



SINAY

Parcs éoliens au large de la Normandie (AO4) – État initial de l'environnement

Qualité de l'eau et du sédiment, bruit ambiant aérien, habitats benthiques, Poissons, Mollusques et Crustacés, paysage et patrimoine.

Rapport après un an de suivi.

Étude de l'état initial de l'environnement – Rapport première année – n°1300170825		
Version 4		Septembre 2023
Confidentiel Industrie Copyright SINAY® 2021		
Rédaction	Vérification	Approbation
Chargés de Mission	Head of Project Management	Directeur des Opérations
Pascal HACQUEBART Sarah RENAUT Hugo DANILLON Samuele TECCHIO	Mathieu JACOB	Guillaume BLONDEAU



SINAY est certifié ISO 9001, ISO 14001 et ISO 45001 par LRQA pour sa plateforme d'intelligence artificielle afin d'accélérer la création d'applications digitales maritimes ainsi que les supports associés pour la collecte de données en mer, l'analyse et le *reporting* notamment dans les domaines :

- *Offshore* et câbles,
- Ports et travaux maritimes,
- Pêche et halieutique,
- Énergies Marines Renouvelables,
- *Oil & Gas* et *shipping*

TABLE DES MATIÈRES

.....	1
1 INTRODUCTION.....	5
1.1 Présentation du document.....	5
1.2 Objectifs du programme.....	7
1.3 Définitions.....	8
2 CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES.....	12
2.1 Qualité de l’eau.....	12
2.1.1 Matériels et méthodes.....	12
2.1.2 Résultats de la période de juillet à juin 2023.....	27
2.1.3 Discussion et liens avec les autres compartiments.....	53
2.2 Qualité des sédiments.....	54
2.2.1 Matériels et méthodes.....	54
2.2.2 Résultats des campagnes d’automne 2022 et hiver 2023.....	63
2.2.3 Discussion et liens avec les autres compartiments.....	71
2.3 Bruit aérien.....	72
2.3.1 Matériels et méthodes.....	72
2.3.2 Résultats des campagnes estivale de 2022 et hivernale de 2022/2023.....	75
2.3.3 Discussion et liens avec les autres compartiments.....	129
3 CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES.....	130
3.1 Communautés planctoniques.....	130
3.1.1 Matériels et méthodes.....	130
3.1.2 Résultats de la période de juillet 2022 à juin 2023 (phytoplancton).....	143
3.1.3 Résultats de la période de juillet 2022 à avril 2023 (ichthyoplancton).....	151
3.1.4 Discussion et liens avec les autres compartiments.....	160
3.2 Habitats et peuplements benthiques.....	161
3.2.1 Matériels et méthodes.....	161
3.2.2 Substrats meubles – Résultats des campagnes d’automne 2022 et d’hiver 2023	177
3.2.3 Substrats rocheux – Résultats de la campagne de juin 2022.....	195
3.2.4 Discussion et liens avec les autres compartiments.....	207
3.3 Poissons, Mollusques et Crustacés.....	208
3.3.1 Matériels et méthodes.....	208

3.3.2	Résultats de la période d’été 2022 au printemps 2023.....	223
3.3.3	Discussion et liens avec les autres compartiments.....	251
4	CONCLUSION.....	255
4.1	Qualité de l’eau.....	255
4.2	Qualité du sédiment.....	255
4.3	Bruit aérien.....	255
4.4	Communautés planctoniques.....	255
4.5	Habitats et peuplements benthiques.....	256
4.6	Poissons, Mollusques et Crustacés.....	257
5	BIBLIOGRAPHIE.....	258
6	ANNEXES.....	260
6.1	Qualité de l’eau.....	260
6.2	Poissons, Mollusques et Crustacés.....	272
7	LISTES DES ANNEXES.....	290
7.1	Liste des figures.....	290
7.2	Liste des tableaux.....	297

1 Introduction

1.1 Présentation du document

Le rapport final de l'étude sera livré en 2024, et regroupera l'ensemble des résultats obtenus sur les 2 années de suivi. Le présent document constitue le rapport relatif à l'état initial après un an de suivi. Dans le cadre de ce rapport nous prenons en compte les données disponibles pendant une période maximale de 12 mois avant le rendu, elles sont listées ci-après. En effet, le rythme des différents suivis est variable d'un compartiment à l'autre rendant les quantités d'information traitée inégales. Nous présentons les séries temporelles et les données ponctuelles produites. Nous décrivons la qualité des données produites et l'état d'avancement de la réalisation des campagnes *in situ*. Le temps de traitement des échantillons après leur acquisition impose un délai de prise en compte des résultats pour les intégrer au rapport. Une fois les données brutes disponibles, nous disposons de toute la chaîne de traitement pour présenter les résultats expertisés dans les plus brefs délais.

- Synthèse bibliographique (rendue en 2022) : des données complémentaires sont maintenant disponibles (articles scientifiques, couches de données SIG). Nous les présentons dans la suite du présent rapport.
- Qualité des sédiment (2/4) :
 - Campagnes d'automne 2022
 - Campagne d'hiver 2023
- Paysage, présenté dans un document annexe (100 %)
- Bruit aérien (100 %)
- Qualité de l'eau :
 - Suivi pendant la première année (12/12)
 - Suivi complémentaire pendant la seconde année (0/4)
 - Suivi par échantillonneurs passifs DGT (0/4) et Moules (0/2)
- Communautés planctoniques :
 - Suivi du phytoplancton pendant la première année (12/12)
 - Suivi du phytoplancton pendant la seconde année (0/12)
 - Suivi du ichtyoplancton pendant la première année (10/12)
 - Suivi du ichtyoplancton pendant la seconde année (0/12)
- Kystes phytoplanctoniques (0/2) :
 - Automne 2023
 - Hiver 2024
- Habitats benthiques (2/4) :
 - Automne 2022
 - Hiver 2023
- Poissons, Mollusques et Crustacés (4/8) :
 - Été 2022
 - Automne 2022
 - Hiver 2023
 - Printemps 2023

1.2 Objectifs du programme

Ce projet de parc ainsi que les ouvrages nécessaires à son exploitation (raccordement électrique, bases d'exploitation et de maintenance) constituent un programme, soumis à étude d'impact sur l'environnement.

Cette étude d'impact environnemental du programme est réalisée et organisée en plusieurs documents. Le document actuel présente les protocoles mis en place et les résultats obtenus après un an de suivi pour la réalisation de l'état initial.

Sinay et ses partenaires établissent l'état initial de l'environnement de la zone de parcs (**AO4** et **A08**) pour les compartiments suivants :

- Qualité physico-chimique de l'eau ;
- Qualité physico-chimique du sédiment ;
- Bruit aérien ;
- Plancton ;
- Habitats benthiques ;
- Poissons, Mollusques et Crustacés ;
- Paysages et patrimoine.

Le compartiment « qualité de l'eau » est étudié par Sinay avec pour partenaire le laboratoire FILAB qui participe au suivi de la qualité physico-chimique au moyen d'échantillonneurs passifs (DGT).

Le compartiment « plancton » est étudié par Sinay avec pour partenaires l'Université de Caen – CREC (Phytoplancton) et le Muséum National d'Histoire Naturelle – MNHN (Ichtyoplancton).

Le compartiment « Bruit aérien » est suivi par ORFEA, partenaire de Sinay.

Le compartiment « Paysages et patrimoine » est suivi par l'Atelier de l'Isthme, partenaire de Sinay.

Le compartiment « Habitats benthiques » est suivi par le laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière (M2C) du CNRS, partenaire de Sinay.

La réalisation des campagnes en mer est assurée par les partenaires nautiques de Sinay qui sont STO LOGISTIQUES et BBTM.

Les autres compartiments sont suivis par BIOTOPE à l'échelle de la même zone avec Quiet Ocean qui assure le suivi de l'acoustique sous-marine. TBM établit l'état initial de l'environnement dans le cadre des projets de raccordement. Ces compartiments concernent la réalisation de mesures *in situ* pour les Mammifères marins, les Oiseaux, Chauve-souris, grands Poissons pélagiques, Tortues marines et bruit sous-marin.

Une étude préliminaire a été produite par Sinay en 2022 pour définir :

- L'état actuel des connaissances à l'échelle de la zone étudiée ;
- Les protocoles à appliquer.

1.3 Définitions

- **A04 et A08** : Appels d’Offres pour les Parcs éoliens en mer au large de la Normandie n°7 et 8.
- **Aquaref** : Laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques.
<https://www.aquaref.fr/>
- **BACI** : Before After Control Impact. La méthode BACI permet de tester chacun des deux facteurs individuellement pris en compte dans les conceptions précédentes : différences entre avant et après, et entre contrôle et impact. Sa capacité à traiter les limites associées à chacune des deux modèles précédents, le rend considérablement plus robuste. Cependant, les analyses BACI ne sont pas en mesure de fournir des informations sur les effets se produisant à travers un gradient dans la zone d’étude.
<https://www.ofb.gouv.fr/sites/default/files/Fichiers/Appels%20C3%A0%20projets/marha/Annexe%203%20-%20Protocoles%20BACI%20%26%20BAG.pdf>
- **BAG** : Before and After Gradient. L’analyse BAG permet de mesurer un gradient d’effet à des intervalles (normalisés) à partir d’un point, souvent la source de l’impact potentiel. L’avantage de cette approche par rapport à l’approche BACI, est que les changements de distributions dans la zone d’étude sont quantifiés. Cependant, il fonctionne mieux lorsqu’il existe une source / un point, car il ne peut pas tirer de conclusions concernant plusieurs gradients différents sur un point.
<https://www.ofb.gouv.fr/sites/default/files/Fichiers/Appels%20C3%A0%20projets/marha/Annexe%203%20-%20Protocoles%20BACI%20%26%20BAG.pdf>
- **Bloom phytoplanctonique** : Processus de concentration rapide des cellules phytoplanctoniques dans une masse d’eau.
- **Bruit ambiant** : Bruit total composé de l’ensemble des bruits émis par les sources proches et éloignées existantes, dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné.
- **Bruit particulier** : Bruit émis par une source identifiée spécifiquement.
- **Bruit résiduel** : Bruit ambiant d’un site sans l’activité et sans les sources de bruit incriminées influençant son niveau.
- **Caridea** : Infra-ordre de crustacés décapodes.
- **C.S.L.N.** : Cellule de Suivi Du Littoral Normand. <https://www.csln.fr>
- **Chloroplastes** : Organites présents dans le cytoplasme des cellules eucaryotes photosynthétiques (plantes, algues).
- **Chorus matinal** : Le réveil de la nature, (chant des oiseaux, etc.) est appelé chorus matinal. Il fait partie des phénomènes naturels influençant l’environnement sonore. <https://www.orfea-acoustique.com/wp-content/uploads/2014/12/orfea-newsext-4-160913.pdf>
- **Copepoda** : Groupe de petits crustacés, libres et parasites vivant dans l’eau de mer et dans presque tous les habitats d’eau douce
- **Décibel** : Le niveau sonore d’un bruit est évalué par l’amplitude de la variation de pression par rapport à la pression atmosphérique moyenne.

Le niveau sonore est généralement exprimé en décibel dB et calculé comme suit :

$$L_p = 20 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)$$

Avec :

$p_0 = 2,10^{-5}$ Pascal (pression de référence : seuil d’audibilité)

p = pression acoustique

Cette grandeur est dépendante de l’environnement de la source.

Afin de caractériser un bruit fluctuant par une seule valeur, on calcule le niveau de pression acoustique continu équivalent Leq. Le niveau sonore équivalent représente le niveau sonore qui contiendrait autant d'énergie que le niveau réel fluctuant sur la durée de l'intervalle considéré. Cet indicateur pondéré A s'écrit LA_{eq} et s'exprime en dB(A).

- **Diatomées** : Algues brunes, microscopiques (dont la taille varie entre 5 μm et 500 μm) et unicellulaires.
- **Dinoflagellés** : Super-classe d'organismes eucaryotes unicellulaires (dont la taille varie entre 3 μm et 50 μm).
- **D.C.E.** : Directive Cadre sur l'Eau.
- **D.C.S.M.M.** : Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin
- **DGT** : Diffusive Gradient in Thin film (DGT). Échantillonnage des métaux dans les eaux de transition et côtières par la technique du Gradient de Diffusion en couche mince. Un DGT est un dispositif en plastique qui accumule les substances dissoutes en suivant la première loi de Fick, fournissant la concentration *in situ* intégrée pendant la durée du déploiement.
<https://www.aquaref.fr/evaluation-contamination-eaux-comparaison-mesures-echantillonnage-passif-dgt-pocis-sbse-mesures-bi-0>
https://www.monitoolproject.eu/images/Publicaciones/Guide_des_bonnes_pratiques_pour_utilisation_des_DGTs.pdf
- **Émergence** : L'émergence est la différence arithmétique entre le niveau de bruit ambiant (avec source de bruit incriminée) et le niveau de bruit résiduel (sans source de bruit incriminée) au cours d'un intervalle d'observation.
- **État initial** : Description de l'environnement pour réaliser une étude d'impact conformément à l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement.
- **État de référence** : État avant travaux qui constitue le t_0 pour les suivis lors de la construction et de l'exploitation.
- **EUNIS** : La typologie EUNIS (*European Nature Information System*) est une classification des habitats naturels, semi-naturels et anthropiques des secteurs terrestres et marins d'Europe qui a été élaborée à partir de classifications préexistantes. https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_typo/7
- **Eumalacostraca** : Sous-classe de Crustacés
- **Gebiidea** : Infra-ordre de crustacés décapodes.
- **GEODE** : Groupe d'Études et d'Observation sur les Dragages et l'Environnement
- **Guide Aquaref** : Regroupement des recommandations techniques d'AQUAREF pour la réalisation des opérations d'échantillonnage et d'analyse dans les programmes de surveillance chimique liés à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et la Directive Cadre « Stratégie pour le Milieu Marin » (DCSMM).
https://www.aquaref.fr/system/files/2016_Guide_Echantillonnage_CE_VF_2.pdf
- **Indices statistiques (ou indices fractiles)** : Cet indice représente le niveau de pression acoustique dépassé pendant X % de l'intervalle de temps considéré. Les indices les plus souvent utilisés sont les suivants :
 - L_{10} : niveau sonore atteint ou dépassé pendant 10 % du temps de la mesure,
 - L_{50} : niveau sonore atteint ou dépassé pendant 50 % du temps de la mesure,
 - L_{90} : niveau sonore atteint ou dépassé pendant 90 % du temps de la mesure.
- **Ichtyoplancton** : Œufs et larves de poissons, flottant et dérivant dans la colonne d'eau.
- **Kystes phytoplanctoniques** : Phase naturelle de la croissance du phytoplancton pendant laquelle les kystes s'enfouissent dans les sédiments pour reparaître au printemps, lors des conditions plus favorables au développement des espèces.
<https://www.bonobosworld.org/fr/glossaire/kyste>

- **L.Q.** : Limites de Quantification, valeurs correspondant au seuil de quantification, c'est-à-dire la valeur au-dessous de laquelle le laboratoire n'est plus en mesure de déterminer avec exactitude la quantité du paramètre recherché. La limite de quantification est la plus petite valeur à partir de laquelle il existe un résultat de mesure avec une fidélité suffisante. (Source : OFB).
- **LQ laboratoire** : LQ compatible DCE, conformément à l'avis du 14 avril 2018 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.
- **LQ minimum** : LQ compatible DCE, conformément à l'avis du 14 avril 2018 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.
- **M2C** : UMR 6143 – Laboratoire de Morphodynamique continentale et côtière. L'unité M2C centre ses recherches autour de l'analyse des processus qui régissent l'évolution des formes de la surface de la terre et le fonctionnement des systèmes géomorphologiques continentaux et côtiers : morphodynamique continentale et côtière, impacts environnementaux, érosion et transferts, mécanique des fluides et génie côtier et géomatériaux et génie civil.
- **M.E.S.** : Matières En Suspension. <https://www.unicaen.fr/laboratoire/umr-6143-morphodynamique-continentale-et-cotiere-m2c/>
- **Météo France** : Le service officiel de la météorologie et de la climatologie en France.
- **Milieu subtidal** : Zone située en deçà des variations du niveau de l'eau en mer dues aux marées <https://www.aquaportail.com>
- **Migration nyctémérale** : nom donné au déplacement quotidien de certains organismes marins qui se déplacent chaque jour et chaque nuit, alternativement entre la surface et les profondeurs.
- **Mytilus edulis** : La moule commune (*Mytilus edulis*) est un Mollusque Bivalve vivant sur des supports durs dans la zone intertidale, principalement en Atlantique-Nord, dans la Manche, mais elle peut être cosmopolite. <https://image.ifremer.fr/data/00562/67403/>
- **NQE biote - MA** : (Dir. 2013/39/CE) Pour les substances "prioritaires" et "prioritaires dangereuses" de la DCE : Norme de Qualité Environnementale réglementaire, applicable dans les eaux de surface côtières et de transition et visant la protection de l'environnement et de la santé humaine. Valeur exprimée sous forme de moyenne annuelle, en µg/L ;
 - CMA-MA (Dir. 2013/39/CE) Pour les substances "prioritaires" et "prioritaires dangereuses" de la DCE : Concentration Maximale Admissible réglementaire, applicable dans les eaux de surface côtières et de transition et visant la protection de l'environnement et de la santé humaine. Valeur exprimée sous forme de moyenne annuelle, en µg/L ;
 - QS-MA marine_eco : Valeur de référence spécifique (QS) applicable dans l'eau visant la protection des organismes pélagiques marins contre une écotoxicité chronique (exprimée sous forme de moyenne annuelle) ;
 - NQEp Eaux. Circulaire du 07/05/07 définissant les "normes de qualité environnementale provisoires (NQEp)" des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau ainsi que des substances pertinentes du programme national de réduction des substances dangereuses dans l'eau.
- **Notochorde** : Structure rigide dorsale présente dans l'embryon de tous les Chordés (*Chordata*) et qui, pour les Vertébrés, participe à la formation de la colonne vertébrale.
- **OSPAR** : La Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est, dite Convention OSPAR, a été ouverte à la signature à la réunion ministérielle des anciennes

Commissions d'Oslo et de Paris, à Paris le 22 septembre 1992. La Convention est entrée en vigueur le 25 mars 1998. Les Parties contractantes sont l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la Finlande, la France, l'Irlande, l'Islande, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni de Grande Bretagne et d'Irlande du Nord, la Suède, la Suisse et l'Union européenne. <https://www.ospar.org/documents?v=46271>

- **R** : *A language and environment for statistical computing*. Il s'agit d'un environnement et d'un langage de programmation pour effectuer des calculs statistiques et créer des graphiques.
<https://www.R-project.org/>
https://stt4230.rbind.io/introduction/presentation_r/
- **REPHY** : Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et de l'Hydrologie dans les eaux littorales). <https://littoral.ifremer.fr/Reseaux-de-surveillance/Environnement/REPHY-la-surveillance-du-phytoplancton-et-des-phyco-toxines>
- **ROCISED** : Réseau d'observation des contaminants chimiques de l'Ifremer. Anciennement R.N.O.SED. <https://campagnes.flotteoceanographique.fr/series/163/fr/>
- **ROV** : *Remotely Operated Vehicle* (véhicule sous-marin téléguidé).
- **SHOM** : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine. <https://www.shom.fr>
- **SOMLIT** : Service d'Observation en Milieu Littoral <https://www.somlit.fr>
- **Spectre sonore** : Un spectre sonore est la décomposition fréquentielle d'un son. Cette décomposition est couramment réalisée en octave ou tiers d'octave.
- **Phytoplancton** : Ensemble des organismes aquatiques faisant partie du plancton, caractérisés par leur capacité à se nourrir de manière autotrophe en captant l'énergie solaire lors du processus de photosynthèse.
- **Pondération** : La pondération A est un filtre particulier dont l'objet est de corriger un signal afin de tenir compte de la non-linéarité de perception de l'oreille humaine. Lorsqu'on applique cette correction sur un niveau sonore, celui-ci s'exprime en dB(A). Il existe d'autres pondérations moins courantes qui peuvent être utilisées dans des cas particuliers, les pondérations B et C.

2 Caractéristiques physiques

2.1 Qualité de l'eau

2.1.1 Matériels et méthodes

2.1.1.1 Stratégie d'échantillonnage

2.1.1.1.1 Généralités

L'étude en cours vise la caractérisation de l'état initial¹ de la **qualité physico-chimique de l'eau** associée à la zone du projet. Elle comprend des échantillonnages au moyen d'une **sonde WiMo multi-paramètres** couplée à une **bouteille de prélèvement Niskin téflonnée** (stations ponctuelles) et de capteurs passifs tels que les **cages de moules** et les **DGT**² (stations permanentes). Leur localisation est détaillée dans la **Figure 3** et le **Tableau 1**.

L'objectif est de caractériser l'état initial de la qualité physico-chimique de la colonne d'eau par des mesures *in situ* dans le cadre de l'étude d'impact de l'installation des parcs éoliens en mer dans les zones **AO4** et **AO8**. Le suivi repose sur un modèle **BACI** (Methratta, 2020) adapté aux spécificités du cahier des charges de l'étude (**Figure 2**). Le positionnement des stations permet une prise en compte des courants marins dominants de direction Nord-Sud et Est-Ouest avec également des stations ponctuelles placées hors et dans la zone de projet.

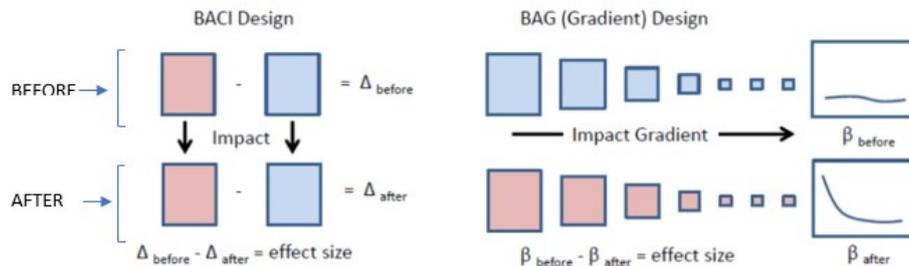


Figure 2 : comparaison entre une approche de type BACI et une approche de type BAG (Secor, 2017).

Les stations ponctuelles du compartiment « **Qualité de l'eau** » sont étudiées pendant 1 année (de l'été 2022 à l'été 2023). Les prélèvements d'eau de mer sont réalisés en mutualisation avec le compartiment « **Communautés planctoniques** ». La fréquence de mesure est mensuelle pour les stations H01 à H08. Les paramètres physico-chimiques de l'eau sont mesurés grâce à la sonde WiMo multi-paramètres. La qualité physico-chimique est échantillonnée à la une bouteille Niskin téflonnée.

Les stations permanentes du compartiment « **Qualité de l'eau** » sont étudiées pendant 6 à 9 mois. Les cages de moules sont analysées 3 fois sur une période 6 mois, les *DGT* le sont 4 fois sur une période de 9 mois (stations M1 et M2 pour les cages de moules et stations M1, M2 et D3 pour les

¹ État initial : Description de l'environnement pour réaliser une étude d'impact conformément à l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement.

² Diffusive Gradient in Thin film (DGT) : <https://www.aquaref.fr/evaluation-contamination-eaux-comparaison-mesures-echantillonnage-passif-dgt-pocis-sbse-mesures-bi-0>

DGT). Les stations M1 et M2 sont mutualisées pour l'échantillonnage par cages de moules mais également pour les DGT.

Parmi les stations échantillonnées, dans les 2 cas, la moitié d'entre elles est située dans la zone du projet, à savoir la zone des futurs parcs éoliens, et l'autre moitié en dehors (**Figure 3** et **Tableau 1**).

Tableau 1 : coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage du compartiment « Qualité de l'eau ». Le système de coordonnées est WGS 84 et les coordonnées sont présentées en degrés décimaux. Les stations H01 à H08 sont des stations ponctuelles. Les stations M1, M2 et D3 sont des stations permanentes.

Stations « Qualité de l'eau »	Coordonnées décimales	
H01	49,88796233	-0,328629007
H02	49,85598954	-0,529913568
H03	49,77767321	-0,645924561
H04	49,69850483	-0,664656445
H05	49,84565791	-1,009366386
H06	49,98093563	-0,825260096
H07	49,92451866	-0,720033635
H08	49,84574053	-0,82080168
M1	49,91293878	-0,72097314
M2	49,84246409	-0,80531735
D3	49,68419224	-0,66529831

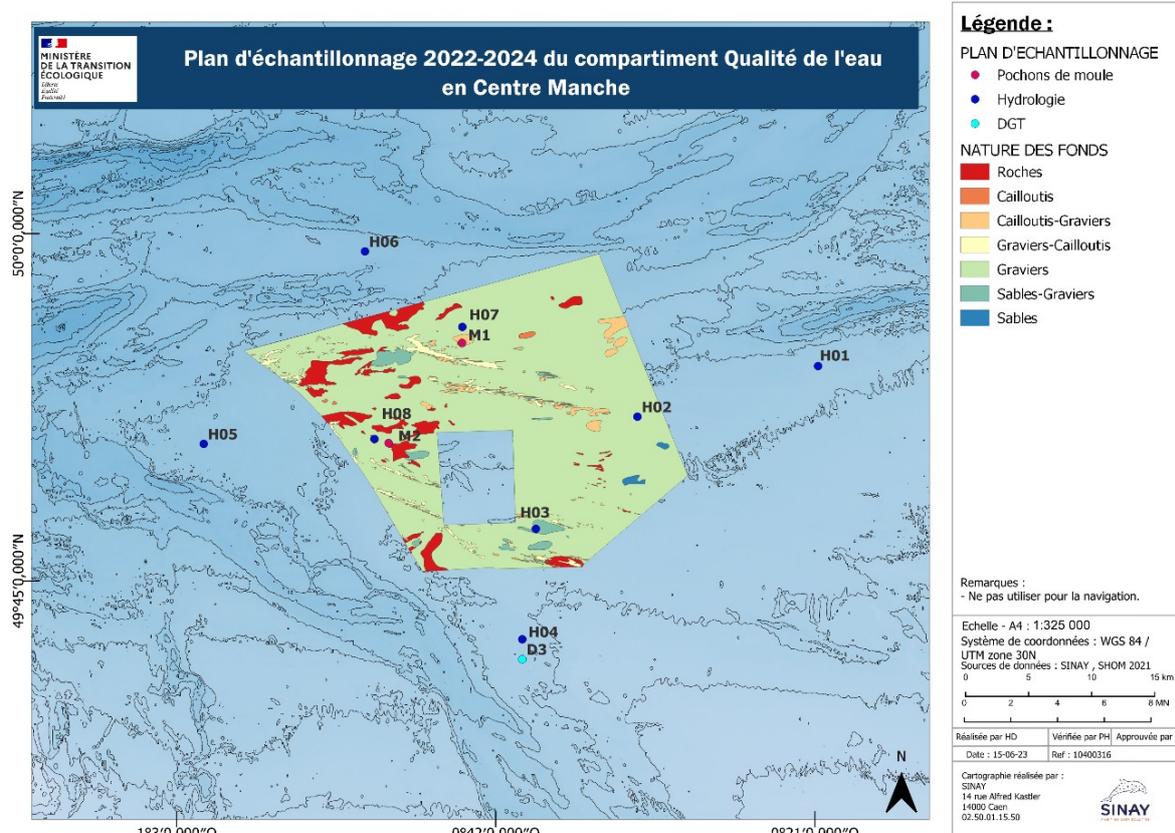


Figure 3 : plan d'échantillonnage du compartiment « qualité de l'eau » en Centre Manche en fonction de la bathymétrie et de la nature du fond. Le suivi ponctuel à la bouteille Niskin et à la sonde WiMo multi-paramètres correspond aux stations H01 à H08 identifiées « Hydrologie ». Le suivi permanent par cages de moules

correspond aux stations M1 et M2 identifiées « pochons de moules ». Le suivi permanent au moyen de DGT correspond aux stations M1, M2 et D3 identifiées « DGT ».

2.1.1.1.2 Suivis des stations ponctuelles (sonde WiMo et bouteille Niskin)

- **Méthode de prélèvement**

Une sonde WiMo multi-paramètres équipée des plusieurs capteurs (température, conductivité, turbidité, fluorescence, pH, oxygène dissous et saturation en oxygène) est couplée à une bouteille de prélèvement Niskin au moyen d'un système appelé « rosette » (**Figure 4**). Ce système est une création spécifique de Sinay pour l'étude du compartiment « **Qualité de l'eau** ». Il permet de réaliser simultanément, l'enregistrement des paramètres physico-chimiques de l'eau et les prélèvements d'eau de mer (**Tableau 3**). Au moyen de cette méthode, les données sont mises en parallèle pendant une période identique.



Figure 4 : système de « rosette » comprenant une bouteille de prélèvement de type Niskin en téflon, d'une contenance 5 L et une sonde WiMo multi-paramètre dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité de l'eau » et « Communautés planctoniques ».

La mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau est réalisée grâce à une sonde multi-paramètres WiMo équipée de plusieurs capteurs. Chaque capteur est dédié à l'enregistrement d'un paramètre. La fréquence d'acquisition des différents paramètres est fixée à une mesure toutes les 2 secondes, fréquence minimale pouvant être sélectionnée pour cette sonde.

Les prélèvements d'eau de mer sont effectués au moyen d'une bouteille de prélèvement de type Niskin d'une contenance de 5 L. Ce volume permet de collecter la quantité nécessaire aux différentes analyses physico-chimiques et biologiques. L'intérieur de la bouteille, ainsi que le ressort sont recouverts de téflon pour empêcher d'éventuelles contaminations avec le PVC, présent sur d'autres types de bouteilles dans le cadre des mesures de la qualité chimique de l'eau. Cette méthode de prélèvement mutualisée respecte les préconisations du **Guide Aquaref**³ « Opérations d'échantillonnage en milieu marin » (Amouroux & Claisse, 2016).

À l'échelle de chaque station, 1 prélèvement est réalisé à chacune des trois profondeurs (subsurface, mi-profondeur et 1 m au-dessus du fond). La sonde multi-paramètres étant couplée avec la bouteille de prélèvements, un profil ascendant/descendant est ainsi effectué pour chacune des profondeurs

³ Aquaref : Laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques.

de prélèvement. La fréquence de mesure est mensuelle, en accord avec le protocole REPHY⁴ (Gailhard, 2003).

À chaque profondeur, un volume d'eau de mer de 3,5 à 4 L, dédié à l'analyse des différents paramètres associés à la qualité des eaux marines (**Tableau 3**), est prélevé et conservé dans plusieurs flacons adaptés fournis par le laboratoire responsable des analyses.

- **Calendrier**

La fréquence d'échantillonnage est mensuelle pendant une année, de juillet 2022 à juin 2023. Lors des missions de l'automne 2022 et d'hiver 2022-2023, plusieurs stations n'ont pu être échantillonnées principalement en raison du dépassement des conditions limites de navigation fixées en fonction des moyens nautiques utilisés à cette période de l'année (**Tableau 2**). La mission d'octobre 2022 est la première mission au cours de laquelle les conditions météorologiques ont entraîné un échantillonnage partiel. Les stations ayant pu être échantillonnées sont les stations H01, H02 et H03. Ces stations sont depuis privilégiées afin d'effectuer un suivi complet à l'échelle du plus grand nombre de stations possible. En janvier 2023, aucune des stations n'a pu être échantillonnée.

Tableau 2 : calendrier des missions d'échantillonnage à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023 pour le compartiment « Qualité de l'eau ». Les stations signalées en vert ont été échantillonnées à la différence des stations en rouge.

Stations « »	juil-22	août-22	sept-22	oct-22	nov-22	déc-22	janv-23	févr-23	mars-23	avr-23	mai-23	juin-23
H01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H03	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H04	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H05	✓	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H06	✓	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H07	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H08	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓

Afin de compléter le manque de données sur les mois d'octobre 2022 à janvier 2023, des missions complémentaires auront lieu d'octobre 2023 à janvier 2024.

2.1.1.1.3 Suivis des stations permanentes (capteurs passifs)

- **Méthode de suivi au moyen de cages de Moules**

Cette méthode repose sur les capacités de bioaccumulation des Mollusques en étudiant la chair et le liquide valvaire. Les Moules sont en effet des filtreurs qui se nourrissent de particules alimentaires dans la colonne d'eau et bioaccumulent les contaminants chimiques potentiellement présents dans milieu.

L'espèce utilisée est la Moule commune, *Mytilus edulis*⁵. Le choix s'est porté sur cette espèce en raison de sa distribution géographique dans la Manche, ses facilités d'approvisionnement, sa robustesse, la bonne connaissance de cette espèce ainsi que sa période de maturité sexuelle (OSPAR, 2013). 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 millimètres.

⁴ REPHY : Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et de l'Hydrologie dans les eaux littorales.

⁵ *Mytilus edulis* : Mollusque bivalve vivant sur des supports durs dans la zone intertidale, principalement en Atlantique-Nord, dans la Manche, mais elle peut être cosmopolite.
<https://image.ifremer.fr/data/00562/67403>

Les Moules sont conditionnées dans des cages (**Figure 5**) afin de les protéger contre d'éventuels prédateurs et les conditions météorologiques pouvant être violentes dans le secteur en période automnale et hivernale. Les cages dans lesquelles les Moules sont conditionnées, sont de conception spécifique, réalisée par Sinay dans le cadre de cette étude pour respecter les contraintes du milieu et atteindre les objectifs de l'étude. Chaque cage contient environ 5 kg de Moules.



Figure 5 : cage dans laquelle les moules seront conditionnées et immergées dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » par stations permanentes.

La position géographique des 2 stations d'échantillonnage M1 et M2 est décidée en lien avec plusieurs facteurs (**Figure 3**) :

- La proximité avec une station de suivi ponctuel de la qualité de l'eau (M1 associée à H07, M2 à H08). De cette manière les résultats entre les 2 suivis sont comparables ;
- Les stations sont situées à bonne distance des routes maritimes, afin de réduire le risque d'accrochage des dispositifs avec les navires.

Ces 2 stations sont localisées dans l'aire du futur parc éolien de l'**AO4**.

- **Méthode de suivi au moyen de DGT**

Un DGT est un dispositif en plastique qui accumule les substances dissoutes dans l'eau, fournissant la concentration *in situ* intégrée pendant la durée du déploiement. Il se compose d'une base plastique et d'un bouchon circulaire avec une ouverture (fenêtre DGT, **Figure 6**). Une couche de résine, de gel diffusif et de membrane filtrante sont empilés sur une base, et un bouchon est placé sur l'ensemble. Les éléments échantillonnés passent par le filtre à membrane et le gel diffusif et sont accumulés dans la résine de manière contrôlée, par flux diffusif (Vanessa Millán, 2022).

Les métaux présents dans l'eau peuvent l'être sous forme « dissous » ou « particulaires ». Le principe de base des DGT repose sur le fait que, une fois que dispositifs immergés, les complexes métalliques en solution se diffusent dans la couche de gel du DGT. Les formes dites « complexées », qui se dissocient lors de leur migration dans le gel diffusif, sont fixées sur la résine.



Figure 6 : structure d'un DGT (Source : Projet MONITOOL).

L'échantillonnage par *DGT* est réalisé à l'échelle de 3 stations (**Figure 3**) :

- 2 de ces stations sont communes à celles identifiées pour les cages de moules (M1 et M2) ;
- 1 station D3 dédiée uniquement au suivi par *DGT*.

Pour chaque station, 2 réplicats (contenant chacun 3 résines *DGT*) est immergé. Le premier réplicat est constitué d'une résine *DGT* M-NP Chelex (LSNM-NP Metals)⁶, le deuxième d'une résine *DGT* X-NP Chelex/TiO₂ (LSNX-NP Metals)⁷. Les *DGT* sont fixés dans une boîte dédiée à cet effet (**Figure 7**). Un réplicat « blanc terrain » est également exposé à l'air mais ne sera pas immergé afin d'identifier la potentielle contamination des *DGT* lors des opérations de terrain.

La manipulation des *DGT* lors du déploiement et de la récupération nécessitent le respect d'un protocole sanitaire strict afin de ne pas produire des contaminations croisées.

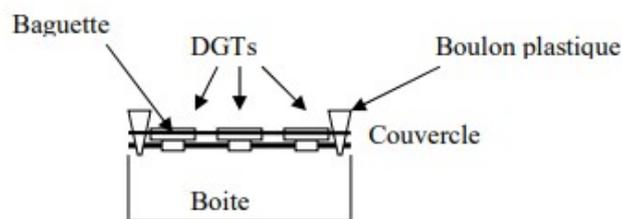


Figure 7 : boîte dans laquelle les 3 *DGT* (1 réplicat) seront conditionnés et immergés dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » par stations permanentes.

• Calendriers

Afin de respecter la phase de repos biologique des Moules, la mise à l'eau des cages est réalisée au cours du dernier trimestre de l'année. Dans le cadre de cette étude, il a été choisi de les mobiliser pendant le troisième trimestre soit au cours de l'été 2023 et jusqu'à la fin de l'année 2023.

5 échantillons de Moules sont déployés :

- Le premier (t₀) est utilisé comme référence ;
- 2 sont immergés pendant 3 mois (t₀ + 3) ;
- 2 sont immergés pendant 6 mois (t₀ + 6).

Les variations de masse corporelle des différents individus induites notamment par les périodes de reproduction au cours des 6 mois sont ainsi prises en considération.

La première campagne a également été réalisée. La période de suivi dure 1 an avec un temps d'immersion de chaque réplicat de 5 à 10 jours.

2 réplicats sont déployés à chaque saison :

- Les premiers réplicats à l'été 2023 ;
- Les deuxièmes en automne 2023 au bout de 3 mois ;
- Les troisièmes à l'hiver 2024 ;
- Les derniers au printemps 2024.

Le déploiement des cages de moules et des *DGT* est mutualisé (**Figure**). Cette méthode, proposée et mise en action par Sinay, permet de limiter les sorties en mer et le nombre de lignes de mouillage

⁶ <https://www.dgtresearch.com/product/lsnm-loaded-dgt-device-for-metals-a-in-solution/>

⁷ <https://www.dgtresearch.com/product/lsnx-loaded-dgt-device-for-metals-a-and-b-and-p-in-solution/>

(Figure 9) déployées simultanément. La mise à l'eau des *DGT* est réalisée à chaque saison en mutualisant les mises à l'eau et relevage des cages de Moules.

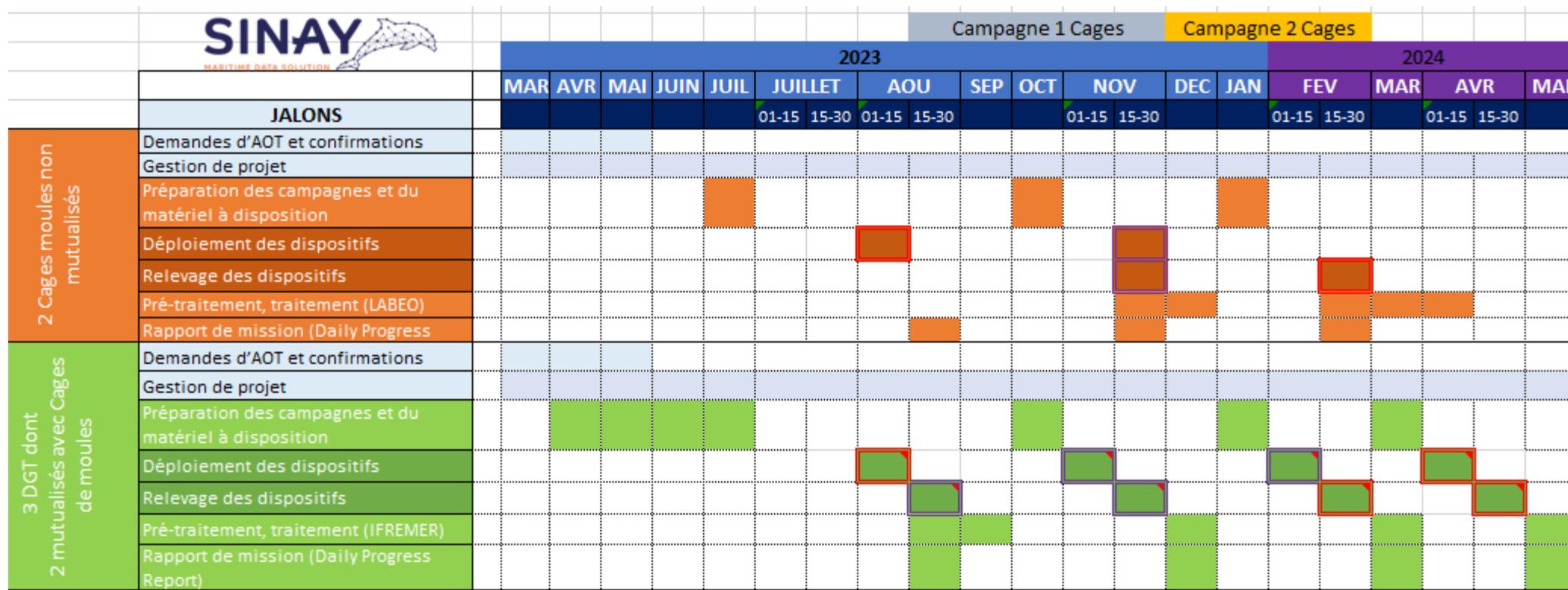


Figure 8 : calendrier des missions mutualisées des cages de moules et des DGT, proposé par Sinay. En orange les étapes associées au déploiement des cages de moules et en vert les étapes associées à celui des DGT dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » par stations permanentes.

- **Lignes de mouillage associées aux stations permanentes**

Pour chaque station, une ligne de mouillage est spécifiquement conçue afin d'accueillir les dispositifs cages de Moules et/ou DGT. Lorsque le suivi est commun à ces 2 types de capteurs passifs, le dispositif d'immersion est mutualisé (stations M1 et M2).

Chaque ligne de mouillage est composée d'une bouée de surface en polyéthylène et est fixée sur le fond par une ancre. Ces 2 éléments sont reliés différentes portions d'aussières et de chaînes. Les cages de Moules et DGT sont fixés 5 mètres sous la surface (**Figure 9**).

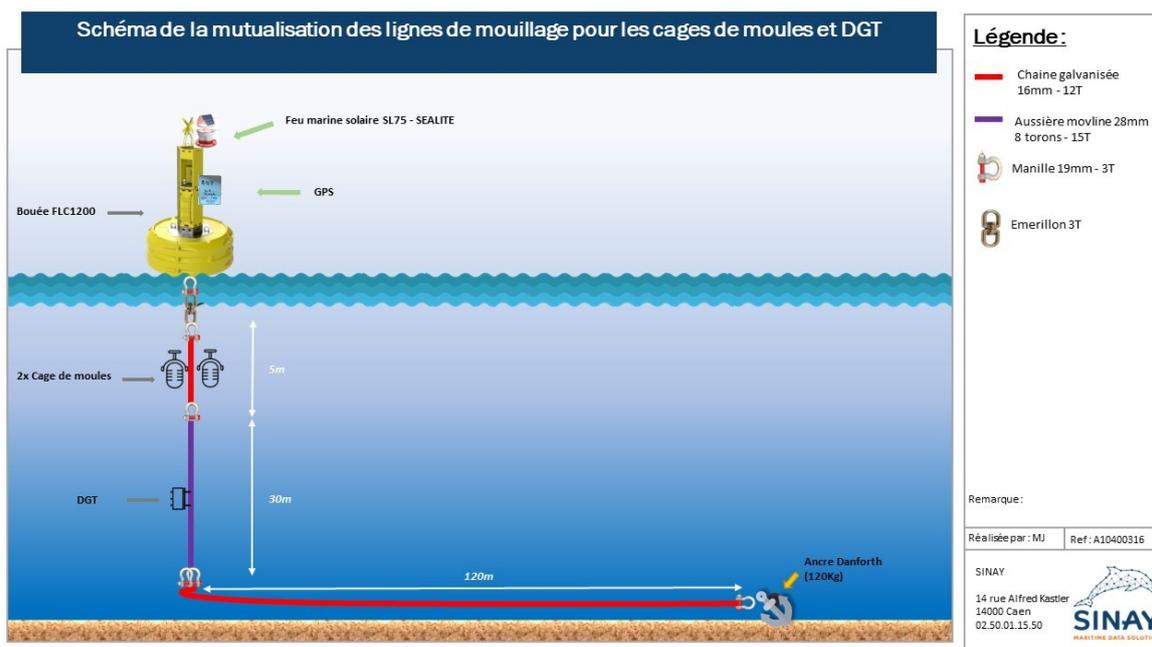


Figure 9 : schéma de la mutualisation des capteurs passifs (cages de Moules et DGT) sur une ligne de mouillage dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » par stations permanentes.

2.1.1.2 Moyens nautiques

Le navire sélectionné pour ces missions est le *Celtic Warrior* de la Société STO Logistique (**Figure 10**). Ce bateau possède tous les équipements nécessaires pour ce type d'opérations, en particulier, un treuil mécanique et un large pont dégageant un espace de travail de plus de 20 m² adapté à la réalisation des tâches.



Figure 10 : le navire Celtic Warrior de la société STO Logistique®.

Le navire sélectionné pour cette campagne complémentaire est le CERES III de la Société CERES (Figure 11). Ce bateau possède tous les équipements nécessaires pour ce type d'opérations, en particulier, un treuil mécanique et un large pont dégageant un espace de travail de 19 m² adapté à la réalisation des tâches.



Figure 11 : le navire CERES III de la société CERES®.

L'échantillonnage des 8 stations ponctuelles nécessite généralement 3 jours de mission avec 3 opérateurs de Sinay. Sont également présents 1 capitaine et 1 matelot pour les assister. Ce compartiment est suivi en mutualisation avec les compartiments « **Communautés planctoniques** » et « **Poissons, Mollusques et Crustacés** ».

Les campagnes mensuelles se réalisent uniquement durant les phases de morte-eau, car en vive-eau la mer est homogène, brassée par les forts courants de marées. Les conditions limites de sortie en bateau sont un vent de force 4 sur l'échelle de Beaufort (jolie brise, i.e. 10 à 15 nœuds soit 20 à 28 km/h) et une houle de 1 mètre longue sans distinction de la période. En dehors de ces règles HSE, les prélèvements ne peuvent pas être réalisés.

2.1.1.3 Paramètres mesurés et analyse des données

Les paramètres des matrices « eau » et « biote » suivis dans le cadre de l'évaluation de la qualité des eaux marines sont présentés dans le **Tableau 3** ci-dessous.

Tableau 3 : liste des paramètres suivis dans les matrices « eau » et « biote » (Source : le cahier des clauses techniques particulières (CTP) commun aux deux lots et ses annexes.).

Paramètres mesurés de la matrice « eau » et « biote »	
Hydrologie	Température, pH, salinité, conductivité de la colonne d'eau, concentration et saturation en oxygène dissous, fluorescence
Transparence	Mesure optique (NTU), matières en suspension (MES, fractions organiques et minérales)
Biologie	Concentration en chlorophylle <i>a</i> et phéopigments
Chimie (sur fraction totale et dissoute)	Al, Ca, Cd, Cl, Cr, Cu, Fe, Mn, Na, Ni, Pb, Zn, matières inhibitrices, composés organohalogénés absorbables sur charbon actif, HAP
Micropolluants organiques	HCT C10-C40
Bactériologie	<i>Escherichia coli</i> , entérocoques intestinaux
Nutriments	COT, Azote Total, Nitrites, Nitrates, Ammonium, Phosphates, Orthophosphates (PO ₄), Fluorures, Sulfates, Silicium, Indium, AOX, Bromoforme
Biote	Les analyses suivantes sont menées pour la qualité du biote : PCB 28, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180 (9 congénères) Al, Mn, Fe, Hg, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Pb, Cr, As HAP : acénaphthène, acénaphthylène, anthracène, benzanthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, benzo(k)fluoranthène, chrysène, dibenzanthracène, fluoranthène, fluorène, indéno-pyrene, naphthalène, phénanthrène, pyrène.

Les analyses physico-chimiques sont réalisées par le laboratoire LABEO (www.laboratoire-labeo.fr), accrédité COFRAC dans le respect des recommandations du référentiel « dragage 104 » et de la Norme NF EN ISO 16 665.

Une fois les données analysées et traitées, les résultats des mesures hydrologiques (sondes multi paramètres et prélèvements d'eau) sont comparés aux données des réseaux SOMLIT⁸ et REPHY⁹. Les outils de traitement de données issus de R-Studio effectuent les requêtes permettant le filtrage des données sur les masses d'eau servant de comparaison avec les données collectées (paramètres hydrologiques) à savoir :

- FRHC07 « Cap Levi Gatteville » ;
- FRHC08 « Barfleur » ;
- FRHC09 « Anse de St Vaast la Hougue » ;
- FRHC10 « Baie de Veys ».

Les calculs suivants sont réalisés :

- Valeurs Minimale, Maximale, Moyenne, Médiane par année pour l'ensemble des points de mesures considérés ;

⁸ SOMLIT : Réseau appartenant au CNRS assurant le suivi multisite à l'échelle nationale afin de caractériser l'évolution pluri-décennale des écosystèmes côtiers et littoraux, et d'en déterminer les forçages climatiques et anthropiques.

⁹ REPHY : Réseau appartenant à l'Ifremer assurant le suivi et la dynamique des populations phytoplanctoniques et des contions hydrologiques associées.

- Valeurs Minimale, Maximale, Moyenne, Médiane sur l'ensemble des années pour l'ensemble des points de mesures considérés.
- Les résultats sont ensuite comparés avec ceux des résultats des réseaux de mesures REPHY et SOMLIT (médiane, moyenne, Minimum, Maximum).

2.1.1.3.1 Stations ponctuelles

Les paramètres du compartiment « hydrologie » sont mesurés et enregistrés par la sonde WiMo aux 3 profondeurs de prélèvement d'eau et sur un profil ascendant/descendant à l'échelle des 8 points d'échantillonnage.

Les paramètres des compartiments « transparence », « biologie », « chimie », « micropolluants », « bactériologie » et « nutriments » sont analysés à partir de prélèvements d'eaux de mer à trois profondeurs aux mêmes points d'échantillonnage précédents. Les échantillons parviennent au laboratoire moins de dix heures après leur prélèvement afin de respecter les normes de qualité des analyses. Dans ce dernier cas, les échantillons sont d'abord filtrés et congelés sur site avant leur traitement dans les 2 semaines suivantes. Les échantillons consacrés au suivi du paramètre Si(OH)_4 sont traités en moins d'une semaine.

Les enregistrements numériques des sondes multi paramètres sont récupérés sous forme de fichiers bruts au format csv. Ils sont vérifiés et nettoyés d'erreurs d'enregistrement. Les fichiers de résultats de laboratoire d'analyse du laboratoire LABEO sont récupérés au format pdf et xls.

Les ateliers de travail avec Ifremer, les limites de quantifications (LQ) des paramètres physico-chimiques des eaux marines analysés en laboratoire ont été fixées. Le **Tableau 4** et **Tableau 5** présente ces limites pour la matrice « eau ».

Tableau 4 : synthèse des limites de quantification pour l'analyse des eaux marines (Source LABEO, année 2021).

LQ – Qualité des eaux marines				
Catégorie	Paramètre	NQE ¹⁰	LQ minimum ¹¹	LQ laboratoire (année 2021)
Métaux lourds	Aluminium		1 µg/L	5 µg/L
	Chrome Total	3,4 µg/L		2,5 µg/L
	Cuivre	1,0 µg/L		0,5 µg/L

¹⁰ NQE : Norme de qualité environnementale définie selon l'ordre hiérarchique suivant :

NQE-MA (Dir. 2013/39/CE) Pour les substances "prioritaires" et "prioritaires dangereuses" de la DCE : Norme de Qualité Environnementale réglementaire, applicable dans les eaux de surface côtières et de transition et visant la protection de l'environnement et de la santé humaine. Valeur exprimée sous forme de moyenne annuelle, en µg/L ;

CMA-MA (Dir. 2013/39/CE) Pour les substances "prioritaires" et "prioritaires dangereuses" de la DCE : Concentration Maximale Admissible réglementaire, applicable dans les eaux de surface côtières et de transition et visant la protection de l'environnement et de la santé humaine. Valeur exprimée sous forme de moyenne annuelle, en µg/L ;

QS-MA marine_eco : Valeur de référence spécifique (QS) applicable dans l'eau visant la protection des organismes pélagiques marins contre une écotoxicité chronique (exprimée sous forme de moyenne annuelle) ;

NQEp Eaux. Circulaire du 07/05/07 définissant les "normes de qualité environnementale provisoires (NQEp)" des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau ainsi que des substances pertinentes du programme national de réduction des substances dangereuses dans l'eau.

¹¹ LQ laboratoire : LQ compatible DCE, conformément à l'avis du 14 avril 2018 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.

LQ – Qualité des eaux marines				
Catégorie	Paramètre	NQE	LQ minimum	LQ laboratoire (année 2021)
	Manganèse			1 µg/l
	Nickel	8,6 µg/L	1 µg/L	0,5 µg/L
	Plomb	1,3 µg/L	0,4 µg/L	0,25 µg/L
	Zinc	7,8 µg/L		5 µg/L
Nutriments	Carbone Organique Total (COT)	5 mg/l		0,2 mg/L
	Azote global	0,7 mg/l		-
	Nitrites	0,3 mg/l	0,03 µmol/l	0,01mg/l
	Nitrates	10 mg/l	0,2 µmol/l	0,5 mg/l
	Ammonium	0,5 mg/l	0,05 µmol/l	
	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX)			0,10 mg/l
	Orthophosphates			0,015mg/PO 4/L
HCT	Hydrocarbures totaux (indice C10 - C40)			0,10 mg/l
Bactériologie	Entérocoques (microplaque)	100 UFC		15 /100 ml
	Escherichia coli (microplaque)	250 UFC		15/100 ml
Transparence	Matière en suspension			1 mg/l
Sels	Calcium			0,25 mg/l
	Fluorures			0,05 mg/l
	Sodium			4 mg/l
	Sulfates			5 mg/l

Tableau 5 : synthèse des limites de quantification pour l'analyse des eaux marines (Source LABEO, année 2022).

LQ – Qualité des eaux marines				
Catégorie	Paramètre	NQE ¹²	LQ minimum ¹³	LQ laboratoire (année 2022)
Métaux lourds	Cadmium	0,2 µg/L	0,07 µg/L	0,07 µg/L
	Fer total			5 µg/L
	Indium			0,1 µg/l
HAP	Acénaphène	0,1 µg/L		0,003 µg/l
	Anthracène			0,003 µg/l
	Benzo(a)anthracène	Σ=0,03 µg/L		0,003 µg/l
	Benzo(a)pyrène	Σ=0,002 µg/L		0,003 µg/l
	Benzo(b)fluoranthène	Σ=0,03 µg/L		0,003 µg/l
	Benzo(g,h,i)pérylène			0,003 µg/l
	Benzo(k)fluoranthène	0,0063 µg/L		0,003 µg/l
	Chrysène			0,003 µg/l
	Dibenzo (a,h) anthracène			0,003 µg/l
	Fluoranthène			0,003 µg/l
	Fluorène			0,010 µg/l
	Indéno(1,2,3-cd)Pyrène	Σ=0,002 µg/L		0,003 µg/l
	Naphtalène	1,2 µg/L		0,010 µg/l
	Phénantrène			0,010 µg/l
	Pyrène			0,003 µg/l
Sels	Chlore			0,5 µg/l

Les valeurs de mesure des différents composés sont présentées sous forme de séries temporelles, séparées par station et par profondeur d'échantillonnage (surface, mi-profondeur et fond) à l'aide du langage R¹⁴.

¹² Norme de qualité environnementale définie selon l'ordre hiérarchique suivant :

NQE-MA (Dir. 2013/39/CE) Pour les substances "prioritaires" et "prioritaires dangereuses" de la DCE : Norme de Qualité Environnementale réglementaire, applicable dans les eaux de surface côtières et de transition et visant la protection de l'environnement et de la santé humaine. Valeur exprimée sous forme de moyenne annuelle, en µg/L ;

CMA-MA (Dir. 2013/39/CE) Pour les substances "prioritaires" et "prioritaires dangereuses" de la DCE : Concentration Maximale Admissible réglementaire, applicable dans les eaux de surface côtières et de transition et visant la protection de l'environnement et de la santé humaine. Valeur exprimée sous forme de moyenne annuelle, en µg/L ;

QS-MA marine_eco : Valeur de référence spécifique (QS) applicable dans l'eau visant la protection des organismes pélagiques marins contre une écotoxicité chronique (exprimée sous forme de moyenne annuelle) ;

NQEp Eaux. Circulaire du 07/05/07 définissant les "normes de qualité environnementale provisoires (NQEp)" des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau ainsi que des substances pertinentes du programme national de réduction des substances dangereuses dans l'eau.

