



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Parc éolien au large de la Bretagne Sud (AO5) – état actuel de l’environnement

Protocole relatif au compartiment
« Qualité des sédiments »



Mars 2023

REVISIONS

Version	Date	Description	Auteurs	Relecteur
1.0	15/02/2022	Première édition	F. LEVEQUE	P. BORNENS
2.0	25/02/2022	Prise en compte des remarques de la DGEC	F. LEVEQUE	P. BORNENS
3.0	08/06/2022	Prise en compte des remarques de l'Ifremer	F. LEVEQUE	P. BORNENS
4.0	22/08/2022	Prise en compte des remarques de CREOCEAN	F. LEVEQUE	P. BORNENS
5.0	18/10/2022	Prise en compte des remarques de la DGEC	F. LEVEQUE	P. BORNENS
6.0	03/02/2023	Intégration des modifications pour la 2 ^{ème} année de suivi	F. LEVEQUE	P. BORNENS
6.1	28/02/2023	Prise en compte des remarques de CREOCEAN	F. LEVEQUE	P. BORNENS
6.2	02/03/2023	Prise en compte des remarques de la DREAL	F. LEVEQUE	P. BORNENS

COORDONNEES

Siège social	Directrice de projet
<p>setec énergie environnement</p> <p>Immeuble Central Seine 42 - 52 quai de la Rapée - CS 71230 75583 PARIS CEDEX 12 FRANCE</p> <p>Tél +33 1 82 51 55 55 Fax +33 1 82 51 55 56 environnement@setec.com www.setec.com</p>	<p>Françoise LEVEQUE Directrice de projet</p> <p>ZA La Grande Halte 29940 LA FORET FOUESNANT FRANCE</p> <p>Tél +33 2 98 51 41 75 Fax +33 2 98 51 41 55 francoise.leveque@setec.com</p>

Sauf mention contraire, la source des figures/photos/tableaux du rapport est setec énergie environnement.

1. Objectif	4
1.1 Principe	4
1.2 Demande d'autorisation / concertation	4
1.3 Périodes et fréquences d'acquisition	4
1.4 Plan d'échantillonnage	4
2. Moyens nautiques	9
3. Moyens matériels	10
3.1 Campagnes de l'année 2022	10
3.2 Campagnes de l'année 2023	11
4. Moyens humains	12
5. Paramètres analysés/mesurés	13
5.1 Laboratoire d'analyses	13
5.2 Flaconnages et conditionnement des échantillons	13
5.3 Transport et conservation des échantillons jusqu'au laboratoire	13
5.4 Paramètres analysés	13
6. Interprétation des données	18
6.1 Analyses granulométriques	18
6.2 Analyses chimiques	18

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des stations de suivi de la qualité des sédiments (le fond de carte représente la nature des fonds, avec sur la zone A les données du SHOM, 2020 et en dehors de la zone A les données du SHOM, 2015 ; cette carte est complétée dans la zone B par les points de nature des fonds correspondant aux prélèvements réalisés par le SHOM, 2021) (source : setec énergie environnement, 2022)	6
Figure 2 : Localisation des stations de suivi de la qualité des sédiments pour la deuxième campagne d'automne 2022 (source : setec énergie environnement, 2022)	7
Figure 3 : Localisation des stations de suivi de la qualité des sédiments pour les campagnes qui seront réalisées en 2023 (source : setec énergie environnement, 2023)	8
Figure 4 : Bennes de prélèvements utilisées pour la caractérisation du compartiment « Qualité des sédiments »	10
Figure 5 : Carottier boîte (source : KC Denmark)	11

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des paramètres analysés sur les échantillons de sédiments avec limites de quantification pour les campagnes de l'année 2022 et celles de l'année 2023	14
Tableau 2 : Seuils de comparaison utilisés	18
Tableau 3 : Concentrations pivots pour les contaminants métalliques proposées par le LBCM de l'Ifremer	21

1. OBJECTIF

L'objectif est de déterminer l'état initial du compartiment « Qualité des sédiments » afin de permettre au futur lauréat de la procédure de mise en concurrence d'évaluer l'impact du parc éolien sur ce compartiment durant les phases de vie du projet.

De plus, l'objectif est également d'utiliser l'état initial dans l'état de référence. Ainsi, en plus des stations de l'état initial, des stations de référence (stations témoins) sont positionnées, dans les plans d'échantillonnage proposés ci-après, à l'extérieur de la zone d'étude immédiate, en dehors de la zone d'influence présumée du projet. Le protocole s'inscrit dans une analyse de type BACI (Before-After-Control-Impact), avec la définition de stations témoins.

L'objectif des acquisitions de données liées au compartiment « qualité des sédiments » est de caractériser la qualité physico-chimique des sédiments et leur variabilité dans le temps.

1.1 PRINCIPE

Les prélèvements sont réalisés :

- Pour les campagnes de l'année 2022, à l'aide d'une benne de prélèvements de type Day Grab, conjointement à l'échantillonnage de la macrofaune benthique (cf. Protocole relatif au compartiment « Habitats marins »).
- Pour les campagnes de l'année 2023, à l'aide d'un carottier boîte (ces campagnes se faisant conjointement à l'échantillonnage de la macrofaune benthique (cf. Protocole relatif au compartiment « Habitats marins »).

