



Parc éolien au large de l'Atlantique Sud (AO7) – état actuel de l'environnement

Protocole relatif au compartiment
« Qualité de l'eau » - partie raccordement



Février 2024

REVISIONS

Version	Date	Description	Auteurs	Relecteur
1.0	05/06/2023	Première édition	S. MARMIN Y. PATRY	P. BORNENS
2.0	12/06/2023	Prise en compte des remarques de RTE	S. MARMIN Y. PATRY	P. BORNENS
3.0	15/06/2023	Corrections mineures	S. MARMIN	P. BORNENS
4.0	03/08/2023	Prise en compte des remarques IFREMER/CS	S. MARMIN	P. BORNENS
5.0	13/10/2023	Prise en compte des remarques RTE	S. MARMIN	P. BORNENS
6.0	06/02/2024	Corrections mineures	S. MARMIN	P. BORNENS

COORDONNEES

Siège social	Gestion de projet
setec énergie environnement Immeuble Central Seine 42 - 52 quai de la Rapée - CS 71230 75583 PARIS CEDEX 12 FRANCE Tél +33 1 82 51 55 55 Fax +33 1 82 51 55 56 environnement@setec.com www.setec.com	Stella MARMIN Responsable de projets ZA La Grande Halte 29940 LA FORET FOUESNANT FRANCE Tél +33 2 98 51 47 73 stella.marmin@setec.com

1. Objectif	5
2. Demande d'autorisation / concertation	6
3. Moyens nautiques	7
4. Zone du raccordement.....	8
4.1 Principe.....	8
4.2 Prélèvements d'eau	8
4.2.1 Echantillonnage.....	8
4.2.2 Moyens matériels.....	9
4.2.2.1 Sonde multiparamètre	9
4.2.2.1 Bouteille Niskin	9
4.2.3 Périodes et fréquences d'acquisition.....	10
4.2.4 Paramètres analysés/mesurés	10
4.2.4.1 Mesures et analyses réalisées sur les échantillons d'eau	10
4.2.4.1.1 Laboratoire d'analyses	10
4.2.4.1.2 Flaconnages	10
4.2.4.1.3 Transport et conservation des échantillons d'eau jusqu'au laboratoire	11
4.2.4.1.4 Paramètres analysés	11
4.2.4.2 Profils verticaux à la sonde multiparamètres	14
4.2.5 Interprétation des données	15
4.3 Caging de moules	16
4.3.1 Echantillonnage.....	16
4.3.2 Moyens matériels.....	16
4.3.3 Périodes et fréquences d'acquisition.....	18
4.3.4 Paramètres analysés/mesurés	18
4.3.4.1 Laboratoire d'analyses.....	18
4.3.4.2 Flaconnages.....	18
4.3.4.3 Préparation des échantillons	18
4.3.4.4 Transport et conservation des échantillons de moules jusqu'au laboratoire	19
4.3.4.5 Paramètres analysés.....	19
4.3.5 Interprétation des données	21
5. Synthèse des suivi prévus pour le compartiment « qualité de l'eau »	24
6. Moyens humains.....	25

Liste des figures

Figure 1 : Plan d'échantillonnage prévu pour suivre la qualité de l'eau	8
Figure 2 : Schéma du montage de la ligne de mouillage pour le caging de moules (donné à titre indicatif à ce stade, se base sur la ligne définie pour l'AO5).....	17

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des paramètres analysés pour le suivi d'un réseau de stations	12
Tableau 2 : Limites de quantification et méthodes d'analyse pour les paramètres analysés sur l'eau	13
Tableau 3 : Récapitulatif des analyses réalisées sur les poches de moules en fonction du temps.....	19
Tableau 4 : Limites de quantification et méthodes d'analyse pour les paramètres analysés sur chair de moule	19
Tableau 5 : Seuils de comparaison utilisés pour les résultats sur chair de moule	22
Tableau 6 : Récapitulatif des suivis prévus pour le compartiment « Qualité de l'eau ».....	24

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

1. OBJECTIF

L'objectif est de déterminer l'état initial du compartiment « Qualité de l'eau » afin de permettre au gestionnaire du réseau public de transport d'électricité (RTE) pour le raccordement d'évaluer l'impact du projet sur ce compartiment durant les phases de vie du projet.

L'acquisition de données liées au compartiment « qualité de l'eau » permettra d'établir un état initial caractérisant la qualité physico-chimique des masses d'eau et leur variabilité dans le temps.

Le présent protocole suit les recommandations de l'IFREMER sur la caractérisation et le suivi des contaminants chimiques (Amouroux et al., 2023)¹.

¹ Amouroux Isabelle, Grouhel Anne, Briant Nicolas, Gonzalez Jean-Louis, Bizzozero Lucie, Allenou Jean-Pierre, Bruneau Audrey, Deborde Jonathan, Menet Florence, Munaron Dominique, Cuif Marion (2023). Implantation de parc éoliens off-shore : caractérisation et suivi des contaminants chimiques. Recommandations Ifremer. RBE-CCEM-ARC-2023.05.<https://archimer.ifremer.fr/doc/00840/95231/>

2. DEMANDE D'AUTORISATION / CONCERTATION

La mise en place d'une ligne de mouillage pour le caging de moules, nécessite l'obtention d'une Autorisation D'occupation Temporaire (AOT) du domaine public maritime. Le délai d'obtention d'une AOT est estimé à 2 mois minimum.