¹³ LQ minimum : LQ compatible DCE, conformément à l'avis du 14 avril 2018 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.

¹⁴ R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

2.1.1.3.2 Stations permanentes

Les paramètres de la matrice « biote » (analyses biométriques, survie et chimie (HAP, PCB)) sont principalement obtenus par des capteurs actifs (cages de Moules - *Mytilus edulis*) sur 2 stations. Les traces de métaux sont détectées par les capteurs passifs (DGT) également sur 3 points. L'ensemble des données obtenues par ces deux types de capteurs sont analysées par le laboratoire LABEO. Les fichiers de résultats sont récupérés au format pdf et xls.

Les limites de quantifications fixées pour la matrice « biote » sont présentées dans le **Tableau 6** ci-dessous.

Tableau 6 : synthèse des limites de quantification pour les analyses du biote (Source LABEO, année 2023).

LQ – Biote			
Substances prioritaires (en µg/Kg PF)	NQE biote - MA ¹⁵	LQ minimum ¹⁶	LQ laboratoire (année 2023)
Mercure et ses composés (= mercure total)	20	6	0,010 mg/kg PF
Hexachlorobenzène (HCB)	10	3	-
Hexachlorobutadiène (HCBd)	55	10	-
Somme des 6 PBDE (BDE 28, 47, 99, 100, 153, 154) et PBDE individuel	0,0085	0,003	-
Fluoranthène	30	5	0,05 ppb
Benzo(a)pyrène	10	1,7	0,05 ppb
Perfluorooctane sulfonate (PFOS)	9,1	0,18	-
Somme de 3 Hexabromocyclododecanes (HBCDDs)	167	0,2	-
Heptachlore	0,0067	0,002	-
Heptachlore époxyde	0,0067	0,002	-
Dicofol	33	10	-
Di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)	3200	100	-
Pentachlorobenzène	Pas de valeur	5	-

Lors de la rédaction de ce rapport intermédiaire, les campagnes dédiées aux suivis des stations permanentes n'ont pas encore eu lieu. La description des analyses statistiques une fois les analyses en laboratoire réalisées sera abordée lors du rapport final.

2.1.2 Résultats de la période de juillet à juin 2023

2.1.2.1 Stations ponctuelles

Lors des missions de l'automne 2022 et d'hiver 2022-2023, plusieurs stations n'ont pu être échantillonnées principalement en raison du dépassement des conditions limites de navigation à cette période de l'année.

Les données des stations suivantes n'ont pu être mesurées :

- Les stations H01, H02, H04, H05 et H08 en octobre 2022 ;
- Les stations H03, H04, H07 et H08 en novembre 2022 ;

¹⁵ NQE biote - MA : Valeurs basées sur la Norme de Qualité Environnementale, recommandée et applicable dans le biote visant la protection de l'environnement et la santé humaine. Valeur exprimée sous forme de moyenne annuelle, en µg/kg biote (ph).

¹⁶ LQ minimum : Conformément aux attendus de la DCE, les LQ minimum correspondent à NQE/3.

- Les stations H04 à H08 en décembre 2022 ;
- Les stations H01 à H08 en janvier 2023.

Ces données sont donc absentes pour les différents paramètres décrits ci-dessous et ne seront pas présentées dans les figures associées.

La liste des paramètres suivis a grandi pendant la durée de la réalisation de l'état initial selon les instructions de l'Ifremer. Les premiers tableaux sont donc différents des derniers. Le temps de suivi de chaque paramètre au cours de l'étude est jugé suffisant pour définir l'état des lieux en lien avec les autres paramètres suivis (dont le biote et le sédiment).

2.1.2.1.1 Paramètres physico-chimiques de l'eau mesurés à la sonde WiMo

Les **Figure 12**, **Figure 13**, **Figure 14**, **Figure 15**, **Figure 16**, **Figure 17** présentent les profils mesurés mensuellement de juillet 2022 à juin 2023 au moyen de la sonde multiparamétrique pour les paramètres Température, salinité, turbidité, fluorescence, oxygène dissous et saturation en oxygène. La plupart du temps les valeurs sont homogènes à l'échelle de la colonne d'eau, montrant une forte homogénéité de la masse d'eau avec une stratification absente ou peu marquée. Des différences entre les profils des stations sont néanmoins observées à certaines dates (mars et avril 2023).

Le résultat de ces mesures est synthétisé dans le **Tableau 7** qui présente les valeurs moyennes calculées mensuellement à la surface et au fond de la colonne d'eau à l'échelle des 8 stations.

La valeur moyenne de **température** n'est pas disponible au mois de janvier 2023. La valeur moyenne de **température** est minimale au mois de février ($9,3 \pm 0,3$ °C à la surface et au fond) et maximale au mois d'août ($19,4 \pm 0,3$ °C à la surface et $19,2 \pm 0,3$ °C au fond). L'évolution de cette valeur est progressive entre ces deux dates. La différence de valeur entre la surface et le fond est généralement faible.

La valeur moyenne de **salinité** n'est pas disponible au mois de janvier 2023. La valeur moyenne de salinité est minimale au mois de juillet 2022 ($34,0 \pm 0,1$ en surface et au fond) et maximale au mois de décembre 2022 ($35,5 \pm 0,3$ en surface et $35,4 \pm 0,3$ au fond). La valeur est homogène entre ces deux dates. La comparaison avec les mesures effectuées à la sonde pour les suivis halieutiques et au laboratoire ont permis de les préciser et valider. La différence de valeur entre la surface et le fond est généralement faible.

La valeur moyenne de **turbidité** n'est pas disponible aux mois de décembre 2022, janvier 2023, février 2023 et avril 2023. La valeur moyenne de turbidité est maximale au mois de novembre 2022 ($2,6 \pm 0,1$ NTU à la surface et $2,7 \pm 0,6$ NTU au fond) et minimale au mois de janvier 2023 ($0,7 \pm 0,5$ NTU à la surface et $0,3 \pm 0,3$ NTU au fond). La différence de valeur entre la surface et le fond est généralement faible.

La valeur moyenne de **teneur en oxygène** n'est pas disponible au mois de janvier 2023. La valeur moyenne de teneur en oxygène est maximale au mois de décembre 2022 ($12,2 \pm 0,7$ mg/L à la surface et $11,9 \pm 0,2$ mg/L au fond) et minimale au mois d'octobre 2022 ($9,3 \pm 0,1$ mg/L à la surface et $9,2 \pm 0,0$ mg/L au fond). L'évolution de cette valeur est progressive entre ces deux dates. La différence de valeur entre la surface et le fond est généralement faible. La transition entre ces situations extrêmes a lieu aux mois de novembre 2022 (de la valeur faible à la valeur forte) et juin 2023 (de la valeur forte à la valeur faible). Les valeurs calculées sont homogènes entre ces deux dates.

La valeur moyenne de **fluorescence** n'est pas disponible au mois de janvier 2023. La valeur moyenne de fluorescence est maximale au mois de mai 2023 ($51,6 \pm 33,1$ à la surface et $52,0 \pm 34,7$ au fond) et minimale au mois de décembre 2022 ($6,1 \pm 2,8$ à la surface et $5,5 \pm 1,6$ au fond). Les valeurs très

supérieures sont observées en été et au printemps. La différence de valeur entre la surface et le fond semble bien marquée.

Tableau 7 : valeurs moyennes de surface et de fond des paramètres mesurés de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ». NA : Non Attribué.

Mission	Localisation dans la colonne d'eau	Moyenne Température (T°)	Moyenne Salinité	Moyenne Turbidité (NTU)	Moyenne Oxygène (mg/L)	Moyenne Fluorescence
Juillet 2022	Surface	18±0,2	34±0,1	1,2±0,4	9,9±0,1	35,1±8,3
	Fond	18±0,2	34±0,1	0,8±0,2	10,1±0,1	33,6±10
Août 2022	Surface	19,4±0,3	34,1±0,2	1,2±0,4	9,3±0,4	26,3±8,5
	Fond	19,2±0,3	34,1±0,1	0,8±0,1	9,2±0,3	21,3±22,4
Septembre 2022	Surface	19±0,2	34,1±0,1	0,6±0,3	9,6±0,2	31,3±10
	Fond	19,1±0,2	34±0,1	0,3±0,1	9,3±0,2	23,4±7
Octobre 2022	Surface	17,6±0,1	34±0,2	1±0,3	9,3±0,1	10,3±0,5
	Fond	17,6±0	34,1±0,1	0,4±0,1	9,2±0,0	10,4±1,8
Novembre 2022	Surface	14±0,1	34,7±0,1	2,6±0,1	10,8±0,1	15,5±9,7
	Fond	14,2±0	34,6±0	2,7±0,6	10,3±0,2	4,9±0,3
Décembre 2022	Surface	11,6±0,2	35,5±0,3	NA	12,2±0,7	6,1±2,8
	Fond	12,4±0,1	34,9±0,1	NA	11,9±0,2	5,5±1,6
Janvier	Surface	NA	NA	NA	NA	NA
	Fond	NA	NA	NA	NA	NA
Février 2023	Surface	9,3±0,3	35,3±0,3	NA	11,8±0,2	12,7±9,5
	Fond	9,3±0,3	35,4±0,3	NA	11,6±0,1	7,4±2,5
Mars 2023	Surface	9,6±0,2	35±0,3	0,5±0,3	11,4±0,2	27,2±15,3
	Fond	9,7±0,2	34,9±0,2	0,7±0,3	11,4±0,1	20,8±1,8
Avril 2023	Surface	10,6±0,3	35±0,3	NA	11,6±0,6	42,5±26,1
	Fond	10,6±0,2	35±0,2	NA	11,7±0,6	40,2±28,1
Mai 2023	Surface	12,3±0,1	35±0,2	0,5±0,2	11,6±0,5	51,6±33,1
	Fond	12,4±0,1	34,9±0,2	0,5±0,1	11,9±0,7	52,0±34,7
Juin 2023	Surface	14,1±0,2	34,5±0,3	0,5±0,1	10,4±0,2	37,9±17,6
	Fond	14,1±0,2	34,6±0,3	0,5±0,1	10,3±0,2	34,9±15,8

La **Figure 12** présente l'évolution de la valeur de **température** en degrés Celsius à l'échelle de chaque station échantillonnée mensuellement entre juillet 2022 et juin 2023. Les stations échantillonnées à chaque date sont présentées dans le **Tableau 2**. Les valeurs de **température** ne sont pas disponibles au mois de janvier 2023. La différence de température entre le mois de juin 2023 et celui de juillet 2022 atteint une valeur de l'ordre de 4°C. Or la différence de valeur de température entre deux mois consécutifs est généralement de l'ordre de 1 à 2° C. Ainsi, le mois de juillet 2023 devrait présenter des températures inférieures à celles du mois de juillet 2022. La suite du suivi permettra de comparer les résultats des deux années.

Les valeurs semblent homogènes de la surface au fond de la colonne d'eau à l'échelle de l'ensemble du suivi. La différence de valeur entre stations est peu marquée au cours de l'année à l'exception des données d'août 2022 et février 2023. La gamme des valeurs mesurées à l'échelle de chaque station est plus étendue à ces deux dates correspondant aux valeurs extrêmes (minimum en février et maximum en août).

La **Figure 13** présente l'évolution de la valeur de **salinité** en pourcentage à l'échelle de chaque station échantillonnée mensuellement entre juillet 2022 et juin 2023. Les stations échantillonnées à chaque date sont présentées dans le **Tableau 2**. La valeur de **salinité** n'est pas disponible au mois de janvier 2023.

Les valeurs semblent homogènes de la surface au fond de la colonne d'eau à l'échelle de l'ensemble du suivi. Des différences de valeurs sont observées à la surface (dans les 5 premiers mètres) ; elles peuvent être positives ou négatives par rapport à la valeur observée dans le reste de la colonne d'eau pour toutes les mesures effectuées à la même date.

La différence de valeur entre stations est généralement bien marquée au cours de l'année mais les valeurs relatives sont différentes à chaque date. Néanmoins, la station la plus à l'Est (H01) présente 3 fois des valeurs nettement supérieures à celles des autres stations (en décembre, février et juin).

La **Figure 14** présente l'évolution de la valeur de **turbidité** en NTU à l'échelle de chaque station échantillonnée mensuellement entre juillet 2022 et juin 2023. Les stations échantillonnées à chaque date sont présentées dans le **Tableau 2**. Néanmoins, les mesures n'ont pas fonctionné pendant les mois de décembre 2022 à février 2023.

Les valeurs semblent homogènes à l'échelle de la colonne d'eau à l'exception des valeurs de surface qui sont nettement supérieures. Des pics de turbidité sont observés à 25 m en juillet 2022, 35 m en août 2022, 40 m en avril 2023, mai 2023 et juin 2023 à l'échelle de différentes stations. Par ailleurs la valeur des mesures de la station H08 est nettement supérieure à celle des autres en avril 2023.

La **Figure 15** présente l'évolution de la valeur de **fluorescence** en ppb à l'échelle de chaque station échantillonnée mensuellement entre juillet 2022 et juin 2023. Les stations échantillonnées à chaque date sont présentées dans le **Tableau 2**. La valeur de **fluorescence** n'est pas disponible au mois de janvier 2023.

Les valeurs semblent homogènes à l'échelle de la colonne d'eau à l'exception des valeurs de surface qui sont nettement supérieures.

Les valeurs observées en juillet et août 2022 et avril 2023 sont nettement supérieures pour la station H01. En avril, mai et juin 2023 c'est aussi le cas des valeurs des stations H02, H03 et H04. Il s'agit des stations les plus au Sud et les plus à l'Est.

La **Figure 16** présente l'évolution de la valeur de **teneur en oxygène dissous** en mg/L à l'échelle de chaque station échantillonnée mensuellement entre juillet 2022 et juin 2023. Les stations échantillonnées à chaque date sont présentées dans le **Tableau 2**. La valeur de **teneur en oxygène dissous** n'est pas disponible au mois de janvier 2023.

Les valeurs semblent homogènes à l'échelle de la colonne d'eau à l'exception des valeurs de surface qui sont légèrement différentes.

En juillet et août 2022 et avril et mai 2023, les valeurs sont supérieures pour les stations H01, H02, H03 et H04, comme pour les valeurs de fluorescence. Il s'agit des stations les plus au Sud et à l'Est.

La **Figure 17** présente l'évolution de la valeur de **saturation en oxygène** en pourcentage à l'échelle de chaque station échantillonnée mensuellement entre juillet 2022 et juin 2023. Les stations échantillonnées à chaque date sont présentées dans le **Tableau 2**. La valeur de **saturation en oxygène dissous** n'est pas disponible au mois de janvier 2023.

Les valeurs se révèlent nettement homogènes à l'échelle de la colonne d'eau.

Les valeurs observées à l'échelle de la station H01 sont généralement supérieures sauf en février, quand elles sont nettement inférieures aux autres. En avril 2023, les valeurs sont supérieures pour les stations H01, H02, H03 et H04, comme pour les valeurs de fluorescence. La différence entre stations est négligeable à l'exception des valeurs de H01, H02, H03 et H04 qui sont supérieures au mois d'avril 2023 comme pour la teneur en oxygène et la fluorescence.

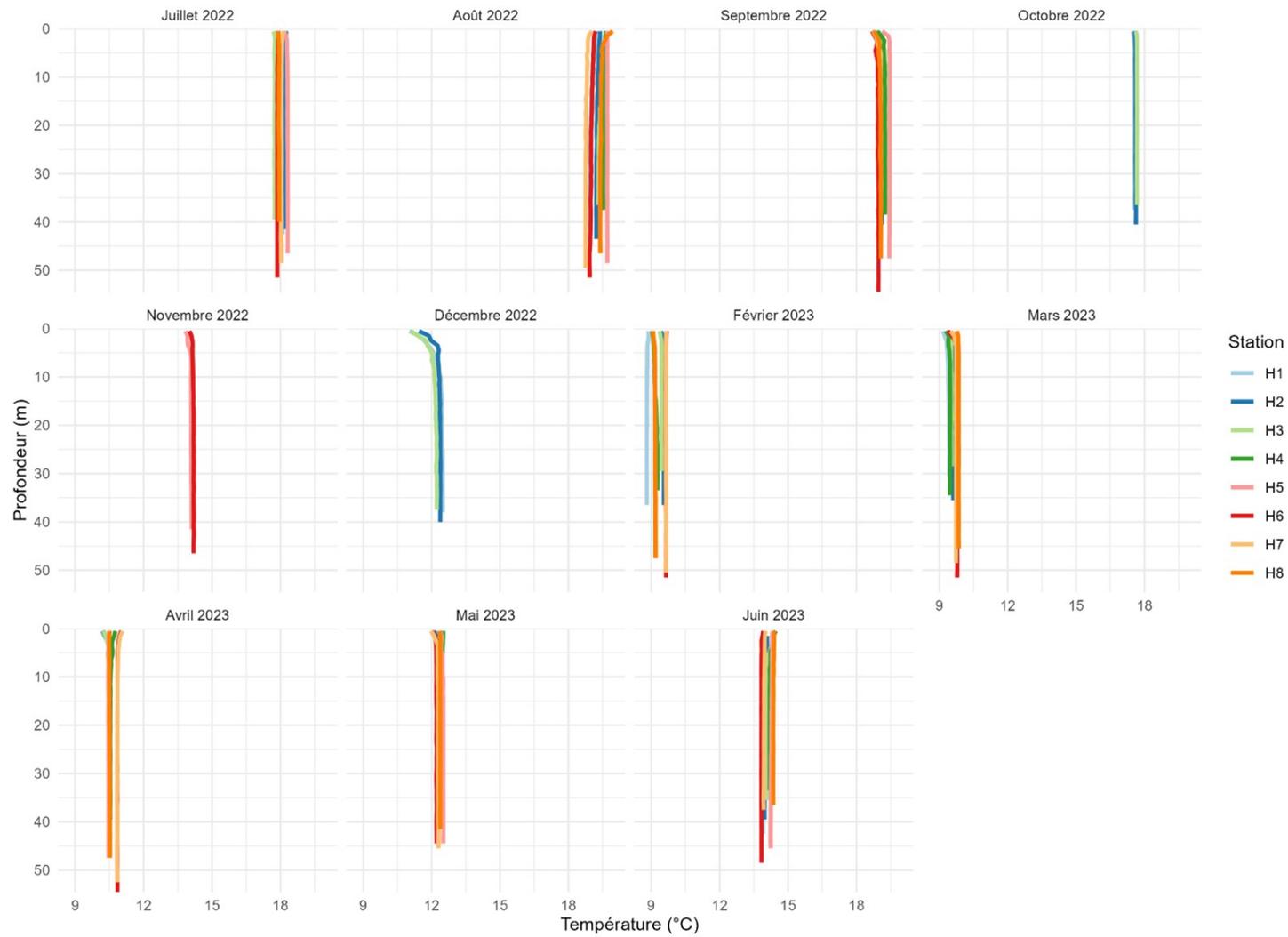


Figure 12 : évolution de la température (°C) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

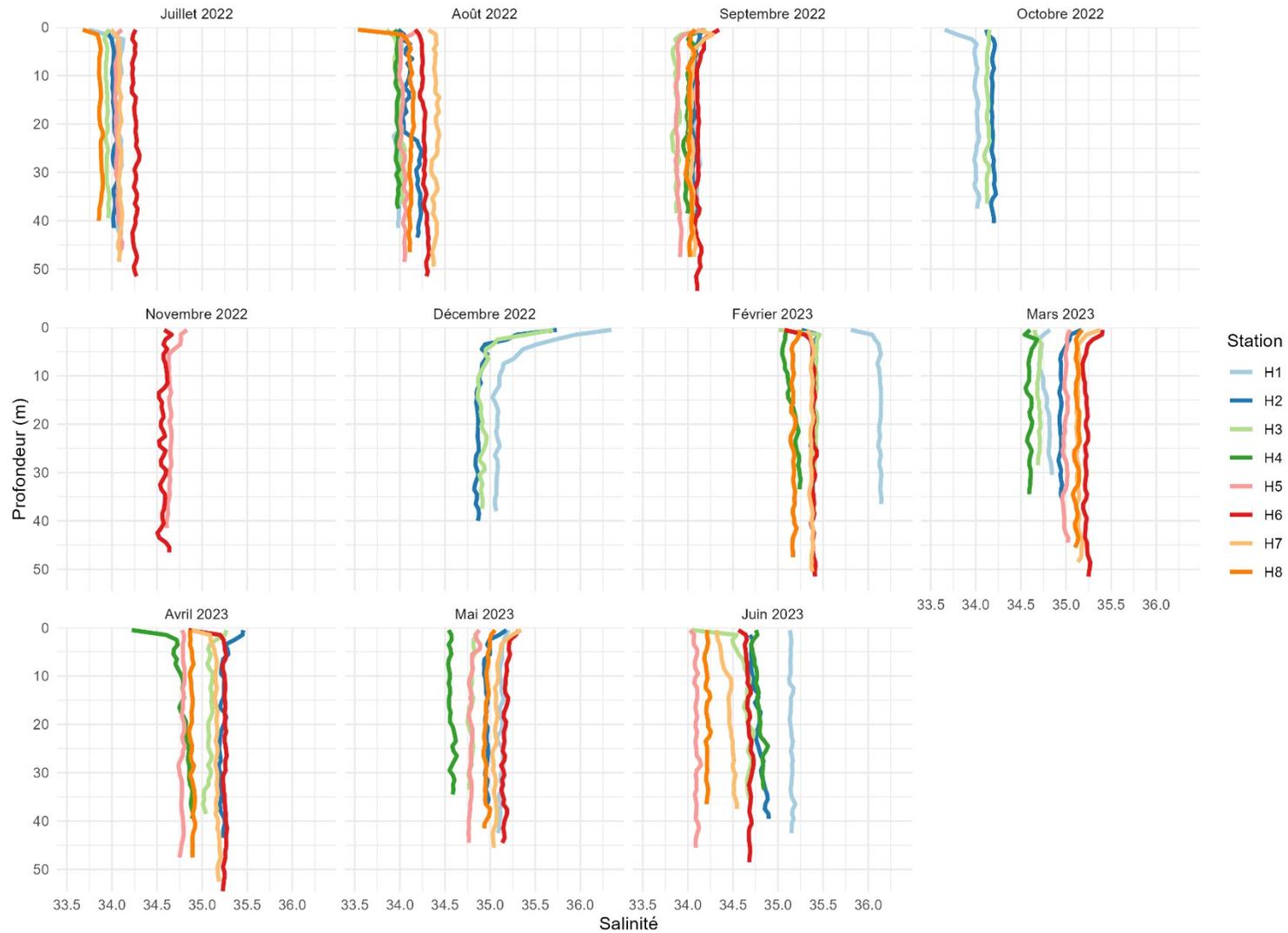


Figure 13 : évolution de la salinité par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

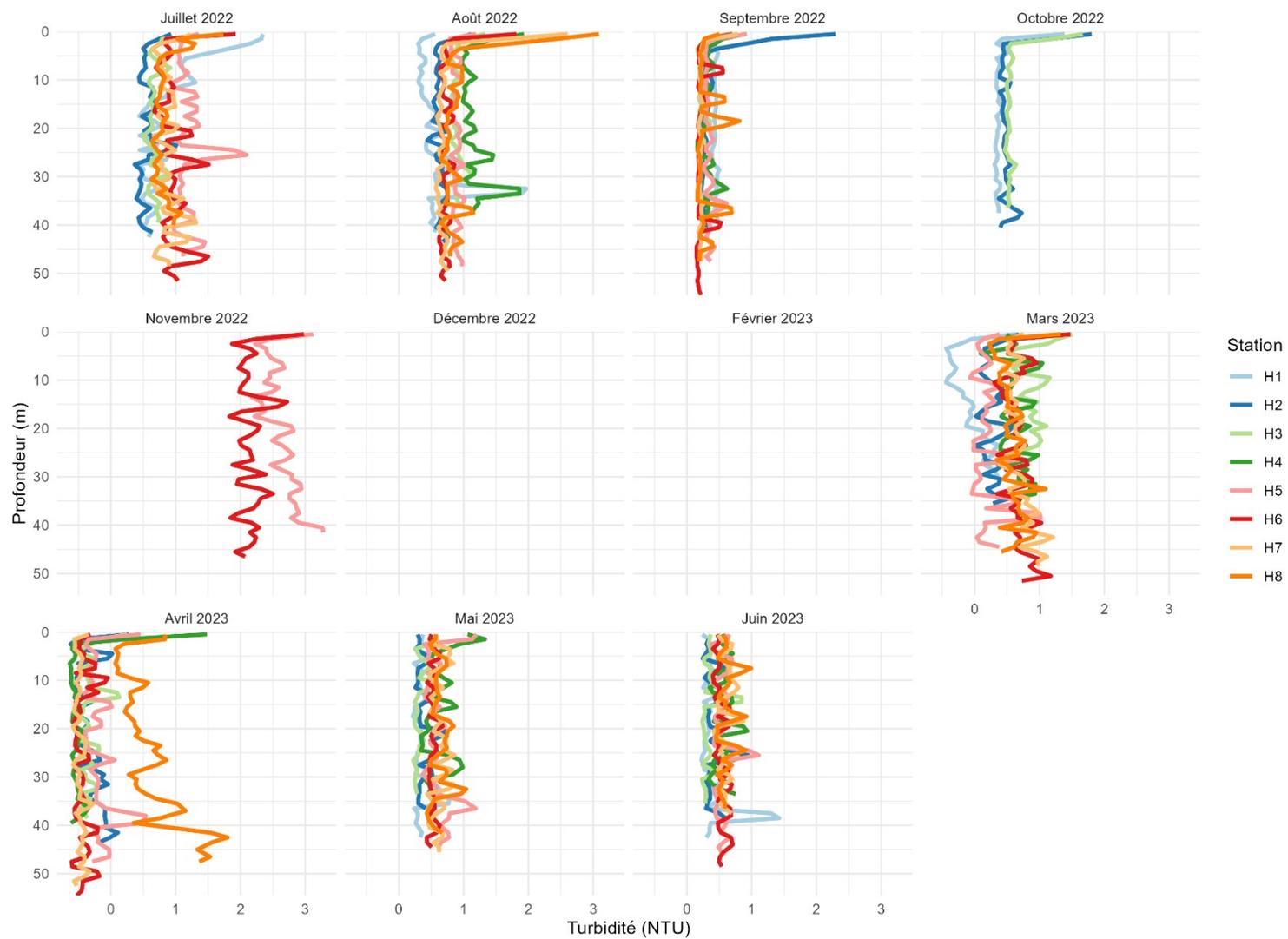


Figure 14 : évolution de la turbidité (NTU) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

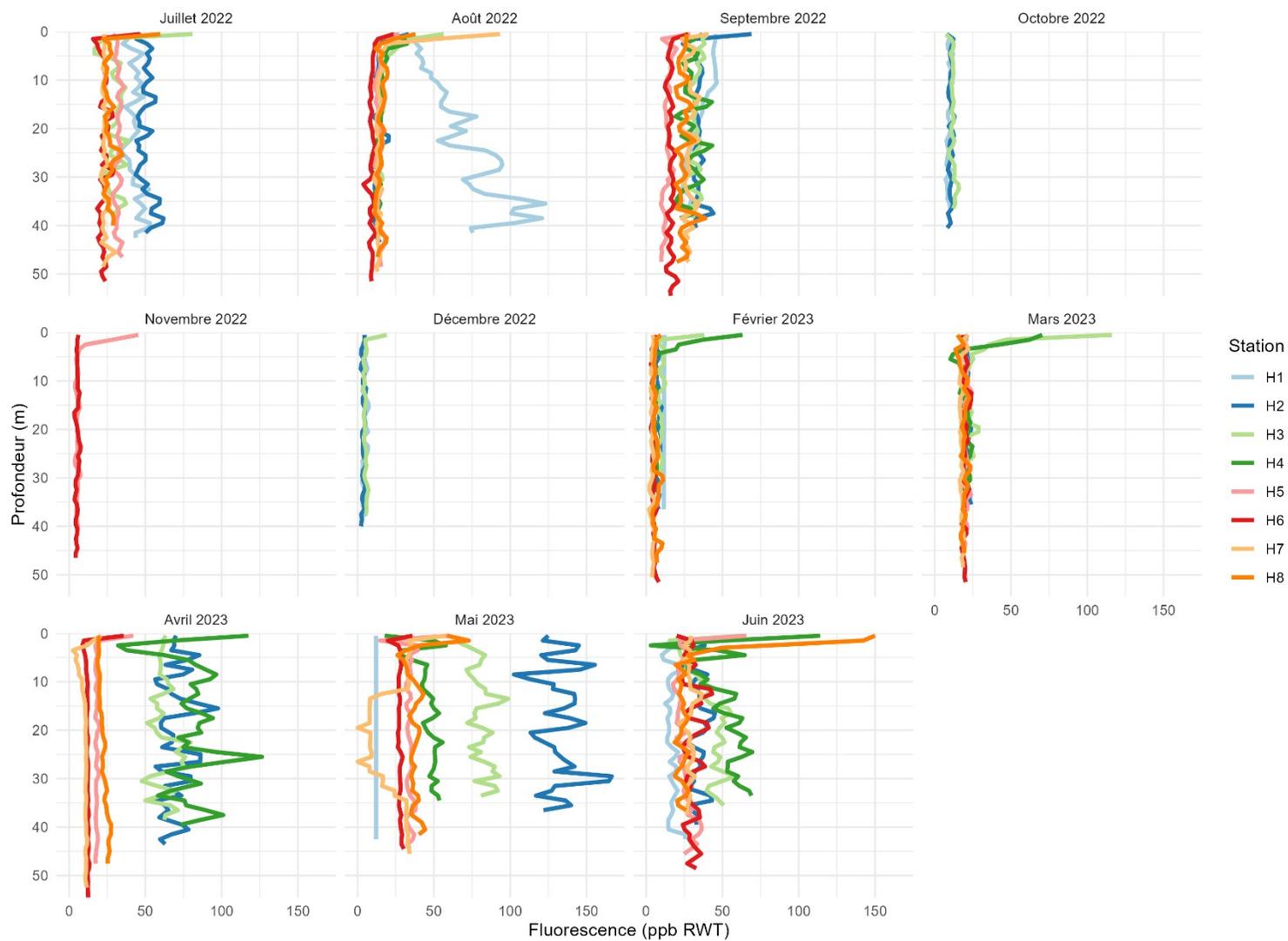


Figure 15 : évolution de la fluorescence (ppb RWT) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

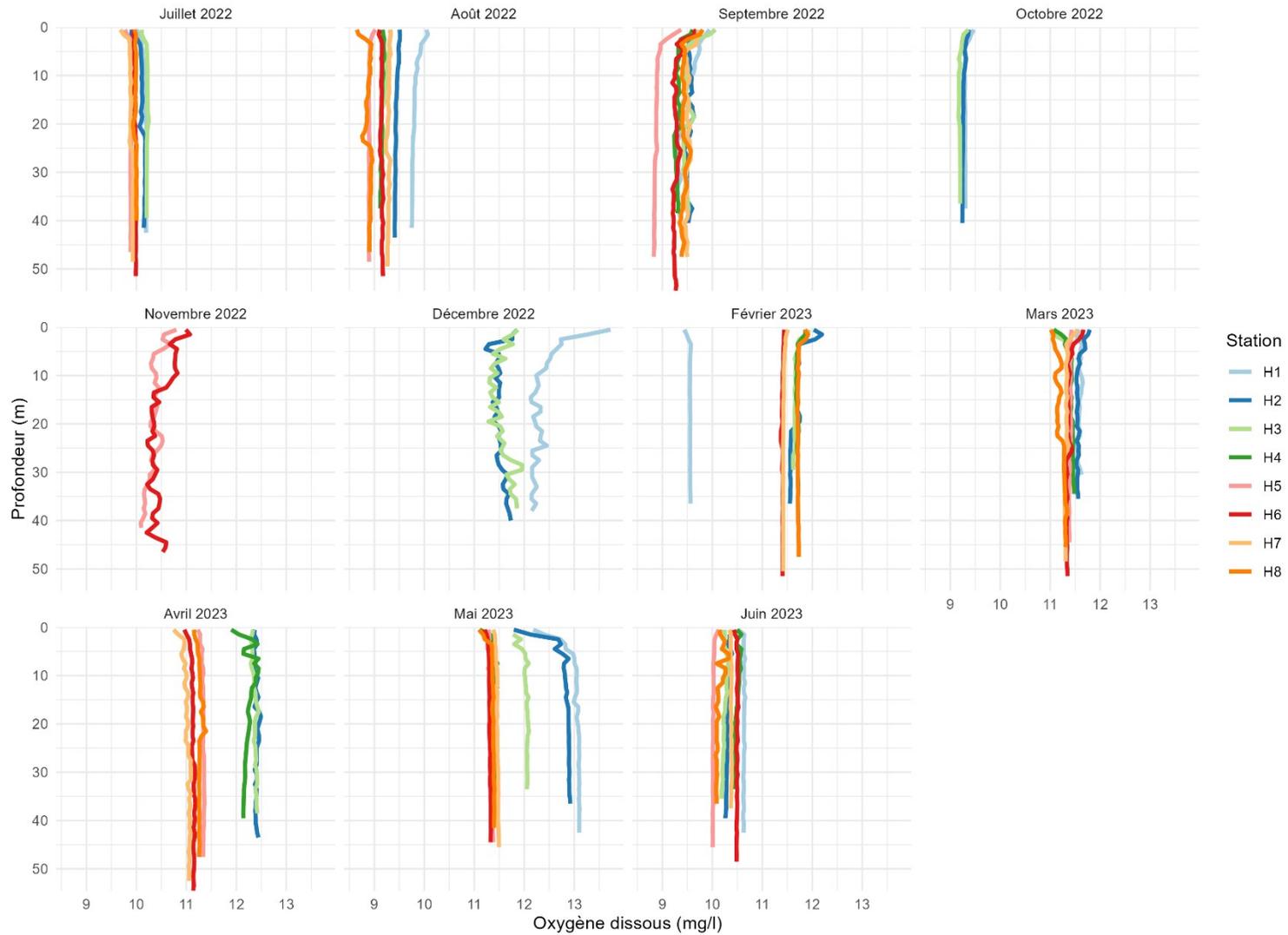


Figure 16 : évolution de l'oxygène dissous (mg/L) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

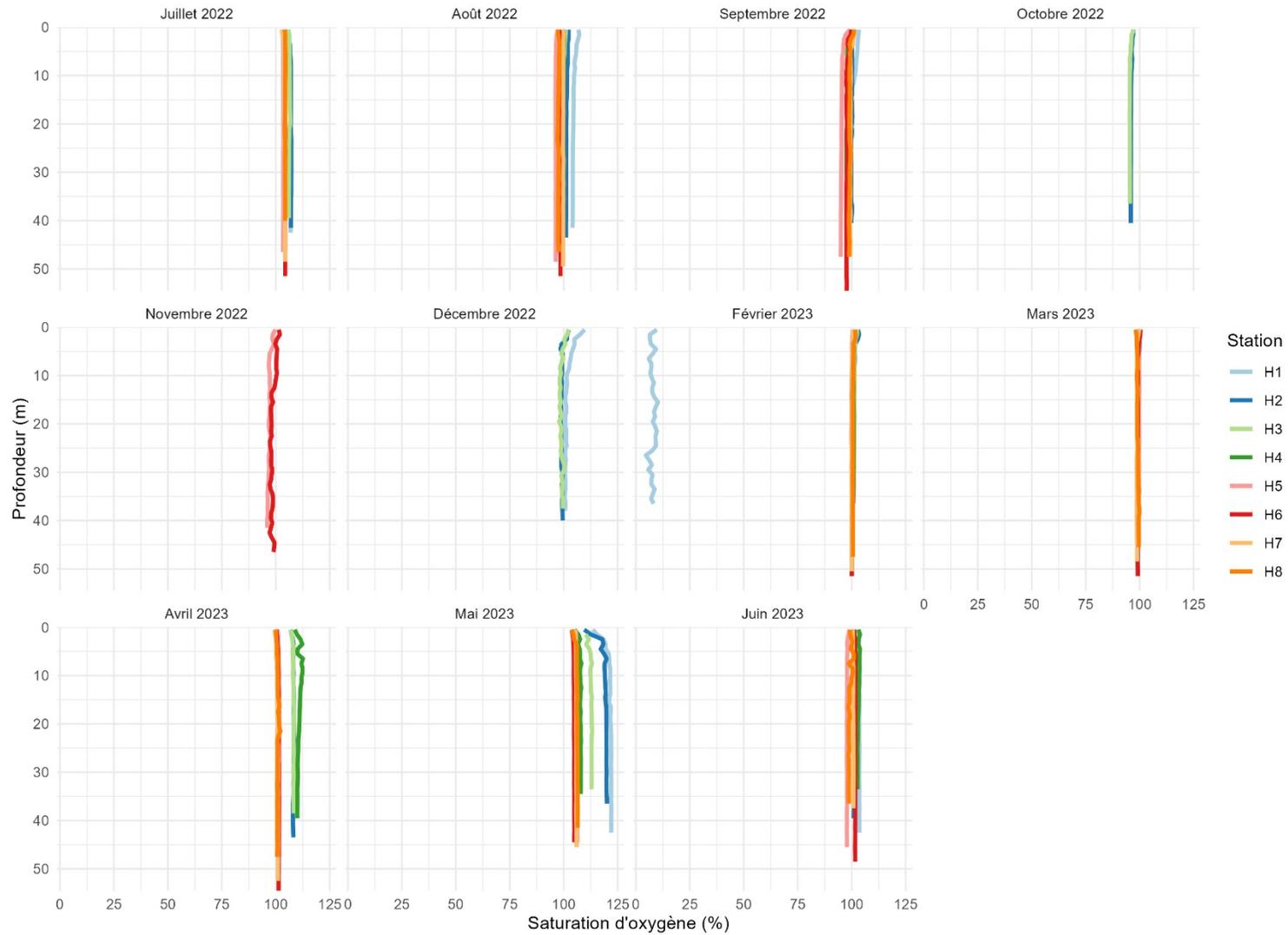


Figure 17 : évolution de la saturation en oxygène (%) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

2.1.2.1.2 Paramètres physico-chimiques de l'eau prélevée à la bouteille Niskin et analysée au laboratoire

Les tableaux suivants présentent l'évolution de la valeur des paramètres de qualité physico-chimique de l'eau mesurée au laboratoire à l'échelle de chaque station échantillonnée mensuellement entre juillet 2022 et avril 2023 (9 dates) à 3 profondeurs. Les stations échantillonnées à chaque date sont présentées dans le **Tableau 2**. À partir de mars 2023, le suivi intègre des paramètres supplémentaires (en particulier Cadmium, Fer et HAP). Les mesures sont comparées aux LQ du laboratoire partenaire. Le choix des seuils à prendre en considération sera effectué dans le cadre de la production du rapport final, en lien avec les données de référence prises en compte pour les comparaisons. Actuellement, la valeur de la grande majorité des mesures est inférieure à celle des LQ.

Le **Tableau 8** indique le code couleur servant à l'interprétation des analyses physico-chimiques de l'eau prélevée à la bouteille Niskin et analysée au laboratoire.

Tableau 8 : code couleur de la comparaison des seuils et des limites quantitatives.

Comparaison aux seuils	Code couleur
Fiche Méthodologique Halieutique	Annexe 1
Pas de seuil identifier	
En dessous du seuil (LQ < seuil)	<LQ
Dépassement de seuil	
Pas de conclusion possible car au-dessus du seuil (LQ > seuil)	>LQ

Le **Tableau** ci-dessous présente les résultats pour la campagne de juillet 2022. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les résultats sont similaires entre les stations et les profondeurs.

Tableau 9: résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de juillet 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8			
				fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	
Autres micro-polluants	HCT C10-C40	0,1 mg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10		
Bactériologie	Entérocoques (microplaque)	15 /100ml		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		
	Escherichia coli (microplaque)	15/100ml		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		
Métaux	Aluminium	5 µg/l		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	6,5	5,8	12,0	6,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	6,7	<LQ	10		
	Chrome	2,5 µg/l	3,4 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		
	Cuivre	0,0005 mg/l	1,0 µg/L	<LQ	0,0007	<LQ	<LQ	0,0006	<LQ	0,0008	0,0008	0,0011	<LQ	<LQ	<LQ	0,0007	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,0006	<LQ	<LQ	0,0007	0,0011	<LQ	0,001
	Manganèse	0,5 µg/l		0,78	0,59	0,63	0,67	0,59	0,63	0,68	0,61	0,83	0,75	1,2	0,85	0,69	0,72	0,64	0,72	0,7	0,65	0,79	0,8	0,75	0,68	0,56	0,59	
	Nickel	1 µg/l	8,6 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Plomb	0,25 µg/l	1,3 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,32	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,29	<LQ	0,33	
	Zinc	0,005 mg/l	7,8 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Nutriments	Ammonium	0,01 mg/l		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,024	< 0,010	< 0,010	0,016	0,011	< 0,010	0,014	0,014	0,015	0,012	0,014	0,012	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,011	< 0,010	0,013	
	Azote global	0,5 mg/l		1,1	1,0	0,9	1,1	1,0	1,1	0,9	0,6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	0,9	1,3	1,2	
	Carbone Organique Total	0,2 mg/l	5 mg/l	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,2	0,2	0,2	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,2	0,2	0,2	
	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX)	10 µg/l		11	13	12	< 10	< 10	< 10	12	13	13	< 10	13	11	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	11	
	Nitrates	0,01 mg/l		0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,07	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,08	0,08	0,10	0,04	0,05	0,05	0,03	0,06	0,05	0,09	0,08	0,90	
	Nitrites	0,001 mg/l		0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002	0,004	0,003	0,004	0,003	0,002	0,001	0,007	0,007	0,007	0,005	0,005	0,005	0,003	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	
Orthophosphates	0,01 mg/l		0,016	0,015	0,015	0,013	0,014	0,014	0,015	0,015	0,015	0,013	0,013	0,012	0,02	0,02	0,025	0,017	0,017	0,017	0,016	0,015	0,018	0,019	0,016	0,016		
Sels	Calcium	0,25 mg/l		451	447	450	435	446	454	422	405	413	362	348	385	436	429	449	444	443	383	427	426	438	413	414	397	
	Fluorures	0,05 mg/l		1,30	1,30	1,27	1,30	1,295	1,30	1,265	1,26	1,26	1,25	1,24	1,245	1,29	1,295	1,28	1,295	1,305	1,3	1,265	1,225	1,30	1,26	1,235	1,255	
	Sodium	4 mg/l		11 775	12 093	11 771	12 956	11 761	12 422	11 545	11 685	11 617	11 240	11 239	11 399	11 470	11 166	12 155	11 999	11 317	12 116	11 498	11 964	11 445	11 489	11 678	11 718	
	Sulfates	5 mg/l		2 711	2 789	2 728	2 735	2 783	2 718	2 813	2 735	2 786	2 730	2 699	2 771	2 693	2 688	2 753	2 720	2 705	2 710	2 725	2 766	2 722	2 775	2 810	2 792	
Transparence	Matières en Suspension	2 mg/l		< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	2	3	3	3	4	< 2	< 2	3	< 2	< 2	< 2	2	2	< 2	3	3	4	

Le **Tableau 10** ci-dessous présente les résultats pour la campagne d’août 2022. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les résultats sont similaires entre les stations et les profondeurs.

Tableau 10 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l’eau à l’échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois d’août 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l’eau » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8			
				fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	
Autres micro-polluants	HCT C10-C40	0,1 mg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10		
Bactériologie	Entérocoques (microplaque)	15 /100ml		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		
	Escherichia coli (microplaque)	15/100ml		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		
Métaux	Aluminium	5 µg/l		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		
	Chrome	2,5 µg/l	3,4 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		
	Cuivre	0,0005 mg/l	1,0 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		
	Manganèse	0,5 µg/l		< 0,50	< 0,50	< 0,50	0,76	0,64	0,64	0,55	0,74	0,54	0,69	0,7	0,69	0,56	0,67	0,66	0,54	0,52	0,54	0,52	0,57	< 0,50	0,5	0,65	0,59	
	Nickel	1 µg/l	8,6 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Plomb	0,25 µg/l	1,3 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Zinc	0,005 mg/l	7,8 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Nutriments	Ammonium	0,01 mg/l		< 0,010	< 0,010	0,01	0,02	0,016	0,019	0,021	0,022	0,022	0,023	0,022	0,015	0,033	0,027	0,03	0,033	0,025	0,032	< 0,010	0,01	0,012	0,031	0,026	0,02	
	Azote global	0,5 mg/l		1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	0,9	0,6	0,6	1,3	1,1	3,3	1,3	1,5	1,4	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	
	Carbone Organique Total	0,2 mg/l	5 mg/l	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0	
	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX)	10 µg/l		17	29	42	17	45	33	< 10	57	13	< 10	35	< 10	< 10	12	10	11	< 10	18	11	10	16	11	28	13	
	Nitrates	0,01 mg/l		< 0,01	< 0,01	0,02	0,10	0,05	0,05	0,10	0,08	0,10	0,10	0,10	0,07	0,10	0,30	0,30	0,10	0,10	0,10	0,07	0,06	0,07	0,10	0,10	0,10	
	Nitrites	0,001 mg/l		0,003	0,002	0,002	0,006	0,006	0,005	0,008	0,007	0,008	0,008	0,008	0,006	0,009	0,010	0,010	0,010	0,010	0,008	0,010	0,007	0,006	0,007	0,009	0,010	0,009
	Orthophosphates	0,01 mg/l		0,016	0,018	0,014	0,021	0,02	0,022	0,023	0,02	0,035	0,023	0,025	0,018	0,026	0,026	0,027	0,033	0,025	0,028	0,024	0,024	0,029	0,034	0,028	0,027	
Sels	Calcium	0,25 mg/l		413	423	426	411	420	422	441	416	421	414	406	416	419	432	417	423	419	433	436	430	427	426	416	417	
	Fluorures	0,05 mg/l		1,30	1,31	1,27	1,29	1,31	1,32	1,27	1,29	1,30	1,29	1,29	1,21	1,27	1,28	1,25	1,29	1,28	1,28	1,29	1,33	1,31	1,30	1,31	1,45	
	Sodium	4 mg/l		11 897	13 720	12 903	12 698	12 830	13 239	13 129	13 520	13 907	13 380	13 216	14 367	12 181	12 284	12 441	12 375	12 332	13 231	12 182	12 126	11 802	12 901	11 365	11 197	
	Sulfates	5 mg/l		2 715	2 705	2 764	2 739	2 741	2 700	2 763	2 749	2 739	2 733	2 677	2 691	2 736	2 757	2 699	2 764	2 721	2 834	2 736	2 716	2 764	2 727	2 707	2 761	
Transparence	Matières en Suspension	2 mg/l		< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	5	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	3		

Le **Tableau 11** ci-dessous présente les résultats pour la campagne de septembre 2022. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les résultats sont similaires entre les stations et les profondeurs. La valeur de la teneur en Matières En Suspension (M.E.S.) est supérieure au fond pour H02 et H03.

Tableau 11 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8			
				fond	mi-prof	surface																						
Autres micro-polluants	HCT C10-C40	0,1 mg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10		
Bactériologie	Entérocoques (microplaque)	15 /100ml		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ																				
	Escherichia coli (microplaque)	15/100ml		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ																				
Métaux	Aluminium	5 µg/l		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	5,0	7,3	<LQ	<LQ	6,1	<LQ	6,7	6,9	5,0	<LQ	<LQ	11,0	<LQ	<LQ	<LQ	5,4	<LQ	6,6	
	Chrome	2,5 µg/l	3,4 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,7	2,9	2,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,7	3,0	2,7	2,8	<LQ	<LQ	2,7	
	Cuivre	0,0005 mg/l	1,0 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,0006	<LQ	0,0007	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,0013	<LQ	<LQ	<LQ	
	Manganèse	0,5 µg/l		0,6	0,67	< 0,50	0,56	0,69	< 0,50	1,5	1,3	1,6	1,3	1,3	1,3	0,65	0,7	< 0,50	0,8	0,55	0,95	0,94	0,89	0,71	0,74	0,81	0,76	
	Nickel	1 µg/l	8,6 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ																						
	Plomb	0,25 µg/l	1,3 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ																						
	Zinc	0,005 mg/l	7,8 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ																						
Nutriments	Ammonium	0,01 mg/l		0,022	0,018	0,021	0,015	0,017	0,02	0,03	0,031	0,034	0,029	0,031	0,031	0,025	0,023	0,03	0,023	0,022	0,02	0,023	0,015	0,014	0,021	0,022	0,023	
	Azote global	0,5 mg/l		0,8	0,8	0,5	0,8	0,9	1,0	< 0,5	0,7	0,5	0,9	2,2	0,9	0,7	0,9	0,6	0,9	0,7	0,7	1,1	1,0	1,1	0,7	1,0	0,8	
	Carbone Organique Total	0,2 mg/l	5 mg/l	1,0	1,0	1,0	1,7	1,8	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	1,1	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	1,8	1,7	1,8	1,0	1,1	1,1	
	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX)	10 µg/l		< 10	< 10	17	12	< 10	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	13	11	19	< 10	< 10	< 10	< 10	12	
	Nitrates	0,01 mg/l		0,20	0,20	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
	Nitrites	0,001 mg/l		0,009	0,009	0,008	0,007	0,007	0,007	0,007	0,006	0,007	0,007	0,007	0,007	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
	Orthophosphates	0,01 mg/l		0,032	0,03	0,022	0,026	0,024	0,026	0,026	0,023	0,028	0,026	0,027	0,026	0,036	0,035	0,035	0,043	0,042	0,038	0,033	0,037	0,044	0,037	0,042	0,037	
Sels	Calcium	0,25 mg/l		425	419	411	400	413	416	416	420	412	417	410	414	413	414	418	425	424	421	417	411	411	407	417	411	
	Fluorures	0,05 mg/l		1,27	1,28	1,26	1,26	1,28	1,27	1,30	1,31	1,30	1,29	1,28	1,25	1,23	1,25	1,24	1,27	1,28	1,28	1,27	1,26	1,27	1,26	1,28	1,27	
	Sodium	4 mg/l		11 616	11 580	11 536	11 333	11 845	11 365	11 518	10 968	11 397	11 473	11 505	11 070	11 270	11 216	11 133	11 277	11 376	11 137	11 450	11 328	11 383	11 339	11 580	12 868	
	Sulfates	5 mg/l		2 778	2 819	2 759	2 738	2 831	2 742	2 843	2 715	2 717	2 732	2 746	2 738	2 770	2 742	2 759	2 786	2 783	2 790	2 747	2 754	2 715	2 841	2 816	2 832	
Transparence	Matières en Suspension	2 mg/l		3	< 2	< 2	< 2	2	6	5	3	13	< 2	2	2	< 2	2	3	4	< 2	< 2	< 2	< 2	3	< 2	< 2		

Le **Tableau 14** ci-dessous présente les résultats pour la campagne de décembre 2022. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les résultats sont similaires entre les stations et les profondeurs. Seules 3 stations (H01, H02 et H03) ont pu être échantillonnées. Les teneurs en Aluminium sont nettement supérieures en surface pour les stations H02 et H03. La teneur en M.E.S. est supérieure également en surface (H02 et H03) et à mi-profondeur (H01).

Tableau 14 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8		
				fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface
Autres micro-polluants	HCT C10-C40	0,1 mg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,19	< 0,10	< 0,10	< 0,10															
Bactériologie	Entérocoques (microplaque)	15 /100ml		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ															
	Escherichia coli (microplaque)	15/100ml		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ															
Métaux	Aluminium	5 µg/l		<LQ	5,3	<LQ	<LQ	<LQ	216	<LQ	<LQ	116															
	Chrome	2,5 µg/l	3,4 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3,9	<LQ	<LQ	<LQ															
	Cuivre	0,0005 mg/l	1,0 µg/L	<LQ	<LQ	0,0009	<LQ	<LQ	0,0028	<LQ	<LQ	<LQ															
	Manganèse	0,5 µg/l		0,89	0,75	0,74	0,64	0,64	3,4	< 0,50	< 0,50	2,0															
	Nickel	1 µg/l	8,6 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3,8	<LQ	<LQ	<LQ															
	Plomb	0,25 µg/l	1,3 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,30	<LQ	<LQ	<LQ															
	Zinc	0,005 mg/l	7,8 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,026	<LQ	<LQ	0,0081															
Nutriments	Ammonium	0,01 mg/l		< 0,005	0,014	0,017	0,029	0,012	0,009	0,023	0,024	0,01															
	Azote global	0,5 mg/l		0,9	0,6	0,8	1,0	0,9	0,7	1,1	1,1	1,0															
	Carbone Organique Total	0,2 mg/l	5 mg/l	0,7	0,8	1,0	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8	0,9															
	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX)	10 µg/l		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10															
	Nitrates	0,01 mg/l		0,324	0,314	0,316	0,478	0,467	0,586	0,412	0,658	0,432															
	Nitrites	0,001 mg/l		0,005	0,004	0,006	0,009	0,008	0,050	0,010	0,010	0,020															
Sels	Orthophosphates	0,01 mg/l		0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07															
	Calcium	0,25 mg/l		451	435	437	407	415	442	395	402	406															
	Fluorures	0,05 mg/l		1,24	1,23	1,20	1,24	1,23	1,23	1,20	1,24	1,23															
	Sodium	4 mg/l		10 866	10 703	10 884	11 072	10 746	10 790	10 912	10 761	11 243															
Sulfates	Sulfates	5 mg/l		2 820	2 771	2 935	2 693	2 841	2 720	2 950	2 856	2 875															
	Transparence	Matières en Suspension	2 mg/l	< 2	2	< 2	< 2	< 2	3	< 2	< 2	5															

Le **Tableau 15** ci-dessous présente les résultats pour la campagne de février 2023. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les résultats sont similaires entre les stations et les profondeurs. La teneur en M.E.S. est supérieure ponctuellement à toutes les profondeurs.

Tableau 15 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l’eau à l’échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de février 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l’eau » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8		
				fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface
Bactériologie	Entérocoques (microplaque)	15 /100ml	100 UFC/100ml	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Escherichia coli (microplaque)	15/100ml	100 UFC/100ml	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Métaux	Aluminium	5 µg/l		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Chrome	2,5 µg/l	3,4 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Cuivre	0,0005 mg/l	1,0 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,0008	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Manganèse	0,5 µg/l		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	1,2	1,0	1,8	0,97	0,56	0,57	0,96	0,8	0,82	1,1	0,88	2,7	1,1	0,82	0,81	1,1	0,94	1,5
	Nickel	1 µg/l	8,6 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Plomb	0,25 µg/l	1,3 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
	Zinc	0,005 mg/l	7,8 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Nutriments	Ammonium	0,01 mg/l		0,005	0,01	0,009	0,008	0,008	0,009	0,01	0,011	0,009	0,006	< 0,005	0,013	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,005	0,005	0,005	0,007	0,006	0,007	0,008
	Azote global	0,5 mg/l		0,9	0,8	0,9	1,3	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,3	1,2	1,4	1,1	0,9	0,6	1,3	1,4	1,1	1,0	1,1	0,6	1,3	1,3	1,1
	Carbone Organique Total	0,2 mg/l	5 mg/l	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	1,0	1,3	0,6
	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX)	10 µg/l		< 10	< 10	16	< 10	< 10	15	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	Nitrates	0,01 mg/l		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,50	0,70	0,60	0,70	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	0,50	0,60
	Nitrites	0,001 mg/l		0,010	0,010	0,020	0,010	0,010	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,020	0,020	0,010	0,010
	Orthophosphates	0,01 mg/l		0,046	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
Sels	Calcium	0,25 mg/l		402	411	395	421	400	419	402	418	392	387	405	381	405	381	387	406	405	404	409	383	415	381	377	384
	Fluorures	0,05 mg/l		1,39	1,37	1,29	1,38	1,38	1,38	1,48	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,37	1,37	1,37	1,36	1,37	1,37	1,38	1,36	1,33	1,36	1,38	1,40
	Sodium	4 mg/l		10 326	10 764	10 930	10 723	10 997	10 779	10 064	10 989	10 868	12 096	10 700	10 823	10 160	11 085	10 462	11 302	11 623	11 456	11 143	12 182	11 179	10 423	10 592	10 510
	Sulfates	5 mg/l		2 895	2 861	2 867	2 898	2 858	2 756	2 855	2 841	2 880	2 805	2 927	2 851	2 681	2 719	2 689	2 778	2 729	2 793	2 768	2 736	2 742	2 718	2 692	2 738
Transparence	Matières en Suspension	2 mg/l		< 2	< 2	2	< 2	3	< 2	2	< 2	< 2	< 2	2	3	< 2	2	< 2	3	2	< 2	< 2	< 2	< 2	3	< 2	4

Le **Tableau 16** ci-dessous présente les résultats pour la campagne de mars 2023. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les résultats sont similaires entre les stations et les profondeurs. Les valeurs des nouveaux paramètres suivis sont faibles par rapport aux LQ. La teneur en M.E.S. est toujours supérieure à toutes les profondeurs.