1.2 DEMANDE D'AUTORISATION / CONCERTATION

Une concertation avec la profession de la pêche sera menée pour éviter les conflits d'usage.

1.3 PERIODES ET FREQUENCES D'ACQUISITION

Conformément à ce qui est appliqué comme effort d'échantillonnage dans les réseaux de surveillance en place (ROCCH SED), deux campagnes de prélèvements sont réalisées chaque année (en 2022 et en 2023) :

- La première campagne au sortir de la période hivernale, au tout début du printemps (avril).
- La deuxième campagne à l'automne (septembre-octobre).

1.4 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Les stations de prélèvements sont réparties dans les zones de substrats meubles, en dehors des zones de substrats durs (roches) pour une raison évidente de faisabilité de prélèvement (absence de sédiments sur les substrats rocheux). De plus, les contaminants potentiellement présents dans les sédiments se fixant préférentiellement sur les sédiments fins et les analyses étant réalisées usuellement sur la fraction 0-2 mm, les substrats grossiers ont été exclus du plan d'échantillonnage. Les stations de prélèvements ont donc été préférentiellement positionnées sur des substrats fins (vases ou sables fins). De plus, les stations seront positionnées au milieu d'un habitat, plutôt qu'en limite d'habitat de manière à réduire l'incertitude liées à la transition entre deux habitats.

La définition des stations de prélèvements est donc basée sur une analyse des cartographies disponibles de nature des fonds¹ :

- SHOM, 2015 : compilation des données sédimentaires bibliographiques (à l'échelle de la zone d'étude élargie) ;
- SHOM, 2020 : carte de nature des fonds détaillée (sur l'emprise de la zone de l'AO5) ;
- SHOM, 2021 : résultats des campagnes de prélèvements et d'analyses granulométriques (sur l'emprise de la zone B).

Ainsi, les données disponibles sur la zone de l'AO5 sont d'une meilleure fiabilité ; elles montrent deux faciès principaux : un faciès au Nord majoritairement rocheux, et un faciès au Sud majoritairement vaseux. Dans cette zone, 3 stations ont été positionnées.

Dans la zone B, les données du SHOM, 2021 montrent des incohérences entre les observations de terrain et les cartes bibliographiques du SHOM, 2015 : en effet, sur les cartes bibliographiques, la zone B est essentiellement constituée de fonds de sables-graviers, alors que les prélèvements réalisés par le SHOM en 2021 montrent des fonds essentiellement vaseux, avec une tendance plus sableuse dans le coin Sud-Est de la zone. Les données du SHOM, 2021 montrant une meilleure fiabilité au regard des moyens déployés,² ce sont ces données qui ont été prises en compte pour le positionnement de stations d'échantillonnage dans la zone B, dans laquelle 3 stations ont été positionnées.

Enfin, en dehors de la zone de l'AO5 et de la zone B, une station a été positionnée au Sud, dans une zone de fonds sables-graviers selon les cartes bibliographiques, mais probablement plutôt vaseuse si on se réfère aux prélèvements réalisés à proximité par le SHOM, 2021. Une autre station a été positionnée à l'Ouest, dans une zone de sables fins-vases selon les cartes bibliographiques du SHOM, 2015. Enfin une station a été positionnée au Nord de la zone, dans une zone de vases selon les cartes bibliographiques du SHOM, 2015.

Au final, les stations de prélèvements seront réparties de la manière suivante :

- Dans la zone d'étude immédiate (233 km²) : 6 stations (dont 3 stations dans la zone de l'AO5);
- Dans la zone d'étude rapprochée (2661 km² - buffer de 20 km autour de la zone d'étude d'immédiate) : 3 stations.

A noter que ces 9 stations sont communes avec le plan d'échantillonnage de la faune benthique décrit dans le protocole « Habitats marins ».

¹ La position prévisionnelle des stations de prélèvements étant réalisée sur la base de données existantes plus ou moins récentes, il est possible qu'une évolution de la nature des fonds du fait de la dynamique sédimentaire naturelle puisse avoir eu lieu et que des différences soient constatées entre les données existantes et les résultats des campagnes de prélèvements prévues en 2022. Si tel est le cas, ces différences seront mises en avant dans le rapport d'interprétation.

² Les investigations menées par le SHOM en 2021 s'appuient sur des prélèvements sédimentaires à la benne réalisés en 2021 avec un maillage resserré, alors que les données bibliographique du SHOM, 2015 s'appuient sur des études beaucoup plus anciennes réalisées avec différents moyens (plombs suiffés, prélèvements) et un maillage moins dense.