La mise en place d'une ligne de mouillage pour le caging de moules, nécessitera également la concertation avec la profession de la pêche pour éviter les conflits d'usage.

3. MOYENS NAUTIQUES

Le navire Minibex de la société SAAS (Ship As A Service) Offshore SAS sera utilisé pour les relevés à la sonde multiparamètres et les prélèvements d'eau à la bouteille Niskin. 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 (source : SAAS)

Par ailleurs, pour la mise en place et la relève de la ligne de mouillage du caging de moules, le navire Nanoplou de la société Atlantique Scaphandre sera utilisé (photo suivante).

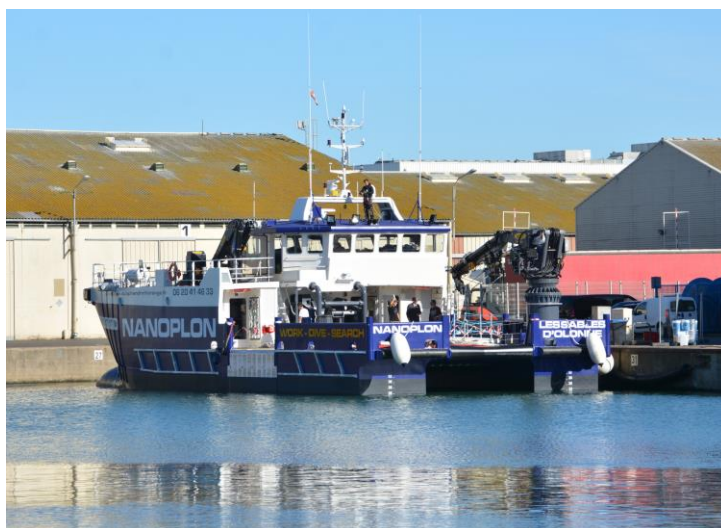


Photo 2 : Le « Nanoplou » de la société Atlantique Scaphandre

La relève à T0+3 mois des poches de moules sera opérée également avec le Nanoplou.

4. ZONE DU RACCORDEMENT

4.1 PRINCIPE

L'objectif est de réaliser des acquisitions de données liées au compartiment « qualité de l'eau » afin d'établir un état initial caractérisant la qualité physico-chimique des masses d'eau et leur variabilité dans le temps.

L'acquisition des données se fera via le suivi d'un réseau de stations, au moyen de prélèvements d'eau à la bouteille Niskin et de mesures à la sonde multiparamètres.

En complément, il est prévu de compléter le suivi d'une station semi-permanente par un caging de moules et par un biote *in situ* au sein d'une concession. Le caging de moules, en référence au suivi réalisé dans le cadre du programme RINBIO de l'Ifremer² a été retenu afin de réaliser un suivi intégré de la qualité de l'eau au travers du suivi de la bioaccumulation de contaminants sur des organismes de référence. Ainsi des poches de moules seront immergées pendant une durée de 6 mois sur une ligne de mouillage et des analyses sur chair de moules seront réalisées pendant (pour produire le t0) et à l'issue de ces 6 mois.

4.2 PRELEVEMENTS D'EAU

4.2.1 Echantillonnage

Les prélèvements d'eau à la bouteille Niskin seront réalisés au sein de quatre stations sur la zone de raccordement (Figure 1).

