix, Manche Occidentale) à 3303 individus par m² (notre site d'étude, moyenne des cinq stations) (Tableau 31). Les abondances issues de notre étude sont du même ordre de grandeur que celles issues au niveau des graviers ensablés de Dieppe et de celles des graviers ensablés localisés au niveau du futur parc éolien de Dieppe-Le-Tréport. **Par ailleurs, la comparaison entre les données issues des prélèvements réalisés par le bureau d'étude in Vivo avec celles acquises au cours de cette étude, met en évidence que les abondances issues de notre étude sont environ dix fois plus élevées que celles obtenues en 2013** (Tableau 31). Ce facteur de 10 pourrait en partie s'expliquer par l'utilisation d'un tamis circulaire, l'utilisation du rose de bengale, une différence dans la rigueur du tri et une expertise des espèces en Manche notamment des plus petits individus. De plus, ce facteur de 10 entre des abondances calculées entre un bureau d'étude et un laboratoire de recherche ont déjà été mis en évidence sur le site de Dieppe-Le-Tréport (Pezy, 2017). **Par ailleurs, la différence de biomasse observée entre ces deux études pourrait s'expliquer par le fait que lors de notre campagne d'échantillonnage, un faible nombre de gros bivalves (amande de mer, *Glycymeris glycymeris*) ont été échantillonnés sur la zone.** Cette comparaison met également en évidence que les biomasses des graviers ensablés varient en Manche de 6 gPSLC par m² (Hastings, Royaume-Uni) à 100 gPSLC par m² (site d'implantation du futur parc éolien de Dieppe-Le-Tréport) (Tableau 30). Ces fortes valeurs de biomasses au niveau du site d'implantation du futur parc éolien de Dieppe-Le-Tréport sont essentiellement dues à un nombre important de palourdes roses et d'amandes de mer dans cette zone (Pezy, 2017 ; Dauvin et Pezy, 2021). **Les biomasses issues de notre étude (19 g PSLC par m² en 2020 et 23 PSLC par m² en 2021) sont du même ordre de grandeur que celle trouvée en Baie de Seine** (Tableau 31) mais plus faibles que celles estimées en 2009 par In Vivo (**45 PSLC par m² en 2020**). Enfin, en ce qui

concerne, la richesse taxonomique, les données issues de notre étude sont similaires aux graviers ensablés de Morlaix et de la Baie de Seine (Dauvin, 1988 ; Lozach et Dauvin, 2011 ; Pezy et Dauvin, 2021). Les deux campagnes 2020 et 2021 montrent la séparation des stations à *Ophiotrix fragilis* des autres stations, dont une à l'intérieur du futur parc et une autre à l'extérieur, des stations sans ophiures dont une à l'extérieur à trois à l'intérieur du parc. Les six stations choisies représentent donc bien les deux habitats benthiques de la zone du parc avant des stations dans et à l'extérieur du parc. Les abondances de références avant implantation du parc sont comprises entre 2000 et 3000 individus par m² et les biomasses entre 20 et 25 g par m².

Tableau 31. Principales caractéristiques des communautés benthiques des graviers ensablés en Manche (S: surface échantillonnée en m²; P : profondeur en m; RT: richesse taxonomique ; A: Abondance, nombre d'individus par m²; B: Biomasse, g Poids Sec Libre de Cendre (PSLC) par m² ou en poids sec (PS) par m² (d'après Pezy et Dauvin, 2021)

	Site	Mois	Année	S	P	RT	A (m ²)	B (m ²)	Référence
RU	West EC	-	-	-	-	-	390	7.3	MESL, 1999
	Hastings						2000	6	Cooper et al., 2007
France	Morlaix	Chaque mois	1977-1980	32.5	17	181	192	15.4 (PS)	Dauvin, 1988
	Dieppe	-	1996-1997	0.9	15	50	1940	8	Desprez, 2000
		-	1996-2001	0.8	15	50	2394	12	Desprez et al., 2010
	Dieppe-Le Tréport	Septembre/Octobre	2014-2016	14	12-25	277	2989	100	Pezy, 2017
	Baie de Seine	Juin-Août	2007	19	38-50	198	1309	19	Lozach & Dauvin, 2011
	PER Granulats du Havre	Février	2012	2.5	16-22	117	777	44.7	Pezy et al., 2013
	Courseulles-sur-Mer	Juin	2009	8,1	22-28	147	377	45	In Vivo, 2013
Courseulles-sur-Mer	Mars	2020	4,5	22-30	182	3303	19	Rapport, 2020	
Courseulles-sur-Mer	Mars	2021	5,4	22-30	159	2008	23	Cette étude	

5 Conclusions

Le site d'implantation du futur parc éolien au large de Courseulles-sur-mer est localisé au niveau de l'habitat sables grossiers et graviers infralittoraux du large, qui est l'habitat le plus répandu en Baie de Seine. Cet habitat est caractérisé par les espèces suivantes : l'échinoderme *Psammechinus miliaris*, les mollusques *Polititapes rhomboides*, *Timoclea ovata*, *Buccinum undatum* et le décapode *Pisidia longicornis* (Baffreau et al., 2017). Lorsque les ophiures (*Ophiothrix fragilis*) sont présentes en forte abondances, elles peuvent former des patches denses créant ainsi un habitat original en tant qu'espèce ingénier en piégeant des particules fines (Lozach et al., 2011). Cet habitat à Ophiotrix a été reconnu comme ZNIEFF Marine (Type 1 : 25M000008, Type 2 : 25M000007) au niveau de la Baie de Seine. L'ensemble des sous-stations du site d'étude (échantillonnées en 2020 et 2021) présente des valeurs correspondant à une communauté assez diversifiée à très diversifiée sans dominance de certaines espèces dans les différentes sous-stations (hormis les stations à ophiures). Les abondances de références avant implantation du parc sont comprises entre 2000 et 3000 individus par m² et les biomasses entre 20 et 25 g par m².