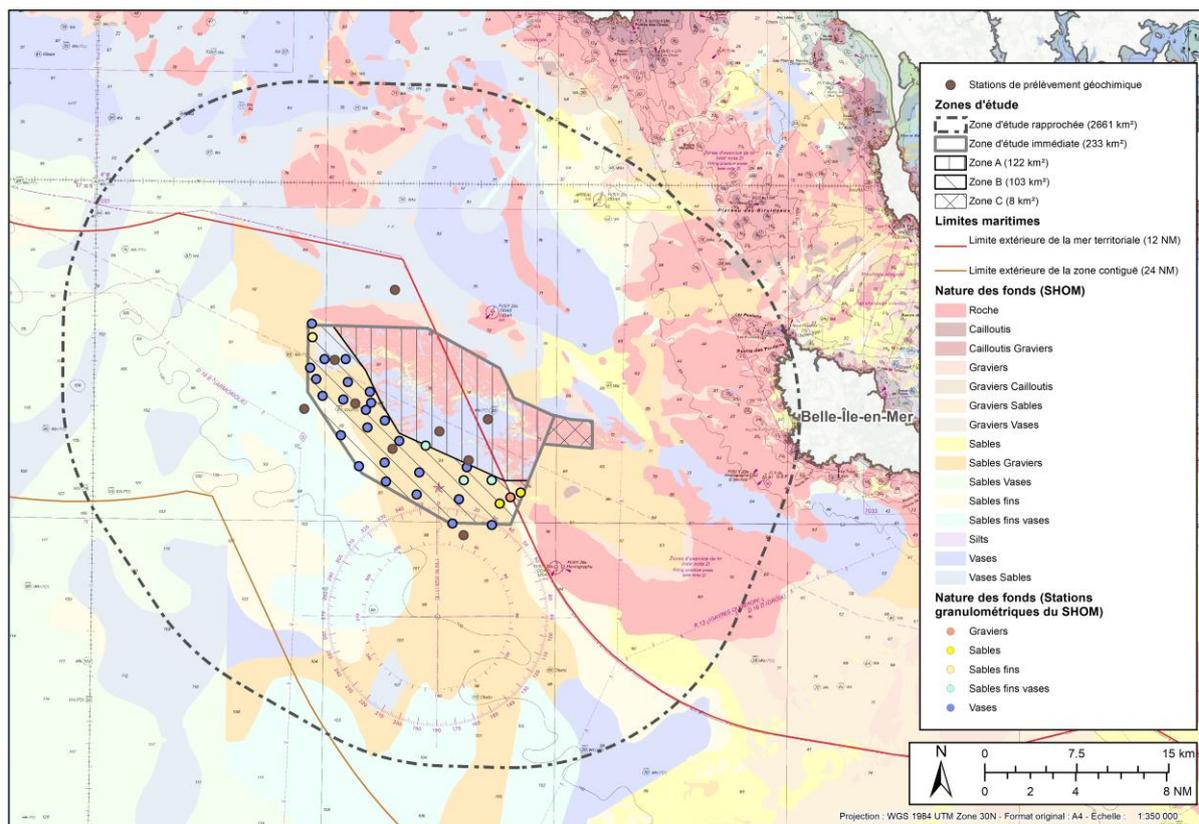


Figure 1 : Localisation des stations de suivi de la qualité des sédiments (le fond de carte représente la nature des fonds, avec sur la zone A les données du SHOM, 2020 et en dehors de la zone A les données du SHOM, 2015 ; cette carte est complétée dans la zone B par les points de nature des fonds correspondant aux prélèvements réalisés par le SHOM, 2021) (source : setec énergie environnement, 2022)

Chaque station de suivi sera caractérisée par un échantillon constitué à partir d'un prélèvement.

En ce qui concerne la 2^e campagne de prélèvements de l'automne 2022, le plan d'échantillonnage a été revu et une station a été ajoutée dans le Sud-Est de la zone B (portant le nombre total de stations à 10), comme encadré en rouge sur la figure suivante :