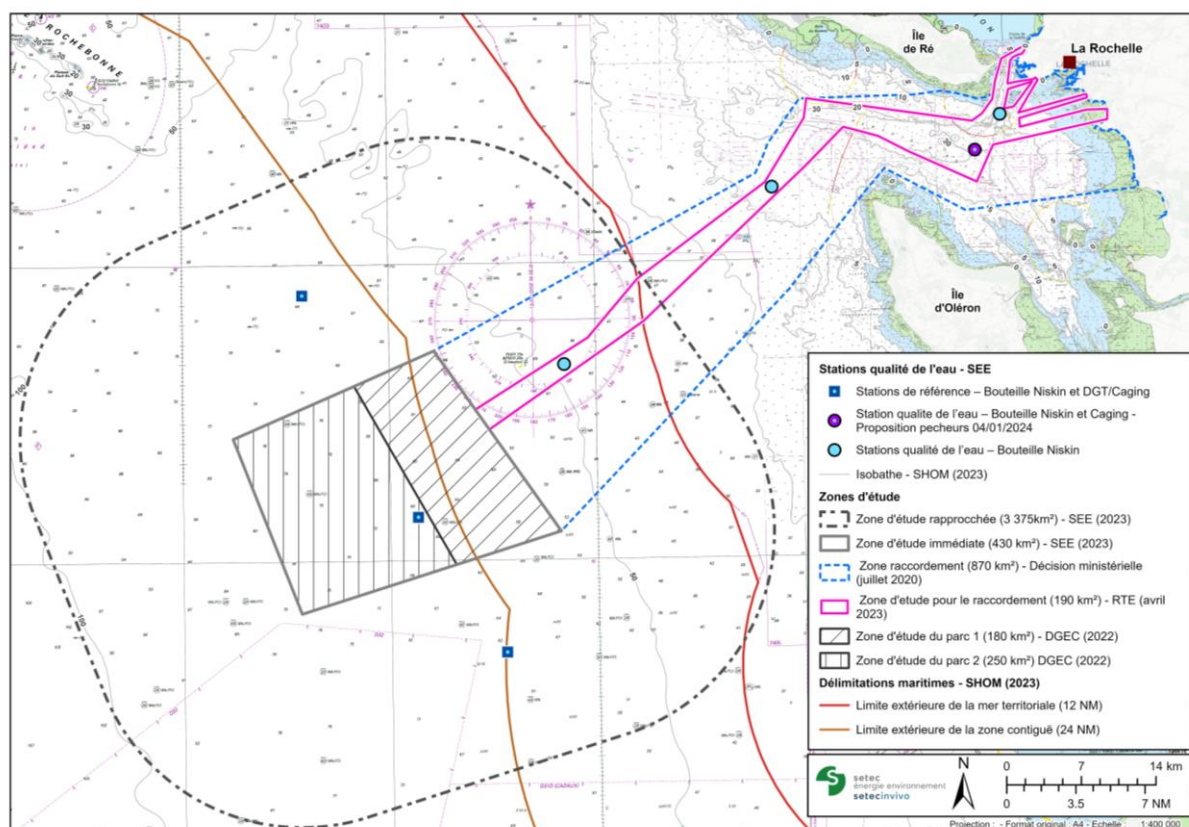


Figure 1 : Plan d'échantillonnage prévu pour suivre la qualité de l'eau

² Le protocole de caging de moules utilisé dans le cadre du réseau RINBIO est décrit par Andral, B., Stanisiere, J. Y., Sauzade, D., Damier, E., Thebault, H., Galgani, F., & Boissery, P. (2004). Monitoring chemical contamination levels in the Mediterranean based on the use of mussel caging. *Marine Pollution Bulletin*, 49(9-10), 704-712.

4.2.2 Moyens matériels

4.2.2.1 Sonde multiparamètre

Au niveau de chaque station de suivi, des profils verticaux de mesures seront également réalisés à la sonde multiparamètres. La sonde sera lestée afin d'assurer la plus grande verticalité des mesures puis descendue jusqu'à la proximité du fond avant d'être remontée en surface. Le paramétrage de la sonde permettra l'enregistrement de ces paramètres à une fréquence de quelques secondes pendant son déploiement. Ainsi, pour chaque station de prélèvement, la mesure sera effectuée sur un profil descendant et un profil ascendant parcourant l'ensemble de la colonne d'eau (surface --> 1 m du fond --> surface).

Les sondes seront de type WIMO/SAMBAT (constructeur NKE) ou EXO (constructeur YSI).



Photo 3 : Sonde wimo plus, EXO (sur la page précédente) et SAMBAT (ci-dessus) (source : NKE/EXO)

Calibration des sondes : les sondes seront vérifiées et calibrées annuellement par le constructeur. Pour les paramètres de pH, de température et de turbidité, des contrôles internes seront réalisés avant chaque campagne d'échantillonnage (avec une solution étalon pour le pH et la turbidité et par intercomparaison avec d'autres sondes pour le paramètre température).

4.2.2.1 Bouteille Niskin

Au niveau de chaque station de suivi, des prélèvements d'eau sont réalisés à la bouteille Niskin de 5 litres téflonnée. Les prélèvements sont réalisés selon trois niveaux bathymétriques : en subsurface, mi- profondeur

et à 1 m du fond avec des bouteilles en téflon. La manipulation de la Niskin est réalisée avec des gants pour éviter toute contamination des échantillons.

Les échantillons d'eau prélevés à la bouteille Niskin sont recueillis dans des flacons adaptés et fournis par le laboratoire d'analyses Eurofins (Eurofins Analyses pour l'Environnement 5 rue d'Otterswiller – 67700 Saverne). Après prélèvement, les échantillons sont conservés dans une armoire frigorifique à bord du bateau jusqu'au retour au port. La mission achevée, les échantillons sont placés dans des glacières isothermes auxquelles sont ajoutés des pains de glace, puis expédiés sans délais au laboratoire en charge des analyses.



Photo 4 : Poste de travail pour la qualité de l'eau lors de la campagne de mars 2023 : poulie de mise à l'eau, bouteille Niskin sur son support et flaconnages Eurofins (source : setec énergie environnement, 2023)

4.2.3 Périodes et fréquences d'acquisition

Le suivi ponctuel du réseau de stations sera opéré pendant une année en suivant une fréquence d'acquisition mensuelle couvrant un cycle annuel de 12 mois : soit 1 fois par an pour les paramètres chimiques (métaux, matières inhibitrices et HAP) et 1 fois par mois pour les autres paramètres (cf. Tableau 1).