Tableau 16 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8		
				fond	mi-prof	surface																					
Autres micro-polluants	HCT C10-C40	0,1 mg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10		
Bactériologie	Entérocoques (microplaque)	15 /100ml		<LQ																							
	Escherichia coli (microplaque)	15/100ml		<LQ																							
HAP	Acénaphthène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003			
	Anthracène	0,003 µg/l	0,1 µg/l	<LQ																							
	Benzo(a)anthracène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003			
	Benzo(a)pyrène	0,003 µg/l	Σ=0,03 µg/l	<LQ																							
	Benzo(b)fluoranthène	0,003 µg/l	Σ=0,002 µg/l	>LQ																							
	Benzo(g,h,i)peryène	0,003 µg/l	Σ=0,03 µg/l	<LQ																							
	Benzo(k)fluoranthène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003		
	Chrysène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003		
	Dibenzo (a,h) anthracène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003		
	Fluoranthène	0,003 µg/l	0,0063 µg/l	<LQ																							
	Fluorène	0,003 µg/l		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010		
	Indéno(1,2,3-cd)Pyrène	0,003 µg/l	Σ=0,002 µg/l	>LQ																							
	Naphtalène	0,01 µg/l	0,1 µg/l	<LQ																							
	Phénanthrène	0,01 µg/l		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010		
	Pyrène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,005	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,008	< 0,003	0,011	0,007	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003		
Styrène	0,05 µg/l		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050			
Métaux	Aluminium	5 µg/l		<LQ	9,0																						
	Cadmium	0,07 µg/l	0,2 µg/L	<LQ																							
	Chrome	2,5 µg/l	3,4 µg/L	<LQ																							
	Cuivre	0,0005 mg/l	1,0 µg/L	<LQ	<LQ	0,001	<LQ																				
	Fer	5 µg/l		6,0	6,1	10,0	9,1	6,5	< 5,0	< 5,0	11,0	10	< 5,0	11,0	6,9	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	11,0	8,4	9,1	12,0	9,7	< 5,0	7,8	6,8
	Indium	0,1 µg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10		
	Manganèse	0,5 µg/l		1,1	0,61	0,87	1,5	1,1	< 0,50	1,3	1,3	1,8	0,53	1,0	2,6	0,63	1,0	0,57	< 0,50	1,0	1,3	1,0	1,8	0,72	< 0,50	0,63	1,2
	Nickel	1 µg/l	8,6 µg/L	<LQ																							
	Plomb	0,25 µg/l	1,3 µg/L	<LQ																							
	Zinc	0,005 mg/l	7,8 µg/L	<LQ																							

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8			
				fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	
Nutriments	Ammonium	0,01 mg/l		0,008	0,009	0,008	< 0,005	< 0,005	0,007	0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	0,009	0,008	0,005	< 0,005	0,006	0,008	0,009	0,011	0,01	0,011	0,01	0,01	0,011	0,01	
	Azote global	0,5 mg/l		1,4	1,6	0,9	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	0,5	1,5	1,0	1,0	0,9	0,8	0,9	1,4	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Bromoforme	0,5 µg/l		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	
	Carbone Organique Total	0,2 mg/l	5 mg/l	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1,2	1,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1	0,8	0,8	
	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX)	10 µg/l		< 10	< 10	12	15	< 10	< 10	18	< 10	18	< 10	14	13	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
	Nitrates	0,01 mg/l		0,70	0,70	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60	0,60	0,70	0,60	0,60	0,80	0,40	0,50	0,50	0,50	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,40	0,40	0,50	0,50
	Nitrites	0,001 mg/l		0,009	0,010	0,008	0,010	0,010	0,009	0,010	0,008	0,009	0,009	0,008	0,009	0,010	0,009	0,010	0,01	0,01	0,01	0,010	0,010	0,010	0,009	0,010	0,010	
	Orthophosphates	0,01 mg/l		0,05	0,05	0,044	0,05	0,05	0,05	0,06	0,048	0,048	0,05	0,04	0,043	0,045	0,045	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,08	0,08	0,09	
Silicium	0,5 mg/l		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Sels	Calcium	0,25 mg/l		403	407	400	408	400	411	397	398	395	399	397	393	399	403	402	405	406	408	409	407	409	407	406	407	
	Chlore	2,5 µg/l		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50		
	Fluorures	0,05 mg/l		1,25	1,22	1,25	1,25	1,25	1,26	1,22	1,23	1,23	1,23	1,23	1,22	1,22	1,21	1,21	1,24	1,24	1,23	1,23	1,24	1,25	1,24	1,23	1,23	
	Sodium	4 mg/l		10 794	10 947	11 034	10 225	10 446	10 198	10 079	10 345	12 138	10 740	10 549	9 804	10 268	9 612	10 492	10 368	10 504	10 624	10 736	10 493	9 927	10 497	11 329	10 289	
	Sulfates	5 mg/l		2 787	2 772	2 791	2 711	2 752	2 811	2 747	2 755	2 745	2 823	2 860	2 752	2 897	2 927	2 864	2 788	2 865	2 805	2 811	2 856	2 844	2 876	2 865	2 795	
Transparence	Matières en Suspension	2 mg/l		3	2	2	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3		

Le **Tableau 17** ci-dessous présente les résultats pour la campagne d’avril 2023. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les résultats sont similaires entre les stations et les profondeurs. Les valeurs des nouveaux paramètres suivis sont faibles par rapport aux LQ. Certaines teneurs en Aluminium sont supérieures. La teneur en M.E.S. est majoritairement supérieure à toutes les profondeurs.

Tableau 17 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l’eau à l’échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois d’avril 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l’eau » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8		
				fond	mi-prof	surface																					
Autres micro-polluants	HCT C10-C40	0,1 mg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10		
Bactériologie	Entérocoques (microplaque)	15 /100ml		<LQ																							
	Escherichia coli (microplaque)	15/100ml		<LQ																							
HAP	Acénaphthène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003			
	Anthracène	0,003 µg/l	0,1 µg/l	<LQ																							
	Benzo(a)anthracène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003			
	Benzo(a)pyrène	0,003 µg/l	Σ=0,03 µg/l	<LQ																							
	Benzo(b)fluoranthène	0,003 µg/l	Σ=0,002 µg/l	>LQ																							
	Benzo(g,h,i)peryène	0,003 µg/l	Σ=0,03 µg/l	<LQ																							
	Benzo(k)fluoranthène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003			
	Chrysène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003		
	Dibenzo (a,h) anthracène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003		
	Fluoranthène	0,003 µg/l	0,0063 µg/l	<LQ																							
	Fluorène	0,003 µg/l		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010		
	Indéno(1,2,3-cd)Pyrène	0,003 µg/l	Σ=0,002 µg/l	>LQ																							
	Naphtalène	0,01 µg/l	0,1 µg/l	<LQ	0,012	<LQ																					
	Phénanthrène	0,01 µg/l		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010		
	Pyrène	0,003 µg/l		0,004	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003		
Styrène	0,05 µg/l		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050			
Métaux	Aluminium	5 µg/l		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	5,6	8,2	<LQ																
	Cadmium	0,07 µg/l	0,2 µg/L	<LQ																							
	Chrome	2,5 µg/l	3,4 µg/L	<LQ																							
	Cuivre	0,0005 mg/l	1,0 µg/L	<LQ	0,0011	<LQ																					
	Fer	5 µg/l		7,4	5,6	< 5,0	5,8	6,1	< 5,0	6,3	5,1	7,2	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,5	5,3	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	19,0	20,0			
	Indium	0,1 µg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10			
	Manganèse	0,5 µg/l		0,67	< 0,50	0,53	0,57	0,54	0,67	0,65	0,82	0,78	0,69	0,72	0,73	0,67	0,6	0,61	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	2,6			
	Nickel	1 µg/l	8,6 µg/L	<LQ																							
	Plomb	0,25 µg/l	1,3 µg/L	<LQ																							
	Zinc	0,005 mg/l	7,8 µg/L	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8			
				fond	mi-prof	surface																						
Nutriments	Ammonium	0,01 mg/l		0,012	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,014	0,013	0,013	0,015	0,016	0,017	0,011	0,012	0,012	0,011	0,014	0,016	0,015	0,021	0,014	0,013	0,012	0,017	
	Azote global	0,5 mg/l		0,6	0,6	< 0,5	1,0	0,9	0,8	1,0	0,8	1,0	0,7	0,9	< 0,5	1,1	0,8	0,7	0,7	0,7	< 0,5	1,2	0,8	0,7	0,8	0,9	1,2	
	Bromoforme	0,5 µg/l		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	
	Carbone Organique Total	0,2 mg/l	5 mg/l	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	
	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX)	10 µg/l		12	12	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	19	< 10	< 10	11	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	21	10	10
	Nitrates	0,01 mg/l		0,10	0,12	0,12	0,36	0,40	0,24	0,28	0,25	0,27	0,30	0,22	0,14	0,45	0,47	0,47	0,30	0,30	0,30	0,34	0,34	0,33	0,38	0,43	0,41	
	Nitrites	0,001 mg/l		0,004	0,005	0,006	0,005	0,006	0,007	0,006	0,006	0,008	0,007	0,006	0,007	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,006	0,007	0,006	0,007	0,006	0,006	0,007	
	Orthophosphates	0,01 mg/l		0,02	0,025	0,023	0,041	0,036	0,036	0,039	0,046	0,045	0,038	0,033	0,022	0,042	0,05	0,05	0,039	0,037	0,06	0,044	0,08	0,07	0,049	0,08	0,041	
Silicium	0,5 mg/l		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Sels	Calcium	0,25 mg/l		413	407	409	413	410	422	411	408	411	412	411	394	415	406	389	420	405	415	417	428	398	402	414	403	
	Chlore	0,5 µg/l		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50		
	Fluorures	0,05 mg/l		1,36	1,35	1,33	1,35	1,35	1,32	1,37	1,35	1,36	1,36	1,33	1,31	1,33	1,32	1,34	1,26	1,26	1,24	1,25	1,25	1,26	1,34	1,34	1,33	
	Sodium	4 mg/l		11 086	10 852	10 804	10 676	11 042	10 506	10 332	10 697	10 155	10 871	10 699	10 138	9 138	10 084	10 954	10 001	9 398	10 663	11 040	9 985	9 543	10 518	10 218	10 362	
	Sulfates	5 mg/l		2 816	2 768	2 778	2 818	2 776	2 812	2 768	2 870	2 913	2 756	2 775	2 791	2 785	2 767	2 800	2 771	2 791	2 800	2 740	2 830	2 790	2 803	2 896	2 809	
Transparence	Matières en Suspension	2 mg/l		3	2	2	3	2	< 2	2	3	3	2	< 2	3	3	< 2	2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	5	3	< 2		

Le **Tableau 18** ci-dessous présente les résultats pour la campagne de mai 2023. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les résultats sont similaires entre les stations et les profondeurs. Les valeurs des nouveaux paramètres suivis sont faibles par rapport aux LQ. Certaines teneurs en Aluminium sont supérieures. La teneur en M.E.S. est majoritairement supérieure à toutes les profondeurs.

Il y a eu une augmentation de la limite de quantification pour les HAP en mai 2023.

Tableau 18 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de mai 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8		
				fond	mi-prof	surface																					
Autres micro-polluants	HCT C10-C40	0,1 mg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
	Bactériologie			< LQ																							
HAP	Entérocoques (microplaque)	15 /100ml		< LQ																							
	Escherichia coli (microplaque)	15/100ml		< LQ																							
	Acénaphthène	0,003 µg/l		< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	
	Anthracène	0,006 µg/l	0,1 µg/l	< LQ																							
	Benzo(a)anthracène	0,006 µg/l		< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	
	Benzo(a)pyrène	0,006 µg/l	Σ=0,03 µg/l	< LQ																							
	Benzo(b)fluoranthène	0,006 µg/l	Σ=0,002 µg/l	> LQ																							
	Benzo(g,h,i)peryène	0,006 µg/l	Σ=0,03 µg/l	< LQ																							
	Benzo(k)fluoranthène	0,006 µg/l		< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	
	Chrysène	0,006 µg/l		< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
	Dibenzo (a,h) anthracène	0,006 µg/l		< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
	Fluoranthène	0,006 µg/l	0,0063 µg/l	< LQ	0,012	< LQ																					
	Fluorène	0,020 µg/l		< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
	Indéno(1,2,3-cd)Pyrène	0,006 µg/l	Σ=0,002 µg/l	> LQ																							
	Naphtalène	0,020 µg/l	0,1 µg/l	< LQ																							
	Phénanthrène	0,020 µg/l		< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
	Pyrène	0,006 µg/l		< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,035	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,010	< 0,006	< 0,006	0,006	0,006
	Styrène	0,05 µg/l		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Métaux	Aluminium	5 µg/l		< LQ	6,4	< LQ																					
	Cadmium	0,07 µg/l	0,2 µg/L	< LQ																							
	Chrome	2,5 µg/l	3,4 µg/L	< LQ																							
	Cuivre	0,0005 mg/l	1,0 µg/L	< LQ	0,0017	< LQ	0,0007	< LQ																			
	Fer	5 µg/l		7,8	7,6	8,6	< 5,0	6,2	7,4	< 5,0	5,6	5,5	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,4	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	
	Indium	0,1 µg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
	Manganèse	0,5 µg/l		0,79	0,85	0,76	0,76	0,99	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,5	< 0,50	< 0,50	0,55	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	
	Nickel	1 µg/l	8,6 µg/L	< LQ																							
	Plomb	0,25 µg/l	1,3 µg/L	< LQ																							
	Zinc	0,005 mg/l	7,8 µg/L	< LQ																							

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8				
				fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface		
Nutriments	Ammonium	0,01 mg/l		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	< 0,005	0,009	0,008	0,006	0,014	0,016	0,016	0,007	0,005	0,005	0,006	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,005	0,006	< 0,005	0,006	< 0,005	0,005
	Azote global	0,5 mg/l		0,7	0,9	< 0,5	0,9	0,9	0,7	0,9	1,0	0,9	1,1	0,9	0,9	0,8	0,7	< 0,5	0,8	0,7	< 0,5	1,1	0,9	0,7	< 0,5	0,9	1,0		
	Bromoforme	0,5 µg/l		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Carbone Organique Total	0,2 mg/l	5 mg/l	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif	10 µg/l		< 10	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	Nitrates	0,01 mg/l		< 0,01	< 0,01	0,017	< 0,01	0,021	< 0,01	0,02	0,017	0,019	0,085	0,074	0,07	0,24	0,24	0,27	0,21	0,20	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,24	0,20	0,21	
	Nitrites	0,001 mg/l		0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,003	0,004	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,006
Silicium	0,5 mg/l		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Sels	Calcium	0,25 mg/l		416	401	397	409	404	409	407	415	435	376	403	403	432	422	412	395	425	428	428	432	413	416	428	433		
	Chlore	0,5 µg/l		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	
	Fluorures	0,05 mg/l		1,225	1,215	1,185	1,19	1,23	1,225	1,23	1,23	1,225	1,195	1,19	1,225	1,225	1,222	1,20	1,245	1,24	1,23	1,245	1,24	1,22	1,235	1,245	1,24		
	Sodium	4 mg/l		11 456	10 941	10 763	11 406	11 408	11 796	11 081	11 688	11 455	11 841	10 461	10 936	11 227	11 349	11 201	9 700	10 574	10 405	11 152	11 458	11 480	11 376	11 383	11 850		
	Sulfates	5 mg/l		2 702	2 724	2 724	2 715	2 704	2 677	2 688	2 688	2 658	2 739	2 712	2 704	2 796	2 800	2 763	2 860	2 783	2 777	2 825	2 832	2 799	2 812	2 793	2 784		
Transparence	Matières en Suspension	2 mg/l		3	3	3	2	3	3	2	3	< 2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	< 2	2	3	3		

Le **Tableau 19** ci-dessous présente les résultats pour la campagne de juin 2023. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les résultats sont similaires entre les stations et les profondeurs. Les valeurs des nouveaux paramètres suivis sont faibles par rapport aux LQ. Certaines teneurs en Aluminium sont supérieures. La teneur en M.E.S. est majoritairement supérieure à toutes les profondeurs.

Tableau 19 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8		
				fond	mi-prof	surface																					
Autres micro-polluants	HCT C10-C40	0,1 mg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
	Entérocoques (microplaque)	15 /100ml		<LQ																							
	Escherichia coli (microplaque)	15/100ml		<LQ																							
HAP	Acénaphthène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	
	Anthracène	0,003 µg/l	0,1 µg/l	<LQ																							
	Benzo(a)anthracène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	
	Benzo(a)pyrène	0,003 µg/l	Σ=0,03 µg/l	<LQ																							
	Benzo(b)fluoranthène	0,003 µg/l	Σ=0,002 µg/l	>LQ																							
	Benzo(g,h,i)pérylène	0,003 µg/l	Σ=0,03 µg/l	<LQ																							
	Benzo(k)fluoranthène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	
	Chrysène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
	Dibenzo (a,h) anthracène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
	Fluoranthène	0,003 µg/l	0,0063 µg/l	<LQ																							
	Fluorène	0,003 µg/l		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
	Indéno(1,2,3-cd)Pyrène	0,003 µg/l	Σ=0,002 µg/l	>LQ																							
	Naphtalène	0,01 µg/l	0,1 µg/l	<LQ																							
	Phénaanthrène	0,01 µg/l		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
	Pyrène	0,003 µg/l		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Styrène	0,05 µg/l		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	
Métaux	Aluminium	5 µg/l		<LQ																							
	Cadmium	0,07 µg/l	0,2 µg/L	<LQ																							
	Chrome	2,5 µg/l	3,4 µg/L	<LQ																							
	Cuivre	0,0005 mg/l	1,0 µg/L	<LQ	0,0005	<LQ	0,0008	<LQ																			
	Fer	5 µg/l		< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	6,0	< 5,0	< 5,0	24,0	14,0	18,0	12,0	11,0	8,2	5,1	7,3	5,2	7,1	< 5,0	< 5,0	31,0	20,0	
	Indium	0,1 µg/l		< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
	Manganèse	0,5 µg/l		0,59	0,61	0,57	0,95	0,87	0,95	0,86	0,86	0,71	1,1	1,0	1,4	1,0	1,2	0,81	0,74	0,7	0,78	0,89	0,84	0,84	1,7	1,2	
	Nickel	1 µg/l	8,6 µg/L	<LQ																							
	Plomb	0,25 µg/l	1,3 µg/L	<LQ																							
Zinc	0,005 mg/l	7,8 µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire	Valeur de seuil	H1			H2			H3			H4			H5			H6			H7			H8			
				fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	fond	mi-prof	surface	
Nutriments	Ammonium	0,01 mg/l		0,014	0,014	0,014	< 0,005	0,008	< 0,005	< 0,005	0,005	0,006	0,015	< 0,005	< 0,005	0,015	0,018	0,017	0,006	0,006	0,006	< 0,005	0,008	0,008	0,019	0,022	0,014	
	Azote global	0,5 mg/l		1,0	1,0	0,6	1,0	0,7	0,8	1,0	0,8	1,0	0,7	0,7	< 0,5	1,2	0,8	0,9	1,3	1,0	1,0	1,1	1,3	1,4	1,1	0,9	0,8	
	Bromoforme	0,5 µg/l		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Carbone Organique Total	0,2 mg/l	5 mg/l	0,7	0,8	0,8	1,5	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0
	Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif	10 µg/l		< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	11	< 10	< 10	10	11	< 10	21	< 10	10	< 10	< 10	< 10	< 10
	Nitrates	0,01 mg/l		0,09	0,05	0,05	0,01	0,04	0,06	0,01	0,03	0,05	0,02	< 0,01	0,01	0,10	0,10	0,10	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Nitrites	0,001 mg/l		0,004	0,004	0,004	0,003	0,004	0,005	0,003	0,003	0,005	0,003	0,002	0,003	0,007	0,007	0,007	0,007	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,060	0,008	0,008	0,008
	Orthophosphates	0,01 mg/l		0,05	0,08	0,035	0,028	0,033	0,027	0,045	0,017	0,018	0,023	0,017	0,022	0,019	0,017	0,019	0,021	0,017	0,018	0,019	0,017	0,019	0,017	0,019	0,029	0,04	0,022
Silicium	0,5 mg/l		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Sels	Calcium	0,25 mg/l		410	414	434	410	406	408	409	408	408	423	418	422	400	407	402	413	414	412	413	408	407	412	411	414	
	Chlore	0,5 µg/l		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Fluorures	0,05 mg/l		1,305	1,29	1,27	1,31	1,305	1,30	1,275	1,275	1,295	1,34	1,28	1,29	1,29	1,28	1,28	1,285	1,285	1,3	1,28	1,29	1,28	1,275	1,34	1,26	
	Sodium	4 mg/l		11 031	11 571	11 444	10 429	10 915	11 683	11 386	11 447	11 494	10 265	10 250	10 925	11 159	10 967	11 037	11 053	11 185	11 081	11 058	11 082	11 154	9 313	10 137	10 050	
	Sulfates	5 mg/l		2 851	2 845	2 837	2 820	2 854	2 816	2 824	2 817	2 776	2 797	2 782	2 789	2 717	2 710	2 718	2 751	2 747	2 791	2 767	2 770	2 780	2 719	2 748	2 738	
Transparence	Matières en Suspension	2 mg/l		< 2	2	2	3	< 2	< 2	< 2	2	< 2	3	2	4	2	3	< 2	< 2	< 2	< 2	2	< 2	2	2	2	3	

2.1.2.2 Stations permanentes

Lors de la rédaction de ce rapport intermédiaire, les campagnes dédiées aux suivis des stations permanentes sont encore déployées. Les résultats associés seront présentés lors du rapport final. Les informations relatives à la structuration de la colonne d'eau, sa qualité physico-chimique et à leur évolution ont permis de configurer correctement le plan d'échantillonnage avec les stations permanentes.

2.1.3 Discussion et liens avec les autres compartiments

Le suivi des paramètres physico-chimiques au moyen d'une sonde WiMo multi-paramètres semble mettre en évidence **l'homogénéité de la masse d'eau étudiée**. La dynamique de la stratification reste encore à préciser avec la prolongation du suivi au-delà d'un cycle annuel.

La mesure des paramètres physico-chimiques au laboratoire ne montrant pas de dépassement de seuil notable, l'homogénéité apparente de la masse d'eau a permis de préciser la stratégie d'échantillonnage de la qualité de l'eau au moyen d'échantillonneurs passifs en cours.

Les stations H01, H02, H03 et H04 (les plus au Sud et à l'Est) montrent des valeurs de fluorescence et de teneur en oxygène supérieures au printemps. Ces informations sont cohérentes avec celles relatives à la dynamique des efflorescences étudiées dans le cadre du suivi des « **Communautés phytoplanctoniques** ».

Cette distinction de la zone d'étude en deux secteurs correspond également aux observations effectuées dans le cadre de l'étude bibliographique préliminaire pour les compartiments « **habitats benthiques** » et de « **Poissons, Mollusques et Crustacés** » dans le cadre de la production du rapport final de la présente étude.

2.2 Qualité des sédiments

2.2.1 Matériels et méthodes

2.2.1.1 Stratégie d'échantillonnage

2.2.1.1.1 Généralités

L'étude en cours vise la caractérisation de l'état initial¹⁷ de la **qualité des sédiments** associé à la zone du projet. Elle comprend des échantillonnages au moyen d'une **drague Rallier du Baty**. Leur localisation est détaillée sur la **Figure 19** et le **Tableau 20**.

L'objectif est de caractériser l'état initial de la qualité physico-chimique du sédiment par des mesures *in situ* dans le cadre de l'étude d'impact de l'installation des parcs éoliens en mer dans les zones **AO4** et **AO8**. Le suivi repose sur un modèle **BACI** (Methratta, 2020) adapté aux spécificités du cahier des charges de l'étude (**Figure 18**). Le positionnement des stations permet une prise en compte des courants marins dominants de direction Nord-Sud et Est-Ouest avec également des stations ponctuelles placées hors et dans la zone de projet.

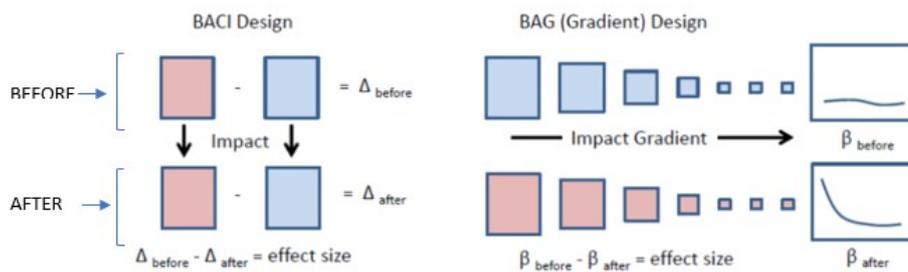


Figure 18 : comparaison entre une méthode par BACI et une méthode par BAG (Secor, 2017).

Le compartiment « **Qualité des sédiments** » est étudié pendant 2 années (de l'automne 2022 à l'hiver 2024). Les prélèvements de sédiments sont réalisés en mutualisation avec le compartiment « **Habitats benthiques** ». La fréquence de mesure est biannuelle et a lieu pendant l'automne et l'hiver de chaque année.

Parmi les stations échantillonnées, dans les deux cas, la moitié d'entre elles est située dans la zone du projet, à savoir la zone des futurs parcs éoliens, et l'autre moitié en dehors (**Figure 19** et **Tableau 20**).

Tableau 20 : coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage du compartiment « **Qualité des sédiments** ». Le système de coordonnées est WGS 84 et les coordonnées sont présentées en degrés décimaux. Les stations S01 à S04 sont des stations dédiées uniquement au compartiment « **Qualité des sédiments** ». Les stations B17 à B35 sont communes au compartiment « **Habitats benthiques** ».

Stations « Qualité des sédiments »	Coordonnées décimales	
S01	49,8509503	-0,709610623
S02	49,81590301	-0,665267522
S03	49,78099787	-0,708835886

¹⁷ État initial : Description de l'environnement pour réaliser une étude d'impact conformément à l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement.

Stations « Qualité des sédiments »	Coordonnées décimales	
S04	49,8162821	-0,751128868
B01 = H06	49,9831727	-0,84098131
B04 = H07	49,9241825	-0,7286844
B17 = H02	49,8627039	-0,52581312
B19 = H01	49,8863322	-0,3422545
B20 = H05	49,8412567	-0,99784172
B22 = H08	49,8468505	-0,83187976
B30 = H03	49,7765431	-0,63887027
B35 = H04	49,6975903	-0,67510527

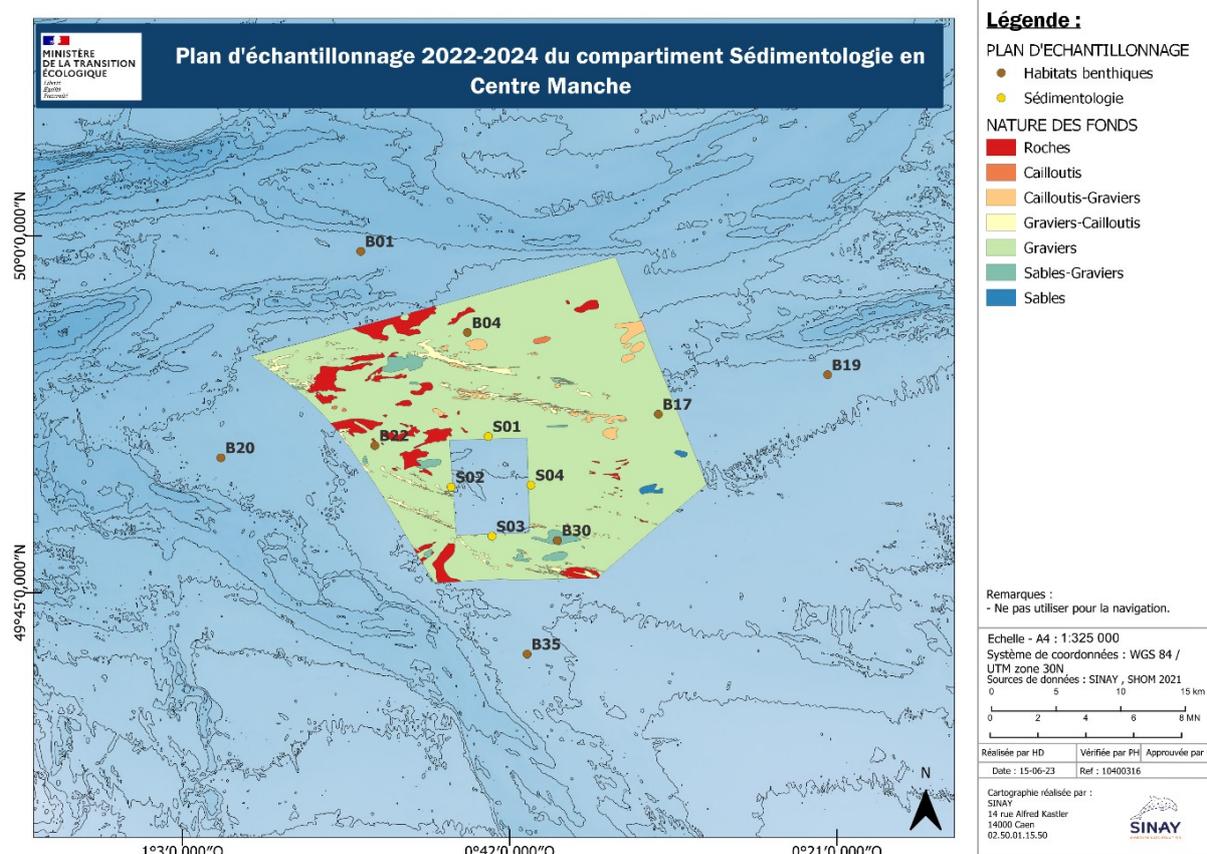


Figure 19 : plan d'échantillonnage du compartiment « qualité des sédiments » en Centre Manche, en fonction de la bathymétrie et de la nature de fond. L'échantillonnage à la drague Rallier du Baty correspond aux stations B17, B19, B20, B23, B30 et B35 et S01 à S04 identifié respectivement « Habitats benthiques » et « Sédimentologie ».

2.2.1.1.2 Prélèvements à la drague Rallier du Baty

- **Méthode de prélèvement**

Les prélèvements de sédiment sont réalisés au moyen de la drague Rallier du Baty (**Figure 20**). Cet outil est adapté au prélèvement en milieu subtidal. Il est également utilisé pour les échantillonnages du compartiment « Habitats et peuplements benthiques ».

Cette drague est constituée d'un cylindre métallique robuste de 45 cm de diamètre sur lequel est placé un filet qui permet la récolte du sédiment tout en permettant l'évacuation de l'eau. Le cylindre est relié par un axe central à un anneau métallique sur lequel est fixé le gréement.

La méthode de prélèvement respecte les préconisations du **Guide Aquaref**¹⁸ « Opérations d'échantillonnage en milieu marin » (Amouroux & Claisse, 2016) dans le cadre des programmes de surveillance **DCE**¹⁹ (Matrices : eau, sédiment et biote). De plus, des données de suivis de prélèvements dans ces zones stratégiques sont fournies par Le Réseau de Mesures **ROCCHSED**²⁰.

À l'échelle de chaque station, un trait de drague Rallier du Baty est réalisé durant 5 minutes afin d'obtenir un volume de sédiments de 40 L. Si au cours du premier trait le volume prélevé n'est pas suffisant, le navire se repositionne sur la station afin de réaliser un second trait.



Figure 20 : drague Rallier du Baty utilisée dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité des sédiments » et « Habitats benthiques ».

L'échantillonnage consiste à prélever au moyen d'une pelle 2 L de sédiment et 2 L d'eau si le sédiment est vaseux (partie fine des sédiments en suspension).

La faune de taille observable à l'œil nu est 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). Afin d'assurer son analyse physico-chimique, le sédiment est immédiatement conditionné dans le flaconnage fourni par le laboratoire responsable des analyses et maintenus au frais et à l'obscurité jusqu'à l'arrivée au laboratoire (**Figure 21**).

¹⁸ Aquaref : Laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques.

¹⁹ DCE : Directive Cadre sur l'Eau.

²⁰ ROCCHSED : Ce réseau fournit les valeurs de concentrations de contaminants chimiques dans le sédiment superficiel. Ces valeurs constituent les données officielles de la France dans le cadre des conventions des mers régionales (Convention OSPAR pour l'Atlantique Nord et convention de Barcelone pour la Méditerranée occidentale), et plus récemment dans le cadre des directives Européennes DCE et DCSMM.



Figure 21 : prélèvements de sédiments (analyses physico-chimiques) en mer dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité des sédiments » et « Habitats benthiques ».

- **Calendrier**

La fréquence de mesure est biannuelle et a lieu pendant l'automne et l'hiver de chaque année. Lors des campagnes d'automne 2022 et d'hiver 2023, toutes les stations ont pu être échantillonnées. Les prochaines campagnes prévues se dérouleront en automne 2023 et en hiver 2024.

2.2.1.2 Moyens nautiques

Le navire sélectionné pour ces missions est le *Celtic Warrior* de la Société STO Logistique (**Figure 22**). Ce bateau possède tous les équipements nécessaires pour ce type d'opérations, en particulier, un treuil mécanique et un large pont dégageant un espace de travail de plus de 20 m² adapté à la réalisation des tâches.



Figure 22 : le navire Celtic Warrior de la société STO Logistique®.

L'échantillonnage des 12 stations nécessite généralement 3 jours de mission avec 2 opérateurs de M2C²¹. Sont également présents 1 capitaine et 1 matelot pour assister le personnel de M2C. Ce compartiment est suivi en mutualisation avec les compartiments « **Habitats et peuplements benthiques** ».

Les conditions limites de sortie en bateau sont un vent de force 4 sur l'échelle de Beaufort (jolie brise, i.e. 10 à 15 nœuds soit 20 à 28 km/h) et une houle de 1 mètre longue sans distinction de la période. En dehors de ces règles HSE, les prélèvements ne peuvent pas être réalisés.

2.2.1.3 Paramètres mesurés et analyse des données

Les paramètres de la matrice « sédiments » suivis dans le cadre de l'évaluation de la qualité des sédiments marins sont présentés dans le **Tableau 21**.

Tableau 21 : liste des paramètres suivis dans la matrice « sédiments » (Source : le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) commun aux deux lots et ses annexes.).

Paramètres mesurés de la matrice « sédiments »	
Analyses physico-chimiques	Densité, granulométrie (par tamisage et laser), matière sèche, Carbone organique Total (COT), Azote Kjeldhal et Phosphore total, pourcentage de matière sèche (organique et minérale), Silicium, Indium, AOX, Bromoforme
Micropolluants inorganiques	Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn
Micropolluants organiques	<ul style="list-style-type: none"> • PolyChloroBiphényles (PCB) : 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 <ul style="list-style-type: none"> • Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) : naphtalène, acénaphthylène, acénaphtène, fluorène, phenanthrène, anthracène, fluoranthène, Pyrène, Benzo(a) anthracène Chrysène, Benzo (b) fluoranthène, Benzo (k) fluoranthène, Benzo(a) pyrène, Dibenzo(ah) anthracène, Benzo (ghi) pérylène, Indéno (123-cd) pyrène • Somme des 7 HAP : Indéno(1,2,3-cd)pyrène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(g,h,i)pérylène, Anthracène, Phénanthrène, Chrysène, Benzo(a)anthracène <ul style="list-style-type: none"> • Hydrocarbures totaux (HCT) Composés organostanniques : Tributylétain (TBT), Dibutylétain (DBT), Monobutylétain (MBT)

Les analyses physico-chimiques sont réalisées par le laboratoire LABEO (www.laboratoire-labeo.fr), accrédité COFRAC dans le respect des recommandations du référentiel « dragage 104 » et de la Norme NF EN ISO 16 665.

Les analyses réalisées sur les échantillons prévoient une série de mesures pour détecter la présence de métaux lourds. En absence de fraction fine (silts & argiles) dans les sédiments, ce type d'analyse ne sera pas possible.

Les fichiers de résultats de laboratoire d'analyse du laboratoire LABEO sont récupérés aux formats pdf et xls.

²¹ M2C : UMR 6143 – Laboratoire de Morphodynamique continentale et côtière. L'unité M2C centre ses recherches autour de l'analyse des processus qui régissent l'évolution des formes de la surface de la terre et le fonctionnement des systèmes géomorphologiques continentaux et côtiers : morphodynamique continentale et côtière, impacts environnementaux, érosion et transferts, mécanique des fluides et génie côtier et géomatériaux et génie civil.

Les données du réseau suivi DCE ROCCHSED concernant le suivi des contaminants se trouvant dans le premier centimètre de sédiment sont utilisées. Le référentiel utilisé par l'Ifremer pour les sédiments est le référentiel de la convention **OSPAR**²².

Pour les contaminants chimiques se trouvant dans les sédiments, l'Ifremer utilise la valeur seuil *ERL* (*Effect Range Low*) pour le bon état écologique. Lorsque les valeurs des paramètres mesurés dépassent ce seuil (seuil le plus bas) alors les premiers effets apparaissent sur le « vivant ». Une attention particulière est portée en effet sur les métaux issus des anodes sacrificielles (Al, Zn) qui peuvent potentiellement se retrouver dans les eaux et sédiments au cours du cycle de vie du projet éolien. Il en est de même pour les peintures et composés à base d'étain (TBT) permettant la protection des matériaux de structure soumis à la corrosion du milieu. Ces comparaisons seront finalisées à partir des seuils dont les valeurs sont en cours de validation dans le cadre de la production du rapport final.

Les seuils de détection du laboratoire permettront « une comparaison des valeurs mesurées avec les niveaux CEMP (*Coordinated Environmental Monitoring Program*), OSPAR (voir : *Level and trends in marine contaminants and their biological effects - CEMP Assessment report 2012. Commission OSPAR*) ». Les limites de quantification des analyses sont indiquées dans le **Tableau 22** ci-dessous pour les sédiments.

Tableau 22 : synthèse des limites de quantification pour les analyses des sédiments (Source LABEO, année 2022).

LQ – Qualité des sédiments			
Catégorie	Paramètre	LQ ²³	LQ du candidat
Métaux lourds	Al	7.000.000 µg/kg	4000 µg/kg
	As (arsenic)	500 µg/kg	400 µg/kg
	Cd (cadmium)	100 µg/kg	100 µg/kg
	Cr	500 µg/kg	400 µg/kg
	Cu	500 µg/kg	400 µg/kg
	Fe	2.500.000 µg/kg	400 µg/kg
	Hg (mercure)	10 µg/kg	10 µg/kg
	Ni (Nickel)	500 µg/kg	400 µg/kg
	Pb	1.000 µg/kg	1.000 µg/kg
	Zn	2.000 µg/kg	2.000 µg/kg
PCB	PCB 28 (PolyChloroBiphényles)	0,1 µg/kg	0,005 mg/kg
	PCB 52	0,1 µg/kg	
	PCB 101	0,1 µg/kg	
	PCB 118	0,1 µg/kg	
	PCB 138	0,1 µg/kg	
	PCB 153	0,1 µg/kg	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	PCB 180	0,1 µg/kg	0,013 mg/kg
	Naphtalène	2 µg/kg	
	Acénaphthylène	3 µg/kg	
	Acénaphthène	4 µg/kg	
	Fluorène	5 µg/kg	

²² OSPAR : Convention pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique Nord-Est. Elle vise à prévenir et éliminer la pollution marine résultant des activités humaines en Atlantique Nord-Est afin d'en protéger les écosystèmes et la diversité biologique. Elle évalue périodiquement l'état du milieu marin de sa zone de compétence. Sa priorité, au-delà de la surveillance, est la protection de la biodiversité marine.

²³ 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.

LQ – Qualité des sédiments			
Catégorie	Paramètre	LQ	LQ du candidat
	Phenanthrène	10 µg/kg	
	Anthracène	3 µg/kg	
	Fluoranthène	10 µg/kg	
	Pyrène	10 µg/kg	
	Benzo(a) anthracène	10 µg/kg	
	Chrysène	10 µg/kg	
	Benzo (b) fluoranthène	10 µg/kg	
	Benzo (k) fluoranthène	10 µg/kg	
	Benzo(a) pyrène	10 µg/kg	
	Dibenzo(ah) anthracène	10 µg/kg	
	Benzo (ghi) pèrylène	10 µg/kg	
	Indéno (123-cd) pyrène	10 µg/kg	
HCT	Hydrocarbures totaux		100 mg/kg sec
Organostanneux	Tributylétain (TBT)	2 µg/kg	40 µg (Sn)/kg MS
	Dibutylétain (DBT)	2 µg/kg	100 µg (Sn)/kg MS
	Monobutylétain (MBT)	2 µg/kg	100 µg (Sn)/kg MS
Nutriments	Azote Kjeldhal		0.5 g/kg
	Carbone organique Total (COT)		5 g/kg
	Phosphore		40 mg/kg
Propriétés physiques	Masse volumique		
	Percentile 0.5		
	Teneur en matières sèches		1 g/kg

2.2.1.3.1 Analyses granulométriques

Le taux d’envasement des échantillons de sédiment est caractérisé selon le pourcentage de fraction fines inférieure dont la taille des grains est inférieure à 63 µm (**Tableau 23**). La fraction fine correspondant aux argiles et limons a de fortes capacités d’adsorption des contaminants (Lochu, et al., 2017).

Tableau 23 : classification granulométrique d’après Larssonneur en pourcentage de masse de fraction fine < 63 µm. (GEODE, 2016).

% Fraction pélitique	Taux d’envasement du sédiment
< 10 %	Sédiment de sable pur
10 - 20 %	Sédiment sableux peu envasé
20 - 40 %	Sédiment sableux envasé
40 - 60 %	Sédiment très envasé à dominante de sables
60 - 80 %	Sédiment très envasé à dominante de vases
> 80 %	Sédiment de vases pures

2.2.1.3.2 Analyses des nutriments

Les résultats d’analyses des nutriments (Azote, Phosphore et Carbone) permettent d’apprécier les effets d’eutrophisation potentiels à la suite des opérations. Selon le guide **GEODE**²⁴, il n’existe pas de

²⁴ GEODE : Ce guide destiné à décrire les modalités d’échantillonnage et d’analyse des sédiments marins ou

référentiels réglementaires pour ces éléments. Néanmoins Alzieu (2003) propose une mesure de la pollution organique basée sur des indices attribués selon la concentration des éléments (**Tableau 24**).

Tableau 24 : définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).

Carbone organique total (COT)		Azote (NTK)		Phosphore (P)	
Valeurs	Indice	Valeurs	Indice	Valeurs	Indice
< 0,6	0	< 600	0	< 500	0
0,6-2,3	1	600-1 200	1	500-800	1
2,4-4	2	1 200-2 400	2	800-1 200	2
4,1-5,8	3	2 400-3 600	3	> 1 200	3
> 5,8	4	> 3 600	4		

2.2.1.3.3 Analyses bactériologiques

La DCE avec les NQE et OSPAR ne disposent pas de grille d'analyse relative à la bactériologie. L'objectif de l'étude de la bactériologie porte sur l'analyse du risque sanitaire. Les référentiels de la directive « baignades » (2006/7/CE) du 15 février 2006 et le classement des zones dans le règlement CE/854/2004 (cf. « Paquet Hygiène ») peuvent être utilisés en complément. Le **Tableau 25** présente la classification de la qualité des sédiments en fonction de leur teneur en *E. coli* issue du guide GEODE (2016).

Tableau 25: qualité indicative des sédiments en fonction de leur charge d'*Escherichia coli* (GEODE, 2016).

Qualité des sédiments Grille CQEL 17 - 85 <i>E. coli</i> / 10g matière brute	bonne	< 10
	médiocre	10 à 100
	mauvaise	100 à 1000
	très mauvaise	> 1000

2.2.1.3.4 Analyses chimiques des sédiments

- **Analyse comparative des résultats avec les seuils N1/N2 de l'arrêté du 9 août 2006**

La circulaire du 14 juin 2000 et l'arrêté du 9 août 2006 du Code de l'environnement permettent d'interpréter les résultats au regard de ces seuils (GEODE, 2016) :

- 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. Ainsi une mesure, dépassant légèrement le niveau N1 sur seulement un ou quelques échantillons analysés, ne nécessite pas de complément sauf raison particulière (par exemple toxicité de l'élément considéré : cadmium, mercure ...) ;
- De façon générale, l'investigation complémentaire doit être proportionnée à l'importance de l'opération envisagée. Elle peut porter, pour les substances concernées, sur des mesures complémentaires et/ou des estimations de sensibilité du milieu ;

estuariens en milieu naturel ou portuaire.

- Au-delà du niveau N2, une investigation complémentaire est généralement nécessaire car des indices notables laissent présager un impact potentiel négatif de l'opération. Il faut alors mener une étude spécifique portant sur la sensibilité du milieu aux substances concernées, avec au moins un test d'écotoxicité globale du sédiment, une évaluation de l'impact prévisible sur le milieu et, le cas échéant, affiner le maillage des prélèvements sur la zone concernée (afin, par exemple, de délimiter le secteur plus particulièrement concerné).

- **Analyse comparative des résultats avec les valeurs du réseau de mesure ROCCHSED**

Afin de limiter les biais ou les incertitudes par rapport aux fractions fines de sédiments (taille des particules inférieure à 63 µm), les recommandations de l'Ifremer (Grouhel-Pellouin, 2022) ont été prises en compte. Au préalable, l'Ifremer préconise de normaliser les résultats. Afin d'utiliser la grille de lecture avec les seuils OSPAR, « une normalisation des concentrations est nécessaire afin d'homogénéiser les résultats en fonction des propriétés du sédiment.

Ainsi, les valeurs relatives à la teneur en métaux sont normalisées à une teneur de 5 % d'Aluminium, les contaminants organiques à une teneur de 2,5 % de Carbone Organique Particulaire (COP), selon les formules suivantes » d'après l'Ifremer :

- Pour les métaux :

$$\text{Concentration normalisée} = \frac{\text{Concentration mesurée} \times 5\%}{\text{Teneur en Al} (\%)}$$

- Pour les organiques :

$$\text{Concentration normalisée} = \frac{\text{Concentration mesurée} \times 2,5\%}{\text{Teneur en COP} (\%)}$$

Les calculs suivants sont réalisés :

- Valeurs Min, Max, Moyenne + écart type, Médiane par année pour l'ensemble des points de mesures considérés ;
- Valeurs Min, Max, Moyenne + écart type, Médiane sur l'ensemble des années pour l'ensemble des points de mesures considérés.

Les résultats des données des campagnes en mer sur les sédiments sont comparés à la médiane des stations du réseau de mesures considéré (ROCCH) dans cette étude. Pour chaque paramètre et chaque point de mesure, les résultats sont comparés aux seuils de la Norme OSPAR.

- **Analyses statistiques**

Les valeurs de mesure des différents composés sont présentées sous forme de séries temporelles, séparées par station et par profondeur d'échantillonnage (surface, mi-profondeur et fond) à l'aide du langage R²⁵.

2.2.2 Résultats des campagnes d'automne 2022 et hiver 2023

Le **Tableau 26** présente les résultats des analyses physico-chimiques des sédiments de la campagne d'automne 2022. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les valeurs de la stations H05 ne sont pas présentées ; la quantité de matière exploitable pour les analyses (particules fines) était alors trop réduite pour permettre une analyse cohérente. C'est également pour cette raison que toutes les mesures des stations H07 et H08 ne sont pas effectuées.

La valeur de mesure est généralement inférieure à celle des LQ. Dans le cas des métaux, la valeur de mesure est supérieure et semble généralement inférieure à celle des mesures du Réseau **ROCCHSED** (2019)²⁶ en milieu côtier normand. Des précisions à ce sujet seront apportées quand la valeur seuil de mesure de chaque paramètre sera validée.

²⁵ R Core Team (2023) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

²⁶ ROCCHSED : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00757/86854/92358.pdf>.

Tableau 26 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique du sédiment à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin en automne 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité du sédiment » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire (2022)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	S1	S2	S3	S4
HAP	Acénaphène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Acénaphthylène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Anthracène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Benzo(a)anthracène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Benzo(a)pyrène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Benzo(b)fluoranthène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Chrysène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Dibenzoanthracène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Fluoranthène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	0.018		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Fluorène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Indéno(1.2.3-cd)pyrène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Méthyl 2 fluoranthène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Méthyl 2 naphthalène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
Naphtalène	0.060 µg/kg	< 0.013	0.014	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	0.046	< 0.013
Catégorie	Paramètre	Limites de quantification	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	S1	S2	S3	S4

	laboratoire (2022)													
HAP	Phénanthrène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Pyrène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	0.014		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
Métaux	Aluminium	4 mg/kg	5 292.78	5 387.99	5 587.91	5 641.42		7 366.50	4 554.59	3 603.63	4 679.64	4 748.56	4 948.93	4 368.77
	Arsenic (As)	0,4 mg/kg	7.96	7.52	9.22	7.55		10.98	9.98	8.49	9.29	9.37	8.88	7.58
	Cadmium (Cd)	0,1 g/kg	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10		< 0.10	< 0.10	0.20	0.10	0.11	< 0.10	< 0.10
	Chrome (Cr)	0,4 mg/kg	39.85	57.92	49.36	41.59		75.36	58.60	47.71	38.74	48.10	45.00	38.63
	Cuivre (Cu)	0,4 mg/kg	2.63	2.25	2.04	2.00		2.80	2.93	2.21	3.03	3.24	2.04	1.96
	Fer (Fe)	0,4 mg/kg	3 984.68	3 940.47	4 462.28	3 734.18		4 616.61	4 574.65	4 084.11	3 976.69	4 307.77	4 287.73	3 687.40
	Mercure (Hg)	0,01 mg/kg	0.011	< 0.010	< 0.010	< 0.010		< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
	Nickel (Ni)	0,4 mg/kg	17.29	25.80	2.64	18.45		36.57	26.76	19.37	17.57	22.29	19.50	16.38
	Plomb (Pb)	1 mg/kg	6.67	6.26	6.95	6.99		5.80	7.43	6.20	6.18	6.50	6.40	6.44
	Zinc	2 mg/kg	5.48	5.31	4.69	5.20		5.48	6.14	5.17	5.23	6.13	4.61	7.32
Micropolluants organiques	Hydrocarbures totaux (HCT)	100 mg/kg	< 100	< 100	< 100	< 100		< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Nutriments	Azote Kjeldhal	0.5 g/kg	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50		< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
	Carbone organique Total (COT)	5 g/kg	6.8	6.2	5	5.6		7.3	6.2	< 5	5.6	5.9	5	5.6
	Phosphore	40 mg/kg	301.87	239.24	261.30	250.95		204.74	379.21	280.28	365.53	406.73	354.64	232.47

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	S1	S2	S3	S4
-----------	-----------	---------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

		laboratoire (2022)												
Organochlorés	PCB congénère n°101	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°118	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°138	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°153	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°180	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°28	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°52	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Organostanneux	Dibutylétain	100 µg/kg	< 100	< 100	< 100	< 100		< 100			< 100	< 100	< 100	< 100
	Monobutylétain	100 µg/kg	< 100	< 100	< 100	< 100		< 100			< 100	< 100	< 100	< 100
	Tributylétain	100 µg/kg	< 100	< 100	< 100	< 100		< 100			< 100	< 100	< 100	< 100
Propriétés physiques	Masse volumique	-	1 958.98	1 800.87	1 611.71	1 875.02		1 751.00	1 801.80	1 878.38	1 656.75	1 727.04	1 686.02	1 831.75
	Percentile 0.5	-	914.88	887.174	858.859	842.249		879.798	834.466	832.495	888.511	461.809	992.673	958.479
	Teneur en matières sèches	1 g/kg	77.1	82.3		79.9		88.0	76.7	75.4	83.4	80.4	81.5	81.4

Le **Tableau 27** présente les résultats des analyses des sédiments de la campagne d'hiver 2023. Les mesures effectuées sont conformes aux critères de certification du laboratoire. Les valeurs de la station H07 ne sont pas présentées ; la quantité de matière exploitable pour les analyses (particules fines) était trop réduite pour permettre une analyse cohérente. C'est également pour cette raison que toutes les mesures des stations H01 et H02 ne sont pas effectuées. La quantité de matière prélevée est augmentée en conséquence dans le cadre de la suite du suivi.

La valeur de mesure est généralement inférieure à celle des LQ. Dans le cas des métaux, la valeur de mesure est supérieure et semble généralement inférieure à celle des mesures du Réseau ROCCHSED (2019)²⁷ en milieu côtier normand. Des précisions à ce sujet seront apportées quand la valeur seuil de mesure de chaque paramètre sera validée (valeur brute et valeur normalisée à 5 % d'Aluminium). Les données semblent également comparables à celles produites dans le cadre de la campagne précédente.

²⁷ <https://archimer.ifremer.fr/doc/00757/86854/92358.pdf>

Tableau 27 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique du sédiment à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin en hiver 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité du sédiment » (Source LABEO).

Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire (2022)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	S1	S2	S3	S4
HAP	Acénaphène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Acénaphylène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Anthracène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Benzo(a)anthracène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Benzo(a)pyrène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Benzo(b)fluoranthène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Chrysène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Dibenzoanthracène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Fluoranthène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Fluorène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Indéno(1.2.3-cd)pyrène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Méthyl 2 fluoranthène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire (2022)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	S1	S2	S3	S4
HAP	Méthyl 2 naphthalène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013

	Naphtalène	0.060 µg/kg	< 0.060	< 0.060	< 0.060	< 0.060	< 0.060	< 0.060		< 0.060	< 0.060	< 0.060	< 0.060	< 0.060
	Phénanthrène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
	Pyrène	0.013 mg/kg	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013		< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
Métaux	Aluminium	4 mg/kg	5 015	4 893	6 164	5 563	6 139	6 761		3 852	3 876	5 044	5 623	4 864
	Arsenic (As)	0.4 mg/kg	6.57	6.00	7.55	5.62	7.84	9.07		7.44	8.24	7.11	5.81	7.47
	Cadmium (Cd)	0.1 g/kg	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10		0.15	0.16	< 0.10	< 0.10	0.10
	Chrome (Cr)	0.4 mg/kg	7.19	6.03	7.15	5.65	5.47	4.82		8.37	7.14	6.57	6.23	7.05
	Cuivre (Cu)	0.4 mg/kg	1.81	2.56	1.67	2.60	1.22	1.11		0.63	1.26	0.83	0.99	0.73
	Fer (Fe)	0.4 mg/kg	3 800	3 754	4 643	3 648	4 760	4 547		4 114	4 297	4 068	3 708	4 385
	Mercuré (Hg)	0.01 mg/kg	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010		< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
	Nickel (Ni)	0.4 mg/kg	3.07	2.77	3.93	2.73	3.40	3.97		2.89	2.93	3.43	2.78	2.96
	Plomb (Pb)	1 mg/kg	6.70	6.00	7.22	7.20	7.17	5.83		6.14	6.54	7.01	7.30	7.14
	Zinc	2 mg/kg	8.91	8.86	9.03	7.86	10.5	8.64		7.48	8.22	8.02	7.64	9.85
Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire (2022)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	S1	S2	S3	S4
Micropolluants organiques	Hydrocarbures totaux (HCT)	100 mg/kg	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100		< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Nutriments	Azote Kjeldhal	0.5 g/kg	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	0.6	< 0.50		< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
	Carbone organique Total (COT)	5 g/kg	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5		< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

	Phosphore	40 mg/kg	290	283	268	309	436	287		338	426	365	345	337
Organochlorés	PCB congénère n°101	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°118	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°138	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°153	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°180	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°28	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
	PCB congénère n°52	0.005 mg/kg	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005		< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Organostanneux	Dibutylétain	100 µg/kg			< 100	< 100	< 100	< 100		< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
	Monobutylétain	100 µg/kg			< 100	< 100	< 100	< 100		< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
	Tributylétain	100 µg/kg			< 100	< 100	< 100	< 100		< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Catégorie	Paramètre	Limites de quantification laboratoire (2022)	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	S1	S2	S3	S4
Propriétés physiques	Masse volumique	-	1 785	1 795	1 844	1 848	1 801	1 740		1 831	1 795	1 879	1 987	1 888
	Percentile 0.5	-	1007.638	912.836	785.602	622.967	835.182	843.237		791.978	770.965	732.580	711.834	830.029
	Teneur en matières sèches	1 g/kg	82.9	84.5	81.8	82.6	73.0	85.9		80.6	77.9	79.0	79.1	77.6

2.2.3 Discussion et liens avec les autres compartiments

- Le choix de l'engin de prélèvement (drague Rallier du Baty) résulte de la mutualisation avec le suivi des habitats benthiques. Il n'est pas optimal pour prendre en compte les particules fines (qui sont extrêmement rares à l'échelle du site d'étude d'après la bibliographie). Néanmoins, l'étude préliminaire a bien mis en évidence la très faible quantité de particules fines (moins de 1 %) à l'échelle du site d'étude ; l'utilisation de cet engin de prélèvement est ainsi rendue plus pertinente.
- Le choix du nombre de stations est motivé par l'absence de particules fines décrit par l'étude du SHOM (débat Public, 2019) et le grand nombre de stations consacrées au suivi des habitats benthiques.
- **Très peu de dépassements de seuil** sont observés pour les contaminants.
- **Aucune différence majeure entre les résultats des 2 campagnes** n'est observée.