En ce qui concerne le suivi sédimentaire, les analyses de qualité des sédiments prélevés sur l'aire d'étude immédiate (en 2020 et 2021) montrent que les sédiments sont exempts de pollution chimiques et organiques. Enfin, le suivi de la qualité de l'eau au niveau met en évidence que la qualité des eaux dans le secteur d'étude peut être qualifiée de très bonne (cf grille de qualité des eaux de mer à usage général établi par la cellule Qualité des Eaux Littorales).

6 Références

- Dauvin, J.C. (2019). The English Channel: La Manche. In Sheppard C. (Ed) World Seas: An Environmental Evaluation, Volume I: Europe, the Americas and West Africa. Chapter 6, 153-188.
- Baffreau, A., Pezy, J.P., Dancie, C., Chouquet, B., Hacquebart, P., Poisson, E., Foveau, A., Joncourt, Y., Duhamel, S., Navon, M., Marmin, S., Dauvin, J.C. 2017. Mapping benthic communities: an indispensable tool for the preservation and management of the eco-socio-system in the Bay of Seine. *Reg. Stud. Mar. Sci.* 9, 162-173.
- Benzécri, J.P. (1976). L'analyse des données. Dunod, Paris, 616 p.
- Blott, S.J., Pye, K. (2001). GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26: 1237-1248.
- Borjá, A., Franco, J., Perez, V. (2000). A marine biotic to the establish ecology quality of soft-bottom benthos within European estuarine coastal environments. *Mar. Poll. Bull.* 40: 1100-1114.
- Clark, K.R., Gorley, R.N. (2006). PRIMER v6 : User Manual/Tutorial. Primer-E-Ltd., Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK.
- Cooper, K., Boyd, S., Eggleton, J., Limpenny, D., Rees, H., Vanstaen, K. (2007). Recovery of the seabed following marine aggregate dredging on the Hastings Shingle Bank off the southeast coast of England. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 75: 547-558
- Dauvin, J.C. (1988). Structure et organisation trophique du peuplement des sables grossiers a *Amphioxus lanceolatus* - *Venus fasciata* de la Baie de Morlaix (Manche Occidentale). *Cah. de Biol. Mar.* 29: 163-185.
- Desprez, M. (2000). Physical and biological impact of marine aggregate extraction along the French coast of the eastern English Channel: short and long-term post-dredging restoration. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 1428e1438.
- Desprez, M., Pearce, B., Le Bot, S. (2010). The biological impact of overflowing sands around a marine aggregate extraction site: Dieppe (eastern English Channel). *ICES J. Mar. Sci.* 67: 270-277.
- Dauvin, J.C. & Ruellet, T. (2009). The Estuarine Quality Paradox: is it possible to define an Ecological Quality Status for specific modified and naturally stressed estuarine ecosystems? *Mar. Poll. Bull.* 59: 38-47.
- Dauvin et al., (2017).
- Dauvin, J.C., Andrade, H., De-La-Ossa-Carretero, J.A., Del Pilar Ruso, Y., Riera, R. (2016). Polychaete/Amphipod ratios: towards validate simple benthic indices. *Ecol. Indicators.* 63: 89-99.
- Dauvin, J.C. (2018). Twenty years of application of Polychaete/Amphipod ratios to assess diverse human pressures in estuarine and coastal marine environments: a review. *Ecological Indicators*, 95: 437-445.

- Folk, R.L. (1954). The distinction between grain size and mineral composition sedimentary rock nomenclature. *Journal of Geology*. 62: 344-359.
- Folk, R.L. (1966). A review of grain-size parameters. *Sedimentary*. 6: 73-93.
- Folk, R.L., Ward, W.C. (1957). Brazos river bar: a study of significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*. 27: 3-26.
- Frontier, S., Pichot-Viale, D., Leprêtre, A., Davoult, D. & Luzcak, C. (2004). Ecosystèmes-Structure, fonctionnement, évolution. Edition Dunod, Paris, 549 pp.
- In Vivo (2013). Synthèse de l'expertise "Analyse des Biocénoses Benthiques 2009. Projet de parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer (Calvados). Eoliennes Offshore du Calvados. 23 p.
- Lebart, L., Piron, M., Morineau, A. (2006). Statistique exploratoire multidimensionnelle. Visualisation et inférence en fouilles de données. Dunod, Paris, 464 p.
- Lozach, S., Dauvin, J.C. (2011). Temporal stability of a coarse sediment community from the central eastern English Channel palaeovalleys. *J. Sea Res.* 71: 14-24.
- MESL (Marine Ecological Survey Ltd.) (1999). Benthic Ecology south west of the Isle of Wight. Area 465/1 & 465/2 (West Channel). Report prepared for Coastline Surveys Limited, Stonehouse, Gloucestershire. 39 p
- Pezy, J.P., Navon, M., Dauvin, J.C. (2013). Etude du benthos dans le cadre du programme de Recherches du PER Granulats Marins Havrais. Rapport de campagne de février 2013, 68 p.
- Pielou, E.C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Pezy, J.P. (2017) Approche écosystémique d'un futur parc éolien en Manche orientale : exemple du site de Dieppe-Le Tréport. Thèse de doctorat de l'Université de Caen. 324 pp.
- Pezy J.P., Dauvin J.C. (2021) Wide coverage but few quantitative data: coarse sediments in the English Channel. *Ecological Indicators* 121, 107010
- Shannon, C.E., Weaver, W. (1948). The mathematical theory of communication. University of Illinois, Press, Urbana, IL, 225 p.
- Vincent, C., Heinrich, H., Edwards, A., Nygaard, K., Haythornthwaite, J. (2002) Guidance on typology, classification and reference conditions for transitional and coastal waters. Commission Européenne, CIS WG 2.4 (COAST), 119 p.
- Wentworth, CK. (1922) A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*. 30: 377-392.