4.2.4 Paramètres analysés/mesurés

4.2.4.1 Mesures et analyses réalisées sur les échantillons d'eau

4.2.4.1.1 Laboratoire d'analyses

Les analyses d'eau 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

4.2.4.1.2 Flaconnages

Les flaconnages seront fournis par le laboratoire et sont adaptés aux paramètres à analyser. Selon les analyses à réaliser, certains flacons contiennent des réactifs permettant de stabiliser l'échantillon. La manipulation des échantillons et le remplissage des flacons se feront par du personnel équipé de gants en nitrile. Les gants seront changés sur chaque station.

4.2.4.1.3 Transport et conservation des échantillons d'eau jusqu'au laboratoire

Les échantillons seront conservés au frigo à bord du bateau. Ils seront 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 seront soigneusement étiquetés avec des étiquettes à codes-barres 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 fera le jour même du retour à nos locaux, ou le lendemain ou le prochain jour ouvré (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 prochain jour ouvré, les flacons seront stockés au réfrigérateur jusqu'au jour de prise en charge des glacières par le transporteur de manière à respecter la chaîne du froid. Le délai entre le jour du prélèvement et le jour d'envoi des échantillons au laboratoire sera minimisé.

4.2.4.1.4 Paramètres analysés

La liste des paramètres analysés est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Liste des paramètres analysés pour le suivi d'un réseau de stations

Paramètre	
Hydrologie	Salinité
	Conductivité de la colonne d'eau
	Matières en suspension (MES)
	Fluorescence
Biologie	Concentration en chlorophylle <i>a</i>
	Phéopigment
Chimie	Aluminium
	Cadmium
	Calcium
	Chlore
	Chrome
	Cuivre
	Fer
	Manganèse
	Sodium
	Nickel
	Plomb
	Zinc
	Matières inhibitrices
Micropolluants organiques	HAP
	HCT C10-C40
Bactériologie	<i>Escherichia coli</i>
	Entérocoques intestinaux
Autres paramètres	COT
	Fluorures
	Sulfates
	Indium
	Composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif (AOX)
	Bromoforme
Nutriments	Phosphates
	Orthophosphates (PO ₄)
	Azote Total
	Ammonium

Paramètre	
	Nitrites
	Nitrates
	Silicium

Les limites de quantification et les méthodes d'analyse pour les paramètres analysés sur l'eau sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Limites de quantification et méthodes d'analyse pour les paramètres analysés sur l'eau

Paramètre		Limite de quantification	Méthode d'analyse
	Salinité	1 ‰	Méthode interne
	Conductivité de la colonne d'eau	2 µS/cm	NF EN 27888
	Matières en suspension (MES)	2 mg/L	NF EN 872
Biologie	Concentration chlorophylle <i>a</i>	0,1 µg/l	
	Phéopigment	0,1 µg/l	
Chimie	Aluminium	10 µg/l	NF EN ISO 17294-2
	Cadmium	0,2 µg/l	NF EN ISO 17294-2
	Calcium	10	NF EN ISO 11885
	Chlore	0,03 mg/L	NF EN ISO 7393-2
	Chrome	1 µg/l	NF EN ISO 17294-2
	Cuivre	1 µg/l	NF EN ISO 17294-2
	Fer	0,1 mg/L	NF EN ISO 11885
	Manganèse	1 µg/l	NF EN ISO 17294-2
	Sodium	1 mg/L	NF EN ISO 11885
	Nickel	1 µg/l	NF EN ISO 17294-2
	Plomb	1 µg/l	NF EN ISO 17294-2
	Zinc	10 µg/l	NF EN ISO 17294-2
	Matières inhibitrices	Pas de valeur	NF EN ISO 6341
Micropolluants organiques	HAP	0,005 µg/l	Méthode interne
	HCT C10-C40	0,1 mg/L	NF EN ISO 9377-2
Bactériologie	<i>Escherichia coli</i>	15 NPP/100 ml	NF EN ISO 9308-3
	Entérocoques intestinaux	15 NPP/100 ml	NF EN ISO 7899-1
Nutriments et autres paramètres	COT	0,5 mg/L	NF EN 1484
	Azote Total	0,0014 mg/L	Méthode interne

Paramètre	Limite de quantification	Méthode d'analyse
Nitrites	0,0023 mg/L	Méthode interne
Nitrates	0,0062 mg/L	Méthode interne
Phosphates		Méthode interne
Orthophosphates (PO ₄)	0,0095 mg/L	Méthode interne
Fluorures		NF T 90-004
Sulfates	1 mg/L	NF ISO 15923-1
Ammonium	0,0018 mg/L	Méthode interne
Silicium	0,2 mg/L	NF EN ISO 11885
Indium	3 µg/l	DS/EN ISO 17294m:2016
Bromoforme	0,5 µg/l	Méthode interne
Composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif (AOX)	10 µg/l	NF EN ISO 9562 (H 14): 2005-02

4.2.4.2 Profils verticaux à la sonde multiparamètres

Les paramètres suivants sont mesurés avec la sonde multiparamètres :

- Pression (dbar) ;
- Conductivité (mS/cm) ;
- Température (°C) ;
- Concentration (mg/L) et saturation (%) en oxygène ;
- Turbidité (NTU) ;
- Chlorophylle *a* (ppb) ;
- Salinité (PSU) ;
- Profondeur (m)

4.2.5 Interprétation des données

Les résultats communiqués par Eurofins sont comparés aux valeurs de seuil de qualité environnementale NQE quand ils existent.