2.3 Bruit aérien

2.3.1 Matériels et méthodes

2.3.1.1 Stratégie d'échantillonnage

L'étude en cours vise la caractérisation de l'état initial du compartiment « **Bruit aérien** » associé à la zone du projet. L'objectif est de capitaliser par la mesure des niveaux sonores initiaux avant construction du parc éolien en mer durant une longue durée autour du projet et de réaliser une analyse en corrélant les niveaux de bruits aux paramètres de vitesse et de direction du vent sur les périodes jour et nuit mais également pendant différentes saisons. Cette méthode d'analyse est employée notamment pour les projets de parcs éoliens terrestres.

Le compartiment « **Bruit aérien** » comporte 2 campagnes de mesure ayant pour objectif la caractérisation de l'état sonore initial autour du projet :

- Une première campagne de mesure de 2 mois réalisée de début juillet 2022 à mi-septembre 2022, représentative de la période estivale ;
- Une seconde campagne de mesure de 2 fois deux mois réalisée de mi-novembre 2022 à mi-mars 2023, représentative de la période hivernale.

2.3.1.2 Moyens matériels

Les appareils utilisés au cours des campagnes de mesure du compartiment « **Bruit aérien** » sont les suivants (**Tableau 28**) :

Tableau 28 : liste des appareils de mesure utilisés pour le compartiment « Bruit aérien » (Source ORFEA).

Appareil	Marque	Type	N° de série des appareils	Type et n° de série du microphone	Type de n° de série du préamplification	Classe
Sonomètre	01 dB	FUSION	14 135	40 CD 428521	PRE 22 2113117	1
Sonomètre	01 dB	FUSION	14 136	40 CD 415854	PRE 22 2113203	1
Sonomètre	01 dB	FUSION	14 138	40 CD 466809	PRE 22 2113208	1

Ce matériel permet de :

- Réaliser des mesures de niveau de pression et de niveau équivalent selon la pondération A ;
- Réaliser des analyses temporelles de niveau équivalent ;
- Réaliser des analyses spectrales.

La durée d'intégration du LA_{eq} est d'une seconde.

Une station météorologique modèle WINDVISU-COMB de la marque NAVIS (**Figure 23**) est utilisée et installée à chaque point de mesure acoustique. Elle permet de relever la vitesse et la direction du vent à l'échelle de chaque point de mesure acoustique.



Figure 23 : photographie d'une installation de station météorologique (site de Port-en-Bessin).

Les mesures sont réalisées simultanément et l'ensemble des appareils sont synchronisés.

Les appareils de mesure sont :

- Homologués et vérifiés tous les deux ans par le Laboratoire National d'Essais ;
- Calibrés, avant et après chaque série de mesurage, avec un calibreur acoustique de classe 1 (maîtrise de la dérive durant les mesures) ;
- Autocontrôlés, tous les 6 mois, avec un contrôleur de la société Norsonic (maîtrise de la dérive dans le temps).

Les logiciels d'exploitation des mesures acoustiques permettent de caractériser les différentes sources de bruit particulières repérées lors des relevés (codage d'évènements acoustiques particuliers et élimination des évènements parasites), et de chiffrer leur contribution effective au niveau de bruit global.

2.3.1.3 Paramètres mesurés et analyse des données

Les éoliennes fonctionnent grâce au vent. Ce dernier fait varier le paysage sonore au niveau des habitations riveraines. Les analyses devront donc intégrer cette variabilité en effectuant une corrélation entre l'évolution du niveau sonore et l'augmentation de la vitesse du vent.

L'analyse effectuée dans le cadre des mesures acoustiques du projet de parc éolien en mer au large des côtes de Normandie diffère légèrement de la méthodologie habituellement utilisée décrite notamment dans le protocole de mesure éolien dans sa version du 22/03/2022.

Les données transmises par **Météo France**²⁸ sont horodatées par pas de six minutes et concernent la vitesse du vent en m/s et sa direction en degré. La mesure doit être assurée pour les classes de vitesses de vent normalement rencontrées sur le site ou de 3 à 8 m/s à 10 m de hauteur.

Les mesures acoustiques permettent de déterminer le niveau de bruit résiduel (BR) existant. Dans la méthodologie habituelle, l'indicateur acoustique retenu est le L_{50} .

²⁸ Météo France : Le service officiel de la météorologie et de la climatologie en France.

Les mesures (**Figure 24**) sont décomposées en intervalles de six minutes auquel est associée une vitesse de vent brute à 10 m de hauteur. Au moins 10 intervalles de base pour chaque classe de vitesse de vent sont généralement conseillés pour assurer la représentativité de la mesure à cette vitesse et calculer la valeur médiane de cette classe.

Remarque : La méthodologie habituelle demande que les intervalles de bases doivent être décomposés en intervalles de dix minutes. Les données météo n'ont pu être transmises par Météo France par pas de dix minutes, aussi l'analyse se portera sur des intervalles de bases de six minutes.

Le calcul de la vitesse standardisée 10 m ne peut être effectué car aucune mesure de vent à grande hauteur n'a été réalisée. Les coefficients de cisaillement ainsi que le gabarit des turbines ne sont pas connus. Aussi et pour ces différents éléments, la vitesse du vent utilisée dans l'analyse est une vitesse 10 m brute et non standardisée 10 m.

Un traitement des mesures est effectué afin d'éliminer les bruits parasites. Ce traitement est réalisé grâce au constat *in situ* où certaines sources particulières ont pu être identifiées et supprimées de l'enregistrement. Il s'agit notamment des périodes de pluie. L'été, le réveil de la nature engendre une hausse du niveau sonore. Le lever du soleil apporte une hausse subite du niveau sonore qui n'est pas liée au vent mais au réveil de la nature (phénomène du **chorus matinal**²⁹) (**Figure 24**). Cette période charnière 5h45 et 7h environ en cette saison n'est pas représentative des périodes nocturne et diurne et est donc supprimée de l'analyse.

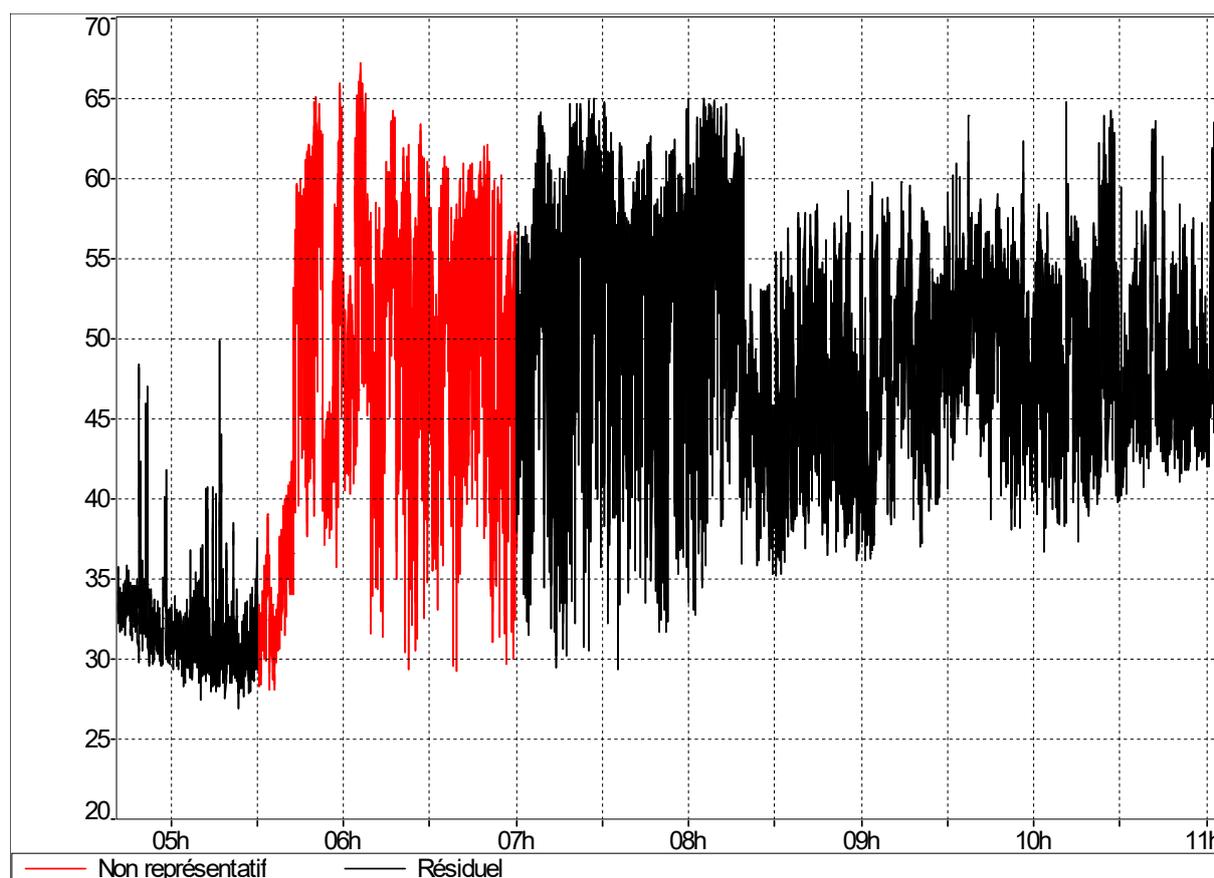


Figure 24 : chorus matinal sur le site de Réville (50). Les données en rouge sont le bruit non représentatif et les données en noir le bruit représentatif.

Une analyse est réalisée avec comme référentiel les vitesses de vent 10 m brutes en m/s.

²⁹ Chorus matinal : <https://www.orfea-acoustique.com/wp-content/uploads/2014/12/orfea-newsext-4-160913.pdf>

Les résultats des mesures du niveau sonore pour la période de jour (7h00 - 22h00) et la période de nuit (22h00 - 7h00) sont présentés sous forme de tableaux. Seules les vitesses de vent à partir de 3 m/s sont présentées dans les tableaux du fait de l'absence de fonctionnement des éoliennes pour des vitesses de vent inférieures.

Remarque : à l'échelle de l'ensemble des points de mesure quelques problèmes d'alimentation sont apparus. Ces coupures ne dépassent pas quelques jours pendant l'ensemble des six mois de mesure. Elles n'ont aucune incidence sur l'analyse des mesures.

2.3.2 Résultats des campagnes estivale de 2022 et hivernale de 2022/2023

2.3.2.1 Analyse des sites

2.3.2.1.1 Carte d'implantation

La carte (**Figure 25**) ci-dessous présente le secteur d'étude :

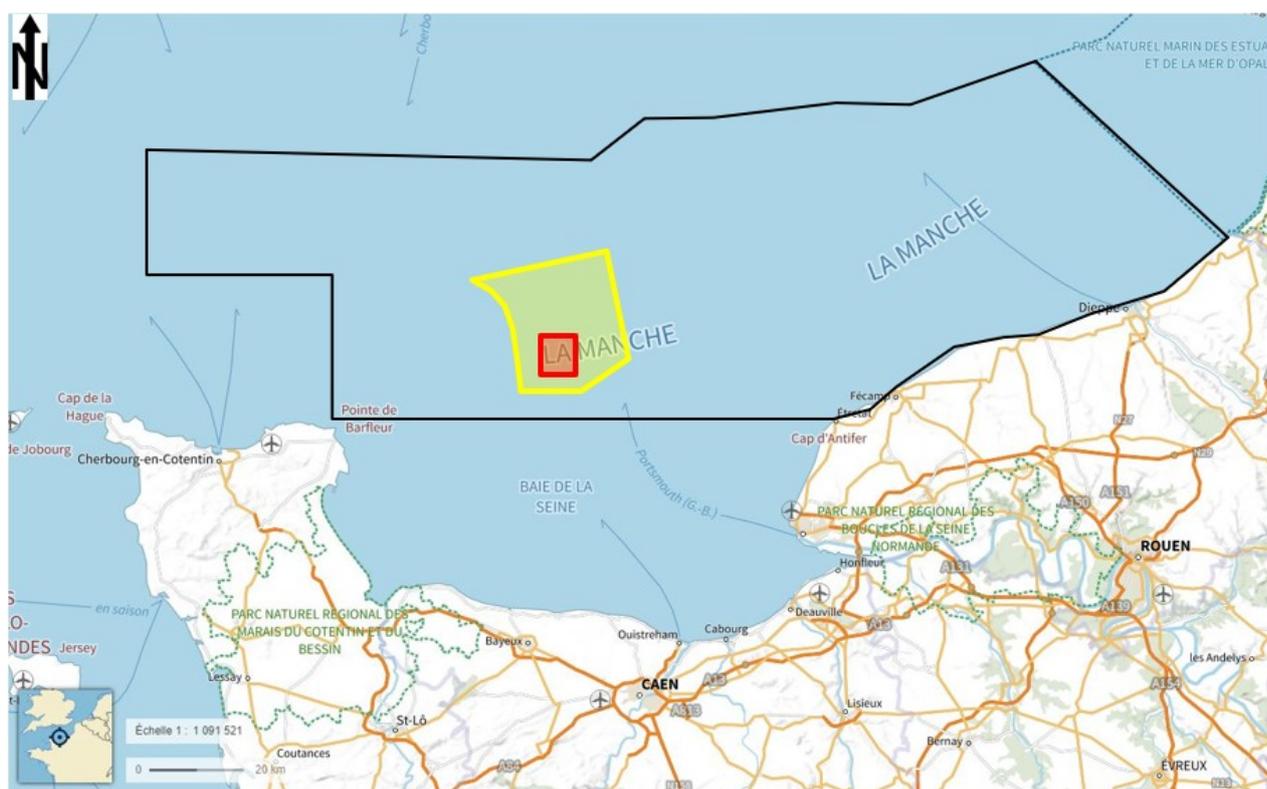


Figure 25 : secteur d'étude pour le compartiment bruit aérien (en noir) et la zone du futur parc éolien (jaune) ainsi que la zone d'extraction de granulats (rouge).

2.3.2.1.2 Description générale des sites

Le projet est situé en mer au cœur de la manche entre les communes de Barfleur (50) et d'Étretat (76) à environ 45 km des côtes les plus proches. Les sites retenus pour les mesures se situent sur les côtes et sont principalement composés de bâtiments de surveillance maritime (phares, sémaphore). Les illustrations (**Figure 26**, **Figure 27**, **Figure 28**) ci-dessous décrivent l'environnement autour des points de mesure :



Figure 26 : photographie de l'environnement sur le site de Réville (50).



Figure 27 : photographie de l'environnement sur le site de Port-en-Bessin (14).

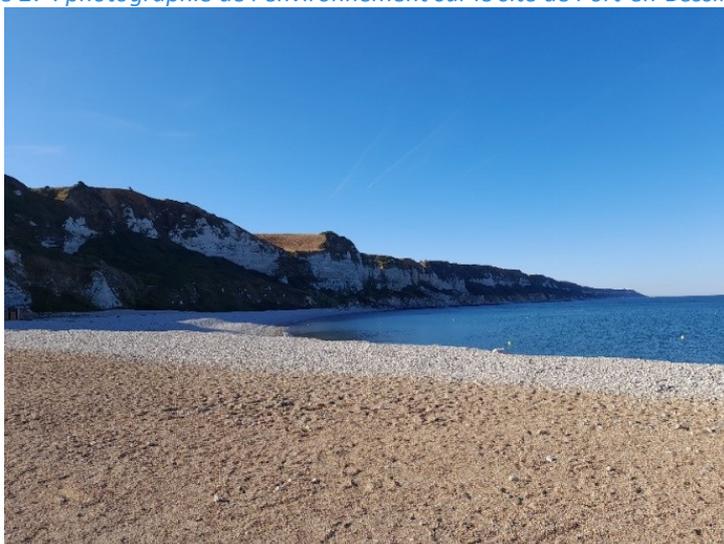


Figure 28 : photographie de l'environnement sur le site d'Antifer (76).

Autour du projet, les sites concernés par les mesures présentent des ambiances sonores différentes. À Réville (50), les principales sources de bruits sont liées à l'activité touristique, à l'activité du

restaurant « Le Goéland » ainsi que des Goélands. À Port-en-Bessin (14), les principales sources de bruits sont liées aux activités agricoles alentours. À Saint-Jouin-Bruneval (76), les principales sources de bruits sont liées aux Goélands qui nichent sur le toit et à l'activité portuaire.

2.3.2.1.3 Rose des vents annuels du site

D'après les informations fournies par la DREAL Normandie issue des données de Météo France, le vent souffle majoritairement d'un large secteur Ouest et de secteur Nord-Est, comme le montre la rose des vents annuelle du site (**Figure 29**) présentée ci-dessous :

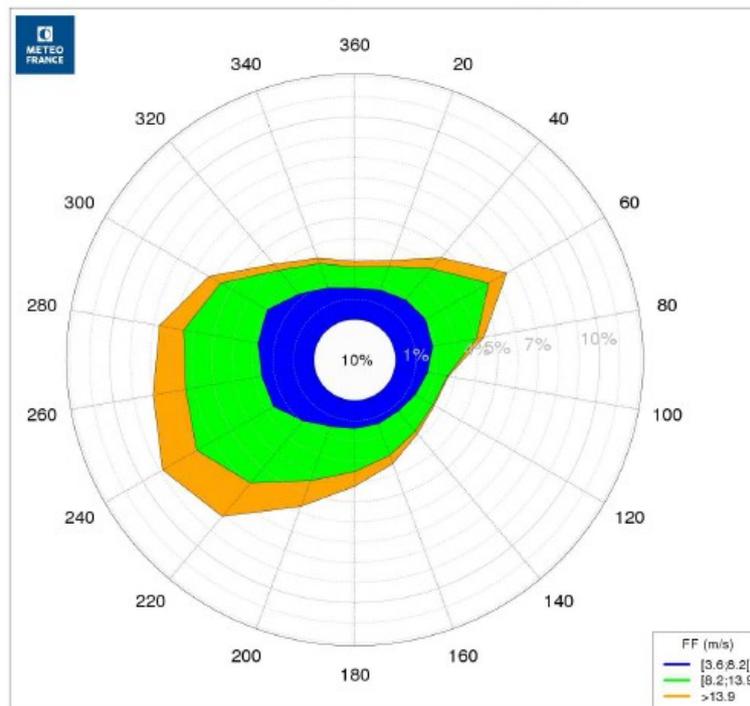


Figure 29 : rose des vents annuels du site.

En accord avec la DREAL Normandie, **3 points de mesure acoustique ont été définis (Figure 29)** :

Tableau 29 : emplacement des points de mesures.

Point	Localisation
1	Zone enherbée dans l'enceinte du phare de Réville – 50 760, Réville
2	Zone enherbée dans l'enceinte du Sémaphore de Port-en-Bessin – 14 520, Port-en-Bessin
3	En toiture terrasse (1 ^{er} étage) de la capitainerie du port d'Antifer – 76 280, Saint-Jouin-Bruneval

Pour la campagne de mesure, aucun mât de mesure de vent n'est installé spécifiquement sur les trois sites concernés. Les données de vents sont mesurées par Météo France au niveau des sites les plus proches des mesures acoustiques. Des anémomètres/girouettes sont par ailleurs installés à proximité de chaque sonomètre afin de maîtriser l'influence du vent.

La carte (**Figure 30**) ci-dessous présente la localisation des points de mesures acoustiques ainsi que les localisations des relevés des stations météorologiques de Météo France :

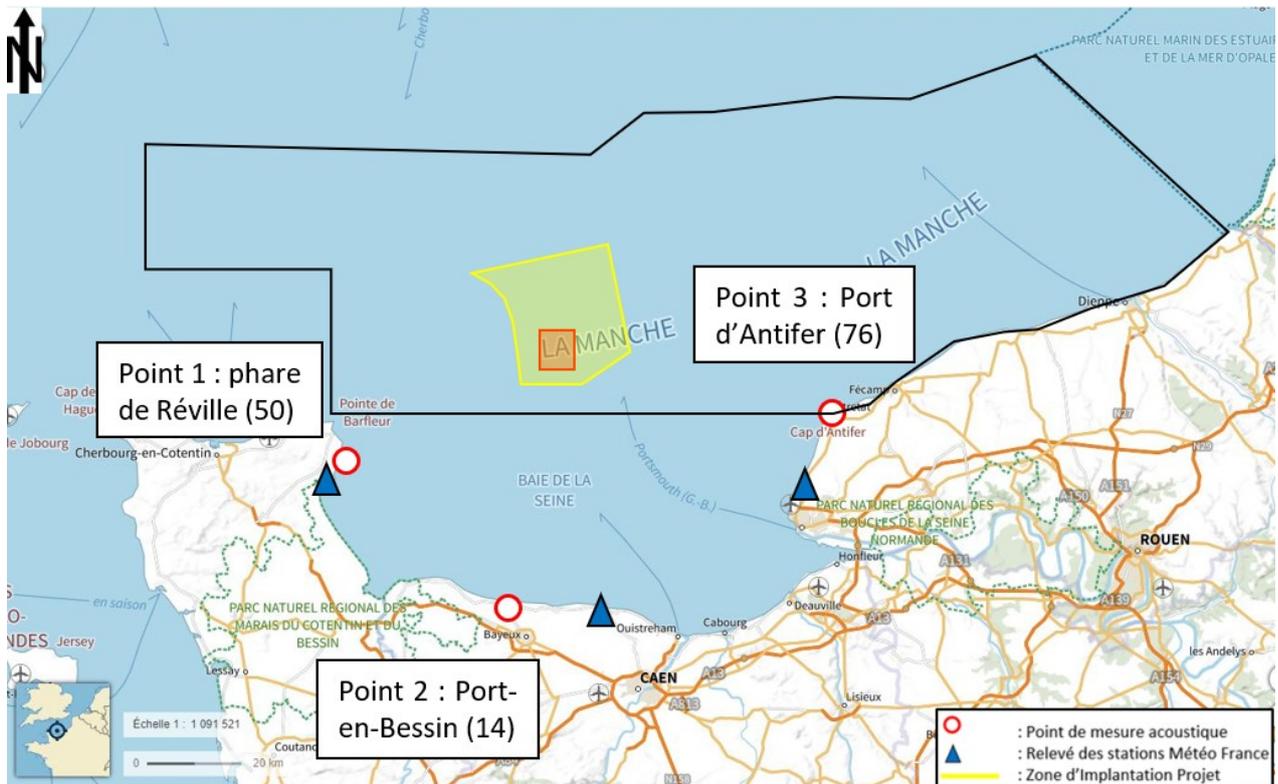


Figure 30 : localisation des trois points de mesure dans le cadre de l'étude du compartiment bruit aérien et des stations de relevés de Météo France. Le secteur d'étude pour le compartiment bruit aérien est en noir et la zone du futur parc éolien en jaune et la zone d'extraction de granulats en rouge.

Les relevés de vitesse et de direction du vent sont réalisés par Météo France. Les stations météorologiques les plus proches des points de mesures concernées sont :

- Saint-Vaast-la-Hougue (50) à environ 3,5 km du point de mesure situé au niveau du phare de Réville (50) ;
- Bernières-sur-Mer (14) à environ 25 km du point de mesure situé au niveau du Sémaphore de Port-en-Bessin (14) ;
- Octeville-sur-Mer (76) à environ 11 km du point de mesure situé au niveau de la capitainerie du port d'Antifer (76).

2.3.2.1.4 Analyse des points de mesures

- **Point 1 : Zone enherbée au phare de Réville – Réville (50)**

Le point de mesure (**Figure 31**) se situe dans l'enceinte du phare de Réville sur une zone enherbée. L'environnement sonore est majoritairement caractérisé par l'activité touristique, l'activité du restaurant à proximité ainsi que les Goélands. Le sonomètre est assez bien protégé des vents d'une manière générale car il bénéficie de la protection apportée par les remparts du phare. Le point de mesure est principalement exposé aux vents de secteur Ouest.



Figure 31 : environnement sonore autour du point 1.

- Point 2 : Zone enherbée au Sémaphore de Port-en-Bessin – Port-en-Bessin (14)**

Le point de mesure (Figure 32) se situe dans l'enceinte du Sémaphore de Port-en-Bessin sur une zone enherbée.

L'environnement sonore est plutôt calme et majoritairement caractérisé par l'activité agricole alentour. Le sonomètre est assez bien protégé des vents d'un large secteur Ouest car il bénéficie de la protection apportée par le bâtiment. Le point de mesure est principalement exposé aux vents de secteur Nord-Est.



Figure 32 : environnement sonore autour du point 2.

- Point 3 : En toiture terrasse du 1^{er} étage de la capitainerie du port d'Antifer – Saint-Jouin-Bruneval (76)**

Le point de mesure (Figure 33) se situe au 1^{er} étage, en toiture terrasse de la capitainerie du port d'Antifer.

L'environnement sonore est assez bruyant et principalement caractérisé par l'activité portuaire (pêche et fret de pétrole), touristique (présence de restaurants dans la zone) et des Goélands, fortement représentés en ces lieux. Le sonomètre est assez bien protégé des vents d'Ouest car il bénéficie de la protection apportée par le bâtiment et assez exposé aux vents d'Est.



Figure 33 : environnement sonore autour du point 3.

2.3.2.2 Campagne de mesure estivale

2.3.2.2.1 Période d'intervention

Les campagnes de mesures débutent le 7 juillet 2022 sur le site de Réville (50), le 22 juillet 2022 sur le site de Port-en-Bessin (14) et le 25 juillet 2022 sur le site d'Antifer (76). Elles s'arrêtent sur tous les sites le 15 septembre 2022 et sont assurées par Alexis DELAUNAY, acousticien et Cédric COUSTAURY ingénieur acousticien de la société ORFEA Acoustique.

En accord avec la DREAL Normandie, les interventions sont lancées le plus tôt possible dans la période estivale pour une durée de deux mois. Les autorisations et accès aux sites concernés par les mesures nécessitent des demandes spécifiques, ce qui explique un début de mesure plus tardif sur les sites de Port-en-Bessin (14) et d'Antifer (76).

2.3.2.2.2 Conditions de mesurage

Les mesures sont réalisées conformément à la norme NF-S 31-010 « mesures acoustiques dans l'environnement » et en s'inspirant du « protocole de mesure Protocole de mesure de l'impact acoustique d'un parc éolien terrestre » du 22 mars 2022.

Les valeurs mesurées sont représentatives de la période de mesurage et dépendent de nombreux facteurs (circulation routière, activités humaines alentours et bruits de l'environnement en général). Elles sont donc susceptibles de variations quotidiennes, hebdomadaires ou saisonnières.

Les mesures acoustiques sont réalisées avec un pas d'intégration d'une seconde sur une période de mesure cumulée d'environ deux mois pour l'ensemble des sites concernés.

Les graphiques (Figure 34, Figure 35 et Figure 36) suivants présentent la rose des vents (en pourcentage d'apparition) survenus au cours de la campagne de mesure pour chaque site :

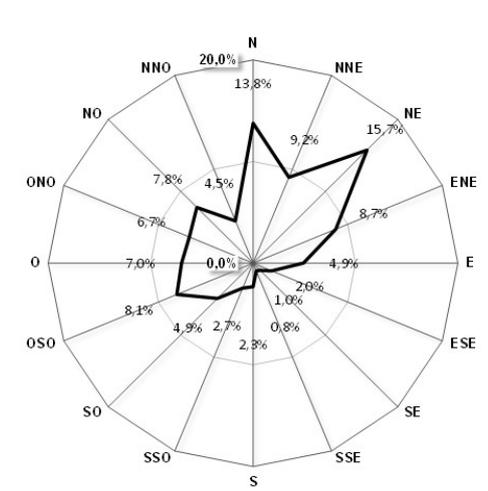


Figure 34 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 7 juillet au 15 septembre 2022 sur le site de Réville (50).

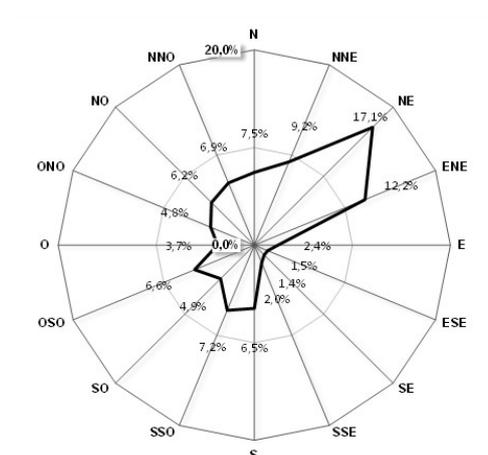


Figure 35 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 22 juillet au 15 septembre 2022 sur le site de Port-en-Bessin (14).

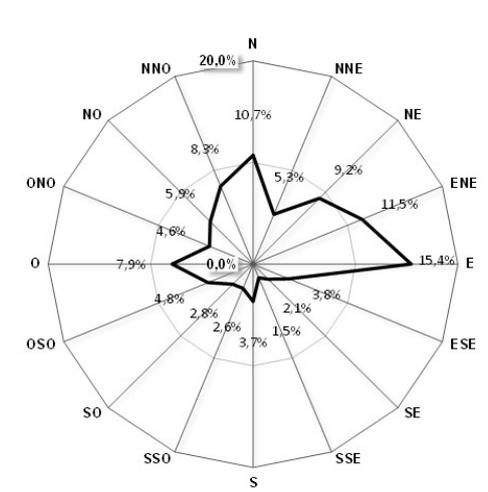


Figure 36 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 25 juillet au 15 septembre 2022 sur le site d'Antifer (76).

Les roses des vents au cours des mesures sur les trois sites (**Figure 34**, **Figure 35** et **Figure 36**) sont assez différentes. Elles peuvent s’expliquer par des phénomènes météorologiques différents (vitesse/direction du vent) à un même instant et surtout par un éloignement géographique important entre les sites.

D’une manière générale, les campagnes de mesures concernent principalement les vents de secteur Nord-Est et Sud-Ouest sur l’ensemble des sites. Les secteurs Nord-Ouest et Sud-Est sont également rencontrés ponctuellement et sont caractérisés. **Ces directions sont représentatives des directions fréquemment rencontrées sur site.**

Les graphiques (**Figure 37**, **Figure 38** et **Figure 39**) suivants présentent la pluviométrie apparue au cours des mesures estivales sur les différents sites :

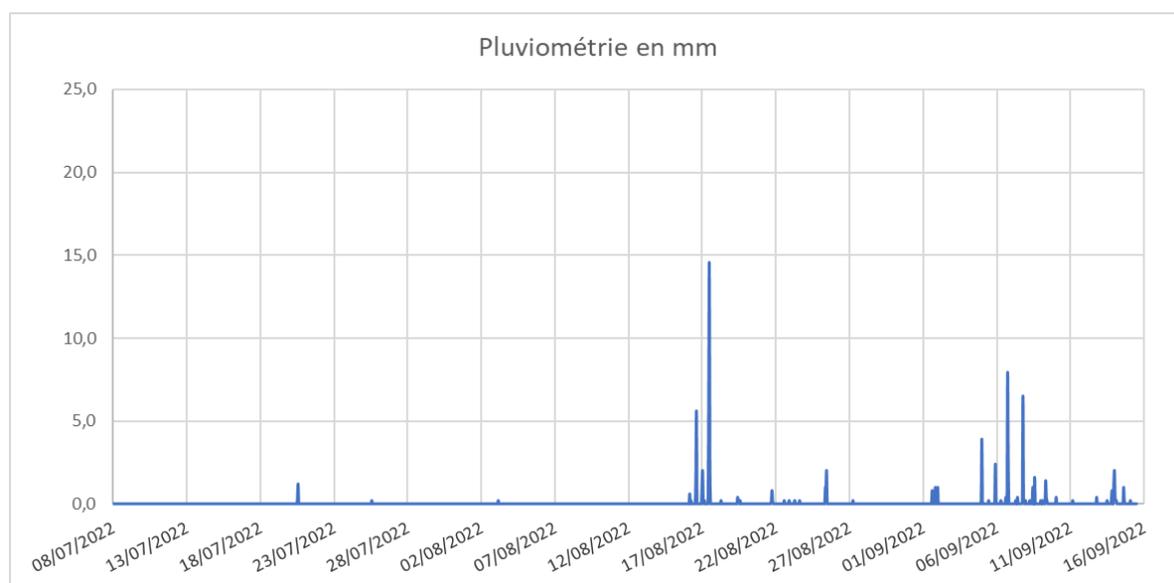


Figure 37 : pluviométrie pendant la campagne de mesure du 7 juillet au 15 septembre 2022 sur le site de Réville (50).

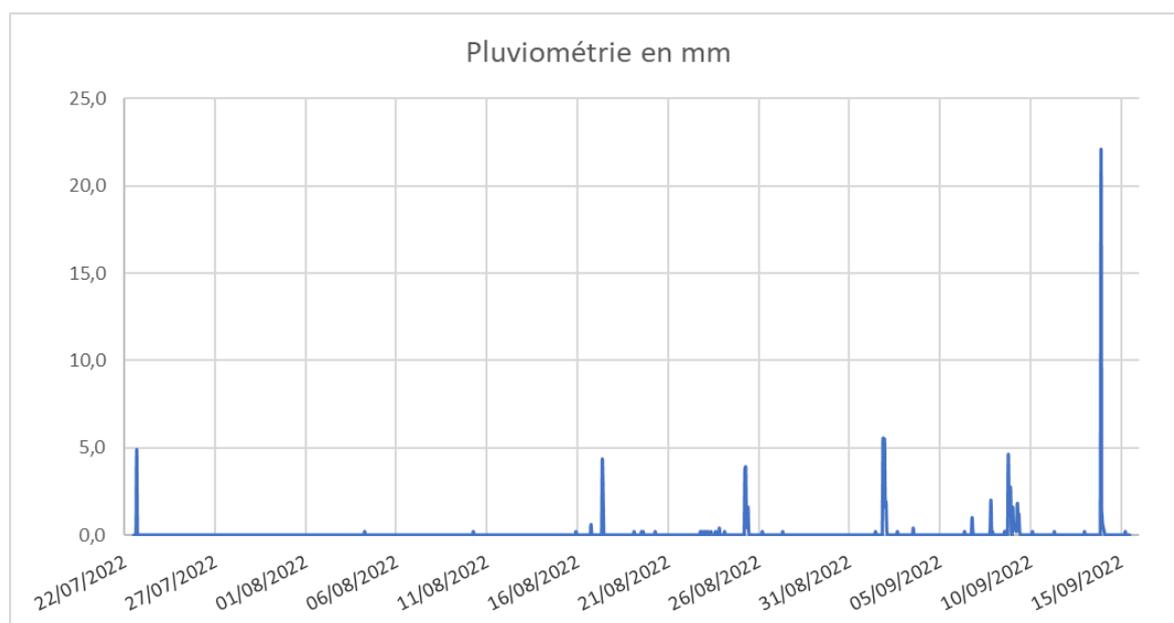


Figure 38 : pluviométrie pendant la campagne de mesure du 22 juillet au 15 septembre 2022 sur le site de Port-en-Bessin (14).

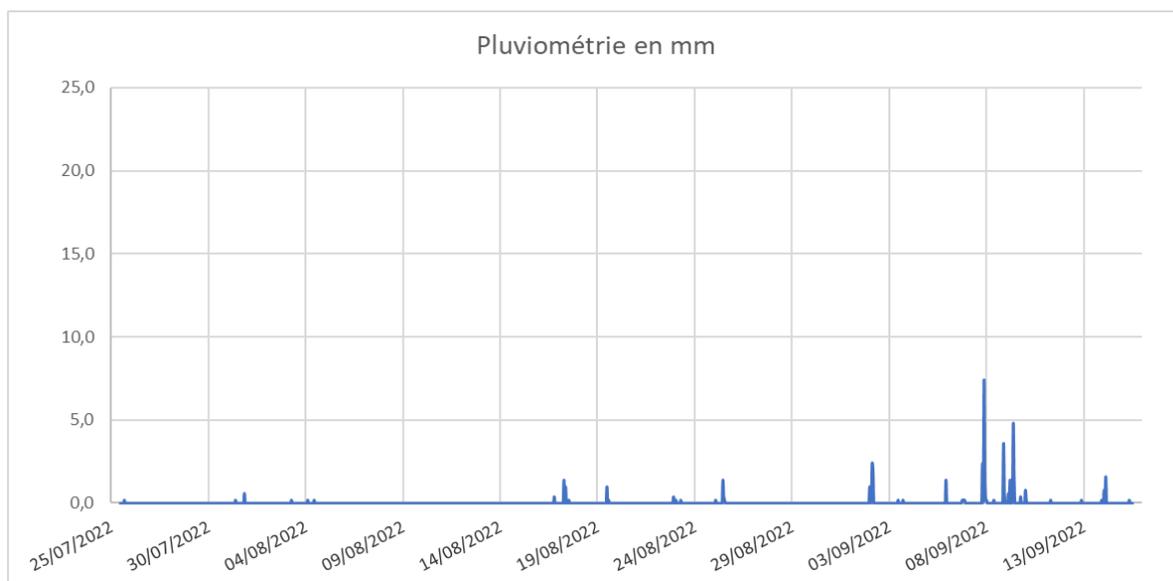


Figure 39 : pluviométrie pendant la campagne de mesure du 25 juillet au 15 septembre 2022 sur le site d'Antifer (76).

Peu de passages pluvieux apparaissent durant le mois de juillet 2022. Quelques périodes de pluies interviennent au cours des mois d'août et septembre 2022. Conformément à la norme de mesure NF-S 31-010, les périodes de pluies marquées sont supprimées des relevés.

Les graphiques (**Figure 40**, **Figure 41** et **Figure 42**) suivants présentent l'évolution des vitesses de vent sur site au cours des mesures :

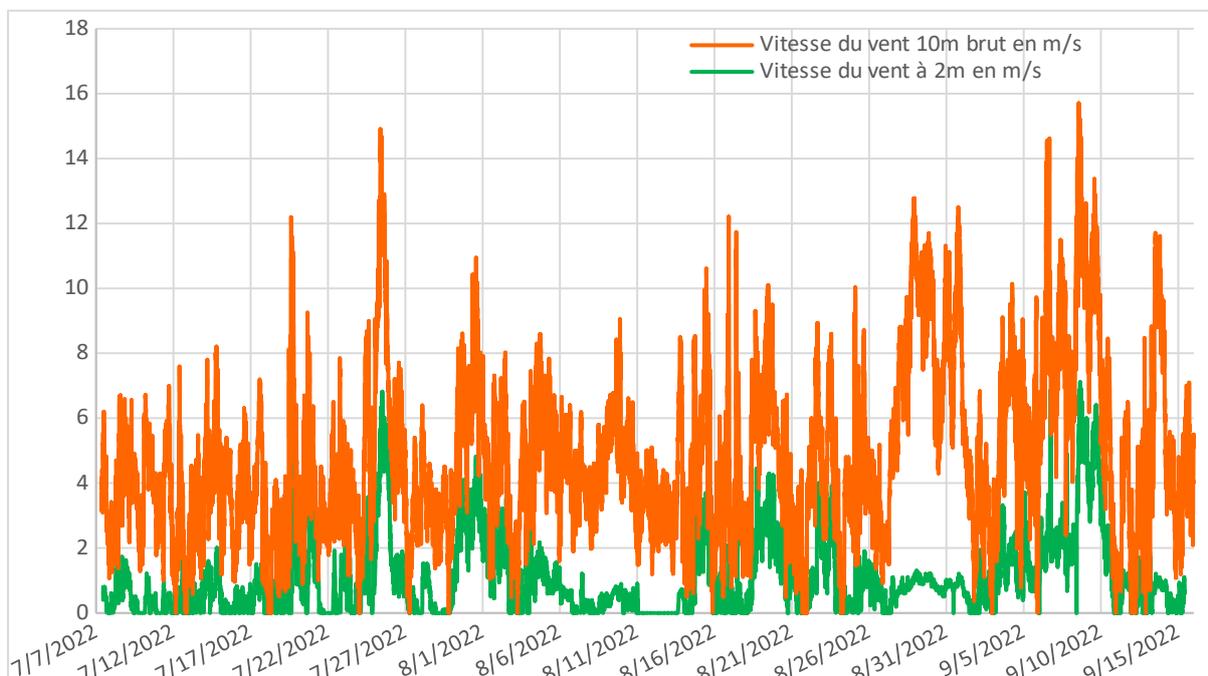


Figure 40 : vitesse du vent 10 m brut et à 2 m en m/s sur le site de Réville (50).

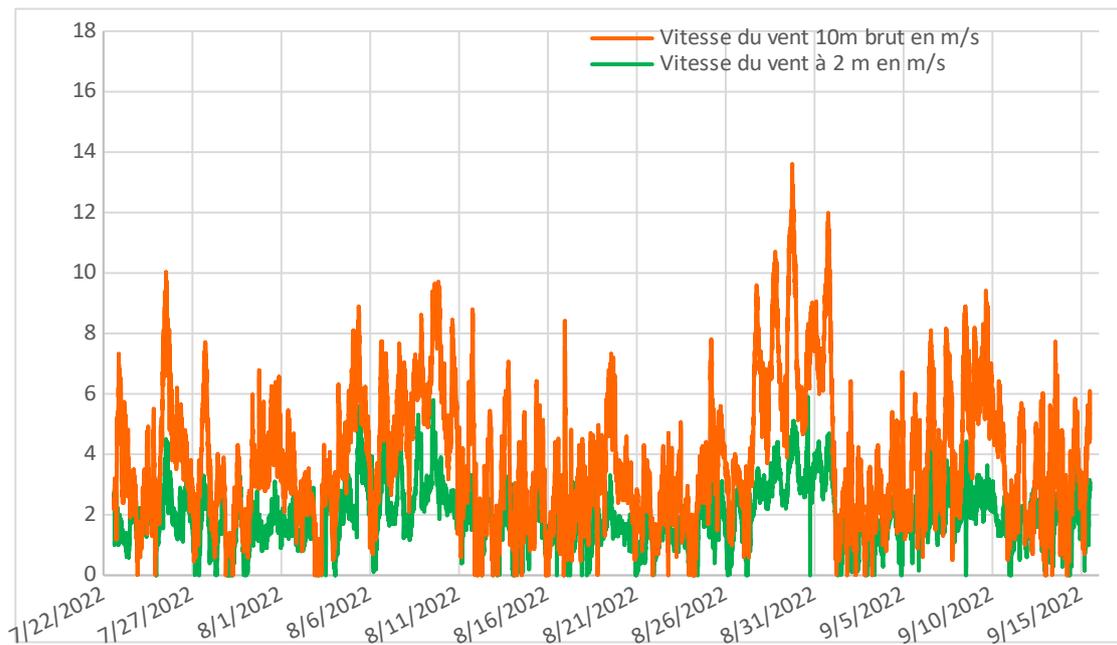


Figure 41 : vitesse du vent 10 m brut et à 2 m en m/s sur le site de Port-en-Bessin (14).

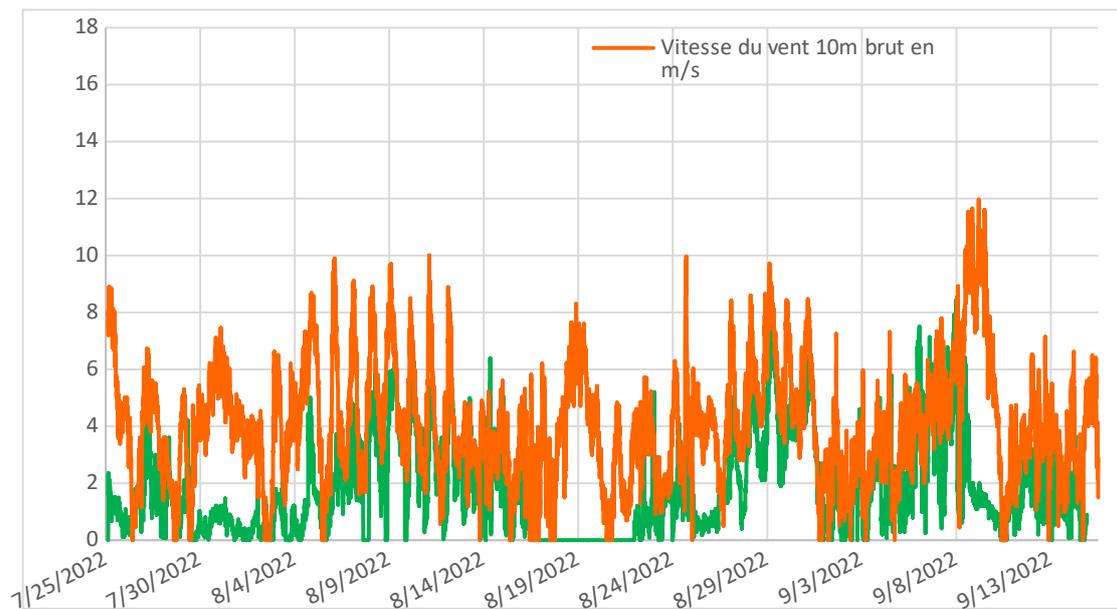


Figure 42 : vitesses du vent 10 m brut et à 2 m en m/s sur le site d'Antifer (76).

Remarque : À la suite d'un dysfonctionnement de l'anémomètre/girouette entre le 17/08/2022 et le 22/08/2022 sur le site d'Antifer, les données ne sont pas récoltées. Cela n'a cependant pas eu d'incidence sur l'analyse des mesures.

Pour chacun des sites, les vitesses de vent suivent la même évolution. Une augmentation de la vitesse du vent à 10 m sur le site correspond approximativement à une augmentation de la vitesse du vent au niveau des sonomètres, montrant ainsi qu'une corrélation peut être faite entre les niveaux sonores mesurés et la vitesse du vent à 10 m brute indépendamment de chaque site.

Le graphique (**Figure 43**) ci-après présente une comparaison des vitesses de vent relevées sur les différents sites de mesure :

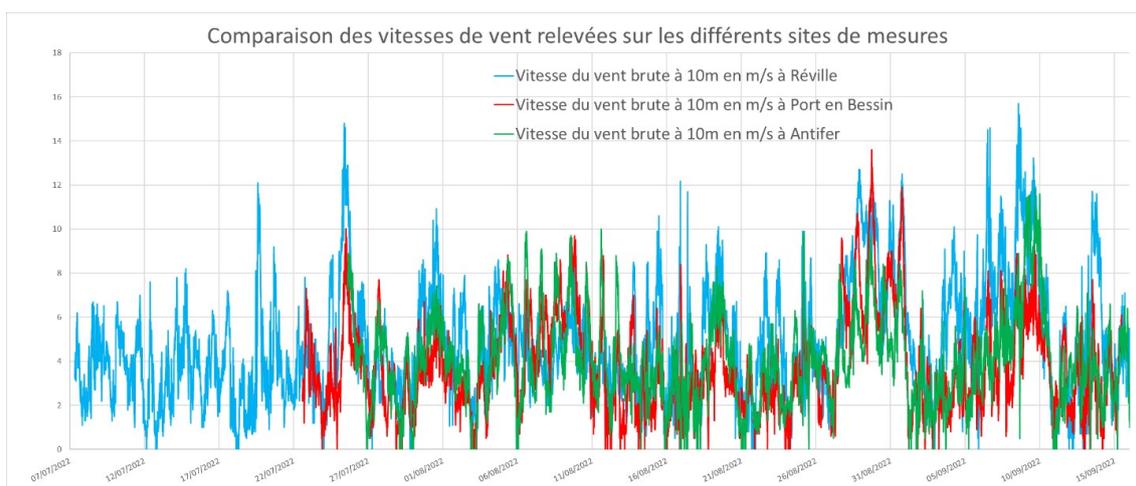


Figure 43 : comparaison des vitesses du vent 10 m brut en m/s sur les différents sites de mesures.

Sur l’ensemble des sites couverts par les mesures et sur toute la période de mesure, du vent important est rencontré. Les conditions météorologiques sont propices à la réalisation des mesures acoustiques et sont représentatives de conditions normales pour cette saison.

Ce graphique met en évidence plusieurs points :

- La vitesse du vent sur les différents sites suit globalement la même évolution ;
- D’une manière générale, le vent souffle plus fort sur le site de Réville (50) et de manière moins importante à Port-en-Bessin (14).

2.3.2.2.3 Résultats de mesure de secteur majoritaire Nord-Est

Le graphique (Figure 44) suivant présente le nombre d’échantillons moyen de vitesses de vent standardisée 10 m exploitables :

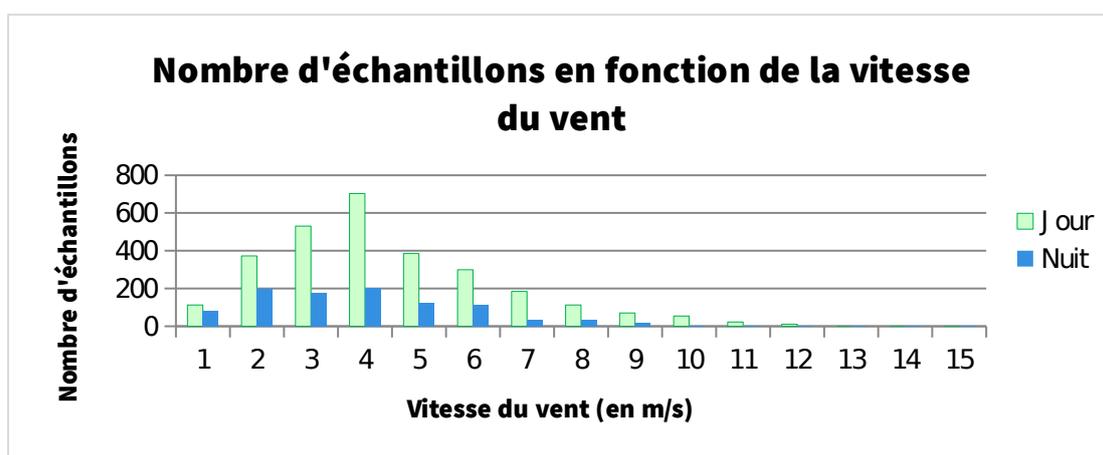


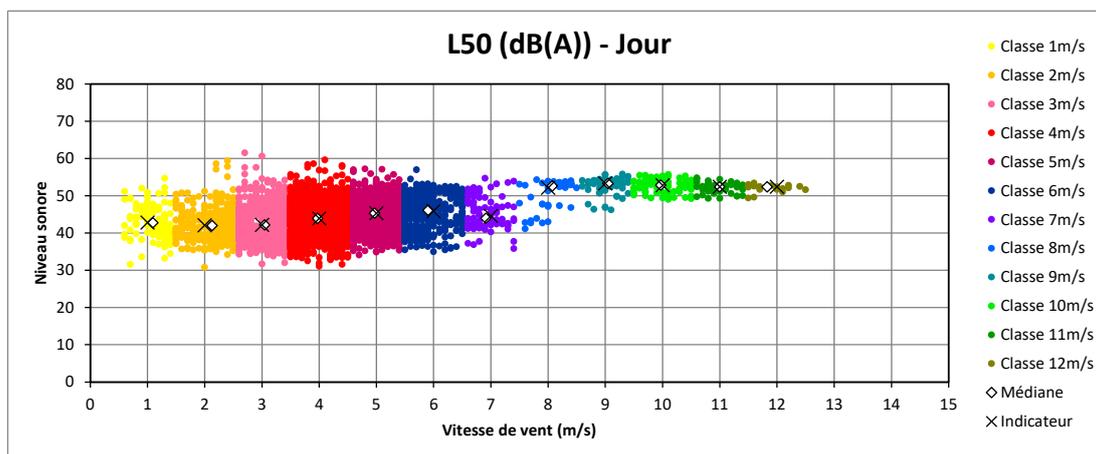
Figure 44 : histogramme présentant le nombre d’échantillons par période.

Le constat sonore est déterminé dans les conditions homogènes suivantes :

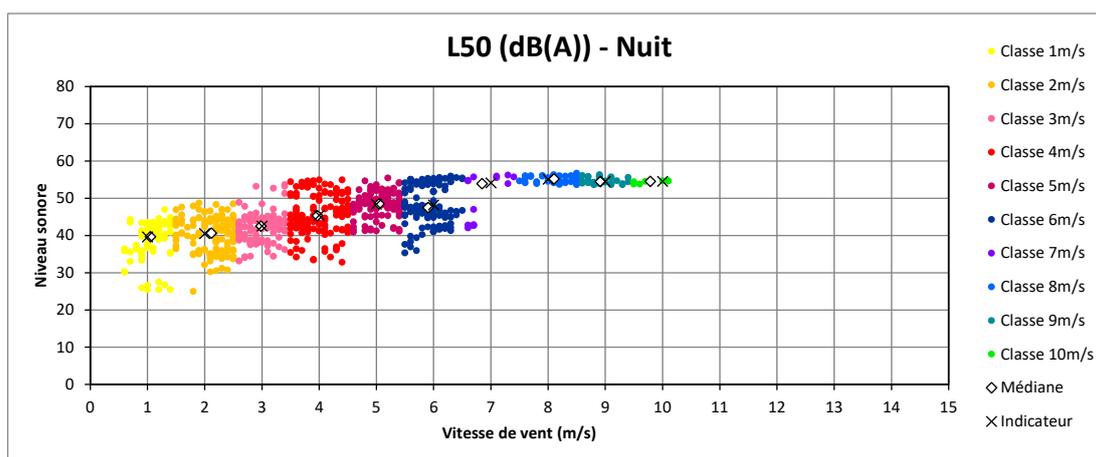
- Période estivale, entre les mois d’août à mi-septembre 2022 ;
- Vent de direction majoritaire Nord-Est (centré sur 45°, largeur d’analyse 90°) ;
- Vitesses de vent 10 m brut comprises entre 3 et 12 m/s de jour et entre 3 et 10 m/s de nuit.

Point 1 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour le Phare de Réville – Réville (50).

Période Jour – Secteur centré Nord-Est (45°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	42,0	44,0	45,5	46,0	44,5	52,0	53,5	53,0	52,5	52,5
Nombre d'échantillons	768	1291	610	380	88	46	57	80	45	23

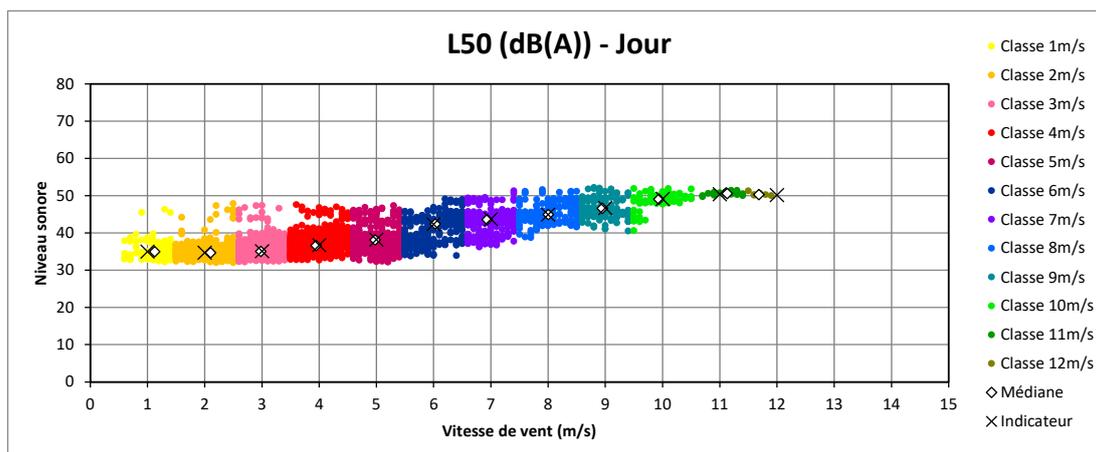


Période Nuit – Secteur centré Nord-Est (45°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	42,5	45,5	48,5	47,5	48,0	54,5	54,5	54,5	-	-
Nombre d'échantillons	117	138	109	137	17	34	34	7	0	0

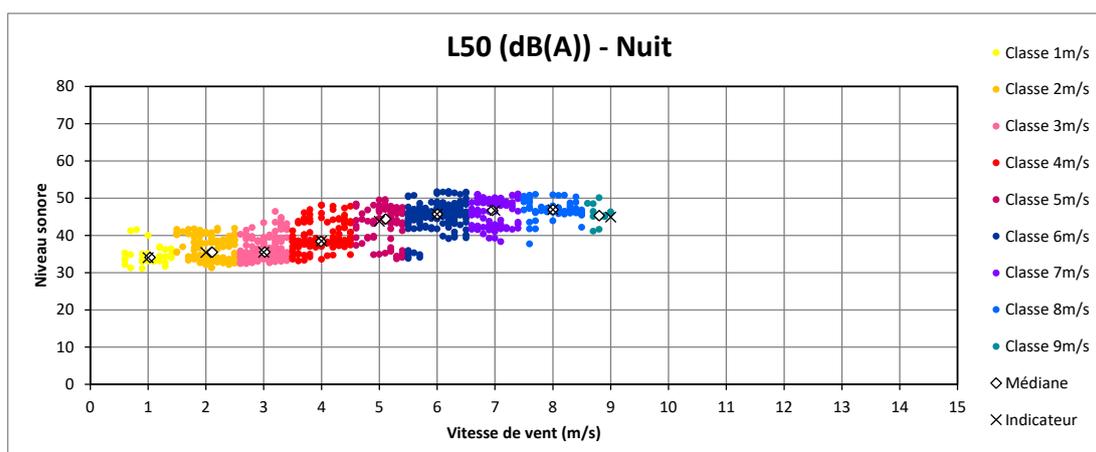


Point 2 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour le sémaphore de Port-en-Bessin – Port-en-Bessin (14).