7 ANNEXE 1 : Qualité des sédiments rapport d'analyses 2020

Page 1/11



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

UNIVERSITE DE CAEN
Jean-Claude DAUVIN
Unité de Recherche ABTE - EA 4651
Equipe QAIEA
Campus 2 Sciences 2
Bd Maréchal Juin
14032 CAEN CEDEX

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : **20E040753**

Version du : 17/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-050923-01

Date de réception technique : 05/03/2020

Première date de réception physique : 05/03/2020

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500297872

Coordinateur de Projets Clients : Marine Guth / MarineGUTH@eurofins.com / +3 88 02 90 20

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	EOC
002	Sédiments	(SED)	RTE

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E040753

Version du : 17/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-050923-01

Date de réception technique : 05/03/2020

Première date de réception physique : 05/03/2020

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500297872

N° Echantillon	001	002
Référence client :	EOC	RTE
Matrice :	SED	SED
Date de prélèvement :	03/03/2020	04/03/2020
Date de début d'analyse :	05/03/2020	05/03/2020
Température de l'air de l'enceinte :	7.7°C	7.7°C

Préparation Physico-Chimique

		001	002
XXS06 : Séchage à 40°C		*	*
LSA07 : Matière sèche	% P.B.	83.7	78.4
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	53.5	43.6

Mesures physiques

		001	002
LS918 : Masse volumique sur échantillon brut	g/cm ³	1.69	1.99
LS995 : Perte au feu à 550°C	% MS	2.07	1.66
LS4WH : Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	%	* 0.69	* 1.13
LS4P2 : Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm	%	* 3.64	* 6.07
LSQK3 : Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	%	* 4.85	* 7.90
LS3PB : Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	%	* 8.74	* 12.36
LS9AT : Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm	%	* 100.00	* 100.00
LS9AS : Fraction 2 - 20 µm	%	* 2.95	* 4.95
LSSKU : Fraction 20 - 63 µm	%	* 1.21	* 1.83
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%	* 3.88	* 4.45
LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm	%	* 91.26	* 87.64

Analyses immédiates

		001	002
LSL4H : pH H2O			
pH extrait à l'eau		9.3	9.1
Température de mesure du pH	°C	21	21

Indices de pollution

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E040753

Version du : 17/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-050923-01

Date de réception technique : 05/03/2020

Première date de réception physique : 05/03/2020

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500297872

N° Echantillon	001	002
Référence client :	EOC	RTE
Matrice :	SED	SED
Date de prélèvement :	03/03/2020	04/03/2020
Date de début d'analyse :	05/03/2020	05/03/2020
Température de l'air de l'enceinte :	7.7°C	7.7°C

Indices de pollution

Indice	Unité	001	002
LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S.	* <0.5	* 0.7
LSSKM : Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	mg/kg M.S.	* 1600	* 1920

Métaux

Indice	Unité	001	002
XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		* -	* -
LS862 : Aluminium (Al)	mg/kg M.S.	* 1010	* 1370
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	* 3.12	* 4.62
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	* <5.00	* <5.30
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	* 2.46	* 3.24
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	* 224	* 273
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	* 6.06	* 8.35
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	* 9.70	* 18.0
LSA09 : Mercure (Hg)	mg/kg M.S.	* <0.10	* <0.11
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	* <0.10	* <0.11
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	* 4.54	* 7.32
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.	* 513	* 626

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

Indice	Unité	001	002
LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	* <0.0021	* <0.0023
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	* <0.0021	* <0.0023
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	* <0.0021	* <0.0023
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	* <0.0021	* <0.0023
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	* <0.0021	* <0.0023

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E040753

Version du : 17/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-050923-01

Date de réception technique : 05/03/2020

Première date de réception physique : 05/03/2020

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500297872

N° Echantillon	001	002
Référence client :	EOC	RTE
Matrice :	SED	SED
Date de prélèvement :	03/03/2020	04/03/2020
Date de début d'analyse :	05/03/2020	05/03/2020
Température de l'air de l'enceinte :	7.7°C	7.7°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	<0.0023
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.0024	*	<0.0023
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	<0.0023
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	<0.0023
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	<0.0023
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0058	*	<0.0023
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.0026	*	0.0037
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.0029	*	0.0034
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	<0.0023
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	<0.0023
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	0.0023
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.015		0.011

Polychlorobiphényles (PCBs)

LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001
LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S.	*	<0.001	*	<0.001
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S.		0.004		0.004

Organoétains

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E040753

Version du : 17/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-050923-01

Date de réception technique : 05/03/2020

Première date de réception physique : 05/03/2020

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500297872

N° Echantillon	001	002		
Référence client :	EOC	RTE		
Matrice :	SED	SED		
Date de prélèvement :	03/03/2020	04/03/2020		
Date de début d'analyse :	05/03/2020	05/03/2020		
Température de l'air de l'enceinte :	7.7°C	7.7°C		

Organoétains

LS2GK : Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0	*	<2.0	
LS2GL : Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0	*	<2.0	
LS2IJ : Tétrabutylétain -Sn (TeBT)	µg Sn/kg M.S.	<10		<10	
LS2IK : Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0	*	<2.0	
LS2IL : Triphénylétain cation-Sn (TPhT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0	*	<2.0	
LS2IM : MonoOctylétain cation-Sn (MOT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0	*	<2.0	
LS2IN : DiOctylétain cation-Sn (DOT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0	*	<2.0	
LS2IP : Tricyclohexylétain cation-Sn (TcHexT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0	*	<2.0	