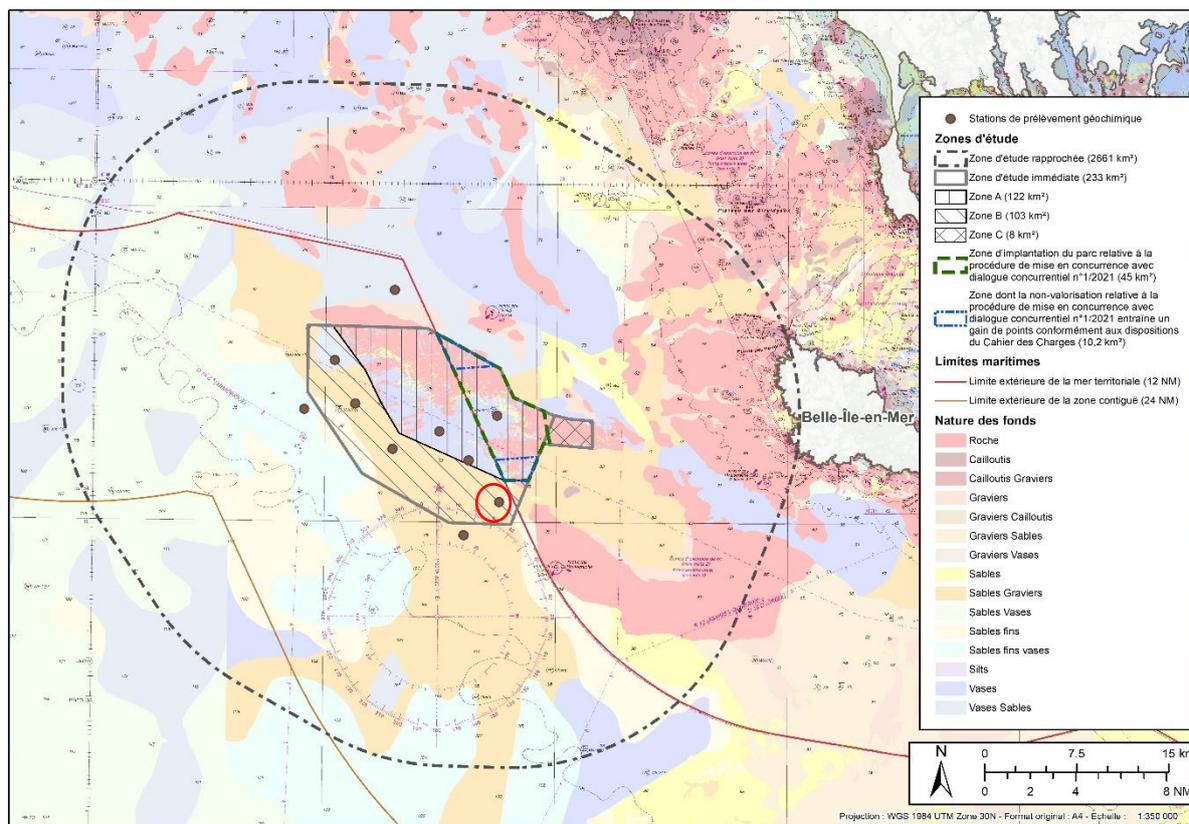


Figure 2 : Localisation des stations de suivi de la qualité des sédiments pour la deuxième campagne d'automne 2022 (source : setec énergie environnement, 2022)

Pour l'année 2023, suite à la définition de la zone d'implantation du parc éolien relatif à la procédure de mise en concurrence qui a eu lieu en septembre 2022, il a été décidé pour la seconde année de suivi, de densifier le réseau de stations en ciblant en particulier ce périmètre afin d'être le plus informatif possible. Ainsi 3 stations ont été ajoutées : BG33 et BG35 au sein du périmètre d'implantation, ainsi que BG31 à l'est comme station « référence ». Le plan d'échantillonnage envisagé est celui présenté ci-dessous (les stations « qualité des sédiments » sont celles intitulées BG) :

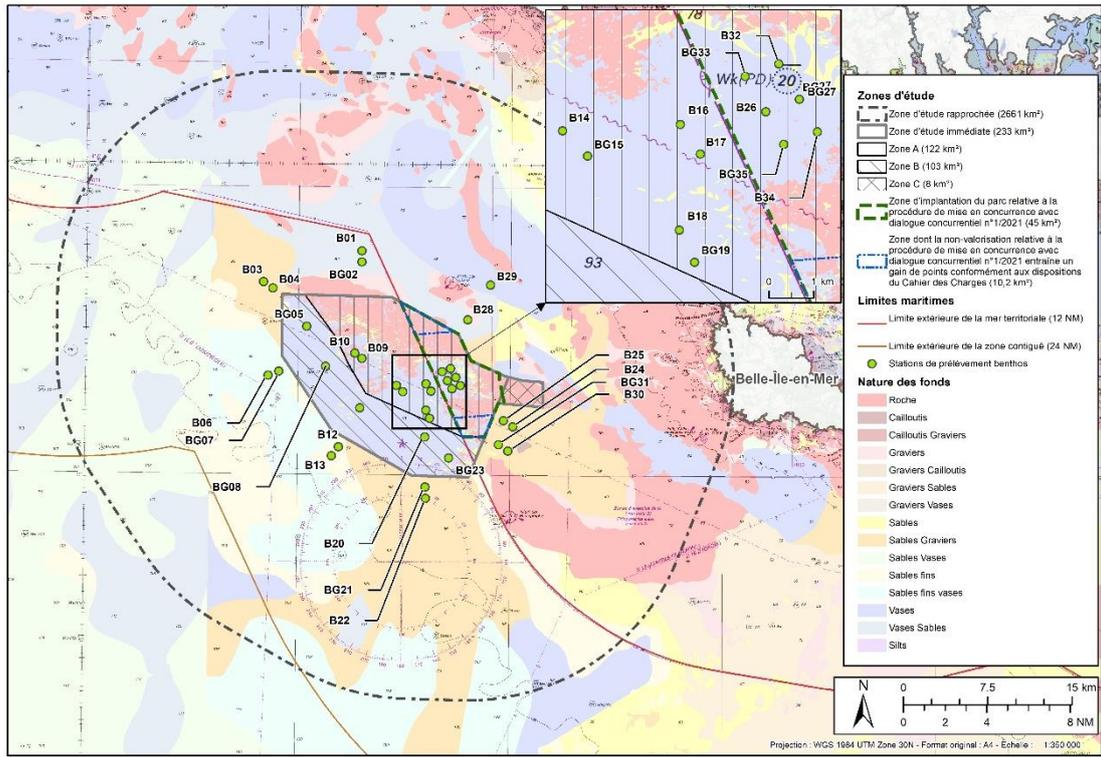


Figure 3 : Localisation des stations de suivi de la qualité des sédiments pour les campagnes qui seront réalisées en 2023 (source : setec énergie environnement, 2023)