Pour les paramètres réalisés à la sonde multiparamètres, les mesures font l'objet d'une analyse comparée entre stations (analyse spatiale), sur la colonne d'eau. Une analyse comparée dans le temps est également effectuée au niveau de chaque station pour analyser la variabilité saisonnière. La représentation de données choisie pour les paramètres mesurés à la sonde est sous la forme de graphiques par paramètres.

4.3 CAGING DE MOULES

4.3.1 Echantillonnage

Le suivi par caging de moules sera réalisé sur une station située dans la partie côtière du raccordement (Figure 1). A noter qu'il n'est pas prévu de suivi DGT pour la partie raccordement.

En complément, une deuxième station sera suivie au sein d'une des concessions ostréicoles dans le but d'étudier la qualité de l'eau au sein d'un biote *in situ* (huitre) (en cours de définition avec le CRC 17).

4.3.2 Moyens matériels

Le caging de moules³ sera opéré à l'aide de poches de moules fixées sur une ligne de mouillage dédiée constituée de la manière suivante, de la surface jusqu'au fond (figure suivante) :

- Une bouée de surface ;
- Un bout lesté de 15 m de longueur environ sur lequel seront positionnées 8 poches de moules sur 2 niveaux (un 1^{er} niveau vers 9-10 m de profondeur, et un 2^e niveau vers 12-15 m de profondeur) ; les poches de moules regroupées par 4 seront positionnées de part et d'autre du bout ;
- De la chaîne si nécessaire pour lester le bout supérieur ;
- Du bout ;
- De la chaîne mère avec un corps-mort sur le fond.

La moule commune *Mytilus edulis* sera le modèle biologique utilisé, en raison des facilités d'approvisionnement, de sa robustesse et de la bonne connaissance de cette espèce.

Les moules seront originaires des filières en mer de la région (en cours de définition avec le CRC 17).

Pour garantir l'homogénéité des lots, une taille de 50 mm, correspondant à des jeunes adultes d'environ 18 mois, sera respectée à plus ou moins 5 mm. Les moules seront conditionnées dans des poches conchyliques de 5 kg environ.

³ A ce stade, la proposition de mouillage pour l'AO7 se base sur celle de l'AO5. Elle pourra être adaptée à la marge en fonction de l'avancement de la préparation de la campagne et des échanges avec les parties prenantes concernées.

Le nombre de poches de moules sera de 9 :

- 1 poche de 2 kg qui ne sera pas immergée et qui sera envoyée en analyses pour établir un état zéro de la contamination ;
- 2x4 poches de 5 kg chacune qui seront positionnées sur la ligne de mouillage⁴ : 4 des 8 poches seront analysées après 3 mois de pose, et les 4 autres poches seront analysées après 6 mois de pose, ceci afin d'évaluer l'éventuelle décontamination naturelle des poches. A chaque campagne d'analyses, un mélange sera effectué entre les 2 poches de la profondeur 9-10 m et les 2 poches de la profondeur 12-15 m.

Une ligne de mouillage avec un ancrage adapté aux conditions hydrodynamiques de la zone permettra de maintenir les 4 poches de moules en pleine eau à une profondeur d'environ 9-10 m et les 4 autres poches à une profondeur d'environ 12-15 m.

Une bouée de surface identifiée avec un code sera positionnée pour signaler la présence de la ligne de mouillage et l'identifier. La bouée pourra être équipée d'un réflecteur radar ou d'une balise GPS permettant d'éviter toute collision avec un navire.