Période Jour – Secteur centré Nord-Est (45°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	35,0	36,5	38,0	42,5	43,5	45,0	46,5	49,0	50,5	50,0
Nombre d'échantillons	574	468	275	263	260	156	137	80	20	6

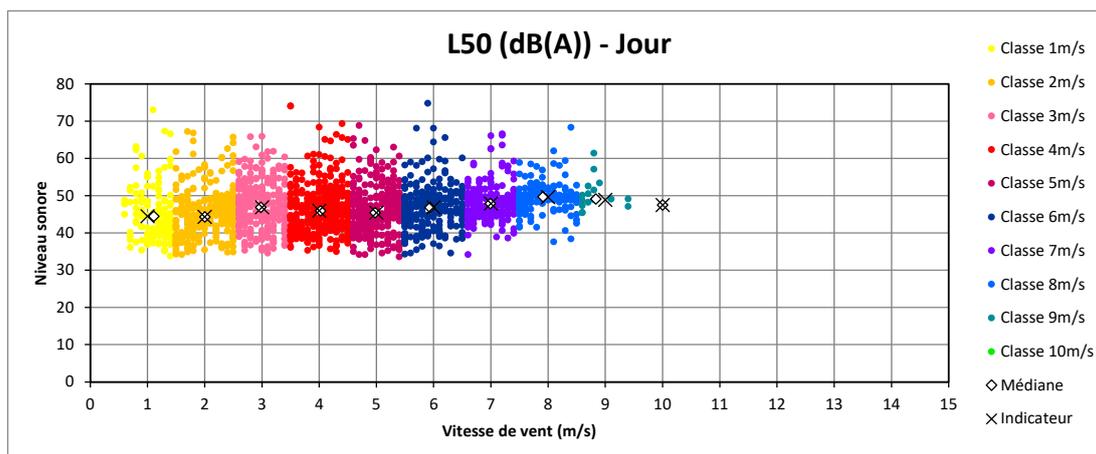


Période Nuit – Secteur centré Nord-Est (45°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	35,5	38,5	44,0	45,5	46,5	47,0	45,0	-	-	-
Nombre d'échantillons	122	127	95	189	87	65	13	0	0	0

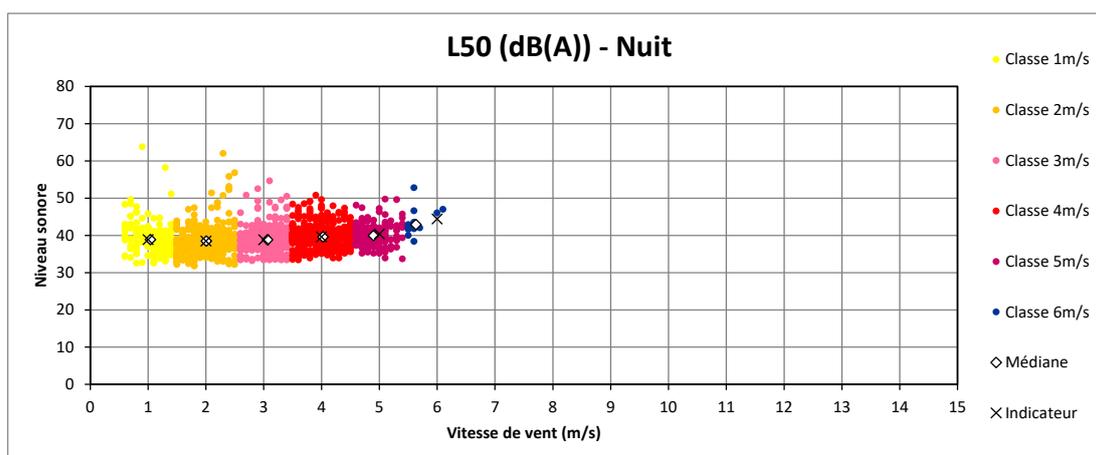


Point 3 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour la capitainerie du Port d'Antifer – Antifer (76).

Période Jour – Secteur centré Nord-Est (45°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	47,0	46,0	45,5	47,0	48,0	49,5	49,0	47,5	-	-
Nombre d'échantillons	249	350	271	254	206	135	17	1	0	0



Période Nuit – Secteur centré Nord-Est (45°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	39,0	39,5	40,5	44,5	-	-	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	296	342	164	16	0	0	0	0	0	0



Le **Tableau 30** synthétise les niveaux sonores globaux estimés à l'extérieur des habitations et déterminés en fonction de la vitesse de vent brute à 10 m de hauteur sur site, selon l'indicateur statistique L_{50} , arrondi au demi-décibel le plus proche.

Tableau 30 : le bruit résiduel dans le secteur Nord-Est pour la période estivale.

* : valeur corrigée pour conserver une cohérence par rapport aux valeurs adjacentes ou pour conserver une valeur de nuit inférieure ou égale à celle de jour pour la même classe de vitesse de vent.

** : extrapolation linéaire des deux dernières classes de vitesse de vent, bornée à 3,0 dB.

Bruit résiduel en dB(A) – secteur Nord-Est – période estivale											
Point de mesure	Période	Classe de vent									
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
1	Jour	42,0	44,0	44,5*	44,5*	44,5	52,0	52,5*	52,5*	52,5	52,5
	Nuit	42,5	45,5	47,5*	47,5	48,0	54,5	54,5	54,5	54,5**	54,5**
2	Jour	35,0	36,5	38,0	42,5	43,5	45,0	46,5	49,0	50,0*	50,0
	Nuit	35,5	38,5	44,0	45,0*	45,0*	45,0*	45,0	45,0**	45,0**	45,0**
3	Jour	45,5*	45,5*	45,5	47,0	48,0	49,0*	49,0	49,0**	49,0**	49,0**
	Nuit	39,0	39,5	40,5	44,5	47,5**	47,5**	47,5**	47,5**	47,5**	47,5**

La campagne de mesure acoustique réalisée en période estivale entre les mois d'août et mi-septembre 2022 permet d'estimer les niveaux sonores résiduels de jour et de nuit en fonction des vitesses de vent brut à 10 mètres pour un vent de secteur majoritaire Nord-Est.

De jour, ils varient de 35,0 dB(A) à 45,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s et de 49,0 à 52,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 12 m/s.

De nuit, les niveaux sonores varient de 35,5 dB(A) à 42,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s, et de 45,0 à 54,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 12 m/s.

Remarque : Le point 3 de nuit présente moins d'échantillons pour les vitesses moyennes et élevées (à partir de 7 m/s) *a contrario* des autres points de mesures. Ces vitesses ne sont pas rencontrées de nuit sur le site d'Antifer en comparaison des sites de Réville et de Port-en-Bessin. A un instant donné, les phénomènes météorologiques sont différents sur l'ensemble des sites et induisent une différence sur les résultats obtenus à ce même instant.

2.3.2.2.4 Résultats de mesures de secteur majoritaire Sud-Est

Le graphique (Figure 45) suivant présente le nombre d'échantillons moyen de vitesses de vent standardisée 10 m exploitables :

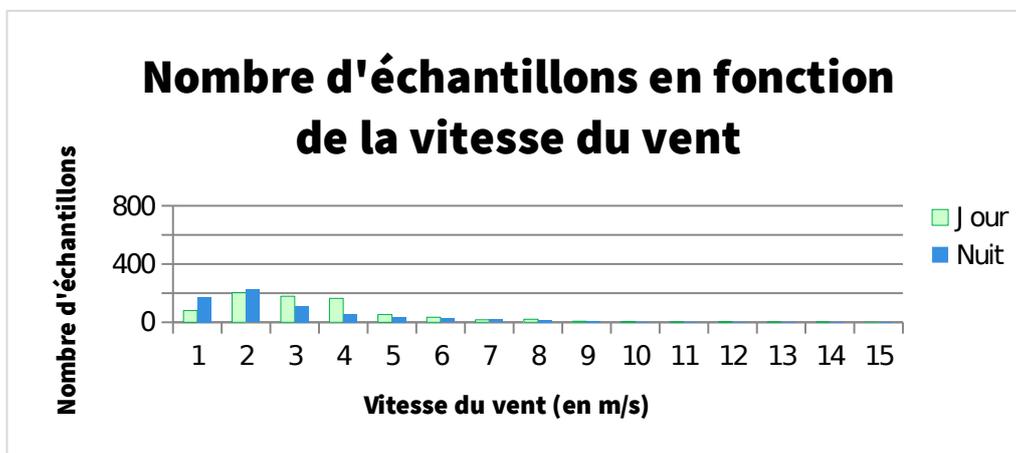


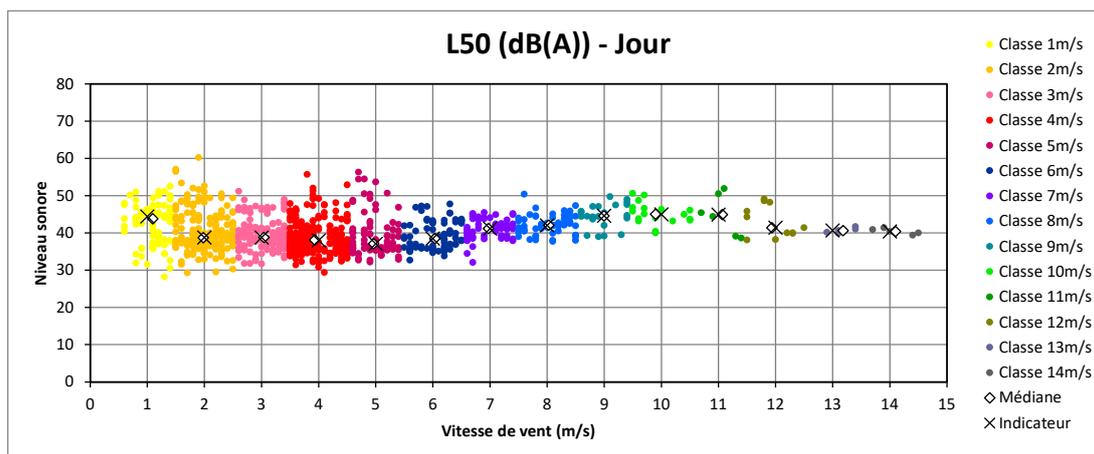
Figure 45 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.

Le constat sonore est déterminé dans les conditions homogènes suivantes :

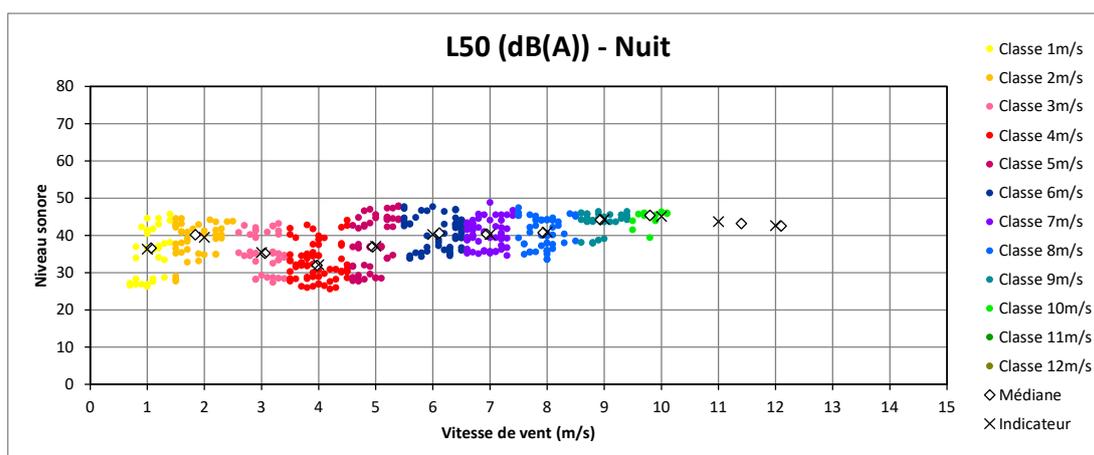
- Période estivale, entre les mois d'août à mi-septembre 2022 ;
- Vent de direction majoritaire Sud-Est (centré sur 135°, largeur d'analyse 90°) ;
- Vitesses de vent 10 m brut comprises entre 3 et 14 m/s de jour et entre 3 et 10 m/s de nuit.

Point 1 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour le Phare de Réville – Réville (50).

Période Jour – Secteur centré Sud-Est (135°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	39,0	38,0	37,0	38,5	41,0	42,0	44,5	45,0	45,0	41,5
Nombre d'échantillons	135	207	83	75	53	62	22	18	6	11

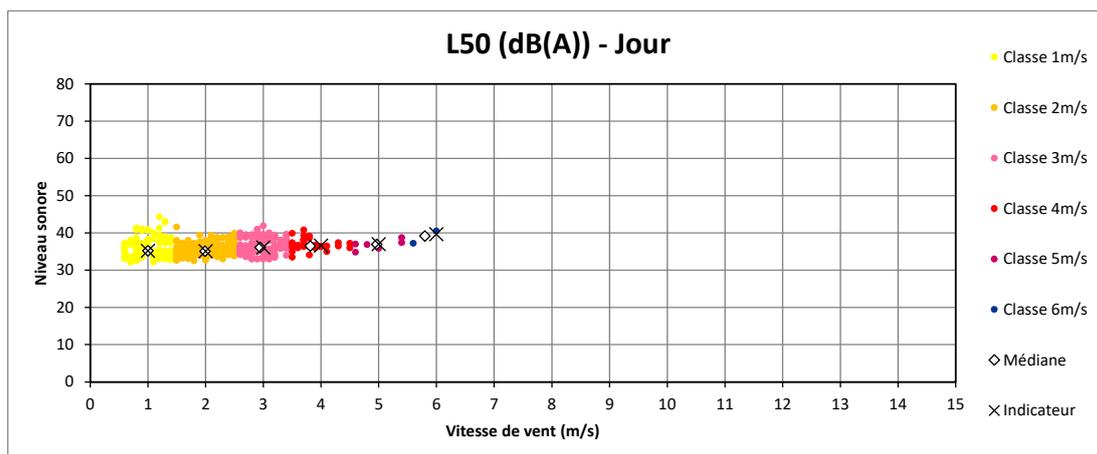


Période Nuit – Secteur centré Sud-Est (135°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	35,5	32,0	37,0	40,0	40,5	41,0	44,5	45,0	43,5	42,5
Nombre d'échantillons	39	64	52	57	54	52	32	12	1	1

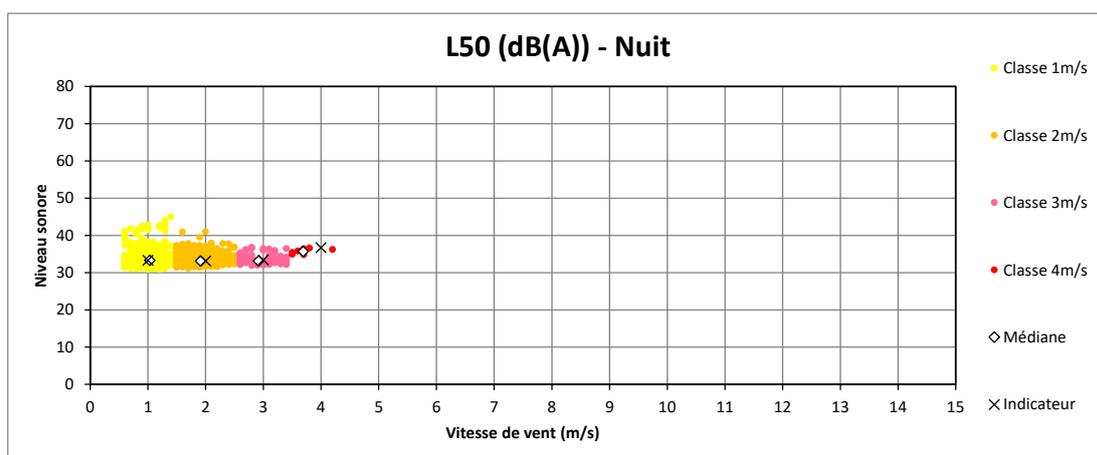


Point 2 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour le sémaphore de Port-en-Bessin – Port-en-Bessin (14).

Période Jour – Secteur centré Sud-Est (135°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	36,0	36,5	37,0	39,5	-	-	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	122	32	6	2	0	0	0	0	0	0

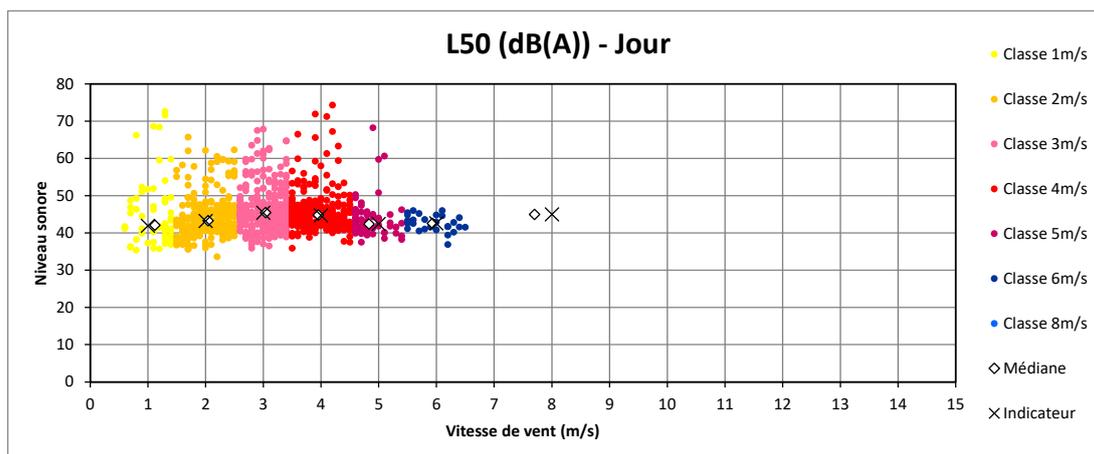


Période Nuit – Secteur centré Sud-Est (135°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	33,5	36,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	101	9	0	0	0	0	0	0	0	0

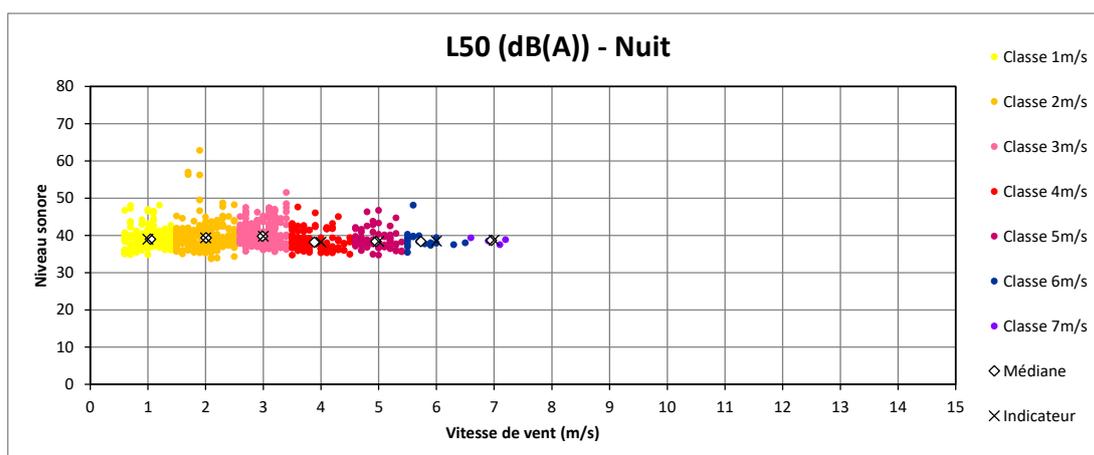


Point 3 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour la capitainerie du Port d'Antifer – Antifer (76).

Période Jour – Secteur centré Sud-Est (135°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	45,5	44,5	42,5	42,5	-	45,0	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	280	255	70	27	0	1	0	0	0	0



Période Nuit – Secteur centré Sud-Est (135°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	40,0	38,0	38,5	38,5	38,5	-	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	192	90	61	21	4	0	0	0	0	0



Le **Tableau 31** synthétise les niveaux sonores globaux estimés à l’extérieur des habitations et déterminés en fonction de la vitesse de vent brute à 10 mètres de hauteur sur site, selon l’indicateur statistique L_{50} , arrondi au demi-décibel le plus proche.

Tableau 31 : le bruit résiduel dans le secteur Sud-Est pour la période estivale.

* : valeur corrigée pour conserver une cohérence par rapport aux valeurs adjacentes ou pour conserver une valeur de nuit inférieure ou égale à celle de jour pour la même classe de vitesse de vent.

** : extrapolation linéaire des deux dernières classes de vitesse de vent, bornée à 3,0 dB.

Bruit résiduel en dB(A) – secteur Sud-Est – période estivale											
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent									
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
1	Jour	37,0*	37,0*	37,0	38,5	41,0	42,0	44,5	45,0	45,0	45,0*
	Nuit	32,0*	32,0	37,0	40,0	40,5	41,0	44,5	45,0	45,5**	45,5**
2	Jour	36,0	36,5	37,0	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**
	Nuit	33,5	36,5	39,5**	39,5**	39,5**	39,5**	39,5**	39,5**	39,5**	39,5**
3	Jour	42,5*	42,5*	42,5	42,5	42,5**	42,5**	42,5**	42,5**	42,5**	42,5**
	Nuit	38,0*	38,0	38,5	38,5	38,5**	38,5**	38,5**	38,5**	38,5**	38,5**

La campagne de mesure acoustique réalisée en période estivale entre les mois d’août et mi-septembre 2022 permet d’estimer les niveaux sonores résiduels de jour et de nuit en fonction des vitesses de vent brut à 10 mètres pour un vent de secteur majoritaire Sud-Est. De jour, ils varient de 36,0 dB(A) à 42,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s et de 37,5 à 45,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 12 m/s. De nuit, les niveaux sonores varient de 32,0 dB(A) à 38,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s, et de 38,5 à 45,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 12 m/s.

2.3.2.2.5 État initial par vent de secteur majoritaire Sud-Ouest

Le graphique (**Figure 46**) suivant présente le nombre d’échantillons moyens de vitesse de vent standardisée 10 m exploitables :

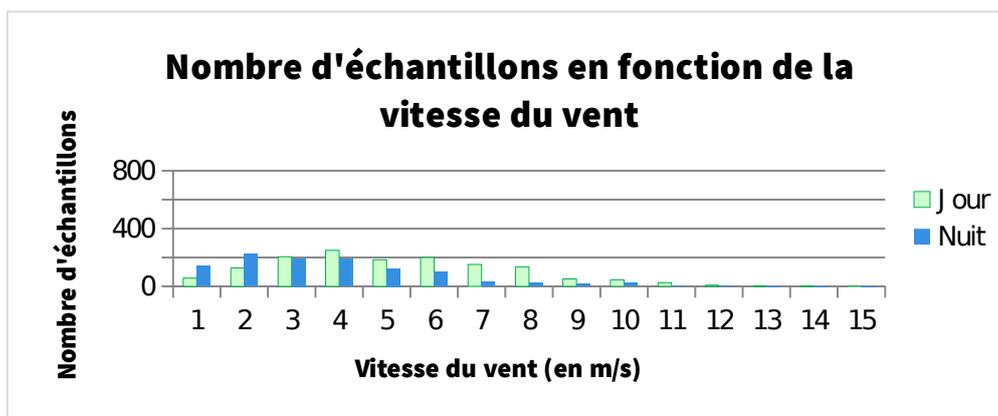


Figure 46 : histogramme présentant le nombre d’échantillons par période.

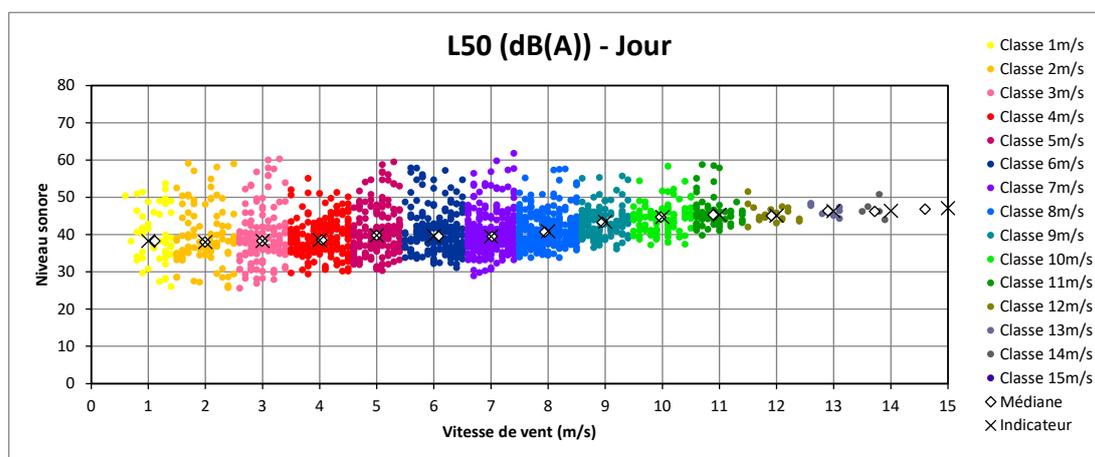
Le constat sonore est déterminé dans les conditions homogènes suivantes :

- Période estivale, entre les mois d’août à mi-septembre 2022 ;
- Vent de direction majoritaire Sud-Ouest (centré sur 225°, largeur d’analyse 90°) ;

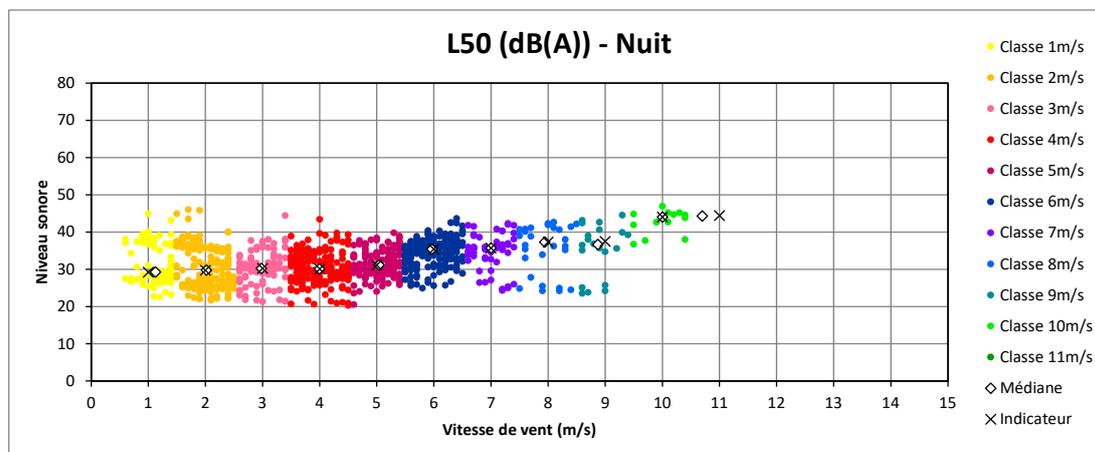
- Vitesses de vent 10 m brut comprises entre 3 et 14 m/s de jour et entre 3 et 12 m/s de nuit.

Point 1 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour le phare de Réville – Réville (50).

Période Jour – Secteur centré Sud-Ouest (225°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	38,5	38,5	40,0	39,5	39,5	41,0	43,5	44,5	45,5	45,0
Nombre d'échantillons	144	198	175	212	303	301	120	106	61	20

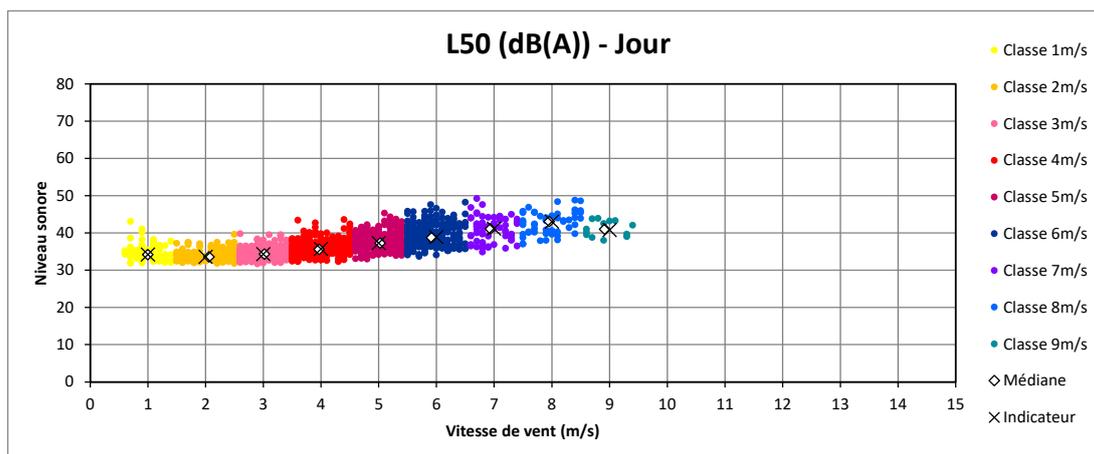


Période Nuit – Secteur centré Sud-Ouest (225°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	30,0	30,0	31,0	35,5	35,5	37,5	37,5	44,0	44,5	-
Nombre d'échantillons	80	192	150	198	59	28	20	14	1	0

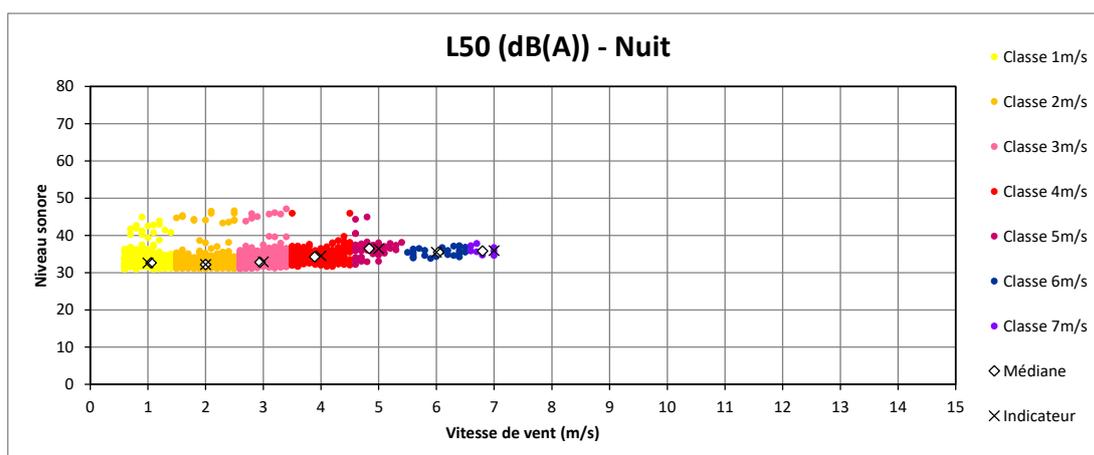


Point 2 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour le sémaphore de Port-en-Bessin – Port-en-Bessin (14).

Période Jour – Secteur centré Sud-Ouest (225°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	34,5	35,5	37,5	39,0	41,0	43,0	41,0	-	-	-
Nombre d'échantillons	236	262	240	228	68	53	13	0	0	0

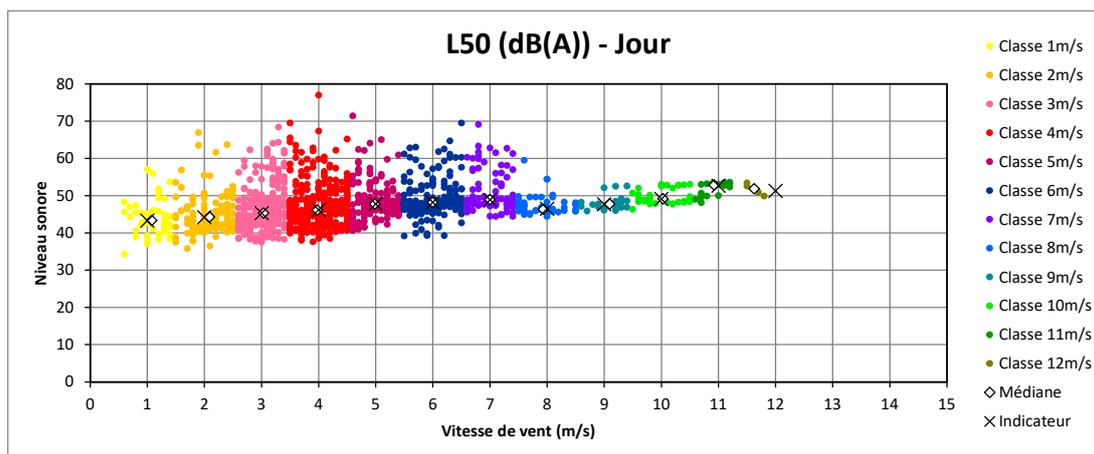


Période Nuit – Secteur centré Sud-Ouest (225°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	33,0	34,5	36,5	35,5	36,0	-	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	378	240	57	24	8	0	0	0	0	0

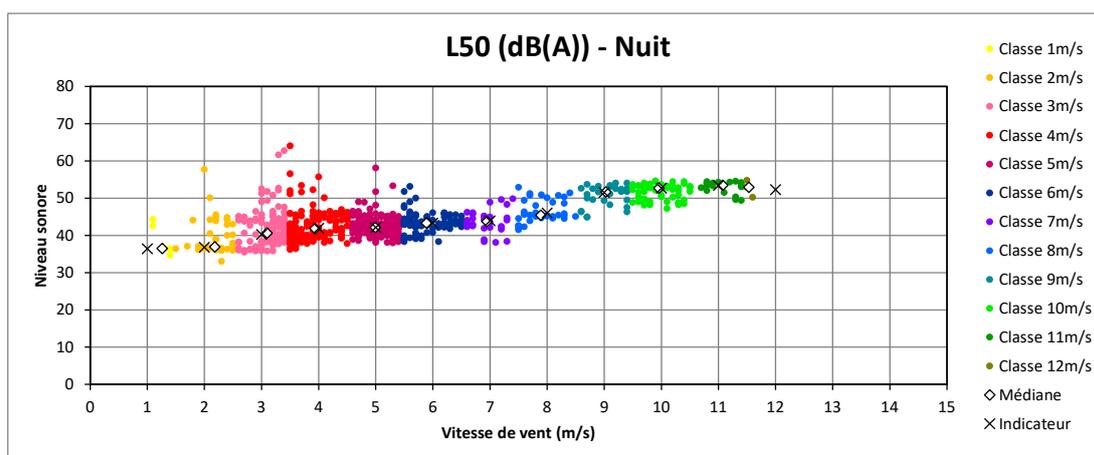


Point 3 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour la capitainerie du Port d'Antifer – Antifer (76).

Période Jour – Secteur centré Sud-Ouest (225°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	45,5	46,0	48,0	48,0	49,0	46,5	47,5	49,0	52,5	51,5
Nombre d'échantillons	235	288	138	160	84	51	23	30	16	4



Période Nuit – Secteur centré Sud-Ouest (225°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	40,0	42,0	42,0	43,5	44,0	46,0	51,5	52,5	53,5	52,5
Nombre d'échantillons	123	132	168	85	30	39	28	62	18	3



Le **Tableau 32** synthétise les niveaux sonores globaux estimés à l’extérieur des habitations et déterminés en fonction de la vitesse de vent brut à 10 m de hauteur sur site, selon l’indicateur statistique L_{50} , arrondi au demi-décibel le plus proche.

Tableau 32 : le bruit résiduel dans le secteur Sud-Ouest pour la période estivale.

** : valeur corrigée pour conserver une cohérence par rapport aux valeurs adjacentes ou pour conserver une valeur de nuit inférieure ou égale à celle de jour pour la même classe de vitesse de vent.*

*** : extrapolation linéaire des deux dernières classes de vitesse de vent, bornée à 3,0 dB.*

Bruit résiduel en dB(A) – secteur Sud-Ouest – période estivale											
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent									
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
1	Jour	38,5	38,5	39,5*	39,5	39,5	41,0	43,5	44,5	45,0*	45,0
	Nuit	30,0	30,0	31,0	35,5	35,5	37,5	37,5	44,0	47,0**	47,0**
2	Jour	34,5	35,5	37,5	39,0	41,0	41,0*	41,0	41,0**	41,0**	41,0**
	Nuit	33,0	34,5	35,5*	35,5	36,0	36,5**	36,5**	36,5**	36,5**	36,5**
3	Jour	45,5	46,0	46,5*	46,5*	46,5*	46,5	47,5	49,0	52,5	55,5**
	Nuit	40,0	42,0	42,0	43,5	44,0	46,0	51,5	52,5	53,5	54,5**

La campagne de mesure acoustique réalisée en période estivale entre les mois d’août et mi-septembre 2022 permet d’estimer les niveaux sonores résiduels de jour et de nuit en fonction des vitesses de vent brut à 10 m pour un vent de secteur majoritaire Sud-Ouest.

De jour, ils varient de 34,5 dB(A) à 45,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s et de 41,0 à 55,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 12 m/s.

De nuit, les niveaux sonores varient de 30,0 dB(A) à 40,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s, et de 36,5 à 54,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 12 m/s.

2.3.2.2.6 Résultats de mesures de secteur majoritaire Nord-Ouest

Le graphique (**Figure 47**) suivant présente le nombre d’échantillons moyens de vitesse de vent standardisée 10 m exploitables :

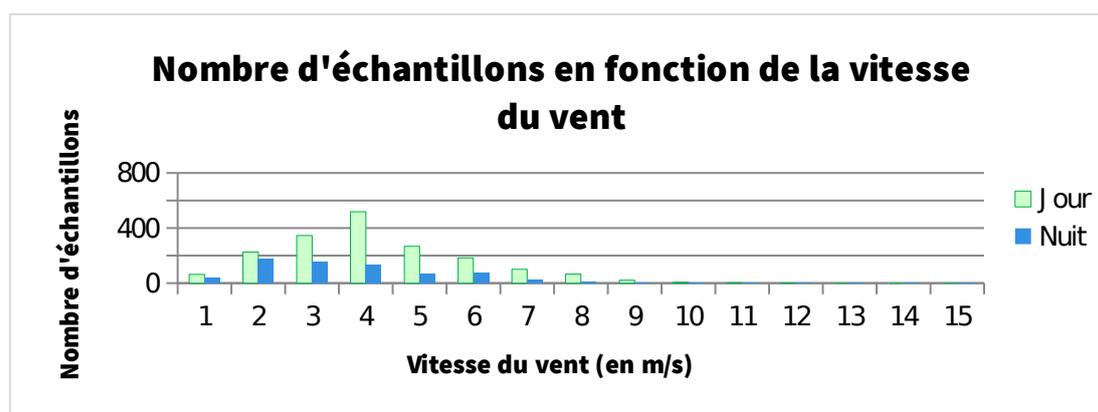


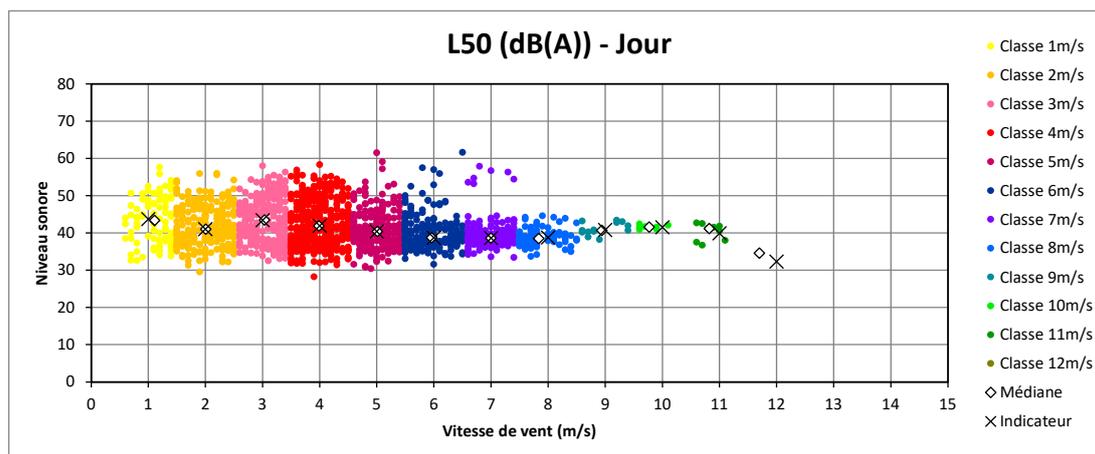
Figure 47 : histogramme présentant le nombre d’échantillons par période.

Le constat sonore est déterminé dans les conditions homogènes suivantes :

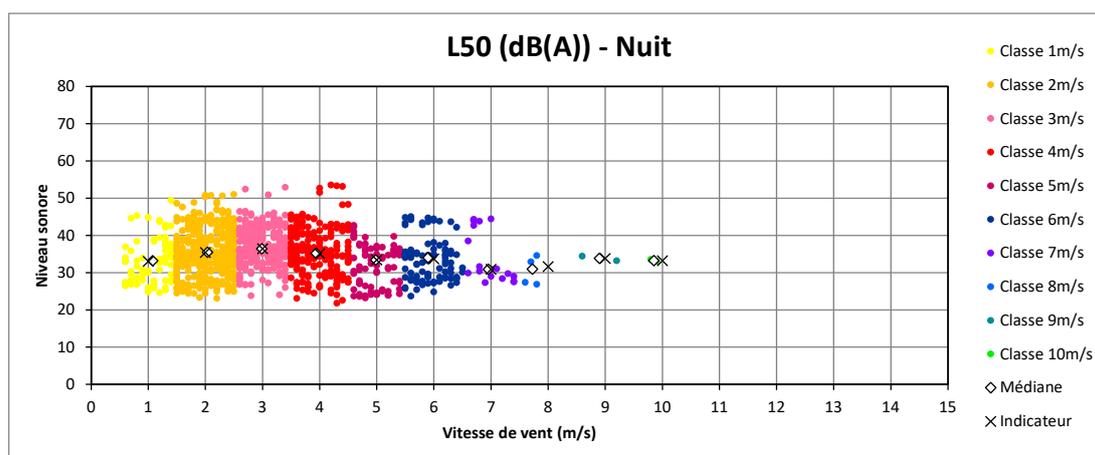
- Période estivale, entre le mois d’août et mi-septembre 2022 ;
- Vent de direction majoritaire Nord-Ouest (centré sur 315°, largeur d’analyse 90°) ;
- Vitesses de vent 10 m brut comprises entre 3 et 11 m/s de jour et entre 3 et 10 m/s de nuit.

Point 1 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour le phare de Réville – Réville (50).

Période Jour – Secteur centré Nord-Ouest (315°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	43,5	42,0	40,5	38,5	38,5	39,0	41,0	41,5	40,0	32,5
Nombre d'échantillons	238	387	231	248	171	92	13	7	9	1

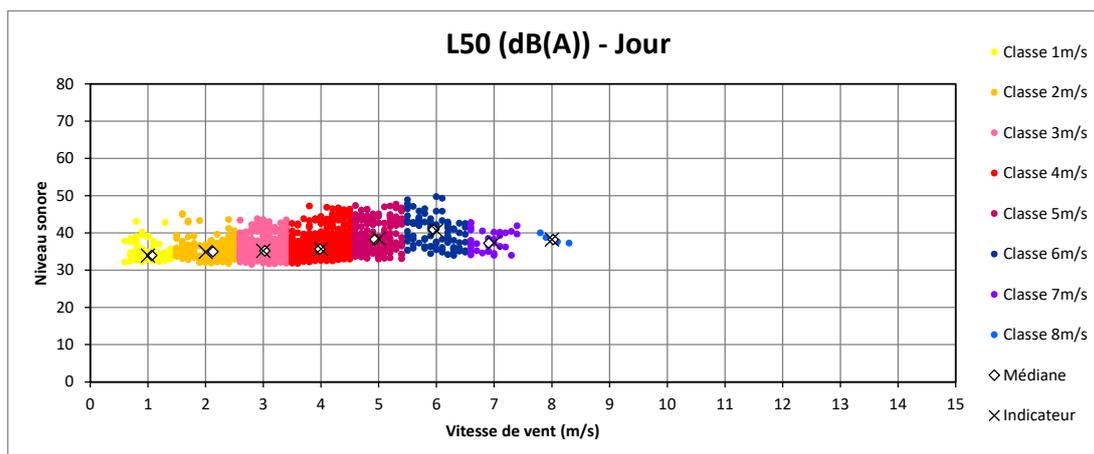


Période Nuit – Secteur centré Nord-Ouest (315°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	36,5	35,0	33,5	33,5	31,0	31,5	34,0	33,0	-	-
Nombre d'échantillons	278	231	77	101	19	4	2	2	0	0

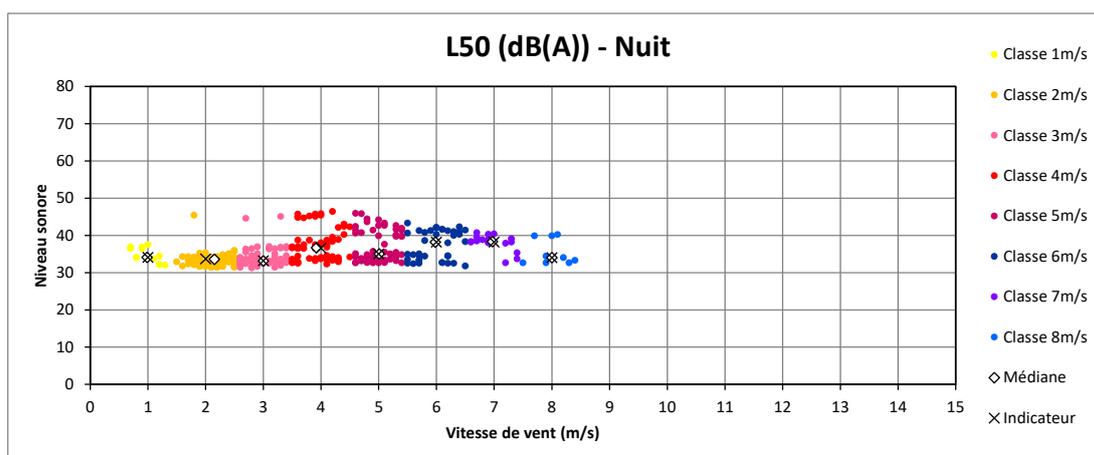


Point 2 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour le sémaphore de Port-en-Bessin – Port-en-Bessin (14).

Période Jour – Secteur centré Nord-Ouest (315°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	35,0	35,5	38,5	40,5	37,5	38,0	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	447	500	179	101	31	4	0	0	0	0

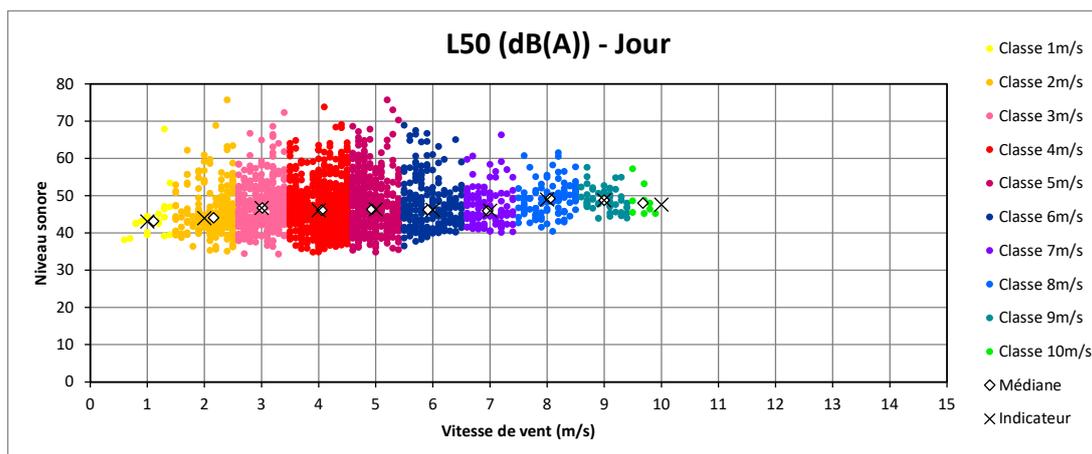


Période Nuit – Secteur centré Nord-Ouest (315°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	33,0	36,5	35,0	38,0	38,0	34,0	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	86	70	55	39	17	9	0	0	0	0

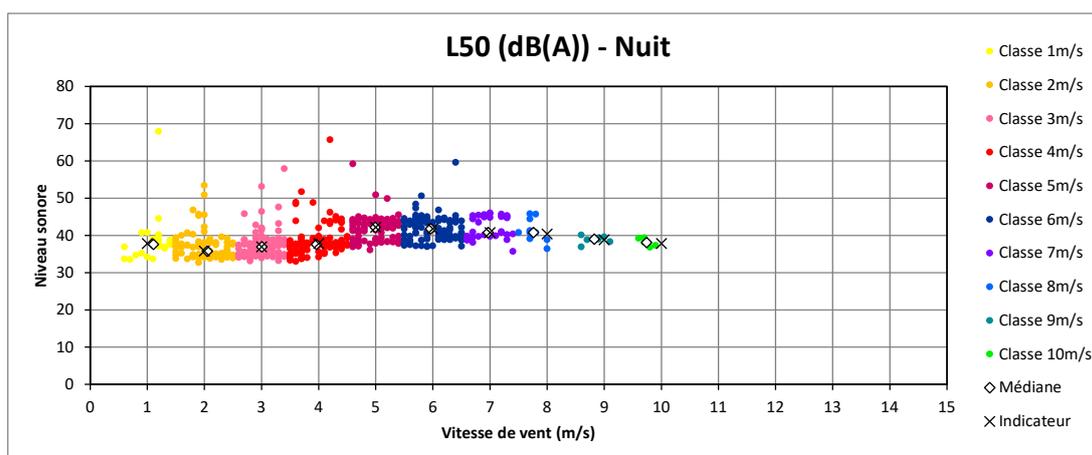


Point 3 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période estivale pour la capitainerie du Port d'Antifer – Antifer (76).

Période Jour – Secteur centré Nord-Ouest (315°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	46,5	46,0	46,5	46,0	46,0	49,0	49,0	47,5	-	-
Nombre d'échantillons	353	668	393	201	100	100	49	9	0	0



Période Nuit – Secteur centré Nord-Ouest (315°)										
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	37,0	38,0	42,0	42,0	41,0	40,5	39,0	38,0	-	-
Nombre d'échantillons	105	110	74	94	36	10	8	5	0	0



Le **Tableau 33** synthétise les niveaux sonores globaux estimés à l'extérieur des habitations et déterminés en fonction de la vitesse de vent brut à 10 m de hauteur sur site, selon l'indicateur statistique L_{50} , arrondi au demi-décibel le plus proche.

Tableau 33 : le bruit résiduel dans le secteur Nord-Ouest pour la période estivale.

* : valeur corrigée pour conserver une cohérence par rapport aux valeurs adjacentes ou pour conserver une valeur de nuit inférieure ou égale à celle de jour pour la même classe de vitesse de vent.

** : extrapolation linéaire des deux dernières classes de vitesse de vent, bornée à 3,0 dB.

Bruit résiduel en dB(A) – secteur Nord-Ouest – période estivale											
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent									
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
1	Jour	38,5*	38,5*	38,5*	38,5	38,5	39,0	41,0	41,5	42,0**	42,0**
	Nuit	33,5*	33,5*	33,5	33,5	33,5**	33,5**	33,5**	33,5**	33,5**	33,5**
2	Jour	35,0	35,5	37,5*	37,5*	37,5	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**
	Nuit	33,0	35,0*	35,0	38,0	38,0	38,0**	38,0**	38,0**	38,0**	38,0**
3	Jour	46,0*	46,0	46,0*	46,0	46,0	49,0	49,0	49,0**	49,0**	49,0**
	Nuit	37,0	38,0	42,0	42,0	42,0**	42,0**	42,0**	42,0**	42,0**	42,0**

La campagne de mesure acoustique réalisée en période estivale entre les mois d'août et mi-septembre 2022 permet d'estimer les niveaux sonores résiduels de jour et de nuit en fonction des vitesses de vent brut à 10 m pour un vent de secteur majoritaire Nord-Ouest.

De jour, ils varient de 35,0 dB(A) à 46,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s et de 37,5 à 49,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 12 m/s.

De nuit, les niveaux sonores varient de 33,0 dB(A) à 37,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s, et de 33,5 à 42,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 12 m/s.

2.3.2.2.7 Synthèse des résultats

Le **Tableau 34** présente la synthèse des résultats obtenus pour la première campagne de mesure réalisée pendant l'été 2022, pour tous les secteurs de vent et à l'échelle de l'ensemble des points de mesure :

Tableau 34 : synthèse du bruit résiduel dans l'ensemble des secteurs pour la période estivale.

* : valeur corrigée pour conserver une cohérence par rapport aux valeurs adjacentes ou pour conserver une valeur de nuit inférieure ou égale à celle de jour pour la même classe de vitesse de vent.