2. MOYENS NAUTIQUES

Le navire Minibex de la société SAAS (Ship As A Service) Offshore SAS sera utilisé. Ce navire hauturier armé en 1^{ère} catégorie présente l'équipement nécessaire en termes de navigation, de sécurité et d'équipements techniques pour la réalisation de la mission.



Photo 1 : Le « Minibex » de la société SAAS

3. MOYENS MATERIELS

3.1 CAMPAGNES DE L'ANNEE 2022

Pour les deux campagnes de l'année 2022, l'échantillonnage est réalisé (prioritairement) au moyen d'une benne Day. Si besoin (nature des fonds rendant le prélèvement à la benne Day difficile), il sera possible d'avoir recours à une benne de type Van Veen.

Ces bennes prélèvent toutes une surface de 0,1 m² et pénètrent d'une trentaine de centimètres dans les sédiments.

Le contenu de la benne sera déversé dans une caisse en plastique. Le prélèvement des échantillons ne s'opèrera pas sur une couche particulière du prélèvement³, et une homogénéisation préalable du prélèvement avant échantillonnage sera réalisée. Cette profondeur de pénétration et la stratégie de prélèvement envisagée sont en tout point cohérentes avec la variabilité attendue dans la distribution verticale des contaminants au regard des faciès sédimentaires pressentis et des conditions hydrodynamiques du site d'étude.

Désignation		Benne Van Veen	Benne Day Grab
			
Surface de prélèvement		0,1 m ²	0,1 m ²
Domaine d' utilisation	Cailloutis	↑ ↓	↑ ↓
	Graviers		
	Sables grossiers		
	Sables moyens		
	Sables fins		
	Vases		

Figure 4 : Bennes de prélèvements utilisées pour la caractérisation du compartiment « Qualité des sédiments »

3.2 CAMPAGNES DE L'ANNEE 2023

Pour les deux campagnes de l'année 2023, l'échantillonnage est réalisé au moyen d'un carottier boîte d'une surface de prélèvement de 1 m² et pénétrant d'une trentaine de centimètres dans les sédiments.

Une fois remonté à la surface, le carottier boîte sera ouvert et seul le premier cm de sédiments en surface sera prélevé, en évitant les bords du carottier pour éviter toute contamination. En effet, les résultats des campagnes de l'année 2022 montrent de très faibles contaminations, ce qui nécessite d'adapter le protocole pour l'année 2023, en échantillonnant que la surface du fond marin pour détecter d'éventuelles contaminations actuelles, et permettre également un suivi dans le futur de l'impact du projet de parc éolien sur la qualité des sédiments.



Figure 5 : Carottier boîte (source : KC Denmark)

4. MOYENS HUMAINS

Les prélèvements de sédiments nécessiteront 2 personnes, en plus des deux membres de l'équipage du navire Minibex. Une personne de l'équipage du Minibex est dédiée à la manœuvre du treuil et une autre personne du Minibex aide à l'accueil du matériel de prélèvement sur le pont du navire et sa mise à l'eau.

5. PARAMETRES ANALYSES/MESURES

5.1 LABORATOIRE D'ANALYSES

Les analyses seront réalisées par le laboratoire EUROFINs :

Eurofins Analyses pour l'Environnement
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - Fax 03 88 916 531

5.2 FLACONNAGES ET CONDITIONNEMENT DES ECHANTILLONS

Les flacons sont fournis par le laboratoire et sont adaptés aux paramètres à analyser. Il s'agit de flacons en verre ambré d'un volume de 1 L. Pour l'ensemble des paramètres à analyser, environ 3 L de sédiment est requis.

La manipulation des échantillons et le remplissage des flacons se fait à bord du navire, par un personnel équipé de gants en nitrile (non poudrés). Les gants sont changés pour chaque prélèvement.

Les échantillons sont prélevés au centre du sédiment, sans racler les bords de la caisse en plastique qui permet l'accueil des sédiments après ouverture de la benne.

5.3 TRANSPORT ET CONSERVATION DES ECHANTILLONS JUSQU'AU LABORATOIRE

Les échantillons sont conservés au frigo à bord du bateau. Ils sont ensuite mis en glacières isothermes avec des pains de glace pour être ramenés à nos locaux de La Forêt Fouesnant (1h de trajet) où ils sont soigneusement étiquetés avec des étiquettes à code barre fournies par le laboratoire et conditionnés pour l'envoi au laboratoire.