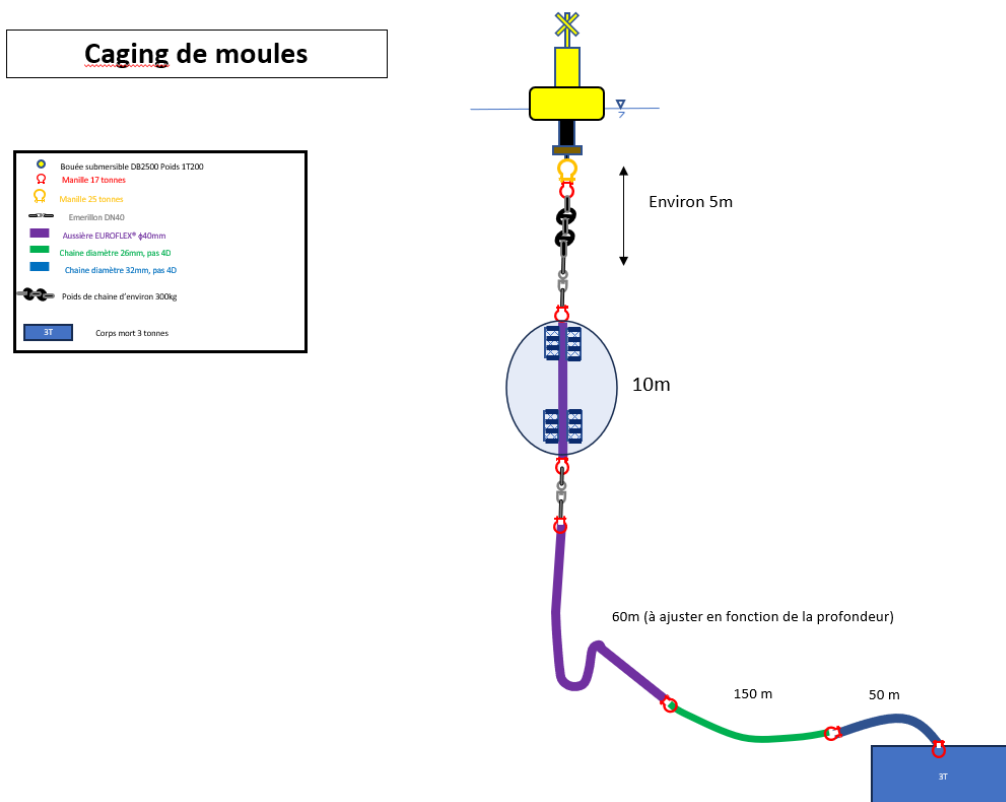


Figure 2 : Schéma du montage de la ligne de mouillage pour le caging de moules (donné à titre indicatif à ce stade, se base sur la ligne définie pour l'AO5)

⁴ Les poches seront quadruplées et réparties entre 2 profondeurs (vers 9-10 m et vers 12-15 m) par précaution, afin d'augmenter les chances d'avoir suffisamment de moules à l'issue des 3 et 6 mois en tenant compte de la prédation et de la mortalité naturelle.

4.3.3 Périodes et fréquences d'acquisition

Des analyses seront réalisées à 3 moments :

- à T0 (état zéro de la contamination au début) ;
- à T0+3 mois (à 3 mois après le début du caging) (« phase de décontamination des moules ») ;
- à T0+6 mois (à la fin des 6 mois de caging).

4.3.4 Paramètres analysés/mesurés

4.3.4.1 Laboratoire d'analyses

Les analyses biométriques sur chair de moule seront réalisées par le laboratoire EUROFINIS HYDROLOGIE NORMANDIE :

Eurofins Hydrologie Normandie

72 rue Aristide Briand – 76650 Petit-Couronne

Tél. 02.32.10.22.44

Les analyses chimiques sur chair de moules seront réalisées par le laboratoire LABOCEA :

LABOCEA – site de PLOUZANE

120, rue Alexis de Rochon - CS 10052 - 29280 PLOUZANE

Tél. 02.98.34.11.00 - Fax. 02.98.34.11.01

4.3.4.2 Flaconnages

Les flaconnages seront fournis par le laboratoire et sont adaptés aux paramètres à analyser. La manipulation des échantillons et le remplissage des flacons se feront par du personnel équipé de gants en nitrile. Les gants seront changés sur chaque station.

4.3.4.3 Préparation des échantillons

Les moules seront ramenées en glacière jusqu'aux locaux de setec énergie environnement à La Forêt Fouesnant (29) pour préparer les échantillons et l'envoi au laboratoire. Avant l'envoi aux laboratoires, les moules seront épurées afin d'éliminer les particules non assimilées présentes pouvant contaminer l'échantillon de chair. Conformément aux recommandations du guide Aquaref⁵, cette phase d'épuration consiste à placer les moules pendant 18 à 26 heures dans de l'eau de mer prélevée à l'endroit d'immersion des moules. Les moules seront ensuite transmis frais et vivants (non congelés) aux laboratoires d'analyse dans un délai de 24 h. Le transport des bivalves se fait en caisse isotherme, à une température comprise entre 5 et 10°C, de préférence inférieure à 10°C (compatibles pour les métaux et les contaminants organiques).

Le nombre de moules à envoyer au laboratoire est d'une quinzaine d'individus non décortiqués pour les analyses biométriques et 1.5kg de chair fraîche non décortiquée pour les analyses chimiques. Une quantité de secours sera prévue pour compenser l'éventuelle mortalité subie par les moules.

⁵ https://www.aquaref.fr/system/files/Guide_Echantillonnage_Milieu_Marin_vf_2015_0.pdf

4.3.4.4 Transport et conservation des échantillons de moules jusqu'au laboratoire

Les échantillons seront conservés au frigo à bord du bateau. Ils seront ensuite mis en glacière isotherme pour le transport jusqu'au laboratoire.

Pour les individus destinés aux analyses biométriques, les moules seront transportés dans un sachet plastique mis dans la glacière puis seront récupérées par le transporteur TSE dont la collecte est réfrigérée jusqu'au laboratoire.

Pour les individus destinés aux analyses chimiques, les moules seront acheminées par nos soins dans une glacière jusqu'au laboratoire.

L'envoi des échantillons se fera dans la mesure du possible en début de semaine pour empêcher les retards d'analyses dus à un envoi le vendredi et la veille de jour férié.

4.3.4.5 Paramètres analysés

Pour chaque poche de moules, sera mesurée la mortalité de la poche (faite après constitution de la poche pour celle analysée à T0, ou sur site à bord du bateau, à la sortie de l'eau des poches pour les poches analysées à T0+3 mois et à T0+6 mois).