Sous-traitance | Eurofins Expertises Environnementales

IY00A : Entérocoques microplaque	NPP/g	<56		<56	
IX247 : E. coli (microplaque)	NPP/g	<56		<56	

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 20E040753

Version du : 17/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-050923-01

Date de réception technique : 05/03/2020

Première date de réception physique : 05/03/2020

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500297872

Observations	N° Ech	Réf client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Naphtalène est LQ labo/2	(001) (002)	EOC / RTE /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 est LQ labo/2	(001) (002)	EOC / RTE /
L'analyse n'a pas été effectuée dans le délai préconisé par nos exigences de qualité (délai d'acheminement trop long : > 48h) et donne lieu à des réserves sur le résultat.	(001) (002)	EOC / RTE /



Mathieu Hubner
Coordinateur de Projets Clients

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E040753

Version du : 17/03/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-050923-01

Date de réception technique : 05/03/2020

Première date de réception physique : 05/03/2020

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500297872

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 11 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour les matrices Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments, elle est définie au sein de l'avis en vigueur de l'Arrêté du 27 octobre 2011, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau. Pour la matrice d'Eau de Consommation, elle est définie selon l'Arrêté du 11 janvier 2019 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° : 20E040753

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-050923-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande : 4500297872

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
IX247	E. coli (microplaque)	Numération [NPP miniaturisée] - Méthode NPP	56	NPP/g	Prestation soustraite à Eurofins Expertises Environnementales SAS
IY00A	Entérocoques microplaque	Technique MPN (miniaturisée) - NF EN ISO 7899-1	56	NPP/g	
LS2GK	Dibutylétain cation-Sn (DBT)	GC/MS/MS [Dérivation, extraction Solide/Liquide] - XP T 90-250	2	µg Sn/kg M.S.	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS2GL	Tributylétain cation-Sn (TBT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2JJ	Tétra-butylétain - Sn (TeBT)		10	µg Sn/kg M.S.	
LS2IK	Monobutylétain cation-Sn (MBT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IL	Triphénylétain cation-Sn (TPhT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IM	MonoOctylétain cation-Sn (MOT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IN	DiOctylétain cation-Sn (DOT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IP	Tricyclohexylétain cation-Sn (TcHexT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS3PB	Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm		Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	
LS3PC	Fraction 200 - 2000 µm	0		%	
LS3U6	PCB 118	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 16167 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)	0.001	mg/kg M.S.	
LS3U7	PCB 28		0.001	mg/kg M.S.	
LS3U8	PCB 101		0.001	mg/kg M.S.	
LS3U9	PCB 138		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UA	PCB 153		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UB	PCB 52		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UC	PCB 180		0.001	mg/kg M.S.	
LS4P2	Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm		Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%
LS4WH	Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	0		%	
LS862	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog)	5	mg/kg M.S.	
LS865	Arsenic (As)		1	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS882	Phosphore (P)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)		Volumétrie [Minéralisation] - NF EN 13342 - Méthode interne (Sols)	0.5	g/kg M.S.
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	Gravimétrie - Méthode interne		g/cm³	
LS931	Cadmium (Cd)	ICP/MS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 17294-2 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog)	0.1	mg/kg M.S.	
LS934	Chrome (Cr)		0.1	mg/kg M.S.	
LS995	Perte au feu à 550°C		Gravimétrie - NF EN 12879 (annulée)	0.1	% MS

Annexe technique

Dossier N° : 20E040753

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-050923-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande : 4500297872

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
LS9AT	Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm		0	%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0	%	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12680	0.1	% P.B.	
LSA09	Mercuré (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrogé - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	0.1	mg/kg M.S.	
LSA6B	Phosphore total (P2O5)	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	
LSFEH	Somme PCB (7)			mg/kg M.S.	
LSFF9	Somme des HAP			mg/kg M.S.	
LSL4H	pH H2O pH extrait à l'eau Température de mesure du pH	Potentiométrie - Ad. NF ISO 10390 (SED) NF EN 12176 (abrogée, BOU)		°C	
LSQK3	Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)	0.002	mg/kg M.S.	
LSRHI	Fluorène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo(a)-anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHS	Indeno(1,2,3-cd) Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHU	Naphtalène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHW	Acénaphthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Perylène	0.002	mg/kg M.S.		
LSSKM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	Combustion [sèche] - NF EN 15936 - Méthode B	1000	mg/kg M.S.	
LSSKU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -			

Annexe technique

Dossier N° : 20E040753

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-050923-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande : 4500297872

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
XXS07	Refus Ponderal à 2 mm	Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	1	% P.B.	

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Référence de l'échantillon (Matrice) :
20e040753-001 (SED) - Average

Date de l'analyse :
samedi 7 mars 2020 13:26:42

Opérateur :
PKB8

Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

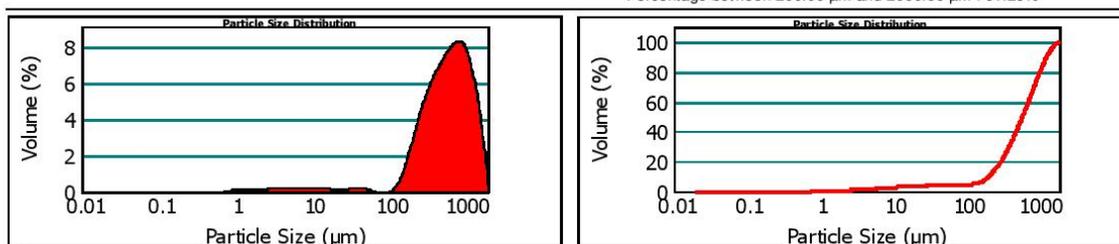
Surface spécifique : 0.0791 m²/g Moyenne : 696.557 µm Médiane : 613.273 µm Variance : 191676.467 µm² Ecart type : 437.808 µm Rapport moyenne/médiane : 1.135 Mode : 835.916 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.69%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 3.64%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 4.85%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 8.74%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.69%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 2.95%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 1.02%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 4.07%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 1.21%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 3.88%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 91.26%