Selon l'heure de retour à nos locaux de La Forêt Fouesnant, l'envoi au laboratoire se fait le jour même du retour à nos locaux, ou le lendemain (en fonction de l'horaire d'enlèvement des colis par le transporteur). Dans le cas où l'envoi des échantillons au laboratoire se ferait le lendemain du retour à nos locaux, ou le jour ouvré suivant, les pains de glace sont changés chaque jour, et juste avant la prise en charge des glacières par le transporteur de manière à respecter la chaîne du froid.

Une attention particulière porte sur le délai s'écoulant entre le moment du prélèvement et la réception des échantillons par le laboratoire, de manière à minimiser ce délai. Pour cette raison, sous réserve que les conditions météo le permettent, les prélèvements seront réalisés plutôt en début de semaine, pour pouvoir être envoyés au laboratoire dès le retour au bureau.

5.4 PARAMETRES ANALYSES

Excepté pour la granulométrie au tamis qui est réalisée sur toute la fraction granulométrique, les paramètres sont analysés sur la fraction 0-2 mm des échantillons de sédiments.

Tableau 1 : Liste des paramètres analysés sur les échantillons de sédiments avec limites de quantification pour les campagnes de l'année 2022 et celles de l'année 2023⁴

	Paramètre	Limites de quantification laboratoire		Méthode d'analyse	Limite de quantification DGEC ⁵
		Année 2022	Année 2023		
Propriétés physiques	Densité				Non renseigné
	Granulométrie laser (fraction 0-2 mm)			Laser	Non renseigné
	Granulométrie au tamis (toute la fraction)			Tamis (méthode interne)	Non renseigné
	Taux de matières sèches	0,1 %	0,1 %	NF EN 12880 NF EN 15936 - Méthode B	Non renseigné
	Teneur en carbone organique total (COT)	1000 mg/kg MS	1000 mg/kg MS	NF EN 15936 - Méthode B	Non renseigné
Nutriments	Azote Kjeldahl	0,5 g/kg MS	0,5 g/kg MS	Volumétrie [Minéralisation]	Non renseigné
	Phosphore Total			Calcul	Non renseigné
Autres paramètres	Bromoforme	0,6 mg/kg MS	0,6 mg/kg MS	Méthode interne	Non renseigné
	AOX	10 mg/kg MS	10 mg/kg MS	DIN 38414-18	Non renseigné

⁴ Entre les campagnes de l'année 2022 et de l'année 2023, un travail a été mené pour trouver des laboratoires capables d'avoir des limites de quantification plus basses ; d'où les différences entre les limites de quantification sur l'année 2022 et sur l'année 2023.

⁵ Limites de quantification définies dans l'Avis du 19 octobre 2019 relatif aux limites de quantification des couples « paramètre-matrice » de l'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques

	Paramètre	Limites de quantification laboratoire		Méthode d'analyse	Limite de quantification DGEC ⁵
		Année 2022	Année 2023		
Métaux	Arsenic (As)	1 mg/kg MS	0,1 mg/kg MS	NF EN ISO 11885	0,5 mg/kg MS
	Aluminium (Al)	5 mg/kg MS	5 mg/kg MS	NF EN ISO 54321	7000 mg/kg MS
	Cadmium (Cd)	0,4 mg/kg MS	0,1 mg/kg MS	NF EN ISO 54321	0,1 mg/kg MS
	Chrome (Cr)	5 mg/kg MS	0,1 mg/kg MS	NF EN ISO 54321	0,5 mg/kg MS
	Cuivre (Cu)	5 mg/kg MS	0,2 mg/kg MS	NF EN ISO 54321	0,5 mg/kg MS
	Fer (Fe)	5 mg/kg MS	5 mg/kg MS	NF EN ISO 54321	2500 mg/kg MS
	Manganèse (Mn)	1 mg/kg MS	0,5 mg/kg MS	NF EN ISO 54321	Non renseigné
	Mercure (Hg)	0,1 mg/kg MS	0,01 mg/kg MS	Méthode interne	0,01 mg/kg MS
	Nickel (Ni)	1 mg/kg MS	0,2 mg/kg MS	NF EN ISO 54321	0,5 mg/kg MS
	Plomb (Pb)	5 mg/kg MS	0,1 mg/kg MS	NF EN ISO 54321	1 mg/kg MS
	Zinc (Zn)	5 mg/kg MS	0,5 mg/kg MS	NF EN ISO 54321	2 mg/kg MS
	Indium (In)	10 mg/kg MS	10 mg/kg MS	EN 13656	Non renseigné
	Silicium (Si)	10 mg/kg MS	10 mg/kg MS	NF EN ISO 54321	Non renseigné
Organochlorés (7)	PCB 28	0,001 mg/kg MS	0,1 µg/kg MS	NF EN 17322	0,1 µg/kg MS
	PCB 52	0,001 mg/kg MS	0,1 µg/kg MS	NF EN 17322	0,1 µg/kg MS
	PCB 101	0,001 mg/kg MS	0,1 µg/kg MS	NF EN 17322	0,1 µg/kg MS
	PCB 105	1 mg/kg MS	1 µg/kg MS	NF EN 17322	Non renseigné
	PCB 118	0,001 mg/kg MS	0,1 µg/kg MS	NF EN 17322	0,1 µg/kg MS
	PCB 138	0,001 mg/kg MS	0,1 µg/kg MS	NF EN 17322	0,1 µg/kg MS