** : extrapolation linéaire des deux dernières classes de vitesse de vent, bornée à 3,0 dB.

Bruit résiduel en dB(A) – secteur Nord-Est – période estivale											
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent									
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12m/s
1	Jour	42,0	44,0	44,5*	44,5*	44,5	52,0	52,5*	52,5*	52,5	52,5
	Nuit	42,5	45,5	47,5*	47,5	48,0	54,5	54,5	54,5	54,5**	54,5**
2	Jour	35,0	36,5	38,0	42,5	43,5	45,0	46,5	49,0	50,0*	50,0
	Nuit	35,5	38,5	44,0	45,0*	45,0*	45,0*	45,0	45,0**	45,0**	45,0**
3	Jour	45,5*	45,5*	45,5	47,0	48,0	49,0*	49,0	49,0**	49,0**	49,0**
	Nuit	39,0	39,5	40,5	44,5	47,5**	47,5**	47,5**	47,5**	47,5**	47,5**
Bruit résiduel en dB(A) – secteur Sud-Est – période estivale											
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent									
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
1	Jour	37,0*	37,0*	37,0	38,5	41,0	42,0	44,5	45,0	45,0	45,0*
	Nuit	32,0*	32,0	37,0	40,0	40,5	41,0	44,5	45,0	45,5**	45,5**
2	Jour	36,0	36,5	37,0	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**
	Nuit	33,5	36,5	39,5**	39,5**	39,5**	39,5**	39,5**	39,5**	39,5**	39,5**
3	Jour	42,5*	42,5*	42,5	42,5	42,5**	42,5**	42,5**	42,5**	42,5**	42,5**
	Nuit	38,0*	38,0	38,5	38,5	38,5**	38,5**	38,5**	38,5**	38,5**	38,5**
Bruit résiduel en dB(A) – secteur Sud-Ouest – période estivale											
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent									
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
1	Jour	38,5	38,5	39,5*	39,5	39,5	41,0	43,5	44,5	45,0*	45,0
	Nuit	30,0	30,0	31,0	35,5	35,5	37,5	37,5	44,0	47,0**	47,0**
2	Jour	34,5	35,5	37,5	39,0	41,0	41,0*	41,0	41,0**	41,0**	41,0**
	Nuit	33,0	34,5	35,5*	35,5	36,0	36,5**	36,5**	36,5**	36,5**	36,5**
3	Jour	45,5	46,0	46,5*	46,5*	46,5*	46,5	47,5	49,0	52,5	55,5**
	Nuit	40,0	42,0	42,0	43,5	44,0	46,0	51,5	52,5	53,5	54,5**
Bruit résiduel en dB(A) – secteur Nord-Ouest – période estivale											
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent									
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
1	Jour	38,5*	38,5*	38,5*	38,5	38,5	39,0	41,0	41,5	42,0**	42,0**
	Nuit	33,5*	33,5*	33,5	33,5	33,5**	33,5**	33,5**	33,5**	33,5**	33,5**
2	Jour	35,0	35,5	37,5*	37,5*	37,5	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**	37,5**
	Nuit	33,0	35,0*	35,0	38,0	38,0	38,0**	38,0**	38,0**	38,0**	38,0**
3	Jour	46,0*	46,0	46,0*	46,0	46,0	49,0	49,0	49,0**	49,0**	49,0**
	Nuit	37,0	38,0	42,0	42,0	42,0**	42,0**	42,0**	42,0**	42,0**	42,0**

D'une manière générale à l'échelle de l'ensemble des points de mesure, le secteur Sud-Est est peu représenté (hormis au point 1). Des estimations des niveaux sonores pour les classes de vitesse

manquantes sont réalisées (pour les autres secteurs également). Ces estimations sont faites en extrapolant de manière linéaire les deux dernières classes de vitesse de vent caractérisées et bornées à 3,0 dB. Cette méthode permet de ne pas surestimer les niveaux sonores pour une classe de vitesse de vent non caractérisée mais peuvent potentiellement les sous-estimer et mener à conclure que, par vent de secteur Sud-Est, sur l'ensemble des points de mesures, le paysage sonore serait plutôt calme.

D'après les résultats obtenus pendant la période estivale, les points suivants peuvent être mis en évidence :

- Par vent de secteur Nord-Est, l'ambiance sonore autour de l'ensemble des points de mesure est élevée. Cela s'explique par le fait qu'aucun obstacle (bâtiment) ne vient « casser » la vitesse du vent et par conséquent diminuer les niveaux sonores ;
- Par vent de secteur Nord-Ouest, l'ambiance sonore autour des points de mesure à Réville et Port-en-Bessin est calme. Cela peut s'expliquer par la protection apportée par les bâtiments (phare et sémaphore) ;
- Le point de mesure suivi près de la capitainerie du port d'Antifer recense des niveaux sonores importants pour tous les secteurs de vent et particulièrement pour les secteurs Sud-Ouest et Nord-Est ;
- Même de nuit, hormis pour les secteurs Nord-Ouest et Sud-Ouest au point 1, les niveaux sonores descendent rarement en dessous de 30,0 dB(A).

2.3.2.3 Campagne de mesure hivernale

2.3.2.3.1 Période d'intervention

Les campagnes de mesure débutent le 21 novembre 2022 à l'échelle de l'ensemble des sites. Elles s'arrêtent entre le 18 et le 22 mars 2023 et sont réalisées par Alexis DELAUNAY, acousticien et Cédric COUSTAURY ingénieur acousticien de la société ORFEA Acoustique.

Les autorisations et accès aux sites concernés par les mesures nécessitent des demandes spécifiques sur les sites de Port-en-Bessin (14) et d'Antifer (76).

2.3.2.3.2 Conditions de mesurage

Les mesures sont réalisées conformément à la norme NF-S 31-010 « mesures acoustiques dans l'environnement » et en s'inspirant du « Protocole de mesure de l'impact acoustique d'un parc éolien terrestre » du 22 mars 2022.

Les valeurs mesurées sont représentatives de la période de mesurage et dépendent de nombreux facteurs (circulation routière, activités portuaires, activités humaines alentours et bruits de l'environnement en général). Elles sont donc susceptibles de variations quotidiennes, hebdomadaires ou saisonnières.

Les mesures acoustiques sont réalisées avec un pas d'intégration d'une seconde pendant une période de mesure cumulée d'environ 4 mois pour l'ensemble des sites concernés.

Les graphiques (**Figure 48**, **Figure 49** et **Figure 50**) suivants présentent la rose des vents (en pourcentage d'apparition) survenus au cours de la campagne de mesure pour chaque site :

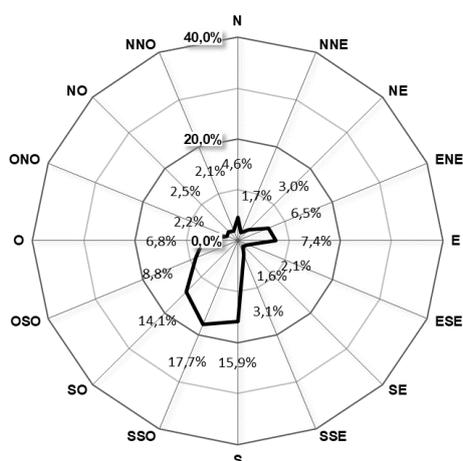


Figure 48 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 21 novembre 2022 au 21 mars 2023 sur le site de Réville (50).

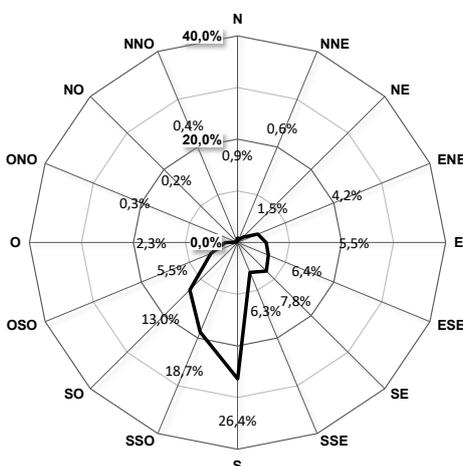


Figure 49 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 21 novembre 2022 au 22 mars 2023 sur le site de Port-en-Bessin (14).

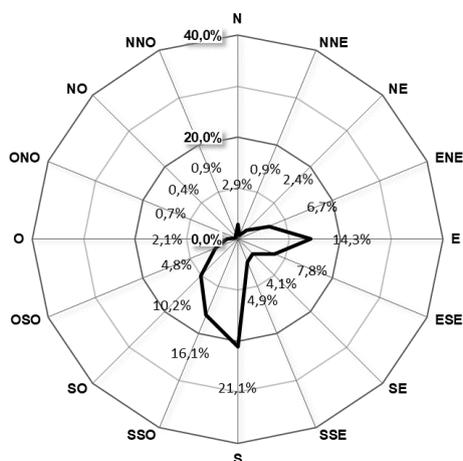


Figure 50 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 21 novembre 2022 au 18 mars 2023 sur le site d'Antifer (76).

Les roses des vents au cours des mesures sur les trois sites sont assez différentes. Elles peuvent s'expliquer par des phénomènes météorologiques différents (vitesse/direction du vent) à un même instant et surtout par un éloignement géographique important entre les sites.

D'une manière générale, les campagnes de mesure ont concerné principalement les vents de secteurs Nord-Est et Sud-Ouest à l'échelle de l'ensemble des sites. Les secteurs Nord-Ouest et Sud-Est ont également été rencontrés ponctuellement et ont pu être caractérisés. **Ces directions sont représentatives des directions fréquemment rencontrées sur site.**

Sur la base des enregistrements sonores et avec les données des stations Météo France les plus proches, les périodes de pluie marquées sont identifiées et analysées. Ces périodes sont alors exclues des mesures, conformément à la norme NF-S31-010 relative aux mesures acoustiques dans l'environnement. De forts passages pluvieux apparaissent entre mi-novembre 2022 et mi-mars 2023 sur les 3 sites.

Les graphiques (**Figure 51**, **Figure 52** et **Figure 53**) suivants présentent l'évolution des vitesses de vent sur site au cours des mesures :

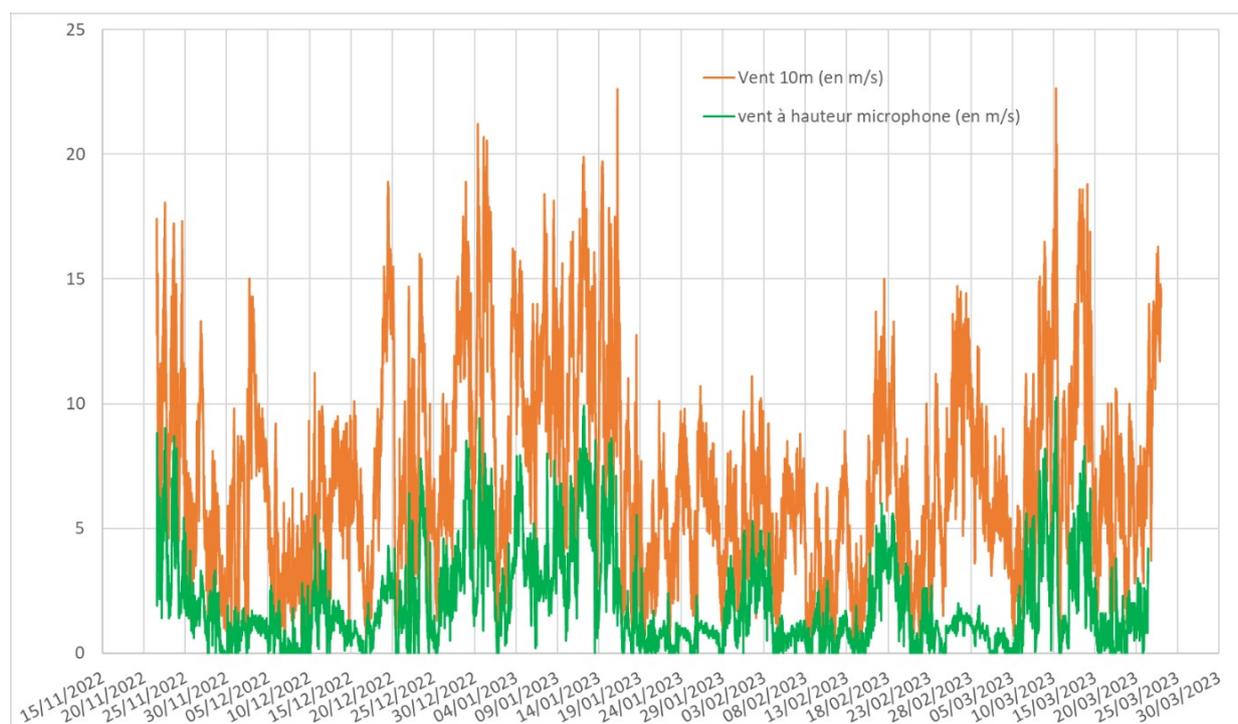


Figure 51 : vitesses du vent 10 m brut et à hauteur en m/s sur le site de Réville (50).

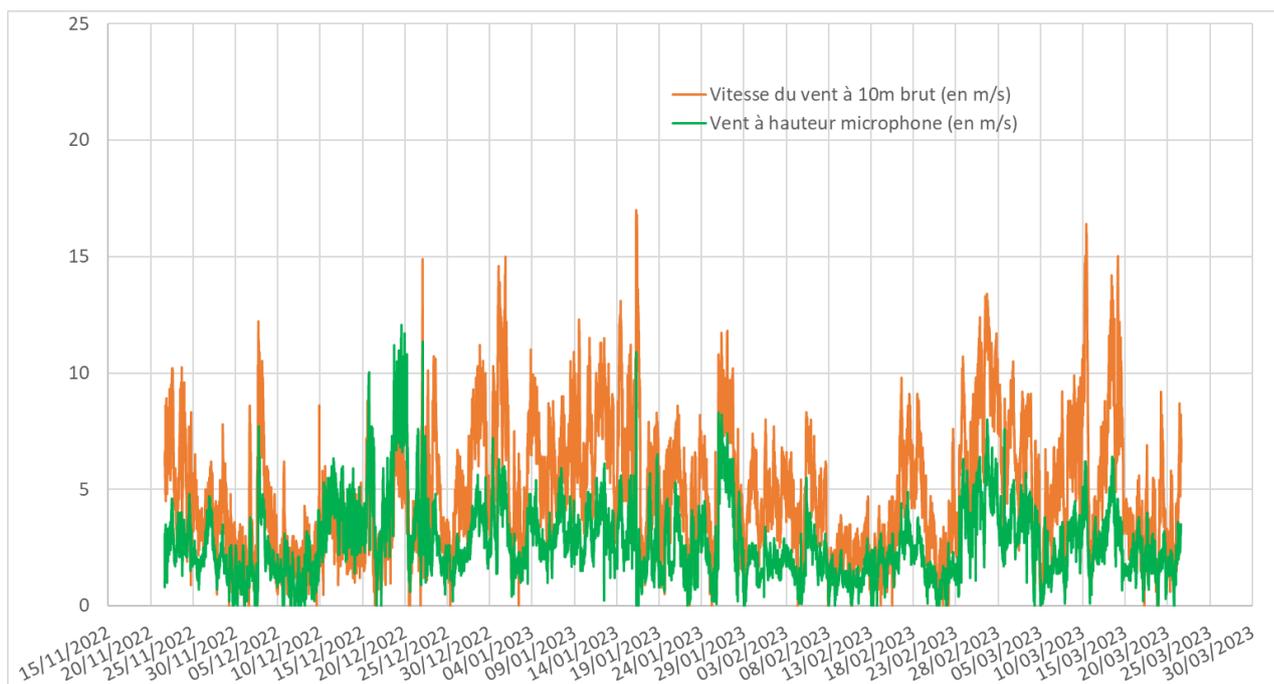


Figure 52 : vitesses du vent 10 m brut et à hauteur en m/s sur le site de Port-en-Bessin (14).

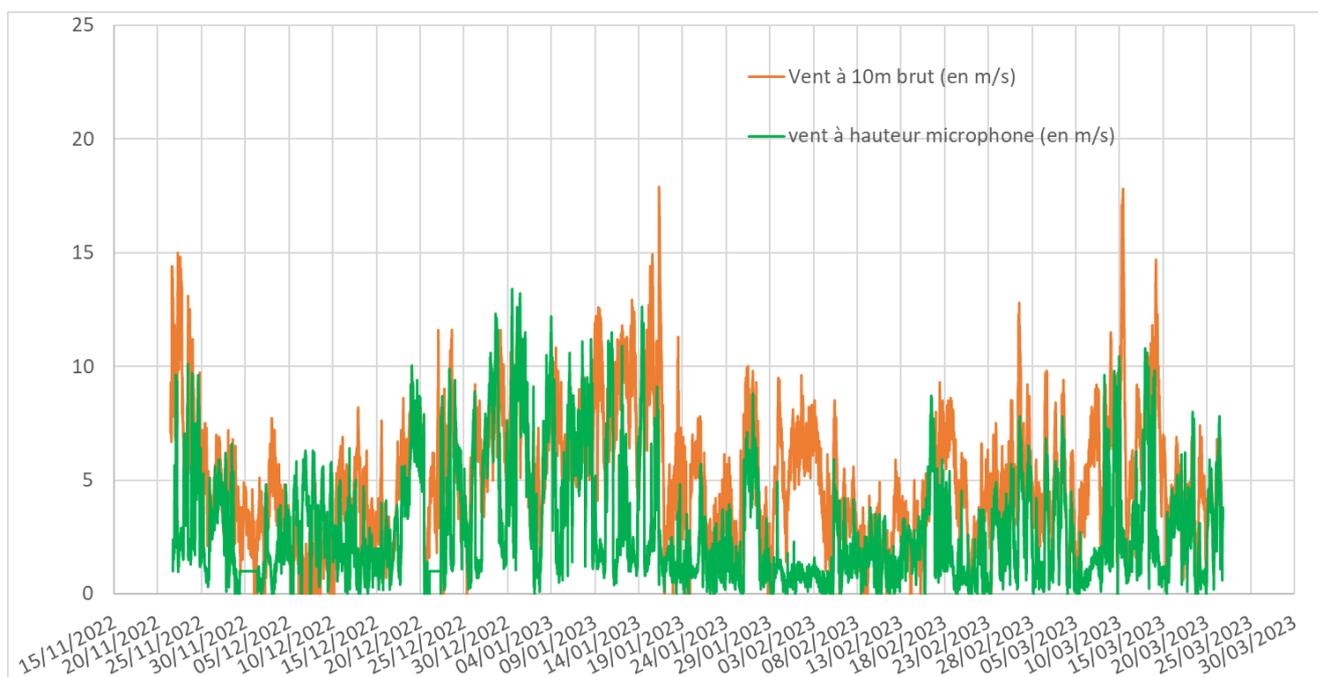


Figure 53 : vitesses du vent 10 m brut et à hauteur en m/s sur le site d'Antifer (76).

Pour chacun des sites, les vitesses de vent suivent la même évolution. Une augmentation de la vitesse du vent à 10 m sur le site correspond approximativement à une augmentation de la vitesse du vent au niveau des sonomètres, montrant ainsi qu'une corrélation peut être observée entre les niveaux sonores mesurés et la vitesse du vent à 10 m brute indépendamment de chaque site.

Le graphique (**Figure 54**) ci-après présente une comparaison des vitesses de vent relevées sur les différents sites de mesure :

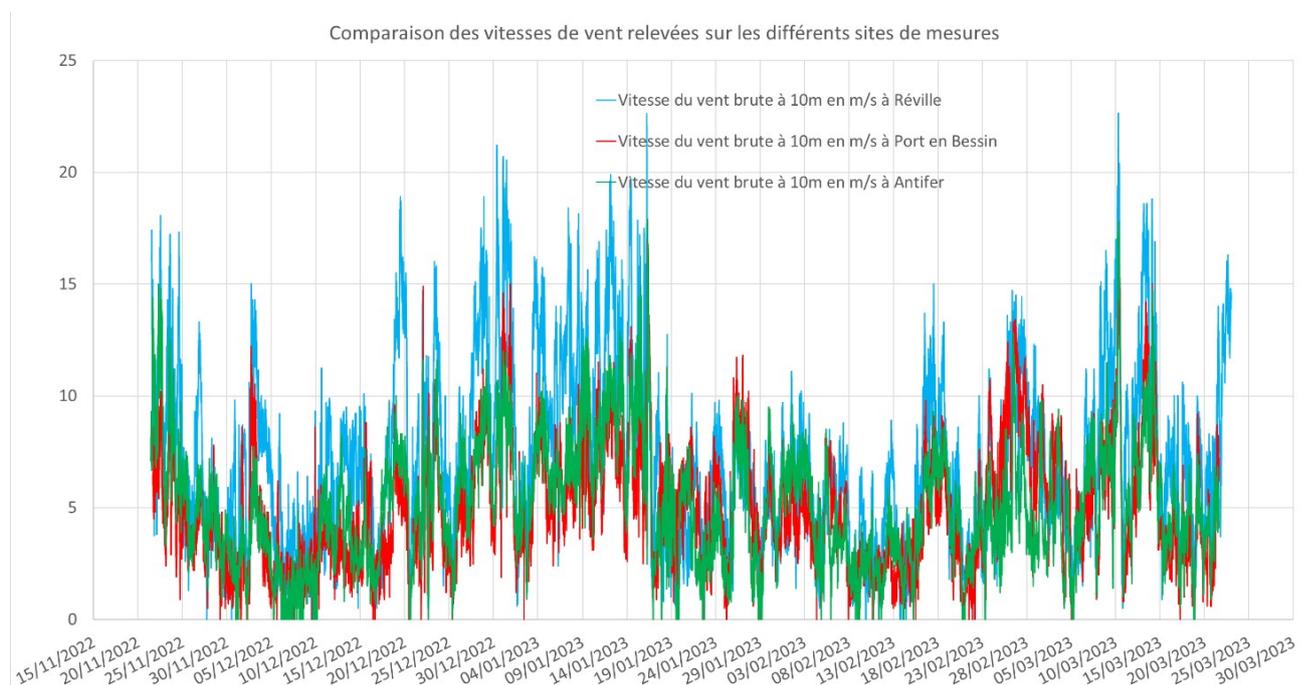


Figure 54 : comparaison des vitesses du vent 10 m brute en m/s sur les différents sites de mesures.

À l'échelle de l'ensemble des sites couverts par les mesures et pendant toute la période de mesure, du vent important est rencontré. Les conditions météorologiques sont propices à la réalisation des mesures acoustiques et sont représentatives de conditions normales pendant cette saison.

Ce graphique met en évidence plusieurs points :

- La vitesse du vent sur les différents sites suit globalement la même évolution ;
- D'une manière générale, le vent souffle plus fort sur le site de Réville (50) et de manière moins forte à Port-en-Bessin (14).

2.3.2.3.3 Résultats de mesure de secteur majoritaire Nord-Est

Le graphique (Figure 55) suivant présente le nombre d'échantillons moyens de vitesse de vent standardisée 10 m exploitables :

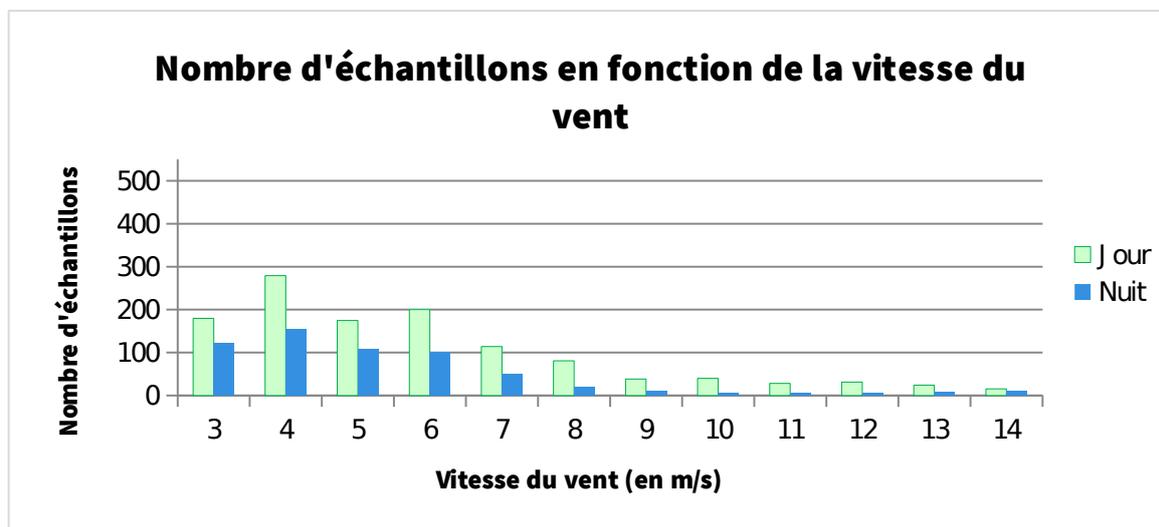


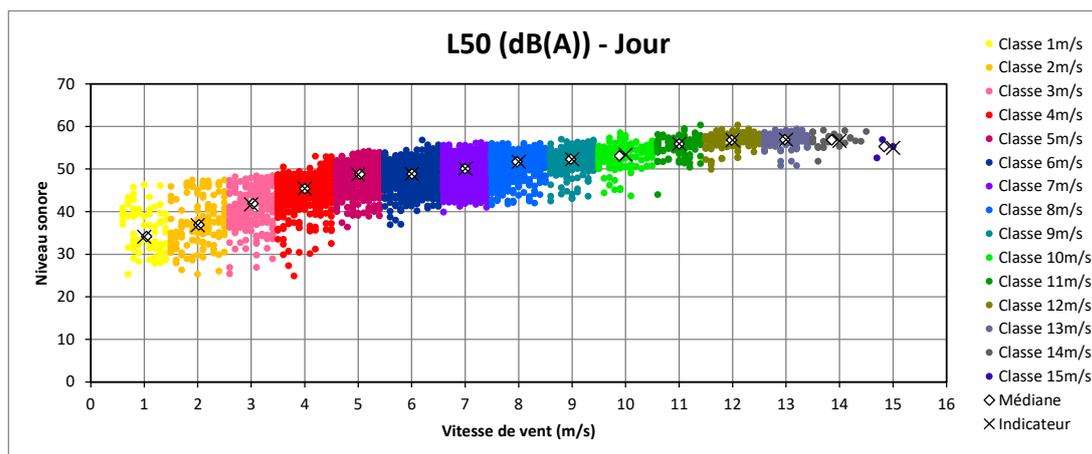
Figure 55 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.

Le constat sonore est déterminé dans les conditions homogènes suivantes :

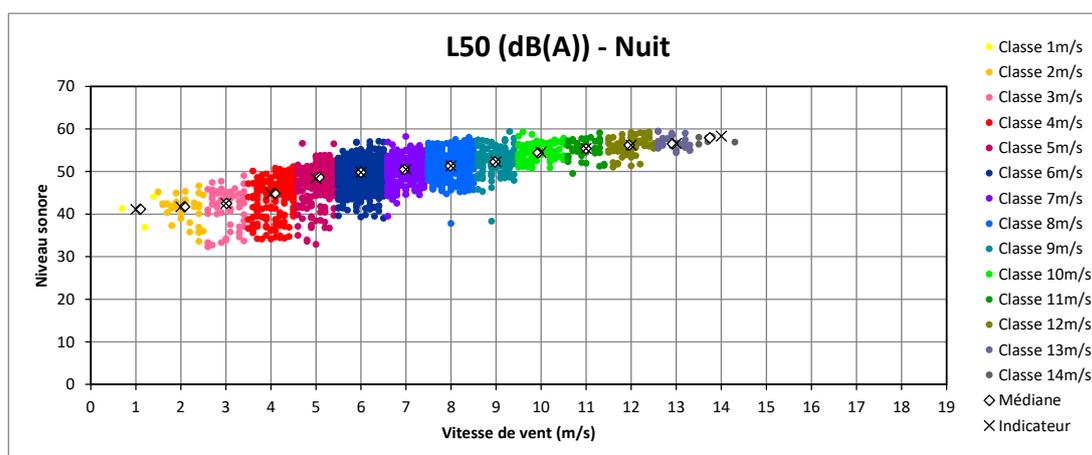
- Période hivernale, entre les mois de novembre et de mars ;
- Vent de direction majoritaire Nord-Est (centré sur 45°, largeur d'analyse 90°) ;
- Vitesse de vent 10 m brut moyennes comprise entre 3 et 14 m/s de jour et entre 3 et 13 m/s de nuit.

Point 1 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour le Phare de Réville – Réville (50).

Point 1 - Période Jour – Secteur centré Nord-Est (45°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	41,5	45,5	48,5	49,0	50,0	51,5	52,5	53,5	56,0	57,0	57,0	56,5
Nombre d'échantillons	245	392	500	699	693	627	263	148	105	148	89	26

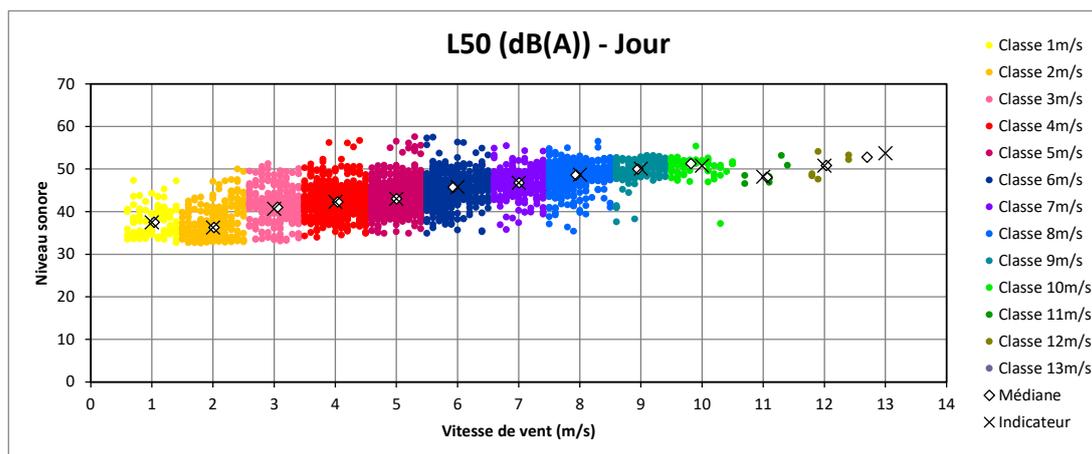


Point 1- Période Nuit – Secteur centré Nord-Est (45°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	42,5	44,5	48,5	50,0	50,5	51,5	52,5	54,5	55,5	56,0	56,5	58,5
Nombre d'échantillons	57	172	287	514	328	354	172	89	54	74	29	7

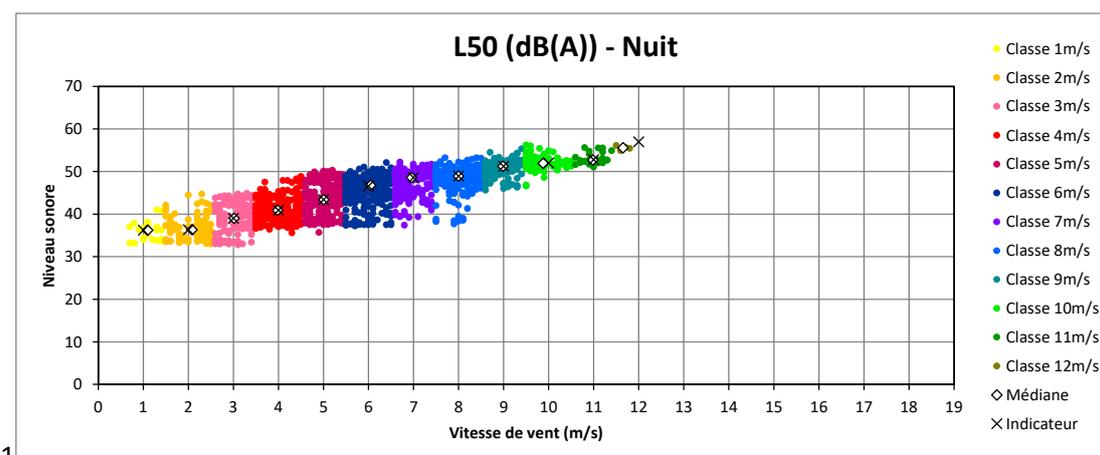


Point 2 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour le sémaphore de Port-en-Bessin – Port-en-Bessin (14).

Point 2 - Période Jour – Secteur centré Nord-Est (45°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	40,5	42,5	43,0	46,0	47,0	48,5	50,0	51,0	48,0	51,0	53,5	-
Nombre d'échantillons	283	534	503	507	278	361	168	75	8	6	1	0



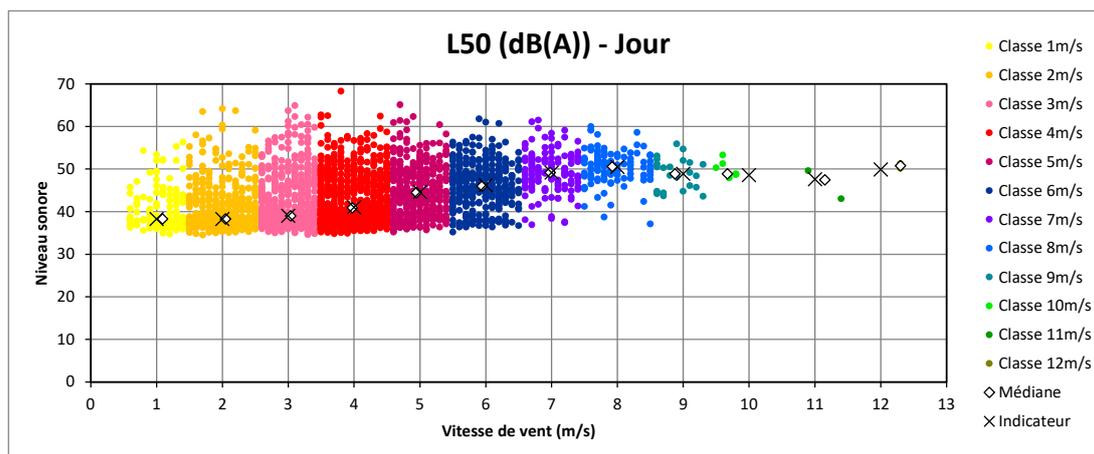
Point 2- Période Nuit – Secteur centré Nord-Est (45°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	39,0	41,0	43,5	46,5	48,5	49,0	51,0	52,0	53,0	57,0	-	-
Nombre d'échantillons	157	242	239	362	175	236	116	84	27	4	0	0



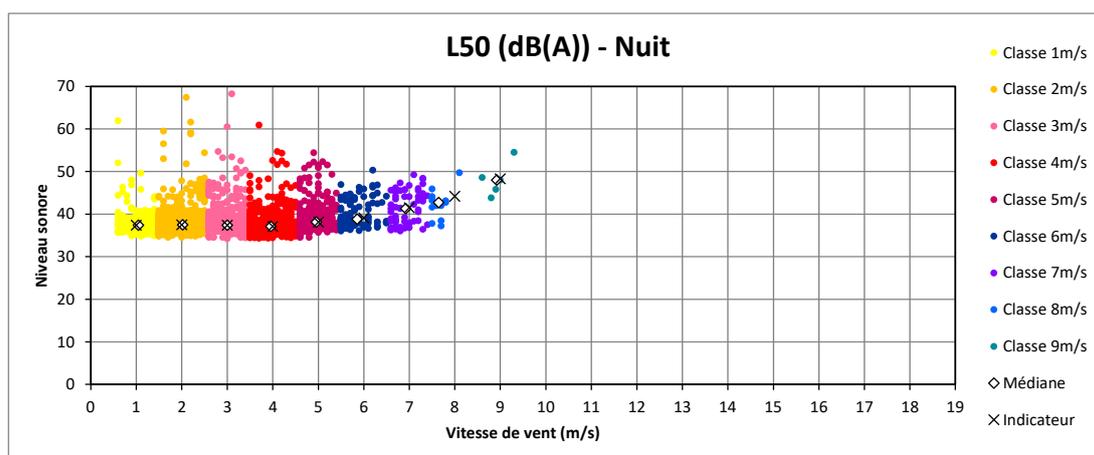
1

Point 3 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour la capitainerie du Port d'Antifer – Antifer (76).

Point 3 - Période Jour – Secteur centré Nord-Est (45°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	39,0	41,0	44,5	46,0	49,0	50,5	49,0	48,5	47,5	50,0	-	-
Nombre d'échantillons	624	695	413	333	135	113	24	7	2	2	0	0



Point 3- Période Nuit – Secteur centré Nord-Est (45°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	37,5	37,0	38,0	39,0	41,5	44,0	48,5	-	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	577	550	223	95	61	13	5	0	0	0	0	0



Le **Tableau 35** synthétise les niveaux sonores globaux estimés à l'extérieur des habitations et déterminés en fonction de la vitesse de vent brut à 10 m de hauteur sur site, selon l'indicateur statistique L_{50} , arrondi au demi-décibel le plus proche.

Tableau 35 : le bruit résiduel dans le secteur Nord-Est pour la période hivernale.

* : valeur corrigée pour conserver une cohérence par rapport aux valeurs adjacentes ou pour conserver une valeur de nuit inférieure ou égale à celle de jour pour la même classe de vitesse de vent.

** : extrapolation linéaire des deux dernières classes de vitesse de vent, bornée à 3,0 dB.

Bruit résiduel en dB(A) – secteur Nord-Est – période hivernale													
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent											
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
1	Jour	41,5	45,5	48,5	49,0	50,0	51,5	52,5	53,5	56,0	57,0	57,0	57,0*
	Nuit	41,5*	44,5	48,5	49,0*	50,5	51,5	52,5	53,5*	55,5	56,0	56,5	57,0*
2	Jour	40,5	42,5	43,0	46,0	47,0	48,5	50,0	51,0	51,0*	51,0	51,0**	51,0**
	Nuit	39,0	41,0	43,0*	46,0*	47,0*	48,5*	50,0*	50,0*	50,0*	50,0*	50,0*	50,0*
3	Jour	39,0	41,0	44,5	46,0	49,0	49,0*	49,0	49,0**	49,0**	49,0**	49,0**	49,0**
	Nuit	37,5	37,0	38,0	39,0	41,5	44,0	48,5	48,5**	48,5**	48,5**	48,5**	48,5**

La campagne de mesure acoustique réalisée en période hivernale entre les mois de novembre 2022 et mars 2023 permet d’estimer les niveaux sonores résiduels de jour et de nuit en fonction des vitesses de vent brut à 10 m pour un vent de secteur majoritaire Nord-Est.

De jour, ils varient de 39,0 dB(A) à 41,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s et de 49,0 à 57,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 14 m/s.

De nuit, les niveaux sonores varient de 37,5 dB(A) à 41,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s, et de 48,5 à 57,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 14 m/s.

Remarque : Pour un vent de Nord-Est, le point 3 de nuit présente moins d’échantillons pour les vitesses élevées (à partir de 9 m/s) *a contrario* des autres points de mesure car le point 3 est plus exposé au vent de Nord-Est et donc l’analyse des mesures dans ces conditions conduit à supprimer plus de valeurs du fait d’une vitesse de vent élevée au niveau du microphone.

2.3.2.3.4 Résultats de mesure de secteur majoritaire Sud-Est

Le graphique (Figure 56) suivant présente le nombre d’échantillons moyens de vitesse de vent standardisée 10 m exploitables :

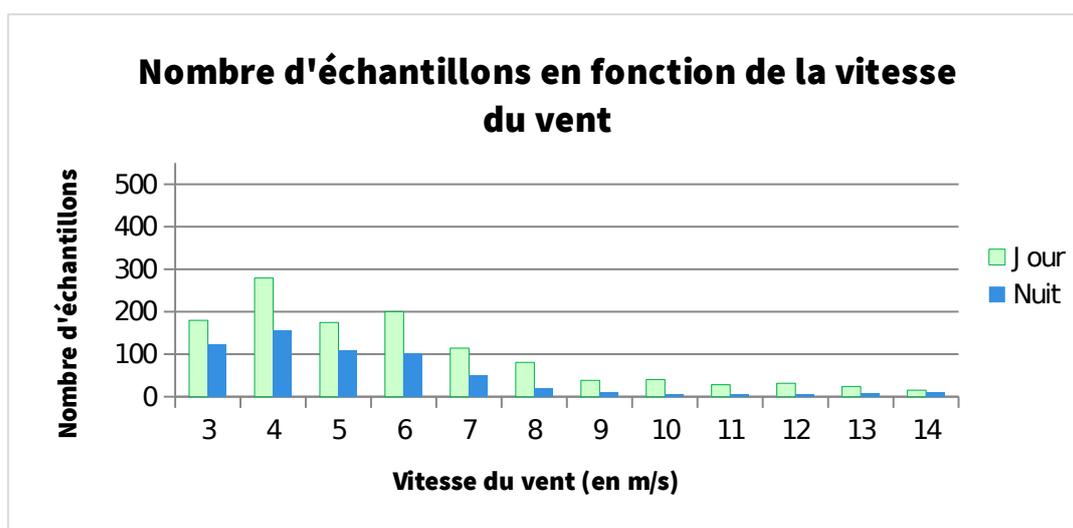


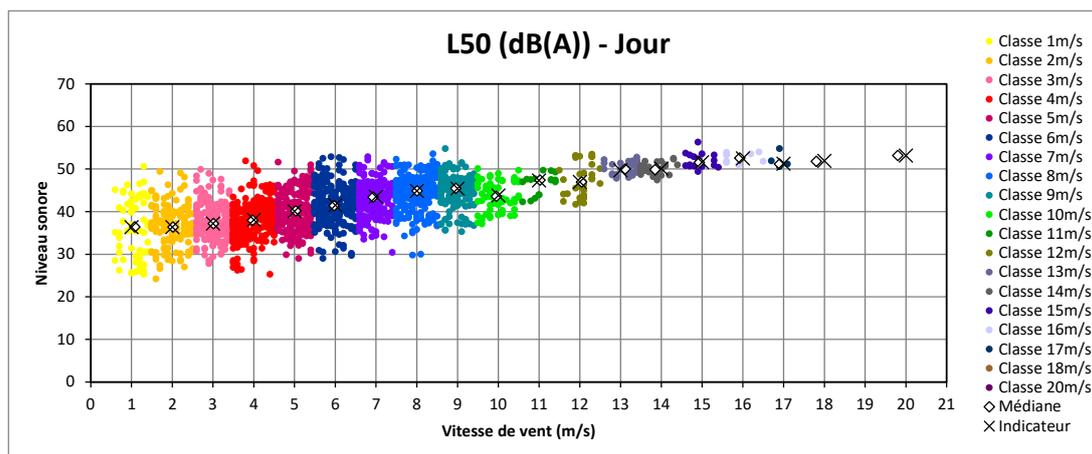
Figure 56 : histogramme présentant le nombre d’échantillons par période.

Le constat sonore est déterminé dans les conditions homogènes suivantes :

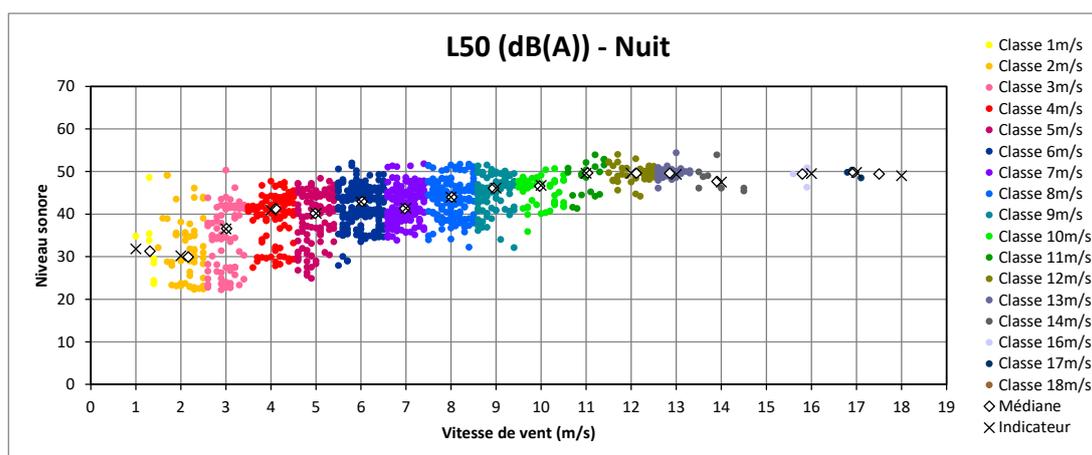
- Période hivernale, entre les mois de novembre et de mars ;
- Vent de direction majoritaire Sud-Est (centré sur 135°, largeur d'analyse 90°) ;
- Vitesses de vent 10 m brut moyennes comprises entre 3 et 14 m/s de jour et entre 3 et 13 m/s de nuit.

Point 1 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour le phare de Réville – Réville (50).

Point 1 - Période Jour – Secteur centré Sud-Est (135°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	37,0	38,0	40,0	41,5	43,5	45,0	45,5	44,0	47,5	47,0	49,5	50,0
Nombre d'échantillons	217	298	191	280	198	232	152	64	18	33	31	28

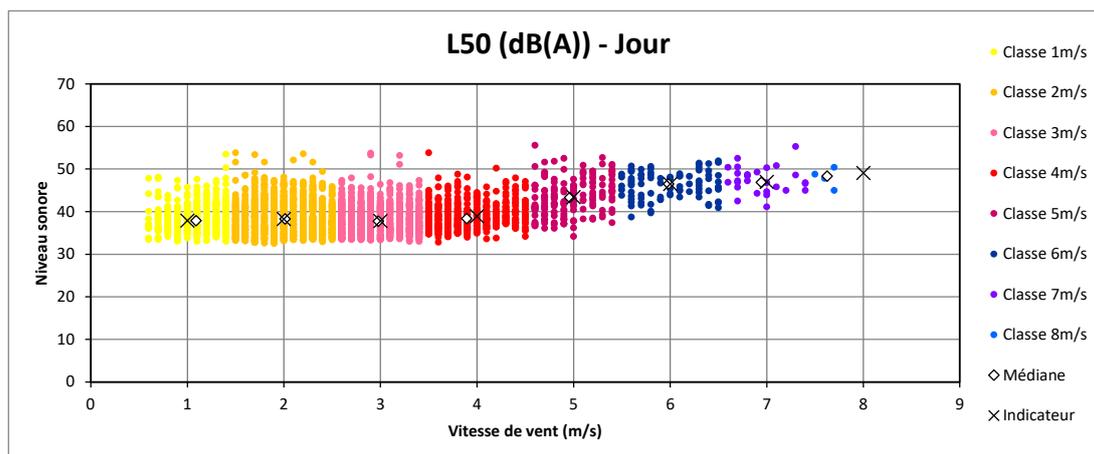


Point 1- Période Nuit – Secteur centré Sud-Est (135°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	36,5	41,0	40,0	43,0	41,5	44,0	46,0	46,5	49,5	49,5	49,5	47,5
Nombre d'échantillons	83	117	111	218	193	174	110	50	20	49	39	8

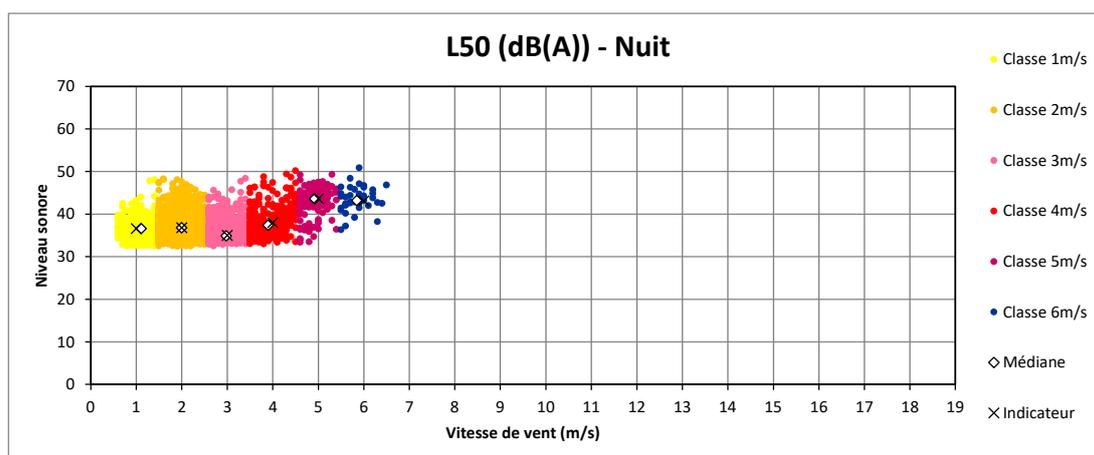


Point 2 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour le sémaphore de Port-en-Bessin – Port-en-Bessin (14).

Point 2 - Période Jour – Secteur centré Sud-Est (135°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	38,0	39,0	43,5	46,5	47,0	49,0	-	-	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	886	524	167	88	27	4	0	0	0	0	0	0

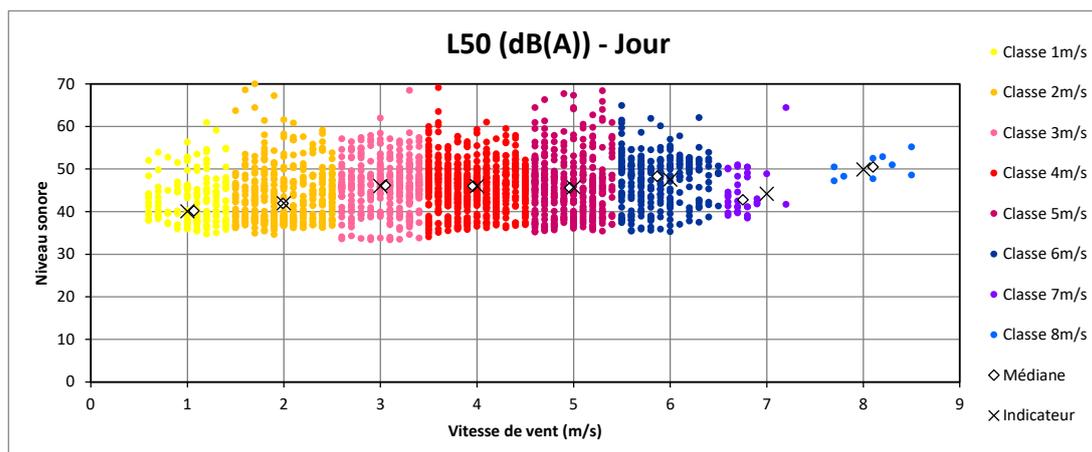


Point 2- Période Nuit – Secteur centré Sud-Est (135°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	35,0	38,0	43,5	43,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	549	273	123	37	0	0	0	0	0	0	0	0

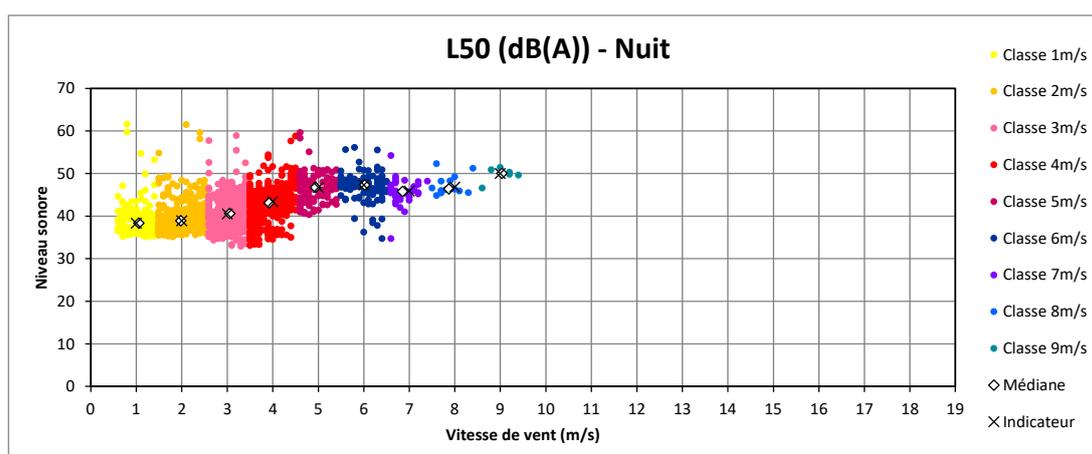


Point 3 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour la capitainerie du Port d'Antifer – Antifer (76).

Point 3 - Période Jour – Secteur centré Sud-Est (135°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	46,0	46,0	45,5	47,5	44,0	50,0	-	-	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	348	634	359	266	34	9	0	0	0	0	0	0



Point 3- Période Nuit – Secteur centré Sud-Est (135°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	40,5	43,5	46,5	47,5	46,0	47,0	50,0	-	-	-	-	-
Nombre d'échantillons	380	356	112	102	39	14	6	0	0	0	0	0



Le **Tableau 36** synthétise les niveaux sonores globaux estimés à l'extérieur des habitations et déterminés en fonction de la vitesse de vent brut à 10 m de hauteur sur site, selon l'indicateur statistique L_{50} , arrondi au demi-décibel le plus proche.

Tableau 36 : le bruit résiduel dans le secteur Sud-Est pendant la période hivernale.

* : valeur corrigée pour conserver une cohérence par rapport aux valeurs adjacentes ou pour conserver une valeur de nuit inférieure ou égale à celle de jour pour la même classe de vitesse de vent.

** : extrapolation linéaire des deux dernières classes de vitesse de vent, bornée à 3,0 dB.

Bruit résiduel en dB(A) – secteur Sud-Est – période hivernale													
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent											
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
1	Jour	37,0	38,0	40,0	41,5	43,5	44,0*	44,0*	44,0	47,0*	47,0	49,5	50,0
	Nuit	36,5	38,0*	40,0	41,5*	41,5	44,0	44,0*	44,0*	47,0*	47,0*	47,5*	47,5
2	Jour	38,0	39,0	43,5	46,5	47,0	47,5**	47,5**	47,5**	47,5**	47,5**	47,5**	47,5**
	Nuit	35,0	38,0	43,0*	43,0	43,0**	43,0**	43,0**	43,0**	43,0**	43,0**	43,0**	43,0**
3	Jour	46,0	46,0	46,0*	47,5	47,5*	50,0	52,5**	52,5**	52,5**	52,5**	52,5**	52,5**
	Nuit	40,5	43,5	46,0*	46,0*	46,0	47,0	50,0	52,5**	52,5**	52,5**	52,5**	52,5**

La campagne de mesure acoustique réalisée en période hivernale entre les mois de novembre 2022 et mars 2023 permet d'estimer les niveaux sonores résiduels de jour et de nuit en fonction des vitesses de vent brut à 10 m pour un vent de secteur majoritaire Sud-Est.

De jour, ils varient de 37,0 dB(A) à 46,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s et de 47,5 à 52,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 14 m/s.

De nuit, les niveaux sonores varient de 35,0 dB(A) à 40,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s, et de 43,0 à 52,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 14 m/s.

Remarque : Pour un vent de Sud-Est, les points 2 et 3 de nuit présentent moins d'échantillons pour les vitesses élevées (à partir de 8 m/s) *a contrario* du point de mesure 1 car les points 2 et 3 sont plus exposés au vent de Sud-Est et donc l'analyse des mesures dans ces conditions conduit à supprimer plus de valeurs du fait d'une vitesse de vent élevée au niveau du microphone (conformément à la norme NF-S31-010).

2.3.2.3.5 Résultats de mesure de secteur majoritaire Sud-Ouest

Le graphique (Figure 57) suivant présente le nombre d'échantillons moyens de vitesse de vent standardisée 10 m exploitables :

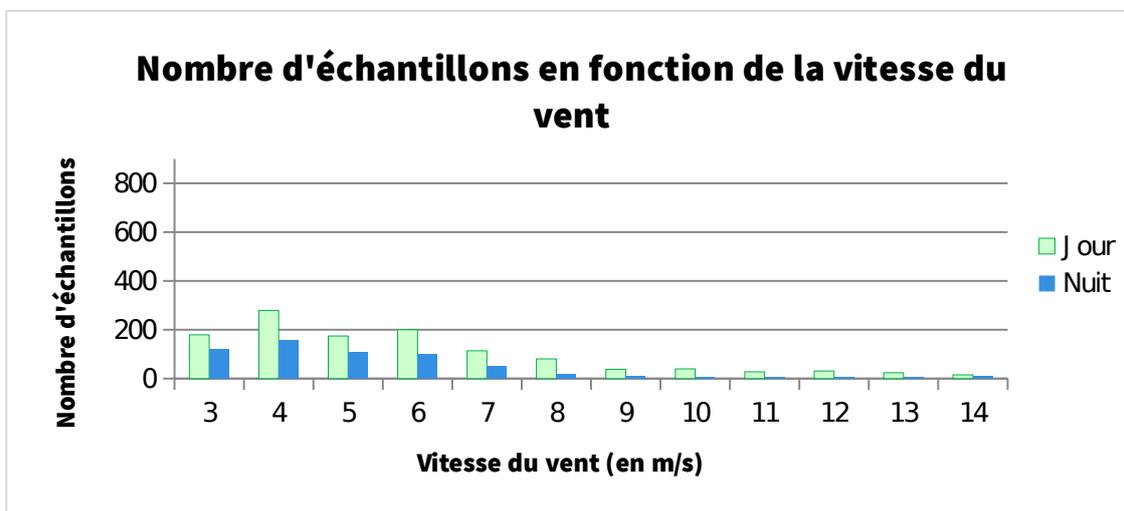


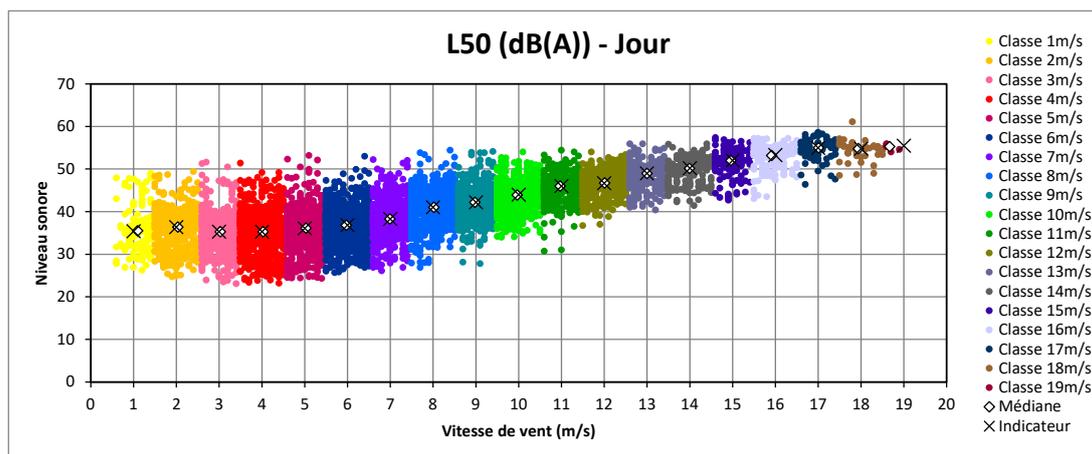
Figure 57 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.