■ 20e040753-001 (SED) - Average

samedi 7 mars 2020 13:26:42

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	0.13	8.000	0.33	30.000	0.34	150.000	3.13	500.000	8.92	1500.000	5.82
1.000	0.56	10.000	0.54	40.000	0.28	200.000	4.80	600.000	15.22	2000.000	
2.000	0.22	15.000	0.08	50.000	0.19	250.000	5.49	800.000	6.41		
2.500	0.55	16.000	0.24	63.000	0.00	300.000	10.97	900.000	5.64		
4.000	0.99	20.000	0.41	100.000	0.75	400.000	9.97	1000.000	18.01		
8.000		30.000		150.000		500.000		1500.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	2.45	30.000	4.05	150.000	5.60	500.000	39.97	1500.000	94.18
1.000	0.13	10.000	2.78	40.000	4.39	200.000	8.74	600.000	48.89	2000.000	100.00
2.000	0.69	15.000	3.33	50.000	4.66	250.000	13.54	800.000	64.11		
2.500	0.91	16.000	3.40	63.000	4.85	300.000	19.02	900.000	70.52		
4.000	1.46	20.000	3.64	100.000	4.85	400.000	30.00	1000.000	76.16		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 Durée d'analyse : 2X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU Indice de réfraction : 1.33
0.020 µm à 2000 µm Liquide : Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60 Obscurcissement : 9.49 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm - L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/evn
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

N° ech **20G002253-001** | Version AR-20-IY-005216-01(13/03/2020) | Votre ref. 20E040753-001 Page 2/2

Température de l'air de l'enceinte	6.1°C	Date de réception	09/03/2020 09:12
Prélèvement effectué par	Prélevé par vos soins	Début d'analyse	10/03/2020
Date prélèvement	03/03/2020		

Microbiologie		Résultat	Unité
IX247 : E. coli (microplaque) Prestation réalisée par nos soins		<56	NPP/g
<i>Numération [NPP miniaturisé] - Méthode NPP</i>			
IY00A : Entérocoques microplaque Prestation réalisée par nos soins		<56	NPP/g
<i>Technique MPN (miniaturisée) - NF EN ISO 7899-1</i>			



Tony Paris
Chef de Service

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-20-IY-005217-01 Version du : 13/03/2020 Page 1/2
Dossier N° : 20G002253 Date de réception : 09/03/2020
Référence bon de commande : EUFRSA200094785

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
002	Sédiments	20E040753-002 / RTE	L'analyse n'a pas été effectuée dans le délai préconisé par nos exigences de qualité (délai d'acheminement trop long : > 48h) et donne lieu à des réserves sur le résultat.

N° ech **20G002253-002** | Version AR-20-IY-005217-01(13/03/2020) | Votre ref. **20E040753-002** Page 2/2

Température de l'air de l'enceinte	6.1°C	Date de réception	09/03/2020 09:12
Prélèvement effectué par	Prélevé par vos soins	Début d'analyse	10/03/2020
Date prélèvement	04/03/2020		

Microbiologie			
	Résultat	Unité	
IX247 : E. coli (microplaque) Prestation réalisée par nos soins <i>Numération [NPP miniaturisé] - Méthode NPP</i>	<56	NPP/g	
IY00A : Entérocoques microplaque Prestation réalisée par nos soins <i>Technique MPN (miniaturisée) - NF EN ISO 7899-1</i>	<56	NPP/g	



Tony Paris
Chef de Service

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2.00 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire habilité à vérifier la conformité sanitaire des matériaux et objets entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement dans les conditions de l'arrêté du 27/10/2011.

Eurofins Expertises Environnementales SAS
Rue Lucien Cuenot Site Saint-Jacques II
F-54521 Maxeville cedex

tél. +33 3 83 50 36 17
fax +33 3 83 50 23 70

www.eurofins.fr/env

SAS au capital de 71 676 €
RCS NANCY 751 056 102
TVA FR 35 751 056 102
APE 7120B



Mode de calcul des sommes

Contexte



Nous vous rappelons que notre laboratoire a mis en place depuis 2017 un nouveau mode de calcul des sommes. Il s'appuie sur l'**Arrêté du 21 décembre 2007** relatif aux modalités d'établissement des redevances pour pollution de l'eau et pour modernisation des réseaux de collecte, qui définit les règles d'utilisation d'un résultat inférieur à la limite de quantification lors d'un calcul.

Ce mode de calcul est déjà appliqué aux matrices solides (sols-boues-sédiments-solides divers-enrobés routiers). Il en est désormais de même pour les matrices liquides (eaux douces-eaux résiduaires-eaux salines-éluats...) et les Gaz des Sols.

Cas général

Le résultat rendu dorénavant sur tous nos échantillons ne sera plus encadré par un intervalle de valeurs mais correspondra à un résultat unique. *LQ = limite de quantification*

1/ Existence d'une LQ réglementaire

Pour les matrices **Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments**, la LQ réglementaire est celle définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'**Arrêté du 27 octobre 2011**, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau.

Pour la **matrice d'Eau de Consommation**, la LQ réglementaire est celle définie selon l'**Arrêté du 11 janvier 2019** modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux.