Seront ensuite constitués les échantillons pour envoi au laboratoire et analyses. Pour les analyses menées à T0+3 mois et à T0+6 mois, un échantillon moyen sera constitué à partir des 2 poches de moules relevées, avec une répartition aliquote entre les poches situées à 9-10 m de profondeur et les poches situées à 12-15 m de profondeur. Les analyses réalisées seront les suivantes :

- analyses biométriques (faites en laboratoire) : taille de la coquille, poids humide de chair, poids sec de chair, poids sec de coquille, indice de condition ;
- analyses chimiques (faites en laboratoire) :
 - Al, Mn, Fe, Hg, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Pb, Cr, As ;
 - PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 (7 congénères) ;
 - HAP (16) : acénaphène, acénaphylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b,j)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, benzo(k)fluoranthène, chrysène, dibenz(a)anthracène, fluoranthène, fluorène, indéno-pyrène, naphthalène, phénanthrène, pyrène.

Tableau 3 : Récapitulatif des analyses réalisées sur les poches de moules en fonction du temps

Moment	Mortalité	Analyses biométriques	Analyses chimiques
T0	X	X	X
T0 + 3 mois	X	X	X
T0 + 6 mois	X	X	X

Les limites de quantification et les méthodes d'analyse pour les paramètres analysés sur chair de moule sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Limites de quantification et méthodes d'analyse pour les paramètres analysés sur chair de moule

Paramètre	Paramètre	Limite de quantification	Méthode d'analyse
Analyses biométriques	Taille de la coquille	Sans objet	Méthode interne
	Poids humide de chair	Sans objet	Méthode interne
	Poids sec de chair	Sans objet	Méthode interne

Paramètre	Paramètre	Limite de quantification	Méthode d'analyse
	Poids sec de coquille	Sans objet	Méthode interne
	Indice de condition	Sans objet	Méthode interne
Métaux	Aluminium	1 mg/kg brut	ICP – NF EN ISO 11885
	Argent	0.5 mg/kg brut	ICP – NF EN ISO 11886
	Arsenic	1 mg/kg brut	ICP – NF EN ISO 11885
	Cadmium	0.02 mg/kg brut	ICP MS – ANSES/LSAliments/LSA-INS-0084
	Chrome	0.5 mg/kg brut	ICP – NF EN ISO 11885
	Cuivre	0.5 mg/kg brut	ICP – NF EN ISO 11885
	Fer	1 mg/kg brut	ICP – NF EN ISO 11885
	Manganèse	0.25 mg/kg brut	ICP – NF EN ISO 11885
	Mercure	0.02 mg/kg M.S.	ICP MS – ANSES/LSAliments/LSA-INS-0084
	Nickel	0.5 mg/kg M.S.	ICP – NF EN ISO 11885
	Plomb	0.02 mg/kg M.S.	ICP MS – ANSES/LSAliments/LSA-INS-0084
	Zinc	1 mg/kg M.S.	ICP – NF EN ISO 11885
PCB (7)	PCB 28	0.5 µg/kg M.S.	GC/MS – MIOE-MO-0073-Partie 1
	PCB 52	0.1-0.3 µg/kg M.S.	
	PCB 101		
	PCB 118		
	PCB 138		
	PCB 153		
	PCB 180		
HAP (16)	Acénaphtène	1 µg/kg M.S.	GC/MS – MIOE-MO-0073-Partie 0
	Acénaphthylène	1 µg/kg M.S.	
	Anthracène	1 µg/kg M.S.	
	Benzo(a)anthracène	2.5 µg/kg M.S.	
	Benzo(a)pyrène	3 µg/kg M.S.	
	Benzo(b,j)fluoranthène	3 µg/kg M.S.	
	Benzo(k)fluoranthène	3 µg/kg M.S.	
	Benzo(ghi)pérylène	5 µg/kg M.S.	
	Chrysène	2.5 µg/kg M.S.	
	Dibenzo(a,h)anthracène	5 µg/kg M.S.	
	Fluoranthène	2 µg/kg M.S.	
	Fluorène	1 µg/kg M.S.	

Paramètre	Paramètre	Limite de quantification	Méthode d'analyse
	Indéno (1,2,3,c,d) pyrène	5 µg/kg M.S.	
	Naphtalène	5 µg/kg M.S.	
	Phénanthrène	1 µg/kg M.S.	
	Pyrène	2 µg/kg M.S.	

4.3.5 Interprétation des données

La mortalité mesurée sur la poche de moules sera comparée avec la mortalité mesurée sur la poche initiale après conditionnement.

Les analyses chimiques obtenues à T0+6 mois seront comparés avec les résultats des analyses initiales (T0) et avec les analyses intermédiaires (T0+3 mois).

Les résultats des analyses chimiques sur chair de moules seront également comparés aux seuils de qualité environnementaux définis pour le Descripteur 8 de la DCSSM :

- L'Environnemental 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).
- Le seuil sanitaire (EC) est la teneur maximale admise dans les denrées alimentaires par la réglementation de la Communauté Européenne afin de protéger la santé publique (Commission Regulation no 1881/2006). Les seuils EC sont recommandés par OSPAR pour les métaux dans le biote en l'absence de seuils environnementaux (OSPAR, 2009).
- Pour certaines substances ou certains effets, un Background Assessment Concentration (BAC) est aussi disponible. Le BAC correspond à la concentration d'un contaminant proche ou égale au bruit de fond (substances naturelles) ou de zéro (substances artificielles) (OSPAR, 2009).