	Paramètre	Limites de quantification laboratoire		Méthode d'analyse	Limite de quantification DGEC ⁵
		Année 2022	Année 2023		
	PCB 153	0,001 mg/kg MS	0,1 µg/kg MS	NF EN 17322	0,1 µg/kg MS
	PCB 156	1 mg/kg MS	1 µg/kg MS	NF EN 17322	Non renseigné
	PCB 180	0,001 mg/kg MS	0,1 µg/kg MS	NF EN 17322	0,1 µg/kg MS
HAP	Acénaphène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	4 µg/kg MS
	Acénaphthylène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	3 µg/kg MS
	Anthracène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	3 µg/kg MS
	Benzo(a)anthracène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS
	Benzo(a)pyrène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS
	Benzo(b)fluoranthène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS
	Benzo(ghi)Pérylène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS
	Benzo(k)fluoranthène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS
	Chrysène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS
	Dibenzo(a,h)anthracène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS
	Fluoranthène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS
	Fluorène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	5 µg/kg MS
	Indeno (1,2,3,c,d)	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS
	Naphtalène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	2 µg/kg MS
	Phénanthrène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS
Pyrène	2 µg/kg MS	2 µg/kg MS	NF EN 17503 - NF	10 µg/kg MS	
	Hydrocarbures totaux	15 mg/kg MS	15 mg/kg MS	NF EN 14039	Non renseigné

	Paramètre	Limites de quantification laboratoire		Méthode d'analyse	Limite de quantification DGEC ⁵
		Année 2022	Année 2023		
Pesticides	Lindane	0,01 mg/kg MS	0,01 mg/kg MS	XP X 33-012	Non renseigné
	Hexachlorobenzène	0,01 mg/kg MS	0,01 mg/kg MS	XP X 33-012	Non renseigné
	DDE p,p	0,01 mg/kg MS	0,01 mg/kg MS	XP X 33-012	Non renseigné
Organostaniques	TBT	2 µg Sn/kg MS	2 µg Sn/kg MS	XP T 90-250	2 µg/kg MS
	MBT	2 µg Sn/kg MS	2 µg Sn/kg MS	XP T 90-250	2 µg/kg MS
	DBT	2 µg Sn/kg MS	2 µg Sn/kg MS	XP T 90-250	2 µg/kg MS

6. INTERPRÉTATION DES DONNÉES

6.1 ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES

Les résultats des analyses granulométriques feront l'objet d'une présentation graphique et statistique, et seront comparés aux cartes bibliographiques du SHOM 2015, du SHOM 2020 et du SHOM 2021.

Ces résultats seront également exploités pour compléter les résultats des analyses de prélèvements benthiques du protocole « Habitats marins ».

6.2 ANALYSES CHIMIQUES

Les résultats des analyses chimiques seront comparés aux seuils de qualité environnementaux définis pour le Descripteur 8 de la DCSMM⁶.

- L'Environmental Assessment Criteria (EAC) représente la concentration en contaminant dans le sédiment et le biote en dessous de laquelle un effet chronique n'est pas attendu pour les espèces marines, notamment les plus sensibles (OSPAR, 2009). On considère que des concentrations en contaminants inférieures aux seuils EAC représentent un risque acceptable pour l'environnement.
- L'Effects Range Low (ERL), développé par l'US EPA (United States Environmental Protection Agency), renseigne sur la qualité des sédiments et est utilisé pour protéger les organismes de potentiels effets délétères des contaminants (EPA, 2002). Les effets pour les organismes sont rarement préjudiciables lorsque les teneurs en contaminants sont inférieures à la valeur de l'ERL. Ce seuil représente une solution alternative lorsque les seuils EAC recommandés ne sont pas disponibles (OSPAR, 2009). Les seuils N1, définis par l'arrêté du 9 août 2006 complété par les arrêtés du 23 décembre 2009 et du 8 février 2013, constituent des points de repère permettant à la fois de statuer sur le régime administratif d'une opération de dragage ou de clapage (déclaration ou autorisation) et d'apprécier l'incidence que peut avoir l'opération projetée. 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. Ces seuils sont utilisés en l'absence d'un EAC ou d'un ERL pour quelques paramètres.

Tableau 2 : Seuils de comparaison utilisés

	Paramètre	Type de seuil	Valeur de seuil
Propriétés physiques	Densité	Sans objet	Sans objet
	Granulométrie (laser)	Sans objet	Sans objet
	Matières sèches	Sans objet	Sans objet
	Teneur en carbone organique total (COT)	Pas de seuil	
	Azote Kjeldahl	Pas de seuil	
	Phosphore Total	Pas de seuil	
	Bromoforme	Pas de seuil	
	AOX	Pas de seuil	
	Aluminium	Pas de seuil	

⁶ Mauffret Aourell, Chiffolleau Jean-Francois, Burgeot Thierry, Wessel Nathalie, Brun Melanie (2018). **Evaluation du descripteur 8 « Contaminants dans le milieu » en France Métropolitaine**. Rapport Scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM.