Résultat d'analyse \leftarrow LQ laboratoire \leftarrow LQ réglementaire
→ Résultat = 0

Exemple pour les métaux :

Cd : LQ labo = 0.1 mg/L et LQ réglementaire = 0.1 mg/L
 Pb : LQ labo = 0.05 mg/L et LQ réglementaire = 0.1 mg/L
 Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque métal sera « zéro ».

Résultat d'analyse \leftarrow LQ laboratoire \rightarrow LQ réglementaire
→ Résultat = LQ labo / 2

Exemple pour les PCB :

PCB 28 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
 PCB 52 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
 PCB 180 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
 Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque PCB sera « LQ labo/2 »

2/ Absence d'une LQ réglementaire

Résultat d'analyse \leftarrow LQ laboratoire
→ Résultat = 0

Exemple pour les BTEX :

Benzène => < 10 µg/L
 Toluène => < 10 µg/L
 Ethylbenzène => < 10 µg/L
 Xylènes => < 10 µg/L
 Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque BTEX sera « zéro ».



↪ Calcul de la somme des résultats ↪

→ si au final la somme des résultats est égale à « zéro », alors le résultat rendu correspondra à la LQ laboratoire la plus élevée des paramètres sommés

Exemple pour les BTEX :
 LQ Benzène => < 10 µg/support
 LQ Toluène => < 10 µg/support
 LQ Ethylbenzène => < 10 µg/support
 LQ Xylène => < 20 µg/support
 Le résultat de la somme sera < 20 µg/support

→ si au final la somme des résultats est différente de « zéro », alors le résultat rendu correspondra à la somme des résultats obtenus pour les différents paramètres sommés.

Exemple pour les urées :
 Buturon = 0.05 µg/L
 Chlorbromuron = 0.05 µg/L
 Chlortoluron = 0.05 µg/L
 Le résultat de la somme sera de 0.05 + 0.05 + 0 = 0.10 µg/L.

Cas particuliers

À partir de janvier 2020 pour les analyses nécessitant une pondération dans le rendu des résultats, le calcul des sommes sera également modifié.

Cette évolution fera l'objet d'une communication particulière prochainement.

8 ANNEXE 2 : Qualité des sédiments rapport d'analyses 2021

Page 1/11



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

UNIVERSITE DE CAEN
Jean-Claude DAUVIN
Unité de Recherche ABTE - EA 4651
Equipe QAIEA
Campus 2 Sciences 2
Bd Maréchal Juin
14032 CAEN CEDEX

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E034047

Version du : 15/03/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Date de réception technique : 24/02/2021

Première date de réception physique : 24/02/2021

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500306743

Coordinateur de Projets Clients : Marie Diebolt / MarieDiebolt@eurofins.com / +3303 8802 9020 or +

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
001	Sédiments (SED)	EOL 22/02/21

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E034047

Version du : 15/03/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Date de réception technique : 24/02/2021

Première date de réception physique : 24/02/2021

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500306743

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**EOL****22/02/21****SED**

22/02/2021

24/02/2021

8°C

Préparation Physico-Chimique
XXS06 : **Prétraitement et séchage à 40°C**

* -

LSA07 : **Matière sèche**

% P.B. * 78.3

XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**

% P.B. * 42.4

Mesures physiques
LS918 : **Masse volumique sur échantillon brut**g/cm³ 2.13LS995 : **Perte au feu à 550°C**

% MS 2.05

LS4WH : **Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm**

% * 1.84

LS4P2 : **Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm**

% * 10.61

LSQK3 : **Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm**

% * 15.07

LS3PB : **Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm**

% * 29.17

LS9AT : **Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm**

% * 100.00

LS9AS : **Fraction 2 - 20 µm**

% * 8.76

LSSKU : **Fraction 20 - 63 µm**

% * 4.47

LS9AV : **Fraction 63 - 200 µm**

% * 14.09

LS3PC : **Fraction 200 - 2000 µm**

% * 70.83

Analyses immédiates
LSL4H : **pH H2O**

pH extrait à l'eau

9.3

Température de mesure du pH

°C 18

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E034047

Version du : 15/03/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Date de réception technique : 24/02/2021

Première date de réception physique : 24/02/2021

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500306743

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001			
EOL			
22/02/21			
SED			
22/02/2021			
24/02/2021			
8°C			

Indices de pollution

LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S.	*	<0.5
LSSKM : Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	mg/kg M.S.	*	3130

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-
LS862 : Aluminium (Al)	mg/kg M.S.	*	1020
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	*	4.95
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	*	<5.00
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	2.48
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	*	252
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	10.1
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	16.1
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	*	<0.10
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	<0.10
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	4.74
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.	*	577

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	*	0.0099
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	*	0.0022
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.0083
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.0049

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E034047

Version du : 15/03/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Date de réception technique : 24/02/2021

Première date de réception physique : 24/02/2021

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500306743

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
EOL
22/02/21
SED
22/02/2021
24/02/2021
8°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0023
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.0033
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	<0.002
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	<0.002
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	<0.002
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S.	*	<0.002
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	<0.002
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.007
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.003
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	<0.002
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.0024
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.0024
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.046

Polychlorobiphényles (PCBs)

LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.001
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S.	*	<0.001
LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.001
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S.	*	<0.001
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S.	*	<0.001
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S.	*	<0.001
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S.		0.004

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E034047

Version du : 15/03/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Date de réception technique : 24/02/2021

Première date de réception physique : 24/02/2021

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500306743

N° Echantillon

001

Référence client :

**EOL
22/02/21**

Matrice :

SED

Date de prélèvement :

22/02/2021

Date de début d'analyse :