Le constat sonore est déterminé dans les conditions homogènes suivantes :

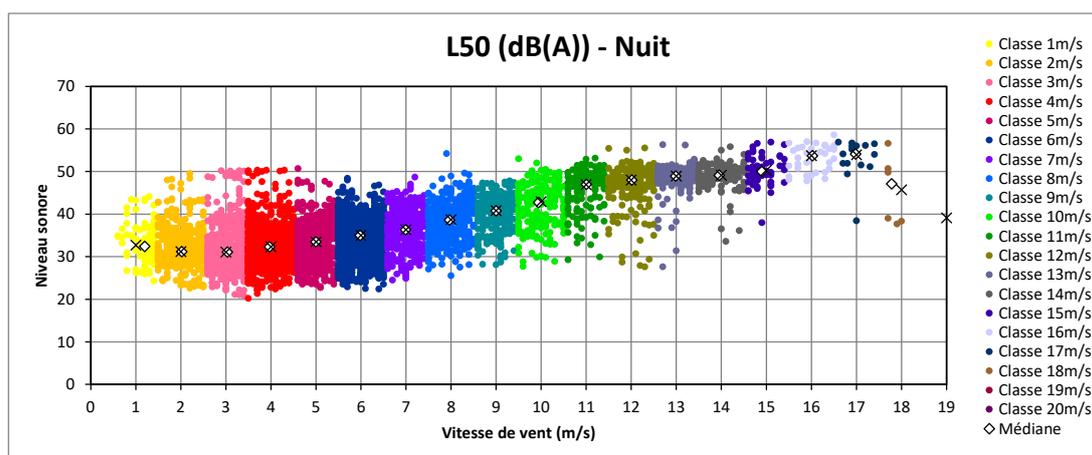
- Période hivernale, entre les mois de novembre et de mars ;
- Vent de direction majoritaire Sud-Ouest (centré sur 225°, largeur d'analyse 90°) ;
- Vitesses de vent 10 m brut moyennes comprises entre 3 et 14 m/s de jour et entre 3 et 13 m/s de nuit.

Point 1 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour la phare de Réville – Réville (50).

Point 1 - Période Jour – Secteur centré Sud-Ouest (225°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	35,5	35,5	36,0	37,0	38,5	41,0	42,0	44,0	46,0	46,5	49,0	50,0
Nombre d'échantillons	423	797	714	831	556	613	485	536	303	322	202	182

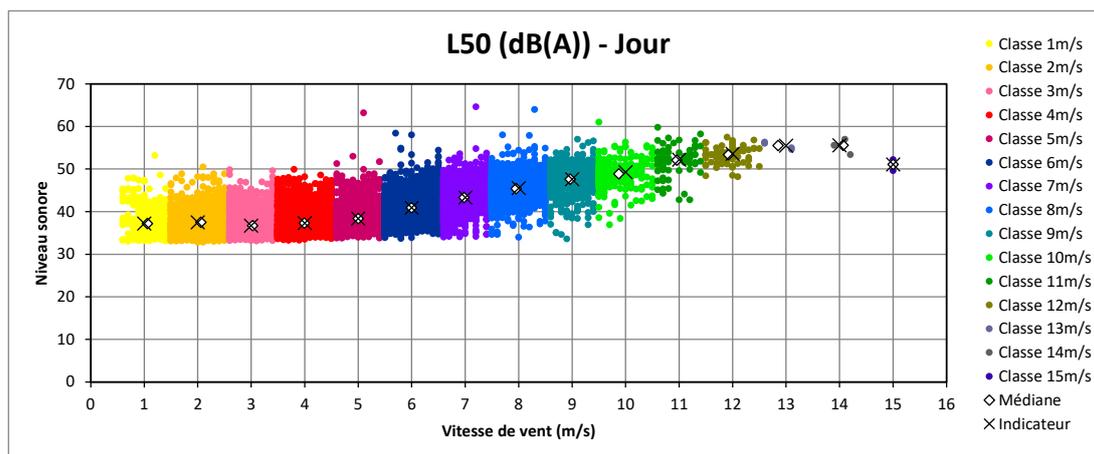


Point 1- Période Nuit – Secteur centré Sud-Ouest (225°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	31,0	32,5	33,5	35,0	36,5	38,5	41,0	43,0	47,0	48,0	49,0	49,0
Nombre d'échantillons	468	652	559	643	316	365	222	208	136	199	169	121

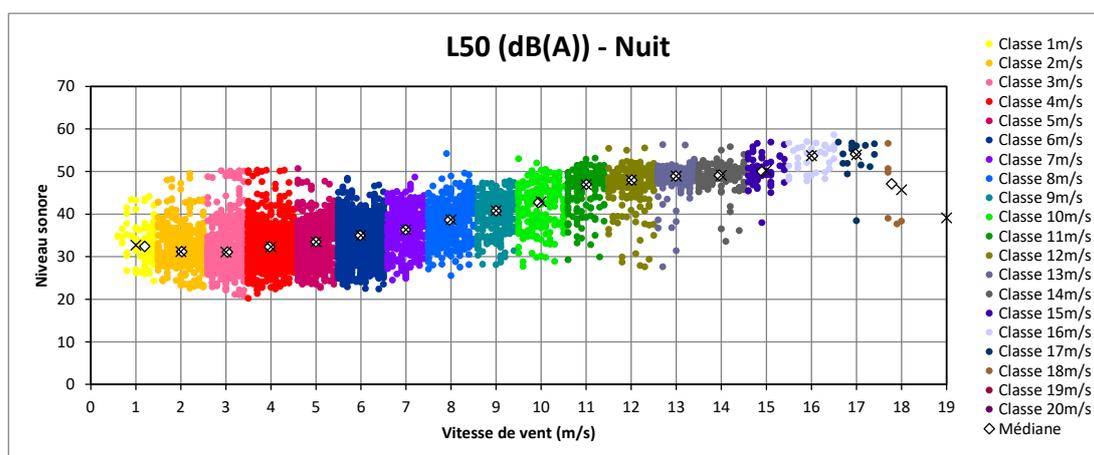


Point 2 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour le sémaphore de Port-en-Bessin – Port-en-Bessin (14).

Point 2 - Période Jour – Secteur centré Sud-Ouest (225°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	36,5	37,5	38,5	41,0	43,5	45,5	47,5	49,5	52,0	53,5	55,5	55,5
Nombre d'échantillons	733	1212	998	1112	845	832	440	193	63	59	4	3

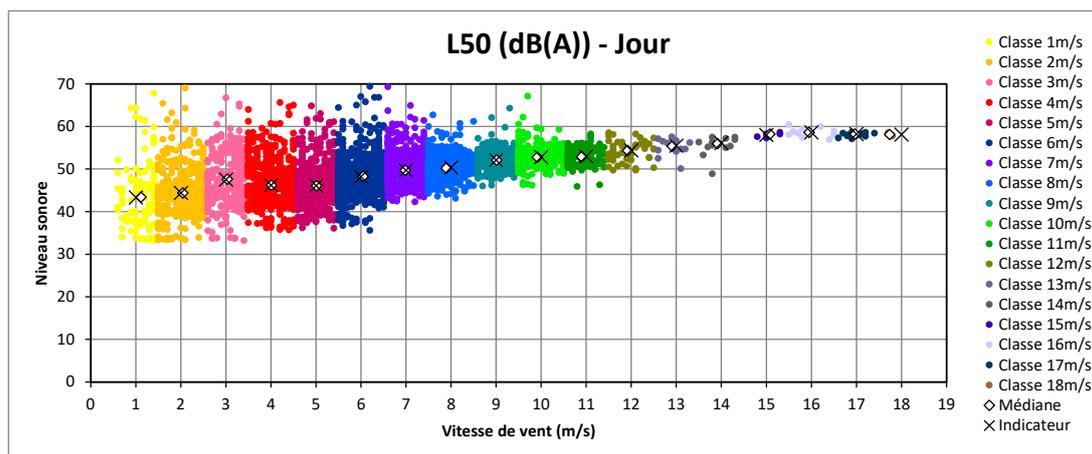


Point 2- Période Nuit – Secteur centré Sud-Ouest (225°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	34,5	35,5	37,0	38,5	41,0	45,0	47,5	50,0	52,0	54,0	53,5	53,0
Nombre d'échantillons	618	1178	708	662	380	363	221	196	39	34	15	6

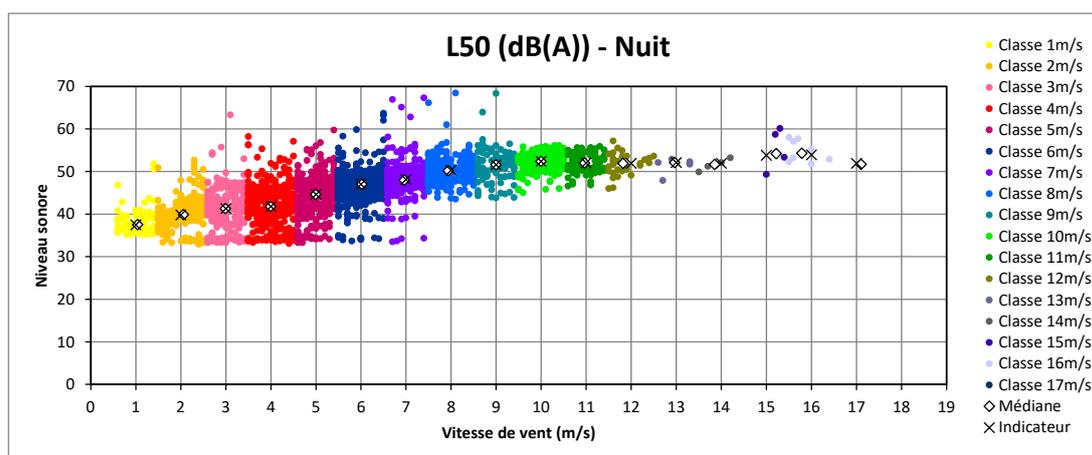


Point 3 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour la capitainerie du Port d'Antifer – Antifer (76).

Point 3 - Période Jour – Secteur centré Sud-Ouest (225°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	47,5	46,0	46,0	48,0	49,5	50,5	52,0	53,0	53,0	54,5	55,5	56,0
Nombre d'échantillons	312	510	482	626	595	497	255	237	115	46	13	12



Point 3- Période Nuit – Secteur centré Sud-Ouest (225°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	41,5	42,0	44,5	47,0	48,0	50,5	51,5	52,5	52,0	52,0	52,0	52,0
Nombre d'échantillons	241	354	298	495	343	288	121	179	95	29	5	4



Le **Tableau 37** synthétise les niveaux sonores globaux estimés à l'extérieur des habitations et déterminés en fonction de la vitesse de vent brute à 10 m de hauteur sur site, selon l'indicateur statistique L_{50} , arrondi au demi-décibel le plus proche.

Tableau 37 : le bruit résiduel dans le secteur Sud-Ouest pour la période hivernale.

* : valeur corrigée pour conserver une cohérence par rapport aux valeurs adjacentes ou pour conserver une valeur de nuit inférieure ou égale à celle de jour pour la même classe de vitesse de vent.

** : extrapolation linéaire des deux dernières classes de vitesse de vent, bornée à 3,0 dB.

Bruit résiduel en dB(A) – secteur Sud-Ouest – période hivernale

POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent											
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
1	Jour	35,5	35,5	36,0	37,0	38,5	41,0	42,0	44,0	46,0	46,5	49,0	50,0
	Nuit	31,0	32,5	33,5	35,0	36,5	38,5	41,0	43,0	46,0*	46,5*	49,0	49,0
2	Jour	36,5	37,5	38,5	41,0	43,5	45,5	47,5	49,5	52,0	53,5	55,5	55,5
	Nuit	34,5	35,5	37,0	38,5	41,0	45,0	47,5	49,5*	52,0	53,0*	53,0*	53,0
3	Jour	46,0*	46,0	46,0	48,0	49,5	50,5	52,0	53,0	53,0	54,5	55,5	56,0
	Nuit	41,5	42,0	44,5	47,0	48,0	50,5	51,5	52,0*	52,0	52,0	52,0	52,0

La campagne de mesure acoustique réalisée en période hivernale entre les mois de novembre 2022 et mars 2023 permet d’estimer les niveaux sonores résiduels de jour et de nuit en fonction des vitesses de vent brute à 10 m pour un vent de secteur majoritaire Sud-Ouest.

De jour, ils varient de 35,5 dB(A) à 46,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s et de 50,0 à 56,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 14 m/s.

De nuit, les niveaux sonores varient de 31,0 dB(A) à 41,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s, et de 49,0 dB(A) à 53,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 14 m/s.

2.3.2.3.6 Résultats de mesures de secteur majoritaire Nord-Ouest

Le graphique (Figure 58) suivant présente le nombre d’échantillons moyen de vitesses de vent standardisée 10 m exploitables :

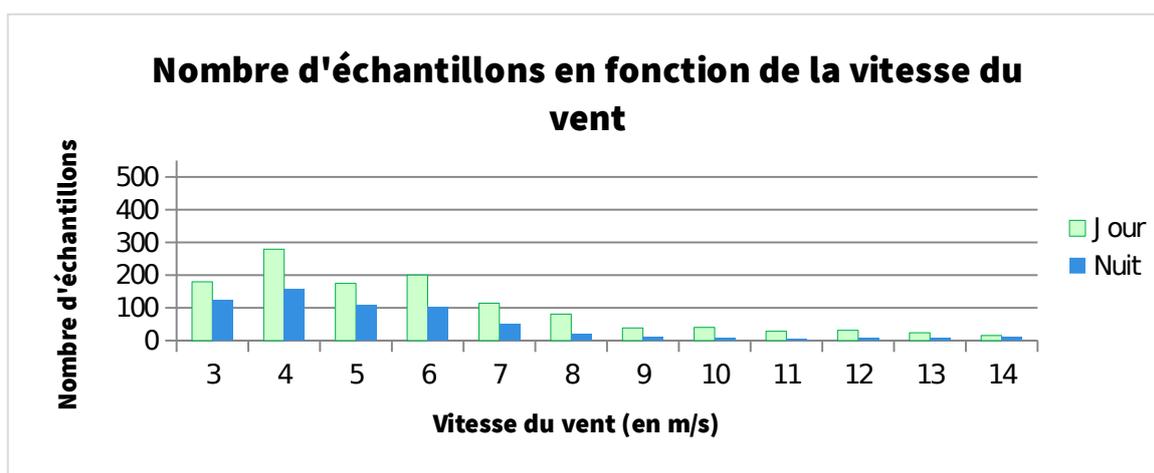


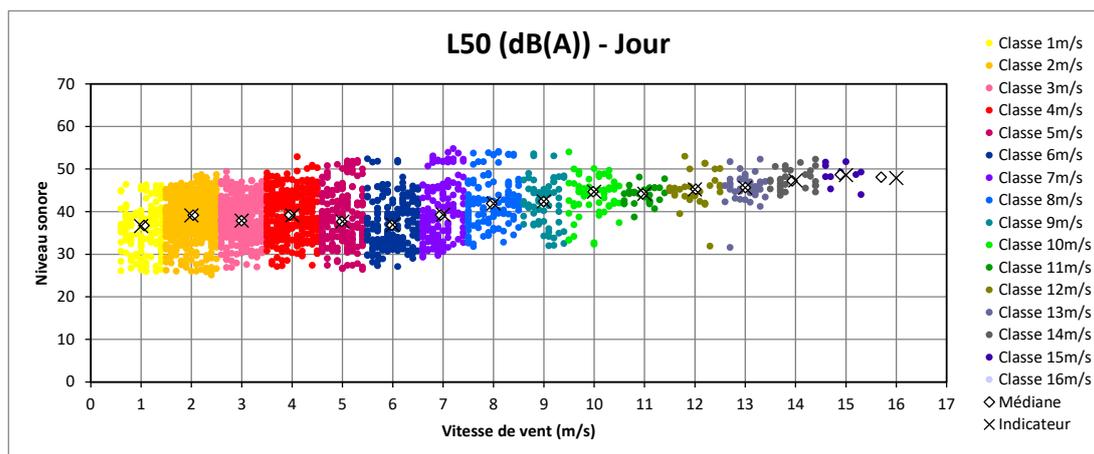
Figure 58 : histogramme présentant le nombre d’échantillons par période.

Le constat sonore est déterminé dans les conditions homogènes suivantes :

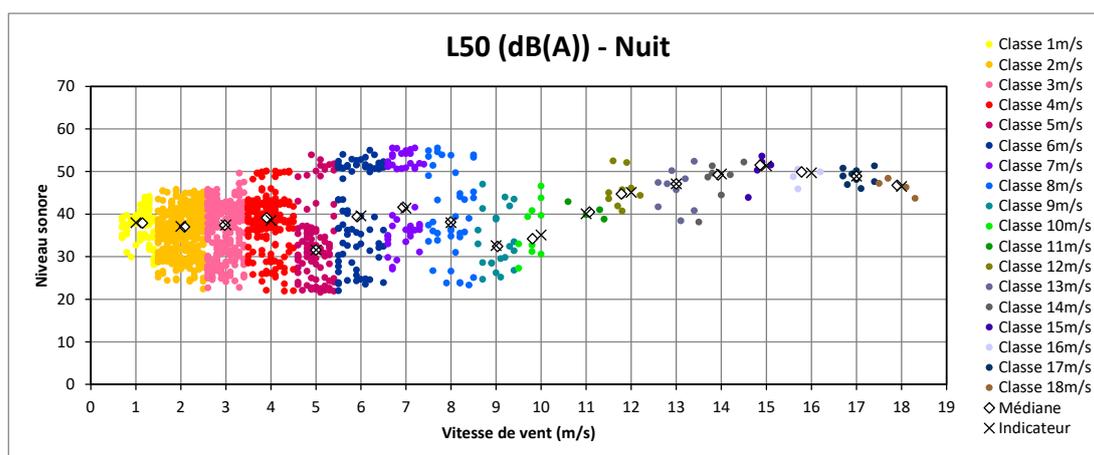
- Période hivernale, entre les mois de novembre et de mars ;
- Vent de direction majoritaire Nord-Ouest (centré sur 315°, largeur d’analyse 90°) ;
- Vitesses de vent 10 m brut moyennes comprises entre 3 et 14 m/s de jour et entre 3 et 13 m/s de nuit.

Point 1 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour le phare de Réville – Réville (50).

Point 1 - Période Jour – Secteur centré Nord-Ouest (315°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	38,0	39,0	37,5	37,0	39,5	42,0	42,5	44,5	44,0	45,0	45,5	47,5
Nombre d'échantillons	384	317	207	184	160	117	64	59	30	32	42	30

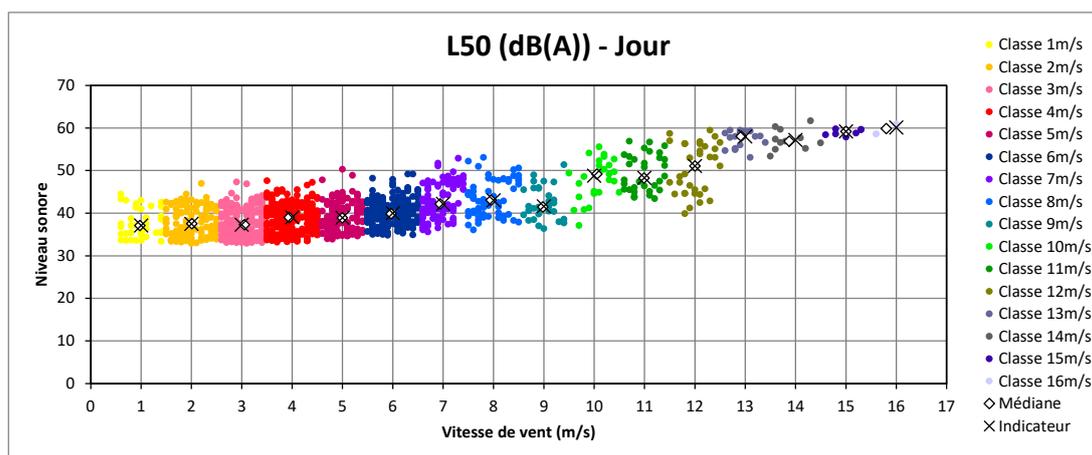


Point 1- Période Nuit – Secteur centré Nord-Ouest (315°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	37,5	38,5	31,5	39,5	41,5	38,0	32,5	35,0	40,0	45,0	47,0	49,5
Nombre d'échantillons	250	214	104	76	45	39	21	11	4	10	9	7

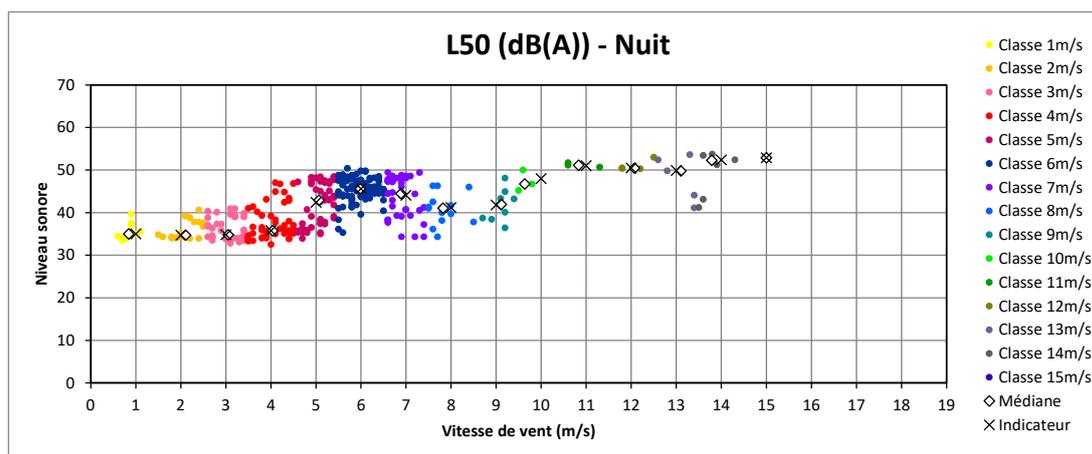


Point 2 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour le sémaphore de Port-en-Bessin – Port-en-Bessin (14).

Point 2 - Période Jour – Secteur centré Nord-Ouest (315°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	37,5	39,0	39,0	40,0	42,0	43,0	41,5	49,0	48,5	51,0	58,0	57,0
Nombre d'échantillons	185	249	121	208	89	62	30	27	32	33	18	11

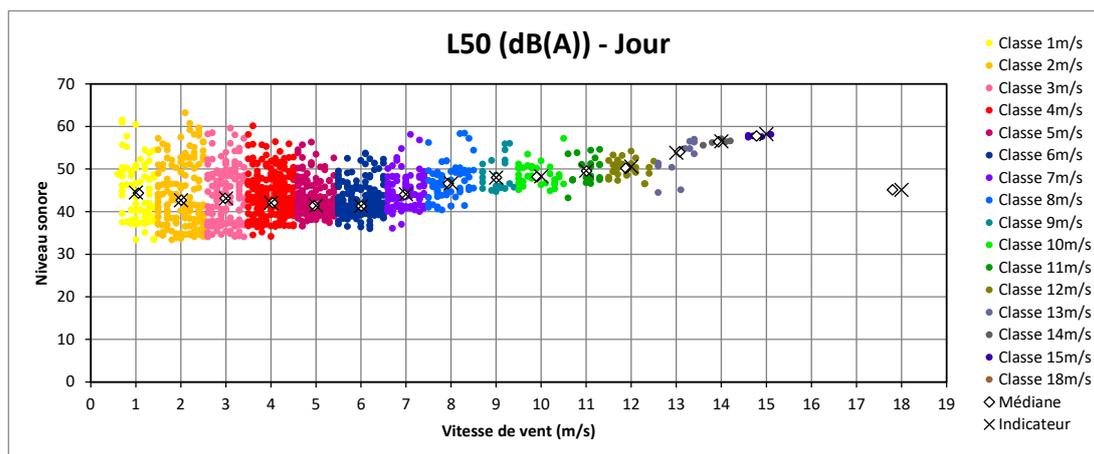


Point 2- Période Nuit – Secteur centré Nord-Ouest (315°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	35,0	36,0	42,5	45,5	44,0	41,0	42,0	48,0	51,0	50,5	50,0	52,5
Nombre d'échantillons	39	52	53	100	40	14	8	3	3	4	5	7

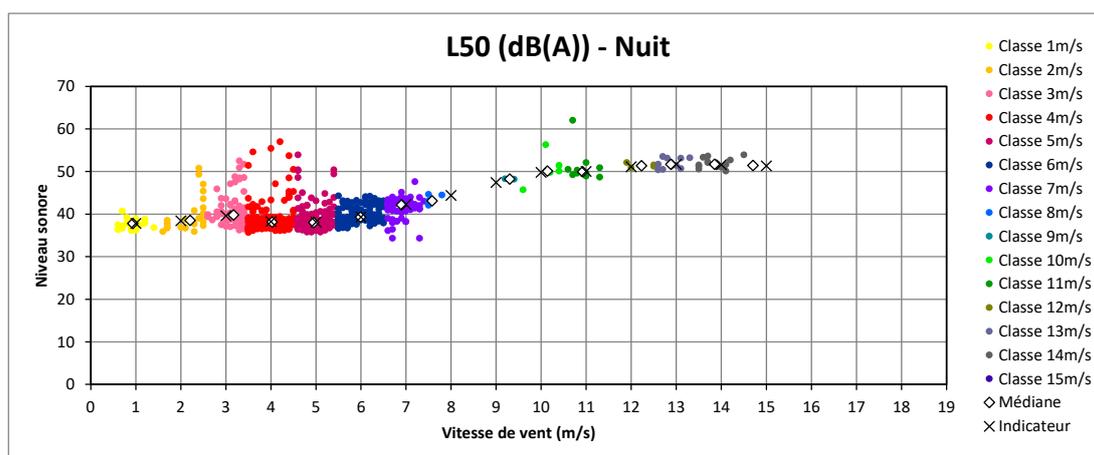


Point 3 : résultats du niveau sonore (période de jour et de nuit) sur la période hivernale pour la capitainerie du Port d'Antifer – Antifer (76).

Point 3 - Période Jour – Secteur centré Nord-Ouest (315°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	43,0	42,0	41,5	41,5	44,0	46,5	48,0	48,5	49,5	50,5	54,0	56,5
Nombre d'échantillons	149	272	196	208	93	63	21	34	22	29	12	5



Point 3- Période Nuit – Secteur centré Nord-Ouest (315°)												
Classe de vitesse de vent standardisée 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
Niveau sonore résiduel (en dB(A))	39,5	38,0	38,0	39,5	42,5	44,4	47,5	50,0	50,0	51,0	51,5	51,5
Nombre d'échantillons	77	201	168	127	66	5	2	5	10	4	9	14



Le **Tableau 38** synthétise les niveaux sonores globaux estimés à l'extérieur des habitations et déterminés en fonction de la vitesse de vent brute à 10 m de hauteur sur site, selon l'indicateur statistique L_{50} , arrondi au demi-décibel le plus proche.

Tableau 38 : le bruit résiduel dans le secteur Nord-Ouest pour la période hivernale.

** : valeur corrigée pour conserver une cohérence par rapport aux valeurs adjacentes ou pour conserver une valeur de nuit inférieure ou égale à celle de jour pour la même classe de vitesse de vent.*

*** : extrapolation linéaire des deux dernières classes de vitesse de vent, bornée à 3,0 dB.*

Bruit résiduel en dB(A) – secteur Nord-Ouest – période hivernale													
POINT DE MESURE	PERIODE	Classe de vent											
		3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s
1	Jour	37,0*	37,0*	37,0*	37,0	39,5	42,0	42,5	44,0*	44,0	45,0	45,5	47,5
	Nuit	37,0*	37,0*	37,0*	37,0*	39,5	39,5*	39,5*	39,5*	40,0	45,0	45,5*	47,5*
2	Jour	37,5	39,0	39,0	40,0	42,0	43,0	43,0*	48,5*	48,5	51,0	57,0*	57,0
	Nuit	35,0	36,0	39,0*	40,0*	41,0*	41,0	42,0	48,0	48,5*	50,0*	50,0	52,5
3	Jour	41,5*	41,5*	41,5	41,5	44,0	46,5	48,0	48,5	49,5	50,5	54,0	56,5
	Nuit	38,0*	38,0	38,0	39,5	42,5	44,5	47,5	48,5*	49,5*	50,5*	51,5	51,5

La campagne de mesure acoustique réalisée en période hivernale entre les mois de novembre 2022 et mars 2023 permet d'estimer les niveaux sonores résiduels de jour et de nuit en fonction des vitesses de vent brute à 10 m pour un vent de secteur majoritaire Sud-Ouest.

De jour, ils varient de 37,0 dB(A) à 41,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s et de 47,5 dB(A) à 56,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 14 m/s.

De nuit, les niveaux sonores varient de 35,0 dB(A) à 38,0 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 3 m/s, et de 49,5 dB(A) à 52,5 dB(A) pour la classe de vitesse de vent centrée sur 14 m/s.

2.3.2.3.7 Synthèse des résultats

Le **Tableau 39** ci-après présente la synthèse des résultats obtenus pour la campagne de mesure réalisée pendant l’hiver 2022-2023, pour tous les secteurs de vent et sur l’ensemble des points de mesures :

Tableau 39 : synthèse du bruit résiduel dans l'ensemble des secteurs pour la période hivernale.

** : valeur corrigée pour conserver une cohérence par rapport aux valeurs adjacentes ou pour conserver une valeur de nuit inférieure ou égale à celle de jour pour la même classe de vitesse de vent.*

*** : extrapolation linéaire des deux dernières classes de vitesse de vent, bornée à 3,0 dB.*

Bruit résiduel en dB(A) – secteur Nord-Est – période hivernale													
POINT DE	PERIOD E	Classe de vent											
		3	4	5	6	7m/s	8 m/s	9 m/s	10	11	12	13	14 m/s
1	Jour	41,5	45,5	48,5	49,0	50,0	51,5	52,5	53,5	56,0	57,0	57,0	57,0*
	Nuit	41,5	44,5	48,5	49,0	50,5	51,5	52,5	53,5*	55,5	56,0	56,5	57,0*
2	Jour	40,5	42,5	43,0	46,0	47,0	48,5	50,0	51,0	51,0*	51,0	51,0*	51,0**
	Nuit	39,0	41,0	43,0	46,0	47,0*	48,5*	50,0*	50,0*	50,0*	50,0*	50,0*	50,0*
3	Jour	39,0	41,0	44,5	46,0	49,0	49,0*	49,0	49,0*	49,0*	49,0*	49,0*	49,0**
	Nuit	37,5	37,0	38,0	39,0	41,5	44,0	48,5	48,5*	48,5*	48,5*	48,5*	48,5**
Bruit résiduel en dB(A) – secteur Sud-Est – période hivernale													
POINT DE	PERIOD E	Classe de vent											
		3	4	5	6	7m/s	8 m/s	9 m/s	10	11	12	13	14 m/s
1	Jour	37,0	38,0	40,0	41,5	43,5	44,0*	44,0*	44,0	47,0*	47,0	49,5	50,0
	Nuit	36,5	38,0	40,0	41,5	41,5	44,0	44,0*	44,0*	47,0*	47,0*	47,5*	47,5
2	Jour	38,0	39,0	43,5	46,5	47,0	47,5*	47,5*	47,5*	47,5*	47,5*	47,5*	47,5**
	Nuit	35,0	38,0	43,0	43,0	43,0*	43,0*	43,0*	43,0*	43,0*	43,0*	43,0*	43,0**
3	Jour	46,0	46,0	46,0	47,5	47,5*	50,0	52,5*	52,5*	52,5*	52,5*	52,5*	52,5**
	Nuit	40,5	43,5	46,0	46,0	46,0	47,0	50,0	52,5*	52,5*	52,5*	52,5*	52,5**
Bruit résiduel en dB(A) – secteur Sud-Ouest – période hivernale													
POINT DE	PERIOD E	Classe de vent											
		3	4	5	6	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10	11	12	13	14 m/s
1	Jour	35,5	35,5	36,0	37,0	38,5	41,0	42,0	44,0	46,0	46,5	49,0	50,0
	Nuit	31,0	32,5	33,5	35,0	36,5	38,5	41,0	43,0	46,0*	46,5*	49,0	49,0
2	Jour	36,5	37,5	38,5	41,0	43,5	45,5	47,5	49,5	52,0	53,5	55,5	55,5
	Nuit	34,5	35,5	37,0	38,5	41,0	45,0	47,5	49,5*	52,0	53,0*	53,0*	53,0
3	Jour	46,0	46,0	46,0	48,0	49,5	50,5	52,0	53,0	53,0	54,5	55,5	56,0
	Nuit	41,5	42,0	44,5	47,0	48,0	50,5	51,5	52,0*	52,0	52,0	52,0	52,0
Bruit résiduel en dB(A) – secteur Nord-Ouest – période hivernale													
POINT DE	PERIOD E	Classe de vent											
		3	4	5	6	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10	11	12	13	14 m/s
1	Jour	37,0	37,0	37,0	37,0	39,5	42,0	42,5	44,0*	44,0	45,0	45,5	47,5
	Nuit	37,0	37,0	37,0	37,0	39,5	39,5*	39,5*	39,5*	40,0	45,0	45,5*	47,5*
2	Jour	37,5	39,0	39,0	40,0	42,0	43,0	43,0*	48,5*	48,5	51,0	57,0*	57,0
	Nuit	35,0	36,0	39,0	40,0	41,0*	41,0	42,0	48,0	48,5*	50,0*	50,0	52,5
3	Jour	41,5	41,5	41,5	41,5	44,0	46,5	48,0	48,5	49,5	50,5	54,0	56,5
	Nuit	38,0	38,0	38,0	39,5	42,5	44,5	47,5	48,5*	49,5*	50,5*	51,5	51,5

D'après les résultats obtenus pendant la période hivernale, les points suivants peuvent être mis en évidence :

- Par vent de secteur Nord-Est, l'ambiance sonore autour de l'ensemble des points de mesures est élevée. Cela s'explique par le fait qu'aucun obstacle (bâtiment) ne vient « atténuer » la vitesse du vent et par conséquent diminuer les niveaux sonores ;
- Par vent de secteur Nord-Ouest, l'ambiance sonore autour du point de mesures à Réville est calme. Cela peut s'expliquer par la protection apportée par les bâtiments (phare et logement) ;
- Le point de mesure réalisé au niveau de la capitainerie du port d'Antifer recense des niveaux sonores importants pour tous les secteurs de vent et particulièrement pour les secteurs Sud-Ouest et Nord-Est ;
- Les niveaux sonores en tout point, en toute période et pour tous les secteurs de vent ne descendent pas en dessous de 30,0 dB(A).

2.3.3 Discussion et liens avec les autres compartiments

- Par vent de secteur Nord-Est, l'ambiance sonore autour de l'ensemble des points de mesures est élevée.
- Par vent de secteur Nord-Ouest, l'ambiance sonore autour du point de mesures à Réville est calme.
- Le point de mesure réalisé au niveau de la capitainerie du port d'Antifer recense des niveaux sonores importants pour tous les secteurs de vent et particulièrement pour les secteurs Sud-Ouest et Nord-Est.
- **Les niveaux sonores en tous points, toutes périodes et pour tous les secteurs de vent ne descendent pas en dessous de 30,0 dB(A).**

3 Caractéristiques biologiques

3.1 Communautés planctoniques

3.1.1 Matériels et méthodes

3.1.1.1 Stratégie d'échantillonnage

3.1.1.1.1 Généralités

L'étude en cours vise la caractérisation de l'état initial des **Communautés planctoniques** (**phytoplancton**³⁰ et **ichtyoplancton**³¹) associé à la zone du projet. Elle comprend des échantillonnages au moyen d'une **bouteille de prélèvement Niskin téflonnée** (phytoplancton dans la colonne d'eau) et au **filet Bongo à double collecteur** (zooplancton dans la colonne d'eau) et à la **benne Smith** (kystes phytoplanctoniques dans le sédiment). La localisation des stations échantillonnées est détaillée dans la **Figure 60** et le **Tableau 40**.

L'objectif est de caractériser l'état initial des communautés planctoniques dans la colonne d'eau et dans la couche superficielle des sédiments par des mesures *in situ* dans le cadre de l'étude d'impact de l'installation des parcs éoliens en mer dans les zones **AO4** et **AO8**. Le suivi repose sur un modèle **BACI** (Methratta, 2020) adapté aux spécificités du cahier des charges de l'étude (**Figure 59**). Le positionnement des stations permet une prise en compte des courants marins dominants de direction Nord-Sud et Est-Ouest avec également des stations ponctuelles placées hors et dans la zone de projet.

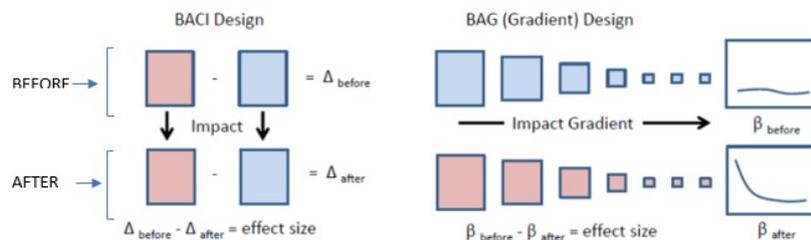


Figure 59 : comparaison entre une approche de type BACI et une approche de type BAG (Secor, 2017).

Le compartiment « **Communautés planctoniques** » est étudié pendant 2 années consécutives (de l'été 2022 à l'été 2024).

Les prélèvements de phytoplancton et d'ichtyoplancton sont réalisés en mutualisation avec le compartiment « **Qualité de l'eau** ». Les prélèvements de phytoplancton et d'ichtyoplancton sont réalisés en mutualisation avec le compartiment « **Qualité de l'eau** » pendant la première année de suivi. La fréquence de mesure est mensuelle pour les stations (H01 à H08). Le phytoplancton est échantillonné au moyen de la bouteille Niskin téflonnée et l'ichtyoplancton au filet Bongo à double collecteur. Les kystes phytoplanctoniques sont échantillonnés 2 fois par an pendant les périodes hivernale et automnale à l'échelle des mêmes stations associées au compartiment « **Qualité de l'eau** », H01 à H08. Les prélèvements de la fraction fine du sédiment sont réalisés à au moyen d'une

³⁰ Phytoplancton : Ensemble des organismes aquatiques faisant partie du plancton, caractérisés par leur capacité à se nourrir de manière autotrophe en captant l'énergie solaire lors du processus de photosynthèse.

³¹ Icthyoplancton : Œufs et larves de poissons, flottant et dérivant dans la colonne d'eau.

benne Smith. Parmi les stations échantillonnées, dans les deux cas, la moitié d'entre elles est située dans la zone du projet, à savoir la zone des futurs parcs éoliens, et l'autre moitié en dehors (**Tableau 40** et).

Tableau 40 : coordonnées géographiques des stations associées à l'échantillonnage du compartiment « Communautés planctoniques ». Le système de coordonnées est WGS 84 et les coordonnées présentées en degrés décimaux.

Stations « Communautés planctoniques »	Coordonnées décimales	
H01	49,88796233	-0,328629007
H02	49,85598954	-0,529913568
H03	49,77767321	-0,645924561
H04	49,69850483	-0,664656445
H05	49,84565791	-1,009366386
H06	49,98093563	-0,825260096
H07	49,92451866	-0,720033635
H08	49,84574053	-0,82080168

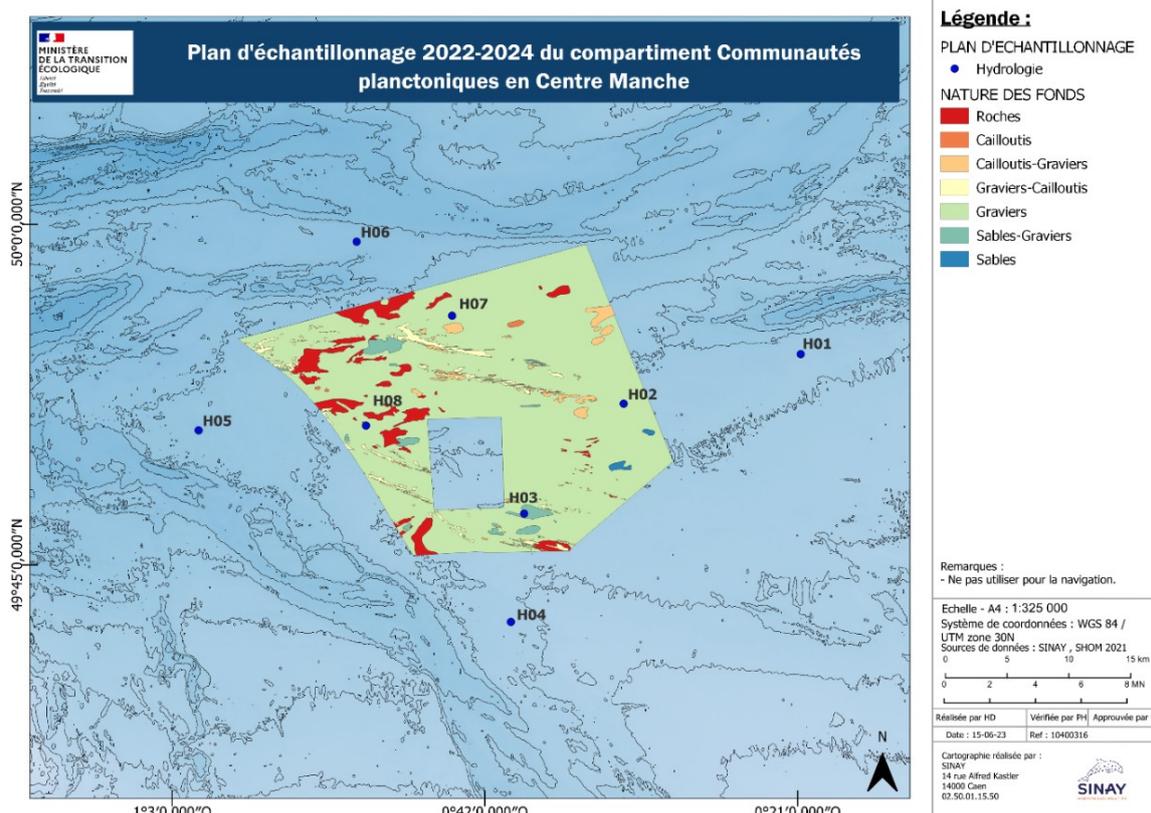


Figure 60 : plan d'échantillonnage du compartiment « Communautés planctoniques » en Centre Manche, en fonction de la bathymétrie et de la nature du fond. Les différents échantillonnages (bouteille Niskin, filet Bongo à double collecteur et benne Smith) correspondent aux station H01 à H08 identifiées respectivement « Hydrologie ».

3.1.1.1.2 Prélèvements à la bouteille Niskin

- **Méthode de prélèvement**

Les prélèvements d'eau de mer sont effectués au moyen d'une bouteille de prélèvement de type Niskin d'une contenance de 5 L. Ce volume permet de collecter la quantité nécessaire aux différentes analyses physico-chimiques et biologiques. L'intérieur de la bouteille, ainsi que le ressort sont recouverts de téflon pour empêcher d'éventuelles contaminations avec le PVC, présent sur d'autres types de bouteilles dans le cadre des mesures de la qualité chimique de l'eau. La méthode de prélèvement mutualisée respecte les préconisations du **Guide Aquaref** « Opérations d'échantillonnage en milieu marin » (Amouroux & Claisse, 2016).

Pour chaque station, 3 prélèvements sont réalisés à 3 profondeurs choisies (subsurface, mi-profondeur et 1 mètre du fond). Cette méthode permet une analyse *in situ* des paramètres physico-chimiques de l'eau. La fréquence de mesure est mensuelle, en accord avec le protocole **REPHY** (Gailhard, 2003).

À chaque profondeur, un volume d'eau de mer d'1 L, dédié à la détermination des espèces phytoplanctoniques, leur abondance et leur biomasse, est prélevé et conservé dans un flacon opaque afin d'éviter toute dégradation à la lumière.

Un volume supplémentaire de 500 mL d'eau, dédié à la détermination des **phéopigments**³², est prélevé à la profondeur de surface et conservé avec une solution de Lugol. Le Lugol est un agent fixateur préparé à partir d'acide acétique (10 %), d'iodure de potassium et d'eau distillée. La teneur finale dans l'échantillon ne doit pas dépasser les 2 %. Cette solution est considérée comme non dangereuse par l'Union Européenne ; elle peut être stockée avec les autres échantillons sans contrainte particulière.

La bouteille de prélèvement Niskin est couplée avec une sonde WiMo au moyen d'un système appelé « rosette » (**Figure 61**). Ce système est une création spécifique de Sinay pour l'étude de ce compartiment et celui de la « **Qualité de l'eau** ». Il permet de réaliser simultanément, les prélèvements d'eau et l'enregistrement des paramètres physico-chimiques de l'eau par la sonde multi-paramètres. Au moyen de cette méthode, les données sont mises en parallèle pendant une période identique. Un schéma de ce système est disponible dans l'Annexe.



Figure 61 : système de « rosette » comprenant une bouteille de prélèvement de type Niskin en téflon, d'une contenance 5 L et une sonde WiMo multi-paramètre dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité de l'eau » et « Communautés planctoniques ».

³² Phéopigments : Pigment chlorophyllien dégradé contenu dans les organismes phytoplanctoniques en suspension dans un volume d'eau.

- **Calendrier**

La fréquence d'échantillonnage est mensuelle pendant 1 année, de juillet 2022 à juin 2023. Lors des missions de l'automne 2022 et de l'hiver 2022-2023, plusieurs stations n'ont pu être échantillonnées principalement en raison du dépassement des conditions limites de navigation à cette période de l'année (**Tableau 41**). La mission d'octobre 2022 est la première mission au cours de laquelle les conditions météorologiques ont entraîné un échantillonnage partiel. Les stations ayant pu être échantillonnées sont les stations H01, H02 et H03. Ces stations sont depuis échantillonnées en privilégiant afin d'effectuer un suivi complet à l'échelle du plus grand nombre de stations possible.

Tableau 41 : calendrier des missions d'échantillonnage à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023 pour le compartiment « Qualité de l'eau ». Les stations signalées en vert ont été échantillonnées à la différence des stations en rouge.

Stations « Filet Bongo »	juil-22	août-22	sept-22	oct-22	nov-22	déc-22	janv-23	févr-23	mars-23	avr-23	mai-23	juin-23
H01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H03	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H04	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H05	✓	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H06	✓	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H07	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H08	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓

3.1.1.1.3 Prélèvement au double collecteur Bongo

- **Méthode de prélèvement**

Les prélèvements d'ichtyoplancton sont effectués avec un filet Bongo à double collecteur (**Figure 62**) à travers toute la colonne d'eau. L'échantillonnage est effectué en conditions diurnes pour éviter les biais de capture chez les espèces effectuant des **migrations nyctémérales**³³ influençant ainsi la composition des échantillons entre le jour et la nuit.

Le filet Bongo est équipé de 2 lunettes de 60 cm de diamètre sur chacune desquelles est adapté un filet à plancton de forme conique et dont la taille des mailles mesure 500 µm de côté. Chaque filet se termine par un collecteur sur lesquels sont fixés des tamis souples de même maille que le filet, cette dimension permettant en particulier d'assurer la collecte des larves et œufs de poissons. Un volumètre est placé à l'entrée du Bongo permettant de mesurer le volume filtré par le filet.

Les filets sont maintenus en position verticale pendant la phase de mise à l'eau. La position correcte dans l'eau est obtenue au moyen d'un lest (dépresseur) en forme de « V » qui assure la plongée de l'engin. Les filets sont reliés au navire par un câble en acier appelé fune. Le filet Bongo est descendu au fond et remonté progressivement à travers la colonne d'eau à une vitesse comprise entre deux et trois nœuds face au courant dominant. La durée totale du prélèvement est d'environ 8 à 10 minutes. Si le temps est inférieur au moment de la récupération du filet, des allers-retours entre la surface et

³³ Migration nyctémérale : nom donné au déplacement quotidien de certains organismes marins qui se déplacent chaque jour et chaque nuit, alternativement entre la surface et les profondeurs.

le fond sont répétés jusqu'à atteindre ce temps. La longueur de fune filée est adaptée en fonction de la profondeur de chaque station afin d'échantillonner toute la colonne d'eau.



Figure 62 : filet Bongo à double collecteur servant au prélèvement de l'ichtyoplancton équipé d'un dépresseur et d'un volucompteur mécanique (Bionef©) dans le cadre du suivi du compartiment « Communautés planctoniques ».

Les échantillons prélevés sont ensuite passés au tamis de maille 200 μm après un rinçage du filet afin de réduire le volume des échantillons sans perdre de matériel (**Figure 63**). Ils sont ensuite conservés dans une solution formolée diluée à 4 % avec l'eau de mer et tamponnée au tétraborate de sodium. Ce procédé permet de fixer les échantillons dans leur état initial obtenu par les prélèvements et de limiter les biais d'identification en laboratoire.



Figure 63 : extraction des échantillons prélevés dans les collecteurs du filet Bongo lors des missions consacrées à l'échantillonnage du zooplancton dont fait partie l'ichtyoplancton dans le cadre du suivi du compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés ».

- **Calendrier**

La fréquence d'échantillonnage est mensuelle pendant 2 années consécutives, de juillet 2022 à juin 2024.

Lors des missions de l'automne 2022 et d'hiver 2022-2023, plusieurs stations n'ont pu être échantillonnées principalement en raison du dépassement des conditions limites de navigation à cette période de l'année (**Tableau 42**). La mission d'octobre 2022 est la première mission au cours de laquelle les conditions météorologiques ont entraîné un échantillonnage partiel. Les stations ayant pu être échantillonnées sont les stations H01, H02 et H03. Ces stations sont depuis privilégiées afin d'effectuer un suivi complet à l'échelle du plus grand nombre de stations possible.

Tableau 42 : calendrier des missions d'échantillonnage à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023 pour le compartiment « Qualité de l'eau ». Les stations signalées en vert ont été échantillonnées à la différence des stations en rouge. Les ronds bleus correspondent aux stations qui seront échantillonnées dans les mois à venir. Une seconde année de suivi mensuel est prévue mais n'est pas présentée dans ce tableau.

Stations « Filet Bongo »	juil-22	août-22	sept-22	oct-22	nov-22	déc-22	janv-23	févr-23	mars-23	avr-23	mai-23	juin-23
H01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H03	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H04	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H05	✓	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H06	✓	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H07	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H08	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓

3.1.1.1.4 Prélèvement à la benne Smith

- **Méthode de prélèvement**

La benne Smith (**Figure 64**) est l'outil le plus adapté à l'étude de la granulométrie et de la nature des fonds de la zone des futurs parcs éoliens **AO4** et **AO8**. Elle est adaptée à la forte dominance granulométrique grossière tout en préservant l'intégrité de la possible fraction fine. C'est principalement dans cette fraction du sédiment que les kystes phytoplanctoniques se trouvent.

Cette benne pèse environ 120 kg et possède 2 mâchoires. Elle est montée dans un cadre métallique qui permet l'ajout de poids supplémentaire pour une meilleure pénétration dans le sédiment si nécessaire. La benne se déclenche automatiquement dès qu'elle touche le fond et réalise des prélèvements sur une surface de 0,1 m². Cet engin peut être utilisé pour différents types de substrats, des sédiments vaseux ou sédiments plus grossiers comme les graviers.

Une fois le prélèvement réalisé, la benne est remontée à bord. L'échantillon est manipulé avec précaution afin de maintenir sa structure autant que possible. La partie supérieure du prélèvement est ensuite raclée au moyen d'une spatule large afin de prélever un échantillon d'environ 100 g. Les échantillons sont ensuite conservés dans des flacons hermétiques jusqu'à leur transmission au laboratoire pour les analyses.



Figure 64 : benne Smith servant aux prélèvements des kystes phytoplanctoniques dans le cadre du suivi du compartiment « Communautés planctoniques ».

- **Calendrier**

Lors de la rédaction de ce rapport intermédiaire, les campagnes dédiées aux prélèvements des kystes phytoplanctoniques n'ont pas encore eu lieu. Les prélèvements sont prévus pendant la période automnale de 2023 et la période hivernale de 2024.

3.1.1.2 Moyens nautiques

Le navire sélectionné pour ces missions est le *Celtic Warrior* de la Société STO Logistique (**Figure 65**). Ce bateau possède tous les équipements nécessaires pour ce type d'opérations. En particulier, un treuil mécanique, une grue ayant une capacité de levage de 1 780 kg et un large pont dégagent un espace de travail de plus de 20 m² adapté à la réalisation des tâches.



Figure 65 : le navire *Celtic Warrior* de la société STO Logistique®.

L'échantillonnage des 8 stations associées au phytoplancton et ichtyoplancton nécessite généralement 3 jours de mission avec 3 opérateurs de Sinay. Sont également présents 1 capitaine et 1 matelot pour les assister. Ce compartiment est suivi en mutualisation avec les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Poissons, Mollusques et Crustacés** ».

Conformément au planning prévisionnel, l'échantillonnage associé aux kystes phytoplanctoniques n'a pas encore eu lieu.

Les campagnes mensuelles se réalisent uniquement durant les phases de morte-eau, car en vive-eau la mer est homogène, brassée par les forts courants de marées. Les conditions limites de sortie en bateau sont une mer de force 4 sur l'échelle de Beaufort (jolie brise, i.e. 10 à 15 nœuds soit 20 à 28 km/h) et une houle de 1 mètre longue sans distinction de la période. En dehors de ces règles HSE, les prélèvements ne peuvent pas être réalisés.

3.1.1.3 Paramètres mesurés et analyse des données

3.1.1.3.1 Phytoplancton

- **Analyses en laboratoire**

L'ensemble des échantillons arrive au laboratoire du Centre de Recherches en Environnement Côtier (CREC) de l'Université de Caen le jour des prélèvements. L'équipe du CREC de Luc-sur-mer envoie un de ses membres récupérer les échantillons au retour du bateau au port de Ouistreham. Ils sont conservés au frais (4°C à 10°C pour les échantillons non fixés et 1°C à 5°C pour ceux fixés au Lugol) jusqu'au début des analyses. Les échantillons non fixés sont ainsi analysés moins de 36 heures suivant le prélèvement. Les échantillons fixés sont analysés au plus tard 1 mois après le prélèvement. L'objectif des analyses décrites ci-dessous est de déterminer par échantillon :

- La teneur en chlorophylle *a* (échantillons non fixés) ;
- Le nombre de cellules totales ainsi que les différents taxons et les abondances associées (échantillons fixés) ;
- La teneur en phéopigments (échantillons non fixés).

Les méthodes d'analyses décrites ci-dessous, sont basées sur :

- La fluorimétrie, issue du protocole SOMLIT, afin de déterminer les concentrations de chlorophylle *a* et de phéopigments par échantillon ;
- La technique de microscopie optique issue des protocoles PHYTOBS et REPHY. Cette méthode permet d'identifier et de dénombrer les différentes espèces phytoplanctoniques présentes par échantillon.

- **Analyse de la teneur en chlorophylle *a* et des phéopigments**

Afin de limiter la dégradation du phytoplancton, les prélèvements d'eau de mer (3 répliques pour chaque échantillon) non fixés sont filtrés en laboratoire le jour même. Les échantillons de microalgues sont ainsi collectés sur un filtre. La membrane filtrante est ensuite déposée dans l'acétone à 90 % pour en extraire la chlorophylle *a* et les phéopigments.

Les concentrations sont déterminées à l'aide d'un lecteur de microplaque en mesurant la fluorescence émise à la suite d'une excitation lumineuse. Tous les pigments chlorophylliens et leurs produits de dégradation ont leur propre spectre d'absorption et d'émission. En effet, les pigments émettent une fluorescence rouge lorsqu'ils sont excités par de la lumière bleue ou ultra-violette. Le fluorimètre est donc équipé d'une lampe émettant dans le bleu, d'un filtre d'excitation bleu (420-450 nm) et d'un filtre d'émission rouge (> 665 nm).