	Paramètre	Type de seuil	Valeur de seuil
Métaux	Arsenic	Pas de seuil	
	Cadmium (Cd)	ERL	1,200 mg/kg MS
	Chrome (Cr)	ERL	81 mg/kg MS
	Cuivre (Cu)	ERL	34 mg/kg MS
	Fer (Fe)	Pas de seuil	
	Manganèse (Mn)	Pas de seuil	
	Mercure (Hg)	ERL	0,15 mg/kg MS
	Nickel (Ni)	ERL	21 mg/kg MS
	Plomb (Pb)	ERL	47 mg/kg MS
	Zinc (Zn)	ERL	150 mg/kg MS
	Indium (In)	Pas de seuil	
	Silicium (Si)	Pas de seuil	
Organochlorés	PCB 28	EAC	1,7 µg/kg MS
	PCB 52	EAC	2,7 µg/kg MS
	PCB 101	EAC	3 µg/kg MS
	PCB 105	Pas de seuil	
	PCB 118	EAC	0,6 µg/kg MS
	PCB 138	EAC	7,9 µg/kg MS
	PCB 153	EAC	40 µg/kg MS
	PCB 156	Pas de seuil	
	PCB 180	EAC	12 µg/kg MS
HAP	Acénaphène	N1	0,015 mg/kg MS
	Acénaphthylène	N1	0,04 mg/kg MS
	Anthracène	ERL	0,085 mg/kg MS
	Benzo(a)anthracène	ERL	0,261 mg/kg MS
	Benzo(a)pyrène	ERL	0,430 mg/kg MS
	Benzo(b)fluoranthène	N1	0,4 mg/kg MS
	Benzo(ghi)pérylène	ERL	0,085 mg/kg MS
	Benzo(k)fluoranthène	N1	0,2 mg/kg MS
	Chrysène	ERL	0,384 mg/kg MS
	Dibenzo(a,h)anthracène	N1	0,06 mg/kg MS
	Fluoranthène	ERL	0,6 mg/kg MS
	Fluorène	N1	0,02 mg/kg MS
	Indéno (1,2,3,c,d) pyrène	ERL	0,240 mg/kg MS
	Naphtalène	ERL	0,160 mg/kg MS
	Phénanthrène	ERL	0,240 mg/kg MS
	Pyrène	ERL	0,665 mg/kg MS

	Paramètre	Type de seuil	Valeur de seuil
	Hydrocarbures totaux	Pas de seuil	
Pesticides	HCH, gamma - Lindane	ERL	3 µg/kg MS
	Hexachlorobenzène (HCB)	ERL	20 µg/kg MS
	DDE p,p	ERL	2,2 µg/kg MS
Organostanniques	TBT	N1	100 µg/kg MS
	MBT	Pas de seuil	
	DBT	Pas de seuil	

Avant comparaison avec les seuils environnementaux, les concentrations en contaminants seront normalisées conformément à la méthode proposée dans l'évaluation du Descripteur 8 de la DCSSM (Mauffret A., 2018). La normalisation consiste à transformer la concentration de chaque échantillon en ce qu'elle serait si le paramètre normalisateur avait une valeur particulière :

- pour les contaminants métalliques : le paramètre normalisateur est l'aluminium, avec une concentration de 5% (50 000 mg/kg) ;
- pour les contaminants organiques : le paramètre normalisateur est le carbone organique, avec une concentration de 2,5% (25 000 mg/kg).

La normalisation est effectuée avec la formule de calcul suivante :

$$c_{ss} = c_x + \frac{(c_m - c_x)(n_{ss} - n_x)}{n_m - n_x}$$

avec :

c_{ss} : concentration normalisée du contaminant (mg/kg p.s.)

c_m : concentration mesurée du contaminant (mg/kg p.s.)

c_x : concentration pivot du contaminant (mg/kg p.s.)

n_{ss} : concentration de référence du normalisateur (mg/kg p.s.)

n_m : concentration mesurée du normalisateur (mg/kg p.s.)

n_x : concentration pivot du normalisateur (mg/kg p.s.)

Le calcul de la concentration normalisée nécessite la concentration pivot du normalisateur et celle du contaminant. Ainsi pour les contaminants métalliques, des concentrations pivots sont proposées par le Laboratoire de Biogéochimie des Contaminants Métalliques de l'Ifremer (LBCM), elles sont rappelées dans le tableau ci-après.

Tableau 3 : Concentrations pivots pour les contaminants métalliques proposées par le LBCM de l'Ifremer

Paramètre	Unité	Concentration pivot
Al (normalisateur)	%	1,02
Cadmium	mg/kg	0,05
Mercure	mg/kg	0,002
Plomb	mg/kg	8,5
Chrome	mg/kg	6,6
Cuivre	mg/kg	0,29
Nickel	mg/kg	1,8
Zinc	mg/kg	10