24/02/2021

Température de l'air de l'enceinte :

8°C

Organoétains

LS2GK : Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0
LS2GL : Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0
LS2IJ : Tétrabutylétain -Sn (TeBT)	µg Sn/kg M.S.	<10
LS2IK : Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S. *	21
LS2IL : Triphénylétain cation-Sn (TPhT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0
LS2IM : MonoOctylétain cation-Sn (MOT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0
LS2IN : DiOctylétain cation-Sn (DOT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0
LS2IP : Tricyclohexylétain cation-Sn (TcHexT)	µg Sn/kg M.S. *	<2.0

Sous-traitance | Microbiologie

UMPY8 : Entérocoques intestinaux (microplaques)	NPP/g	< 40
--	-------	------

Sous-traitance | Eurofins Ecotoxicologie France

IX247 : E. coli (microplaque)	NPP/g	<56
--------------------------------------	-------	-----

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E034047

Version du : 15/03/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Date de réception technique : 24/02/2021

Première date de réception physique : 24/02/2021

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500306743

Observations	N° Ech	Réf client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 est LQ labo/2	(001)	EOL 22/02/21
L'analyse n'a pas été effectuée dans le délai préconisé par nos exigences de qualité (délai d'acheminement trop long : > 48h) et donne lieu à des réserves sur le résultat.	(001)	EOL 22/02/21



Stéphanie André
Responsable Service Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 11 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour les matrices Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments, elle est définie au sein de l'avis en vigueur de l'Arrêté du 27 octobre 2011, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau. Pour la matrice d'Eau de Consommation, elle est définie selon l'Arrêté du 11 janvier 2019 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E034047

Version du : 15/03/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Date de réception technique : 24/02/2021

Première date de réception physique : 24/02/2021

Référence Dossier :

Référence Commande : 4500306743

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour les matrices Eaux résiduelles, Eaux douces et Sédiments, elle est définie au sein de l'avis en vigueur de l'Arrêté du 27 octobre 2011, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau. Pour la matrice d'Eau de Consommation, elle est définie selon l'Arrêté du 11 janvier 2019 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique
Dossier N° :21E034047

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande : 4500306743

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
IX247	E. coli (microplaque)	Numération [NPP miniaturisé] - Méthode interne	56	NPP/g	restauration soustraite à Eurofins Expertise Microbiologique France SAS
LS2GK	Dibutylétain cation-Sn (DBT)	GC/MS/MS [Dérivation, extraction Solide/Liquide] - XP T 90-250	2	µg Sn/kg M.S.	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS2GL	Tributylétain cation-Sn (TBT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IJ	Tétrabutylétain -Sn (TeBT)		10	µg Sn/kg M.S.	
LS2IK	Monobutylétain cation-Sn (MBT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IL	Triphénylétain cation-Sn (TPhT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IM	MonoOctylétain cation-Sn (MOT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IN	DiOctylétain cation-Sn (DOT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS2IP	Tricyclohexylétain cation-Sn (TcHexT)		2	µg Sn/kg M.S.	
LS3PB	Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm		Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	
LS3PC	Fraction 200 - 2000 µm		0	%	
LS3U6	PCB 118	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 17322	0.001	mg/kg M.S.	
LS3U7	PCB 28		0.001	mg/kg M.S.	
LS3U8	PCB 101		0.001	mg/kg M.S.	
LS3U9	PCB 138		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UA	PCB 153		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UB	PCB 52		0.001	mg/kg M.S.	
LS3UC	PCB 180		0.001	mg/kg M.S.	
LS4P2	Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm		Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%
LS4WH	Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm		0	%	
LS862	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres)	5	mg/kg M.S.	
LS865	Arsenic (As)		1	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS882	Phosphore (P)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)		Volumétrie [Minéralisation] - Méthode interne (Sols) - NF EN 13342	0.5	g/kg M.S.
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	Gravimétrie - Méthode interne		g/cm³	
LS931	Cadmium (Cd)	ICP/MS [Minéralisation à l'eau régale] - ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres) - NF EN ISO 17294-2	0.1	mg/kg M.S.	
LS934	Chrome (Cr)		0.1	mg/kg M.S.	
LS995	Perte au feu à 550°C	Gravimétrie - NF EN 12879 (annulée)	0.1	% MS	

Annexe technique
Dossier N° :21E034047

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande : 4500306743

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
LS9AT	Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm		0	%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0	%	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	% P.B.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - Méthode interne (Hors sol) - NF ISO 16772 (sol) - NF EN 13346 Méthode B Déc 2000 Norme abrogée (sol)	0.1	mg/kg M.S.	
LSA6B	Phosphore total (P2O5)	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	
LSFEH	Somme PCB (7)		mg/kg M.S.		
LSFF9	Somme des HAP		mg/kg M.S.		
LSL4H	pH H2O pH extrait à l'eau Température de mesure du pH	Potentiométrie - Ad. NF ISO 10390 (SED) NF EN 12176 (abrogée,BOU)		°C	
LSQK3	Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - PR NF EN 17503	0.002	mg/kg M.S.	
LSRHI	Fluorène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo-(a)-anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHU	Naphtalène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHW	Acénaphthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Pérylène	0.002	mg/kg M.S.		
LSSKM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	Combustion [sèche] - NF EN 15936 - Méthode B	1000	mg/kg M.S.	
LSSKU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0	%	
UMPY8	Entérocoques intestinaux (microplaques)	Numération - NPP miniaturisé - ISO 7899-1 mod.	40	NPP/g	Prestation soustraite à Eurofins Hydrologie Nord SAS
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -			Eurofins Analyses pour l'Environnement France

Annexe technique

Dossier N° :21E034047

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande : 4500306743

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
XXS06	Prétraitement et séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464 (Boue et sédiments)			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	1	% P.B.	