Tous les seuils ont été convertis en µg/kg p.s (poids sec) selon les formules ci-dessous :

- Pour les seuils exprimés en poids humide (C_{ph}):

$$C_{ps} = C_{ph} \times \frac{100}{\%_{MS}}, \text{ avec :}$$

- C_{ps} la concentration exprimée en poids sec (mg/kg p.s.) ;
- C_{ph} la concentration exprimée en poids frais (mg/kg p.f.) ;
- $\%_{MS}$ le pourcentage de matière sèche dans la chair molle

- Pour les seuils exprimés en poids lipidique (C_{pl}) :

$$C_{ps} = C_{pl} \times \frac{\%_{ML}}{\%_{MS}}, \text{ avec :}$$

- C_{ps} la concentration exprimée en poids sec (mg/kg p.s.) ;
- C_{pl} la concentration exprimée en poids lipidique (mg/kg p.l.) ;
- $\%_{MS}$ le pourcentage de matière sèche dans la chair molle (= 17 pour *Mytilus edulis*⁶) ;
- $\%_{ML}$ le pourcentage de matière lipidique dans la chair molle (= 1,3 pour *Mytilus edulis*³).

Tableau 5 : Seuils de comparaison utilisés pour les résultats sur chair de moule⁷

	Paramètre	Type de seuil	Valeur de seuil
Métaux	Argent (Ag)		
	Arsenic (As)		
	Cadmium (Cd)	EC	5 263 µg/kg p.s
	Chrome (Cr)		
	Cuivre (Cu)	BAC	6 000 µg/kg p.s
	Fer (Fe)		
	Manganèse (Mn)		
	Mercure (Hg)	EC	2 632 µg/kg p.s
	Nickel (Ni)		
	Plomb (Pb)	EC	7 895 µg/kg p.s
	Zinc (Zn)	BAC	63 000 µg/kg p.s
Organochlorés (9)	PCB 28	EAC	7,05 µg/kg p.s
	PCB 52	EAC	11,37 µg/kg p.s
	PCB 101	EAC	12,74 µg/kg p.s
	PCB 105	BAC	0,75 µg/kg p.s
	PCB 118	EAC	2,63 µg/kg p.s
	PCB 138	EAC	24,24 µg/kg p.s
	PCB 153	EAC	166,84 µg/kg p.s
	PCB 156		
	PCB 180	EAC	35,86 µg/kg p.s
HAP (16)	Acénaphène		
	Acénaphthylène		

⁶ Source : http://dome.ices.dk/osparmime/help_basis_conversion.html

⁷ Annexe 3 de Mauffret A. et al, 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
	Anthracène	EAC	290 µg/kg p.s
	Benzo(a)anthracène	EAC	80 µg/kg p.s
	Benzo(a)pyrène	NQE	~25 µg/kg p.s
	Benzo(b,j)anthracène		
	Benzo(k)fluoranthène	EAC	260 µg/kg p.s
	Benzo(ghi)pérylène	EAC	110 µg/kg p.s
	Chrysène		
	Dibenzo(a,h)anthracène		
	Fluoranthène	EAC	~11 µg/kg p.s
	Fluorène		
	Indeno (1,2,3,c,d) pyrène	BAC	2,4 et 2,9 µg/kg
	Naphtalène	EAC	340 µg/kg p.s
	Phénanthrène	EAC	1 700 µg/kg p.s
	Pyrène	EAC	100 µg/kg p.s

5. SYNTHÈSE DES SUIVIS PRÉVUS POUR LE COMPARTIMENT « QUALITÉ DE L'EAU »

Le tableau suivant résume les suivis prévus pour le compartiment « qualité de l'eau » sur la zone de raccordement.

Tableau 6 : Récapitulatif des suivis prévus pour le compartiment « Qualité de l'eau »

Compartiment	Matériel	Nombre de stations	Profondeur	Fréquence
Qualité de l'eau	Prélèvements d'eau	4	1 à 3 profondeurs selon l'homogénéité de la colonne d'eau : subsurface systématiquement + si colonne d'eau stratifiée : mi-profondeur et 1 m au-dessus du fond.	1 fois/an (chimie) et mensuel (autres paramètres), de novembre 2023 à octobre 2024
	Mesures à la sonde multiparamètres	3	Profil vertical depuis la surface jusqu'au fond	1 fois/mois pendant 1 an, de novembre 2023 à octobre 2024
	Caging de moules	1 (+1 biote in situ)	Caging : Entre 9-10 m et entre 12-15 m	3 fois (T0, T0+3 mois, T0+6 mois), de août 2024 à février 2025

6. MOYENS HUMAINS

Les prélèvements d'eau et les profils de turbidité nécessiteront 1 personne, en plus de l'équipage du navire Minibex.

La mise en place de la ligne de mouillage et des poches de caging de moules nécessitera 2 personnes, en plus de l'équipage du navire d'Atlantique Scaphandre.

Les relèves des poches de caging de moules se feront soit par plongeurs professionnels, soit par relevage de la ligne de mouillage à l'aide d'une grue et d'un treuil hydraulique.