Annexe de traçabilité des échantillons
Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire
Dossier N° : 21E034047

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-051692-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande : 4500306743

Sédiments

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	EOL 22/02/21		24/02/2021	24/02/2021		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable
prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) :
21e034047-001 (SED) - Average

Date de l'analyse :
lundi 8 mars 2021 11:30:58

NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488
Méthode interne T-PS-WO22915

Opérateur :
FPEP

Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

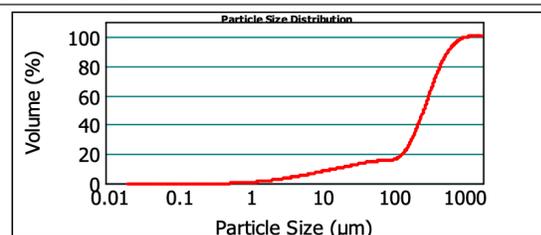
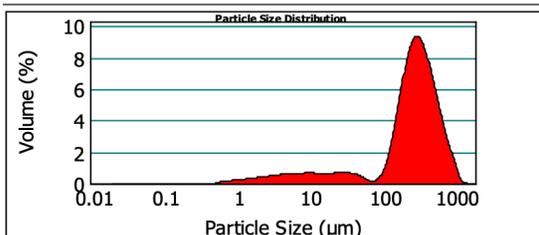
Surface spécifique : Moyenne : 0.216 m²/g Médiane : 331.931 μm Variance : 56309.021 μm² Ecart type : 237.295 μm Rapport moyenne/médiane : 1.125 μm Mode : 315.805 μm

*** Pourcentages cumulés :**

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 1.84%
Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 10.60%
Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 15.07%
Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 29.17%
Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 1.84%
Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 8.76%
Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 3.87%
Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 14.69%
Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 4.47%
Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 14.09%
Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 70.83%



■ 21e034047-001 (SED) - Average

lundi 8 mars 2021 11:30:58

Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %
0.020	0.55	8.000	0.95	30.000	1.26	150.000	9.16	500.000	7.41	1500.000	0.00
1.000	1.29	10.000	1.73	40.000	0.86	200.000	11.11	600.000	7.97	2000.000	0.00
2.000	0.58	15.000	0.27	50.000	0.60	250.000	10.76	800.000	2.07		
2.500	1.52	16.000	0.94	63.000	0.65	300.000	17.24	900.000	1.35		
4.000	2.76	20.000	1.75	100.000	4.29	400.000	11.48	1000.000	1.44		
8.000		30.000		150.000		500.000		1500.000			

Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %
0.020	0.00	8.000	6.71	30.000	12.36	150.000	20.01	500.000	79.76	1500.000	100.00
1.000	0.55	10.000	7.66	40.000	13.62	200.000	29.17	600.000	87.17	2000.000	100.00
2.000	1.84	15.000	9.39	50.000	14.48	250.000	40.27	800.000	95.14		
2.500	2.43	16.000	9.66	63.000	15.07	300.000	51.04	900.000	97.21		
4.000	3.94	20.000	10.60	100.000	15.72	400.000	68.28	1000.000	98.56		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000

Durée d'analyse : 2 X 30 secondes

Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
0.020 μm à 2000 μm

Indice de réfraction : 1.33

Logiciel : Malvern Application 5.60

Liquide : Water 800 mL

Modèle optique : Fraunhofer

Obscuratation : 6.81 %

Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure



**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-21-R1-002293-01 Version du : 08/03/2021 Page 1/2

Dossier N° : 21RA00496 Date de réception : 25/02/2021

Référence bon de commande : EUFRSA200108873

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
001	Sédiments	21E034047-001 / EOL 22/02/21 -	(2457) (voir note ci-dessous)

(2457) L'analyse n'a pas été effectuée dans le délai préconisé par nos exigences de qualité (délai d'acheminement trop long : > 48h) et donne lieu à des réserves sur le résultat.

N° ech **21RA00496-001** | Version **AR-21-R1-002293-01(08/03/2021)** | Votre réf. **21E034047-001** Page 2/2

Température de l'air de l'enceinte	7.1°C	Date de réception	25/02/2021 10:41
Prélèvement effectué par (1)	Sans objet	Début d'analyse	25/02/2021
Date prélèvement (1)	22/02/2021		

Microbiologie

	Résultat	Unité			
IX247 : E. coli (microplaque) Prestation réalisée par nos soins	<56	NPP/g			
Numération [NPP miniaturisé] - Méthode interne					



Maude Schneider
Cheffe de Groupe

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

(1) Données fournies par le client qui ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-21-IC-021054-01 Version du : 11/03/2021 Page 1/2
Dossier N° : 21I008431 Date de réception : 08/03/2021
Référence bon de commande : EUFRSA200108872

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
001	Sédiments	21E034047-001 / EOL 22/02/21 -	

N° ech **21I008431-001** | Version **AR-21-IC-021054-01(11/03/2021)** | Votre réf. **21E034047-001** Page 2/2

Température de l'air de l'enceinte	6.3°C	Date de réception	08/03/2021 14:30
Préleveur (1)	Prélevé par le client	Début d'analyse	09/03/2021 15:42
Date de prélèvement (1)	22/02/2021		

MICROBIOLOGIE

	Résultat	Unité		
UMPY8 : Entérocoques intestinaux (microplaques) Prestation réalisée par nos soins	< 40	NPP/g		
Numération - NPP miniaturisé - ISO 7899-1 mod.				



Philippe Lacoste
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements, des analyses terrain et des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

NGL : les valeurs inférieures à la LQ ne sont pas prises en compte dans le calcul.

(1) Données fournies par le client qui ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.