- **Détermination et dénombrement des espèces phytoplanctoniques**

La première étape consiste à laisser les échantillons sédimenter dans une cuve. Un équilibre thermique doit pour cela être atteint entre les échantillons, le matériel de travail (chambre de sédimentation) et la pièce dans laquelle les analyses sont effectuées. En effet, tout déséquilibre thermique peut entraîner la formation de bulles par dégagement gazeux et des convections au sein de la chambre provoquant une sédimentation non aléatoire des cellules (les plus grosses cellules sur

les bords de la cuve et les plus petites au centre). Cet équilibre thermique dépend de la quantité d'échantillons à analyser. Ces derniers sont conservés à température ambiante et à l'obscurité. L'étape d'homogénéisation est déterminante pour la remise en suspension et la séparation des agrégats de cellules ayant pu se former durant la conservation de l'échantillon. Celle-ci est effectuée manuellement par 30 roulements horizontaux et retournements verticaux doux du flacon. L'homogénéisation douce permet de limiter l'altération des cellules les plus fragiles et la formation de bulles d'air. Si des bulles se forment dans le flacon lors de cette étape, il est indispensable de laisser reposer l'échantillon jusqu'à leur complète disparition (quelques heures) puis de réitérer l'opération.

La sédimentation doit se dérouler sur une surface horizontale, à l'abri de la lumière directe, des vibrations, d'une source chaleur et à une température ambiante constante. À l'issue de l'étape d'homogénéisation, la chambre de sédimentation est directement remplie à partir du flacon d'échantillonnage, en évitant toute formation de bulles d'air. Le temps de sédimentation dépend du volume de la colonne et donc de la hauteur de la chambre.

La seconde étape correspond à l'identification et au dénombrement des cellules au microscope optique. Avant de commencer cette analyse, la distribution aléatoire des cellules dans la chambre de sédimentation est vérifiée avec le plus faible objectif. Une distribution est dite aléatoire lorsque la distribution des particules est irrégulière et, en fonction de la densité des particules, avec un grand nombre d'espaces vides. Si la distribution n'est pas homogène, il convient de procéder à la préparation d'un nouveau sous échantillon. Un premier balayage à faible objectif permet également d'évaluer la densité en phytoplancton de l'échantillon pour confirmer ou infirmer le choix du volume sédimenté. La stratégie de dénombrement à adopter pour l'analyse d'une chambre de sédimentation est fonction de la densité de l'échantillon, des saisons, des taxons présents.

L'identification au microscope optique repose sur l'observation et la détermination de critères morphologiques, soit par comparaison avec les documents de référence soit à l'aide de clés d'identification. L'existence des espèces caractéristiques de la région échantillonnée, les variations morphologiques au sein d'une même espèce et les données environnementales liées à l'échantillon analysé facilitent l'analyse et les identifications. Une observation préliminaire du matériel vivant à l'issue de l'échantillonnage, si elle est possible, s'avère être une aide précieuse pour les comptages ultérieurs.

Le comptage au microscope optique consiste à enregistrer les taxons observés et le nombre d'unités d'algues (cellules) de chaque taxon dans une zone de surface connue de la chambre de sédimentation ou dans la chambre entière. Selon cette méthode, 2 techniques sont employées :

- Dénombrement de la chambre entière : le comptage est effectué en parcourant le fond de la chambre d'un bord à l'autre, verticalement ou horizontalement. Cette technique est adoptée pour les espèces les plus grandes, peu abondantes et faciles à identifier. Ces dernières peuvent ainsi être comptées à l'objectif x20 sur toute la surface de la chambre ;
- Dénombrement d'une partie de la chambre : cette technique est adoptée pour les plus petites espèces ou pour les taxons ayant une forte abondance. Les individus sont comptés à l'objectif x40 sur une partie de la chambre. La surface totale de la chambre correspond à un volume connu de l'échantillon, c'est-à-dire au volume de la colonne. Le choix du dénombrement d'une partie de la chambre équivaut à un sous-échantillonnage, les surfaces comptées doivent être connues afin de les rapporter aux volumes correspondants.

L'effort de comptage pour un échantillon est fixé à 400 cellules de tailles supérieures à 10 μm , toutes espèces confondues. Ce seuil de 400 cellules correspond à une limite de confiance de 10 %. En période hivernale, les échantillons sont moins riches, les comptages peuvent difficilement atteindre

le seuil de 400 cellules. Il est alors indispensable de compter les taxons présents dans la chambre entière ou d'augmenter le volume de la colonne de sédimentation pour atteindre ce seuil.

La concentration du phytoplancton pour les eaux marines est exprimée en nombre de cellules par litre :

$$N = X \frac{(At) d}{(Ac) v}$$

Dans cette formule :

- N correspond au nombre de cellules par unité de volume (L) ;
- X au nombre moyen de cellules par champ (ou nombre total pour la chambre entière) ;
- At à l'aire totale de la chambre (mm²) ou de la surface comptée ;
- v au volume de la chambre de sédimentation (mL) ;
- Ac à l'aire d'un champ ou d'une grille de comptage (mm²) ;
- d au facteur de dilution le cas échéant ;
- At à l'aire totale de la chambre calculé comme suit : $At = \pi(r)^2$, r correspondant au rayon de la chambre.

Les résultats sont présentés dans un tableur Excel. Les données recensées sont les suivantes :

- **Chlorophylle a** : concentration exprimée en ug/L aux 3 profondeurs de prélèvements (surface, mi-profondeur et au fond) ainsi que la moyenne sur toute la colonne d'eau ;
- **Espèces phytoplanctoniques** : abondance totale des cellules exprimée en cellules/L, abondance totale de **Diatomées**³⁴ et de **Dinoflagellés**³⁵, détermination et abondance des espèces appartenant aux Diatomées et de Dinoflagellés ;
- **Phéopigments** : concentration exprimée en ug/L aux 3 profondeurs de prélèvements (surface, mi-profondeur et au fond) ainsi que la moyenne sur toute la colonne d'eau.
- **Part de phéopigment** : teneur en phéopigments par rapport à la chlorophylle a en pourcentage.

- **Analyses statistiques**

Les résultats sont présentés sous forme de séries temporelles par station, pour ce qui concerne les abondances de diatomées et dinoflagellés (en cellules/l). Le rapport entre ces deux abondances est aussi obtenu et visualisé sous une échelle logarithmique (log₁₀).

Les concentrations de chlorophylle a sont obtenues pour chaque station et visualisées séparément pour chaque niveau de profondeur (surface, mi-profondeur, fond). La moyenne entre ces valeurs est aussi calculée.

Pour étudier les variations de composition de la communauté phytoplanctonique entre les stations et les missions à différentes périodes de l'année, une analyse multivariée est réalisée en utilisant la méthode nMDS (*non-metric Multi-Dimensional Scaling*). Sur cette représentation, les vecteurs des variables environnementales significatives (p < 0.05) sont ajoutés : leur direction indique l'axe le long duquel la valeur de chaque variable augmente.

Tous les traitements de données et les analyses statistiques sont réalisés à l'aide du langage R.

³⁴ Diatomées : Algues brunes, microscopiques (dont la taille varie entre 5µm et 500 µm) et unicellulaires.

³⁵ Dinoflagellés : Super-classe d'organismes eucaryotes unicellulaires (dont la taille varie entre 3 µm et 50 µm).

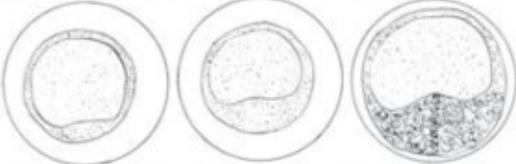
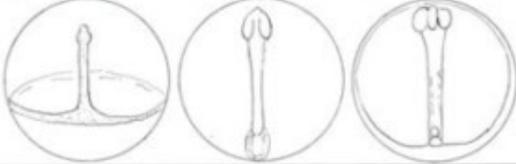
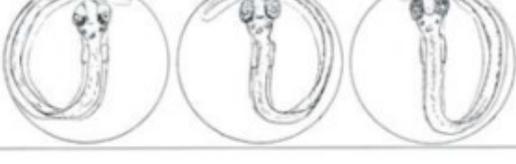
3.1.1.3.2 Ichtyoplancton

- **Analyses des échantillons**

Les échantillons sont d’abord passés sur un tamis de 500 µm puis placés dans un fluide de tri *sorting fluid* (Phenoxypropylene glycol). Ce tri permet de séparer les œufs et larves de poisson du reste du zooplancton (Crustacés et Mollusques). L’ensemble des espèces représentées sont d’intérêt commercial.

Les œufs et larves de Poissons sont identifiés au niveau de précision de l’espèce avec une la loupe binoculaire Zeiss-Stémi 2000C équipée d’un Canon 650D (Ehrenbaum, 1905) ; (Russell, 1976) ; (Munk & Nielsen, 2005) :

- Le degré de développement des œufs (Stage I – Stage V) est déterminé selon la méthode de (Russell, 1976) et (Munk & Nielsen, 2005) (**Figure 110**) :

	<p>Stage IA The blastula stage lasts from fertilization until successive cleavages have produced a cellular mass in which individual cells are not visible.</p>
	<p>Stage IB During this the blastodisc develops further, and it becomes visible as a signet ring. The stage lasts to the first indication of the primitive streak.</p>
	<p>Stage II The gastrulation stage lasts from the first indication of the primitive streak until the closure of the blastopore.</p>
	<p>Stage III Growth of the tail is apparent and the stage lasts until the embryo spreads around three-quarters of the circumference of the egg. The eyes develop.</p>
	<p>Stage IV The tail grows until the embryo fills the whole egg, with the tail touching the head.</p>
	<p>Stage V During this stage the tail grows past the head. Pigmentation of the eyes begins.</p>

Stages in the development of the fish egg, using the development of *Pleuronectes platessa* as an example. Stages IA–V are as described by A.C. Simpson,^[157] B.M. Thompson and J.D. Riley,^[158] using the drawings by Apstein^[2].

Figure 66 : degré de développement des œufs (Stage I – Stage V) selon la méthode de (Russell, 1976) et (Munk & Nielsen, 2005).

La terminologie pour les stades de développement est basée sur le degré de flexion de la section terminale de la **notochorde**³⁶ au cours du développement de la nageoire caudale (Richards, 2006; Ahlstrom & Ball, 1954) (**Figure 67**). La terminologie des stades de développement est basée sur le degré de flexion de la section terminale de la notochorde au cours du développement de la nageoire caudale (Richards, 2006; Ahlstrom & Ball, 1954) (**Figure 67**).

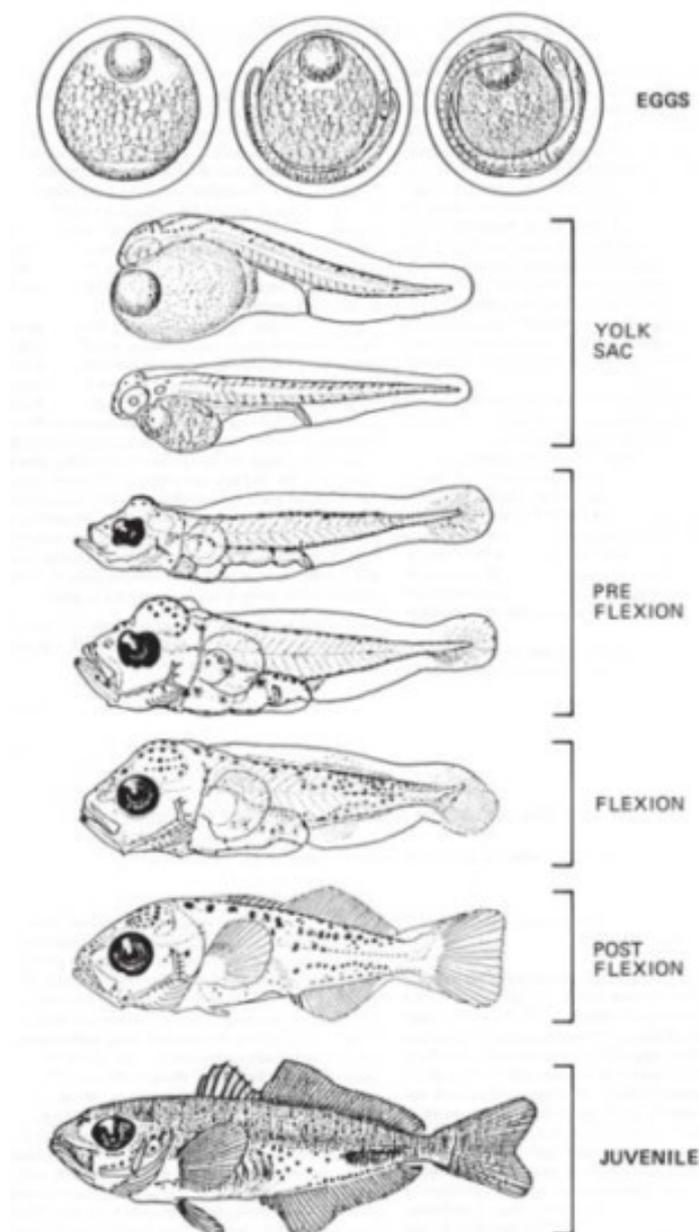


Figure 67 : stades de développement selon (Richards, 2006) et (Ahlstrom & Ball, 1954).

- Lors de la phase pré-flexion, les éléments du squelette commencent à se former sur le côté ventral de la notochorde qui reste droite. Lors de la phase de flexion, la notochorde commence à se courber vers le haut tandis que les supports des rayons de la nageoire se développent sous cette dernière. La phase de post-flexion commence avant la fin du développement des rayons caudaux et de leurs supports. Cette phase se termine avec le

³⁶ Notochorde : Structure rigide dorsale présente dans l'embryon de tous les Chordés (*Chordata*) et qui, pour les Vertébrés, participe à la formation de la colonne vertébrale.

début de la phase juvénile. Un juvénile est généralement considéré comme un adulte pré-reproducteur et morphologiquement similaire à l'adulte.

- Le *standard length* est mesuré dans les larves en phase de flexion et de post-flexion et le *notochord length* est mesuré dans les larves en phase de pré-flexion (**Figure 68**).

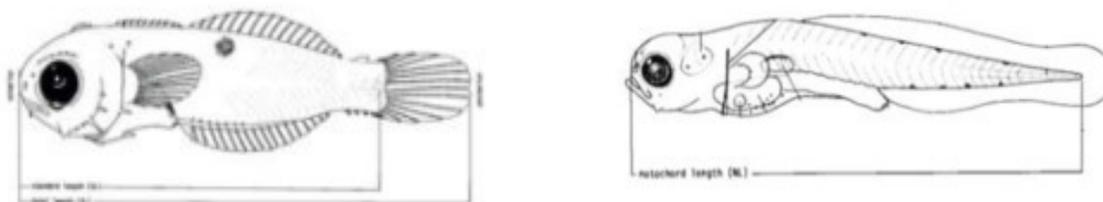


Figure 68 : détermination du standard length et du notochord length.

Le reste du zooplancton est identifié au niveau de précision de la Sous-Classe à la loupe binoculaire Zeiss SteREODiscovery.V20. Les images ont été prises avec un Axiocam Zeiss attaché au Zeiss SteREO Discovery.V20. Les individus sont mesurés à l'aide du logiciel Zeiss Zen.

Les fichiers de résultats sont présentés dans un tableur Excel en trois onglets :

- **Larves de Poisson** : famille, espèce, abondance spécifique, stade larvaire et taille des individus ;
- **Œufs de Poisson** : famille, espèce, abondance spécifique et stade larvaire ;
- **Plancton autre que l'ichtyoplancton** : sous classe, stade larvaire ou adulte et abondance.

- **Analyses statistiques**

Les traitements sont réalisés séparément entre larves, œufs et le reste du zooplancton. Le traitement des données issues des captures est effectué par trois grandes catégories d'indicateurs biologiques : les indicateurs de diversité, d'abondance et de structure (Ifremer, 2011) :

- **Indicateurs de diversité** : l'indice de diversité de Shannon-Wiener (H) et l'indice d'équitabilité de Pielou (J) ;
- **Indicateurs d'abondance** : les données brutes obtenues sur un volume d'eau de mer correspondant à 1 000 m³ d'eau sont converties en Captures Par Unité d'Effort (CPUE) numériques par rapport au volume d'eau filtré par l'engin de pêche (*e.i.* le nombre d'individus pour un volume donné). Ces CPUE sont exprimées sur le total capturé par station échantillonnée ;

L'indice de diversité de (Shannon & Weaver, 1948) est calculé à partir d'un logarithme naturel selon la formule suivante :

$$H = - \sum_i^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \cdot \log_e \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Dans la formule n_i est l'abondance du taxon i et N l'abondance totale dans la station considérée. L'indice d'équitabilité de (Pielou, 1966) (J) complète l'indice de diversité de Shannon-Wiener. Il permet d'appréhender la structure quantitative d'une communauté en termes 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, atteinte lorsque les espèces ont des effectifs identiques (Frontier, et al., 2004). Sa valeur varie de 0 (dominance complète d'une espèce) à 1 (équipartition des individus dans les espèces). Il se calcule selon la formule suivante :

$$J = \frac{H}{\log S}$$

Afin de normaliser et de rendre aussi objective que possible la comparaison des prélèvements entre eux, pour chaque campagne, une analyse multivariée sous la forme d'un nMDS est réalisée.

Cette analyse a pour objectif de synthétiser au mieux la variance totale de la matrice de distance (Bray-Curtis). L'unique représentation graphique est le graphe des individus qui montre la position de ces individus (stations d'échantillonnage) dans un plan factoriel composé de deux axes.

Les distances interindividuelles dans l'espace multivarié créé par l'analyse sont bien représentatives des distances interindividuelles réelles. C'est-à-dire que plus les individus (stations) sont proches à l'échelle de cette représentation graphique, plus les valeurs de leurs paramètres (leur peuplement en particulier) sont similaires. Selon le même principe, plus elles sont éloignées, plus ces valeurs sont différentes. Le graphique des individus (stations) permet donc d'identifier s'il existe une structuration dans le jeu de données (en groupes de stations, le long d'un gradient...) et de les mettre en relation avec les facteurs de l'étude (saison, zone, paramètres environnementaux). Si des groupes sont suspectés, ils peuvent ainsi être déterminés de façon objective.

Tous les traitements de données et les analyses statistiques sont réalisés à l'aide du langage R.

3.1.1.3.3 Kystes phytoplanctoniques

- **Analyses en laboratoire**

Lors de la rédaction de ce rapport intermédiaire, les campagnes dédiées aux prélèvements des kystes phytoplanctoniques n'ont pas encore eu lieu. La description des analyses en laboratoire des kystes phytoplanctoniques une fois les prélèvements en mer réalisés sera abordée lors du rapport final.

- **Analyses statistiques**

Lors de la rédaction de ce rapport intermédiaire, les campagnes dédiées aux prélèvements des kystes phytoplanctoniques n'ont pas encore eu lieu. La description des analyses statistiques une fois les analyses en laboratoire réalisées sera abordée lors du rapport final.

3.1.2 Résultats de la période de juillet 2022 à juin 2023 (phytoplancton)

Lors des missions de l'automne 2022 et d'hiver 2022-2023, plusieurs stations n'ont pu être échantillonnées principalement en raison du dépassement des conditions limites de navigation à cette période de l'année.

Les données des stations suivantes n'ont pu être mesurées :

- Les stations H01, H02, H04, H05 et H08 en octobre 2022 ;
- Les stations H03, H04, H07 et H08 en novembre 2022 ;
- Les stations H04 à H08 en décembre 2022 ;
- Les stations H01 à H08 en janvier 2023.

Ces données sont donc absentes pour les différents paramètres décrits ci-dessous et ne seront pas présentées dans les figures associées.

3.1.2.1 Quantité de chlorophylle a

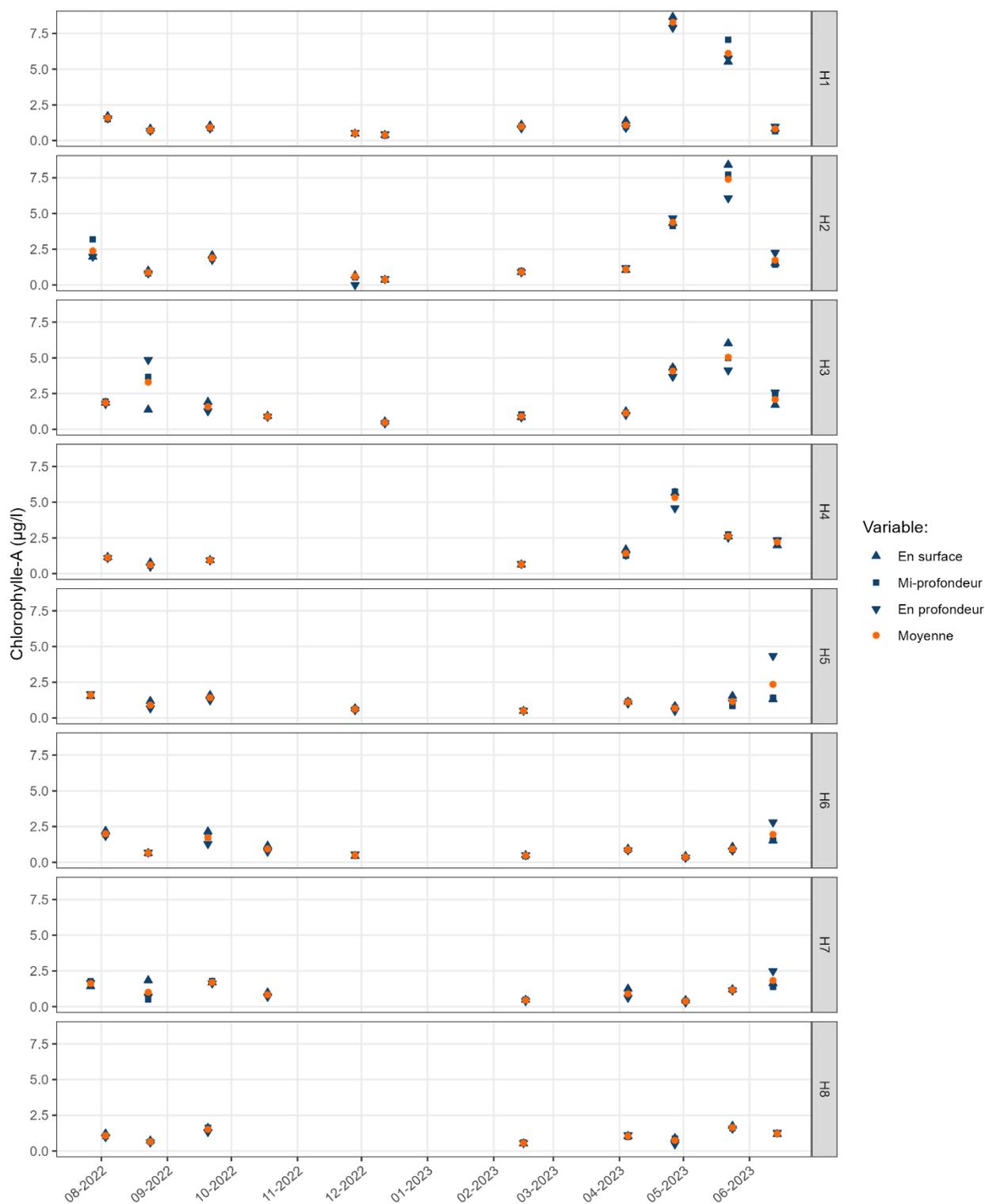


Figure 69 : quantité de chlorophylle a (µg/L) mesurée par station en fonction de leur localisation dans la zone d'étude au cours des 10 missions réalisées à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023.

ci-dessus présente la quantité de chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$) calculée à l'échelle des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des missions de juillet 2022 à juin 2023. Ces missions sont mutualisées pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** ». Les valeurs sont présentées selon la position du prélèvement dans la colonne d'eau : en surface, à mi-profondeur, au fond et la moyenne des valeurs de ces 3 points de prélèvement.

Les quantités de chlorophylle a sont globalement similaires à la surface, à mi-profondeur et au fond à l'échelle des 8 stations échantillonnées avec des valeurs comprises entre 0 et $8,7 \mu\text{g/L}$ de juillet 2022 à juin 2023.

Des valeurs se démarquent néanmoins à l'échelle de la station H03 ($4,86 \mu\text{g/L}$ en profondeur à $1,37 \mu\text{g/L}$ en surface) et la station H07 ($1,84 \mu\text{g/L}$ en surface à $0,7 \mu\text{g/L}$ au fond) lors de la mission d'août 2022. Le même cas est observé en mai 2023 avec les stations H02 et H03. Par ailleurs, 2 pics de chlorophylle a sont remarquables au cours des prélèvements de l'été 2022 et du printemps 2023 :

- En août 2022 pour la station H03 ($4,86 \mu\text{g/L}$ en surface) ;
- En mars et avril 2023 (respectivement prélevés en avril et mai 2023) pour les stations H01 à H04 ($8,28 \mu\text{g/L}$ à $4,08 \mu\text{g/L}$ en moyenne à l'échelle de la colonne d'eau).

Ces pics de chlorophylle a semblent être associés aux **blooms phytoplanctoniques**³⁷ attendus à ces époques de l'année. Cependant, ces blooms semblent être localisés à l'échelle des stations à l'Est de la zone d'étude (H01 à H04), conformément aux conclusions des suivis du compartiment « **qualité de l'eau** » (2.1.3). Les autres stations (H05 à H08) de la zone présentent des valeurs d'abondance qui ne semblent pas révéler la présence d'efflorescence phytoplanctonique.

3.1.2.2 Abondance des Diatomées et Dinoflagellés

La **Figure 70** ci-dessous présente les valeurs d'abondance (nombre de cellules/L) des Diatomées (points rouges) et des Dinoflagellés (points verts) mesurées à l'échelle des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des missions réalisées de juillet 2022 à juin 2023. Ces missions sont réalisées en mutualisation pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** ».

Les valeurs d'abondance des Diatomées et des Dinoflagellés sont comprises entre 0 et $360\ 200$ cellules/L pour les 8 stations échantillonnées de juillet 2022 à juin 2023.

Les valeurs d'abondance des Dinoflagellés restent homogènes pendant toute la période étudiée (0 à $6\ 300$ cellules/L).

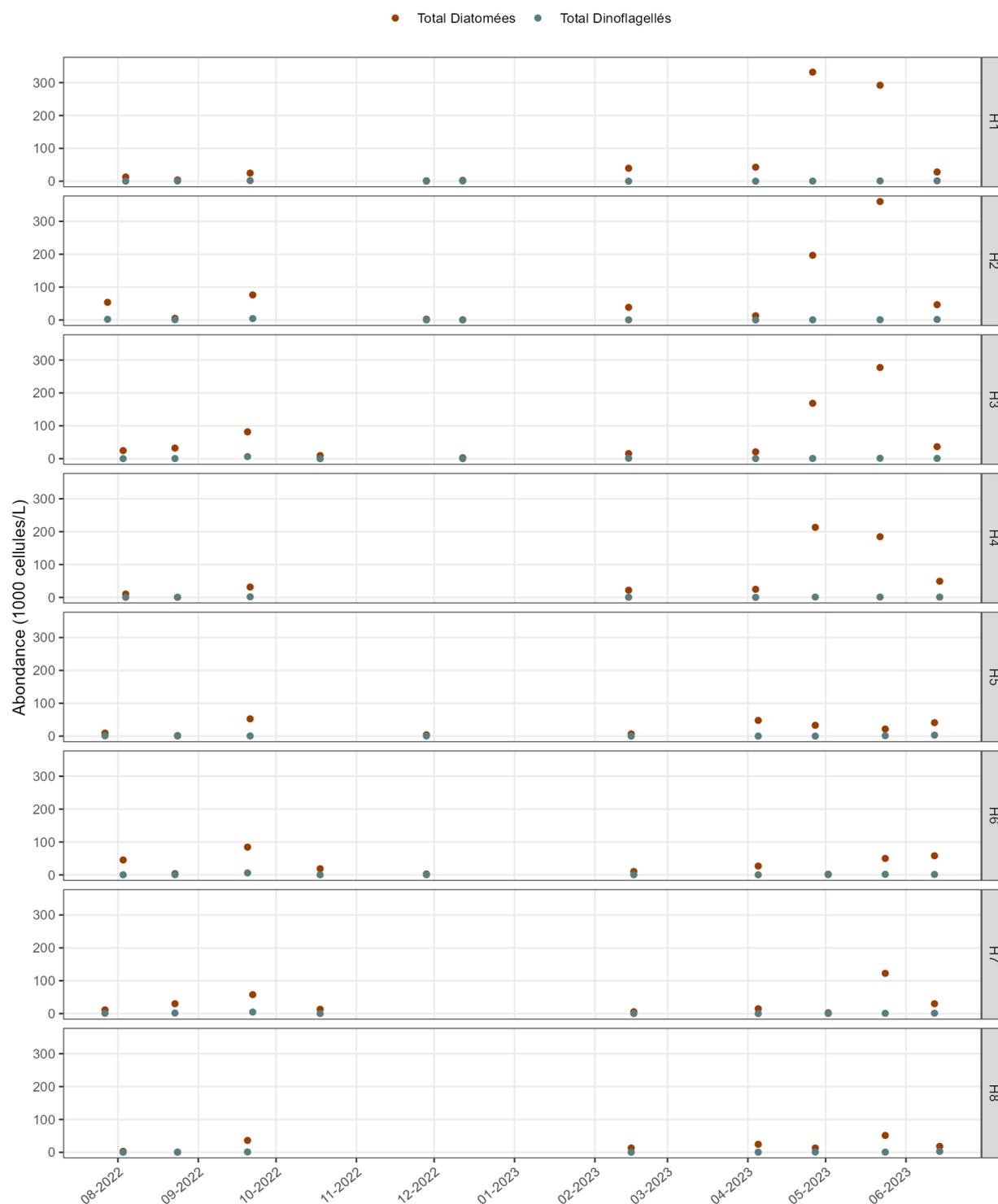
Les valeurs d'abondance des Diatomées semblent homogènes du début de l'automne 2022 à la fin de l'hiver 2023 (500 à $39\ 400$ cellules/L). Si les valeurs sont bien homogènes, il faut néanmoins prendre en considération que la série temporelle n'est pas complète. Par ailleurs, plusieurs pics sont remarquables au cours de l'été 2022 et du printemps 2023 :

- En septembre 2022 à l'échelle de presque toutes les stations ($24\ 600$ à $84\ 400$ cellules/L) ;
- En avril et mai 2023 à l'échelle des stations H01 à H04 ainsi que H07 ($122\ 500$ à $360\ 200$ cellules/L). C'est au cours de cette période de l'année que les valeurs les plus fortes sont observées.

L'augmentation des valeurs d'abondance des Diatomées est analogues aux variations de quantité de chlorophylle a observées en été 2022 et au printemps 2023. En effet, les Diatomées sont des organismes unicellulaires utilisant l'énergie de la lumière au moyen de la chlorophylle a et de la

³⁷ Bloom phytoplanctonique : Processus de concentration rapide des cellules phytoplanctoniques dans une masse d'eau.

chlorophylle *c* contenues dans leurs **chloroplastes**³⁸ par photosynthèse. Les fortes concentrations de Diatomées correspondent aux blooms phytoplanctoniques attendus à ces 2 époques de l’année, localisés à l’Est du parc. Les stations se trouvant au centre et à l’Ouest (H05 à H08) de la zone d’étude présentent des valeurs d’abondance qui ne révèlent pas de bloom de Diatomées ni de Dinoflagellés.



³⁸ Chloroplastes : Organites présents dans le cytoplasme des cellules eucaryotes photosynthétiques (plantes, algues).

Figure 70 : abondance des diatomées et des dinoflagellés (1000 cellules/L) calculée par station en fonction de leur localisation dans la zone d'étude au cours des 10 missions réalisées à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023.

3.1.2.3 Ratio Diatomées / Dinoflagellés

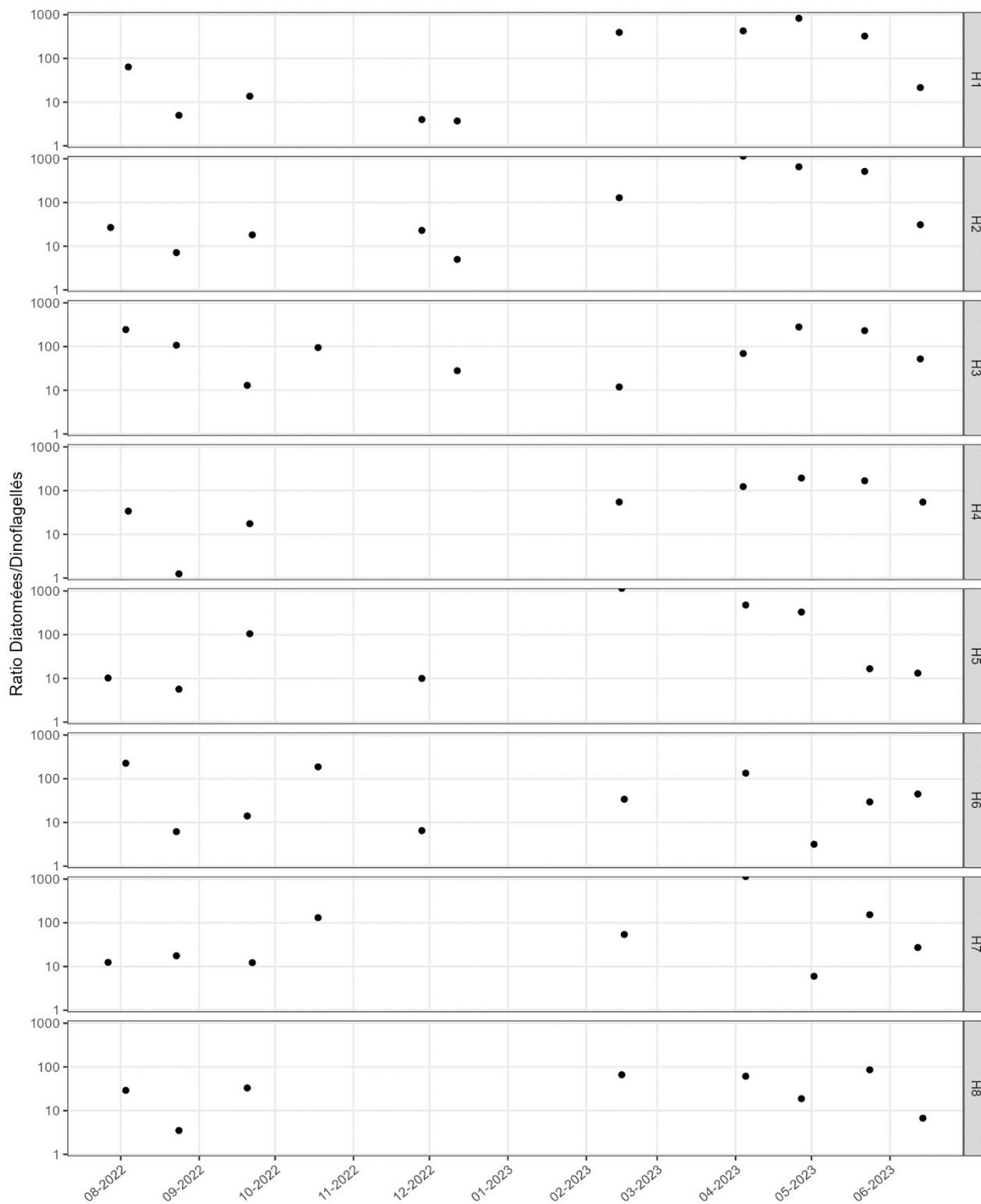


Figure 71 : ratio entre les diatomées et les dinoflagellés calculé par station en fonction de leur localisation dans la zone d'étude au cours des 10 missions réalisées à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023.

La **Figure 71** présente le ratio entre les Diatomées et les Dinoflagellés calculé à l'échelle des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des missions réalisées de juillet 2022 à juin 2023. Ces missions sont réalisées en mutualisation pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** ».

Les ratios entre les Diatomées et les Dinoflagellés sont compris entre 1,3 et 829,8 pour les 8 stations échantillonnées de juillet 2022 à juin 2023. Lorsque le ratio Diatomées / Dinoflagellés est supérieur à 1, cela signifie que les valeurs d'abondance des Diatomées sont supérieures à celles des Dinoflagellés. Lorsque le ratio est inférieur à 1, ce sont les valeurs d'abondance des Dinoflagellés qui sont supérieures à celles des Diatomées.

Pendant toute la période étudiée, le ratio est supérieur à 1. Ce dernier suit les mêmes tendances que celles observées dans la **Figure 70** ci-dessus :

- Une augmentation du ratio en été 2022 pour quasiment toutes les stations ;
- Une augmentation du ratio au printemps 2023 pour les stations H01 à H04 ;
- Une diminution du ratio ou une stabilisation du ratio à l'échelle de l'ensemble des stations du milieu de l'automne 2022 à la fin de l'hiver 2023.

Les variations du ratio semblent correspondre à la dynamique des blooms phytoplanctoniques de Diatomées à l'Est de la zone d'étude en été 2022 et au printemps 2023. La diminution du ratio pour les stations H05 à H08 confirme qu'une espèce n'est pas dominante par rapport à l'autre à l'Ouest de la zone d'étude et qu'aucun bloom n'est observé dans cette zone pendant toute l'étude.

3.1.2.4 Quantité de phéopigments

La **Figure 72** ci-dessous présente la quantité de phéopigments ($\mu\text{g/L}$) calculée à l'échelle des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des missions de juillet 2022 à juin 2023. Ces missions sont mutualisées pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** ». Les valeurs sont présentées selon la position du prélèvement dans la colonne d'eau : en surface, à mi-profondeur, au fond et la moyenne des valeurs de ces 3 points de prélèvement.

Les quantités de phéopigments sont généralement similaires à la surface, à mi-profondeur et au fond à l'échelle des 8 stations échantillonnées avec des valeurs comprises entre 0 et $2,52 \mu\text{g/L}$ de juillet 2022 à juin 2023.

Des valeurs remarquables se démarquent néanmoins à l'échelle de la station H02 ($2,52 \mu\text{g/L}$ à mi-profondeur, $1,87 \mu\text{g/L}$ en profondeur et $1,24 \mu\text{g/L}$ en surface) lors de la mission de juillet 2022. 2 autres pics de phéopigments sont remarquables au cours des prélèvements de la fin du printemps 2023 / début de l'été 2023 :

- En juin 2023 pour la station H01 ($0,9 \mu\text{g/L}$ en profondeur) ;
- En juin 2023 pour la station H02 ($0,78 \mu\text{g/L}$ en profondeur).

Ces pics de phéopigments semblent être associés aux blooms phytoplanctoniques attendus en fin de printemps/début de l'été. Cependant, **ces blooms semblent être localisés à l'échelle des stations à l'Est de la zone d'étude (H01 et H02)**. Les stations se trouvant au centre et à l'Ouest (H03 à H08) de cette zone présentent des valeurs d'abondance qui ne semblent pas révéler la présence d'efflorescence phytoplanctonique.

Lors d'un bloom phytoplanctonique, des concentrations de matière végétale vivante (chlorophylle *a*) et de matière végétale morte (chlorophylle *a* dégradée) sont produites. Les variations des quantités observées pour les phéopigments sont généralement analogues à celles observées pour la chlorophylle *a*. Les conditions météorologique et hydrodynamiques de la zone d'étude pourraient expliquer que les variations entre ces 2 paramètres ne soient pas similaires au cours de la période étudiée (déplacements des communautés au gré des courants par exemple).

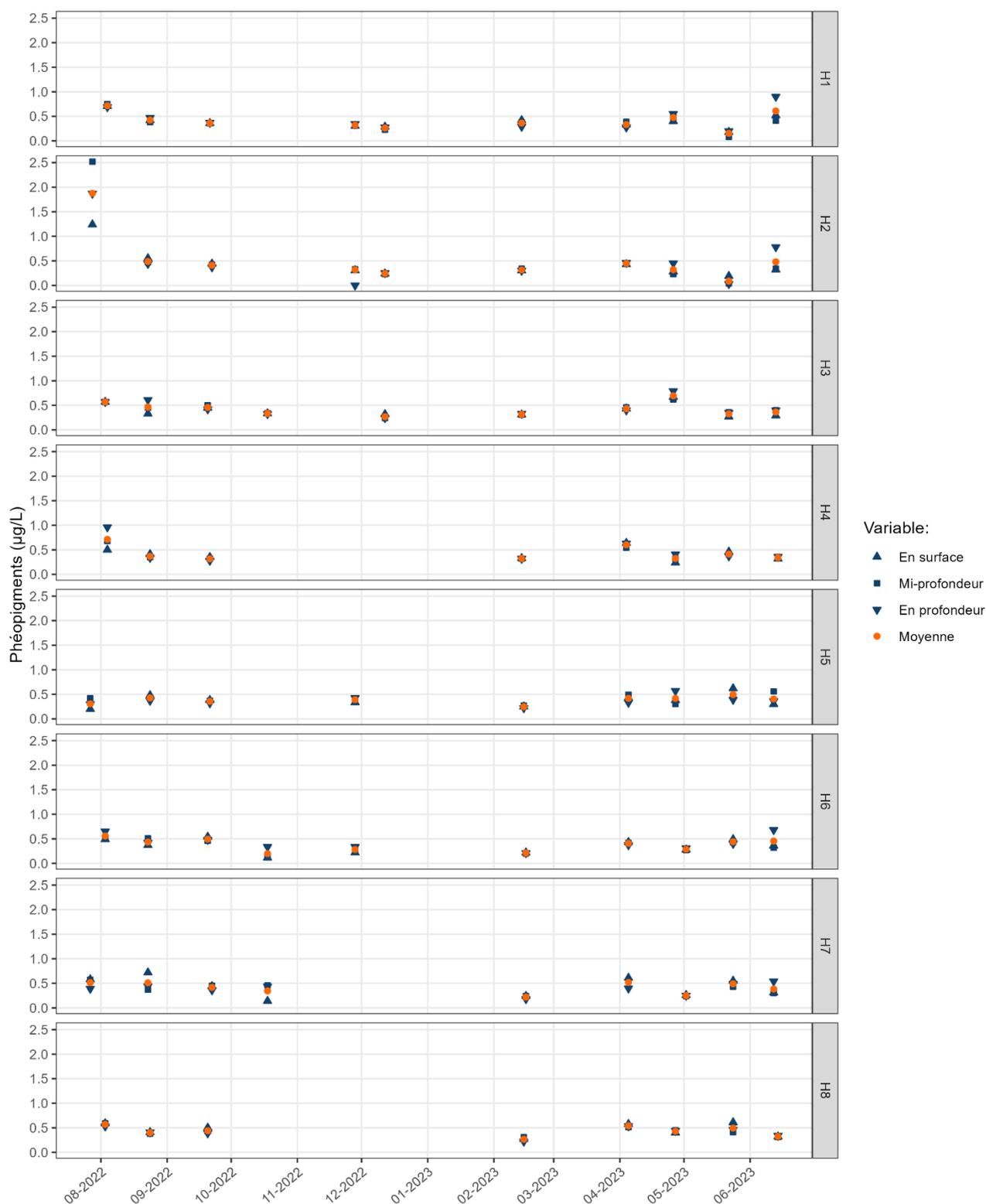


Figure 72 : quantité de phéopigments (µg/L) mesurée par station en fonction de leur localisation dans la zone d'étude au cours des 10 missions réalisées à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023.

3.1.2.5 Analyse multivariée nMDS

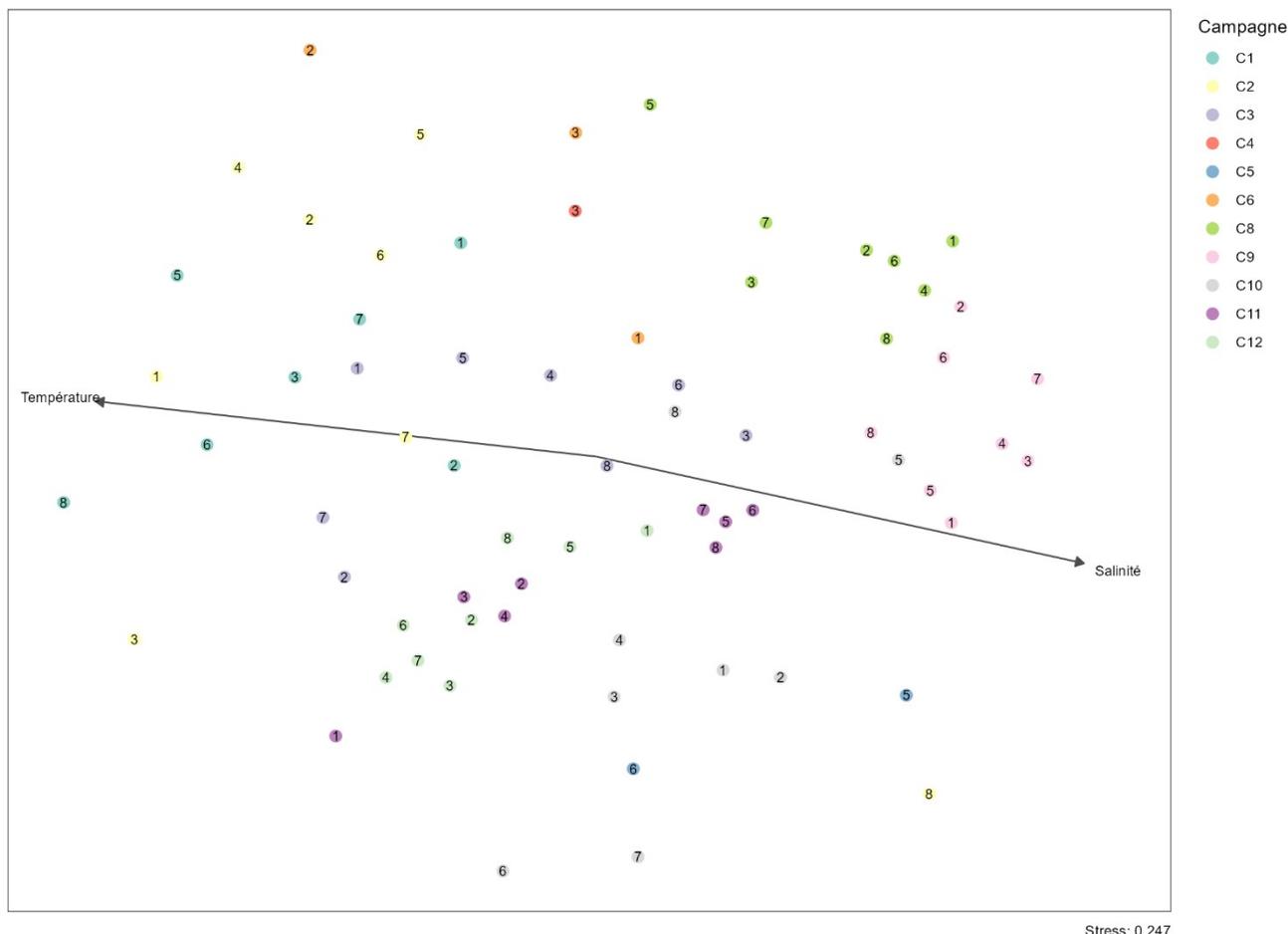


Figure 73 : analyse multivariée (nMDS) calculée par station au cours des 11 missions réalisées au moyen de la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023. Le stress associé à la production de ce graphique est de 0,247.

La **Figure 73** montre les résultats de la *nMDS* appliquée aux données des 11 missions mutualisées pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » c'est-à-dire la position relative des peuplements des 8 stations à 11 dates différentes. Chaque campagne mensuelle est identifiée par un « C » suivi du numéro de la campagne.

La position des stations situées dans la zone d'étude n'est pas dissociée de celle des stations situées en dehors de cette zone.

Les résultats de cette *nMDS* permettent de mettre en évidence l'influence des facteurs environnementaux de façon significative. Parmi ces facteurs, nous considérons la température, la turbidité et la salinité moyenne de la colonne d'eau (calculées à partir des mesures effectuées à la sonde, associées à chaque échantillonnage) dont les valeurs sont obtenues au cours des 11 campagnes réalisées.

Les peuplements des campagnes réalisées en juillet et août 2022 sont influencés principalement par la température et la salinité (partie gauche de l'axe vertical). Quant à eux, les peuplements des missions réalisées en février et mars 2023 sont influencés par la salinité (partie droite de l'axe vertical). Les missions estivales (juillet et août 2022) montrent des compositions similaires comme les missions de fin d'hiver (février et mars 2023). Il en est de même pour les missions de fin d'été et de début de printemps (septembre 2022 et avril 2023) ainsi que les missions de fin de printemps et de début d'été (mai et juin 2023).

3.1.3 Résultats de la période de juillet 2022 à avril 2023 (ichtyoplancton)

Lors des missions de l'automne 2022 et d'hiver 2022-2023, plusieurs stations n'ont pu être échantillonnées principalement en raison du dépassement des conditions limites de navigation à cette période de l'année.

Les données des stations suivantes n'ont pu être mesurées :

- Les stations H01, H02, H04, H05 et H08 en octobre 2022 ;
- Les stations H03, H04, H07 et H08 en novembre 2022 ;
- Les stations H04 à H08 en décembre 2022 ;
- Les stations H01 à H08 en janvier 2023.

Les données sont donc absentes pour les différents paramètres décrits ci-dessous et ne seront pas présentées dans les figures associées. Il en est de même pour les données des autres missions (mai et juin 2023) qui seront en cours d'analyse lors de la transmission de ce rapport.

3.1.3.1 Larves et œufs de poissons

3.1.3.1.1 Indicateurs d'abondance

La **Figure 74** ci-dessous présente les CPUE d'abondance calculées pour les œufs et larves de poissons à partir des données des 8 stations échantillonnées (H1 à H8) au cours des 9 missions réalisées en mutualisation pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à avril 2023. La partie gauche du graphique (valeurs en bleu) correspond aux données issues des larves de poissons. La partie droite du graphique (valeurs en orange) correspond aux données issues des œufs de poissons.

La valeur de CPUE calculée à partir des données d'abondance des larves de poissons (nombre total des individus capturés dans 1 000 m³) sont comprises entre 1 individu/1 000 m³ et 920 individus/1 000 m³. Ces valeurs restent faibles pendant la période de juillet 2022 à décembre 2022. Certains échantillons ne comportaient pas de larve au cours des 4 missions (2 prélèvements en septembre 2022, 3 en octobre 2022, 1 en novembre 2022 et 1 en décembre 2022).

Les valeurs de la mission de février 2023 sont nettement supérieures (38 individus/1 000 m³ à 920 individus/1 000 m³) ainsi que les données de la mission d'avril 2023 (25 individus/1 000 m³ à 178 individus/1 000 m³). Les larves de Poissons sont principalement dominées par le Hareng (*C. harengus*) en février 2023 et par les Callionymidés (*Callionymus sp.*), le Spart (*S. sprattus*), la Grande cicерelle (*G. semisquamatus*) et le Porte-écuelle à deux taches (*D. bimaculata*). Les larves de Sardine (*S. pilchardus*), de Blennie papillon (*B. ocellaris*) et de Petit tacaud (*T. luscus*) sont également présentes pendant toute la période étudiée. Un pic d'abondance de larves de Hareng est à noter à l'échelle de la station H01 (848 individus/1 000 m³) et H08 (910 individus/1 000 m³) en février 2023.

La valeur des CPUE calculées à partir des données d'abondance d'œufs de poissons sont comprises entre 1 individu/1 000 m³ et 1 097 individus/1000 m³. Ces valeurs restent faibles pendant juillet et août 2022 puis en novembre et décembre 2022. Certains échantillons ne comportent pas d'œuf au cours de 3 missions (2 prélèvements en août 2022, 1 en septembre 2022 et 1 en novembre 2022).

Les valeurs d'octobre 2022 (42 individus/1 000 m³ à 1 097 individus/1 000 m³) ainsi que celles de mars 2023 (77 individus/1 000 m³ à 343 individus/1 000 m³) et d'avril 2023 (14 individus/1 000 m³ à 793 individus/1 000 m³) sont plus élevées que pendant le reste de la période étudiée. Les œufs de poissons sont majoritairement représentés par la Sardine (*S. pilchardus*), le Petit Tacaud (*T. luscus*) et

le Sprat (*S. sprattus*). Un pic d'abondance d'œufs de Sardine est à noter à l'échelle de la station H06 en octobre 2022 (1 095 individus/1 000 m³).

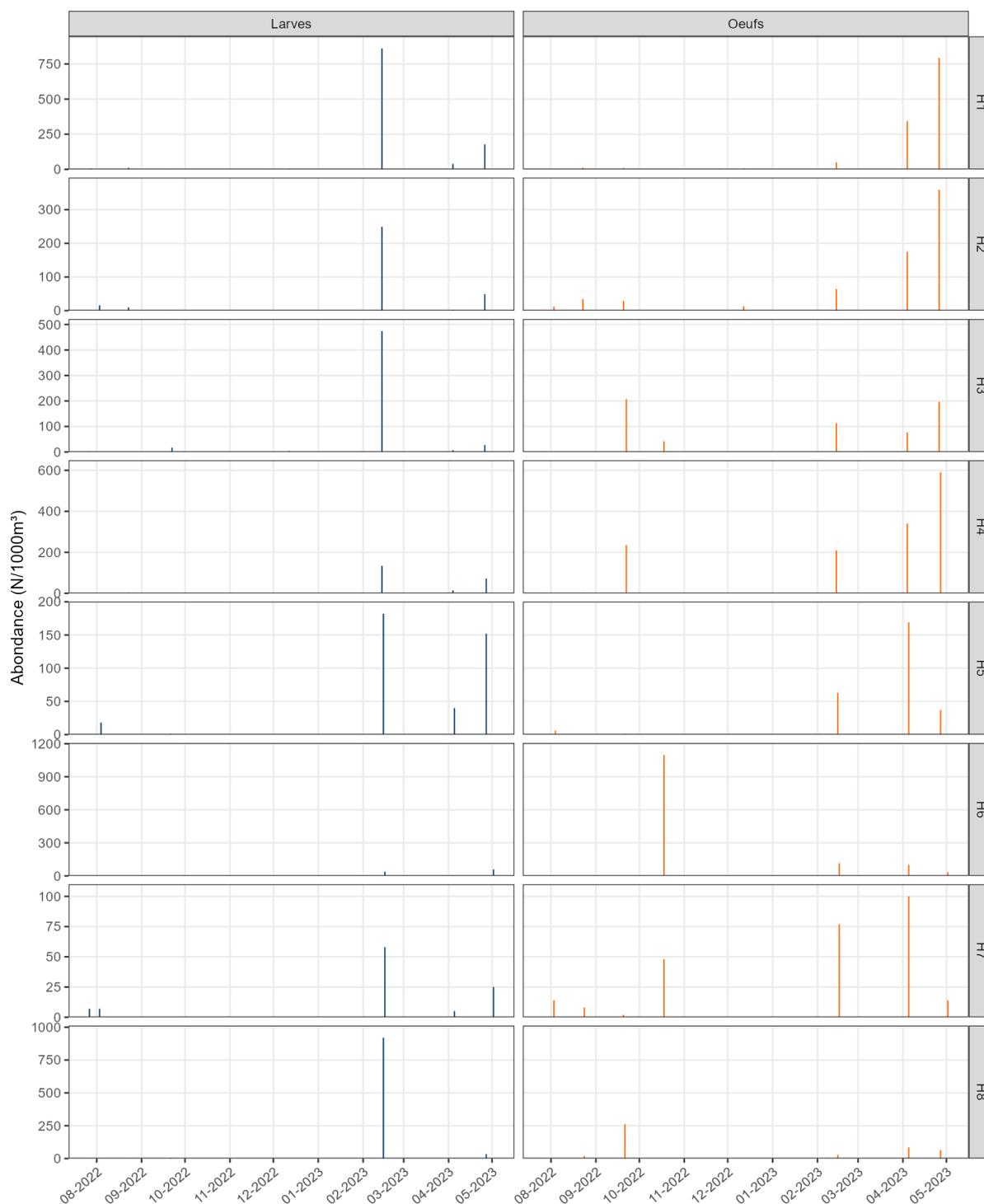


Figure 74 : CPUE d'abondance (N/km²) calculées pour les œufs et larves de Poissons par station au cours des 9 missions d'échantillonnage réalisées avec le filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

3.1.3.1.2 Indicateurs de diversité

- **Indice de Shannon-Wiener**

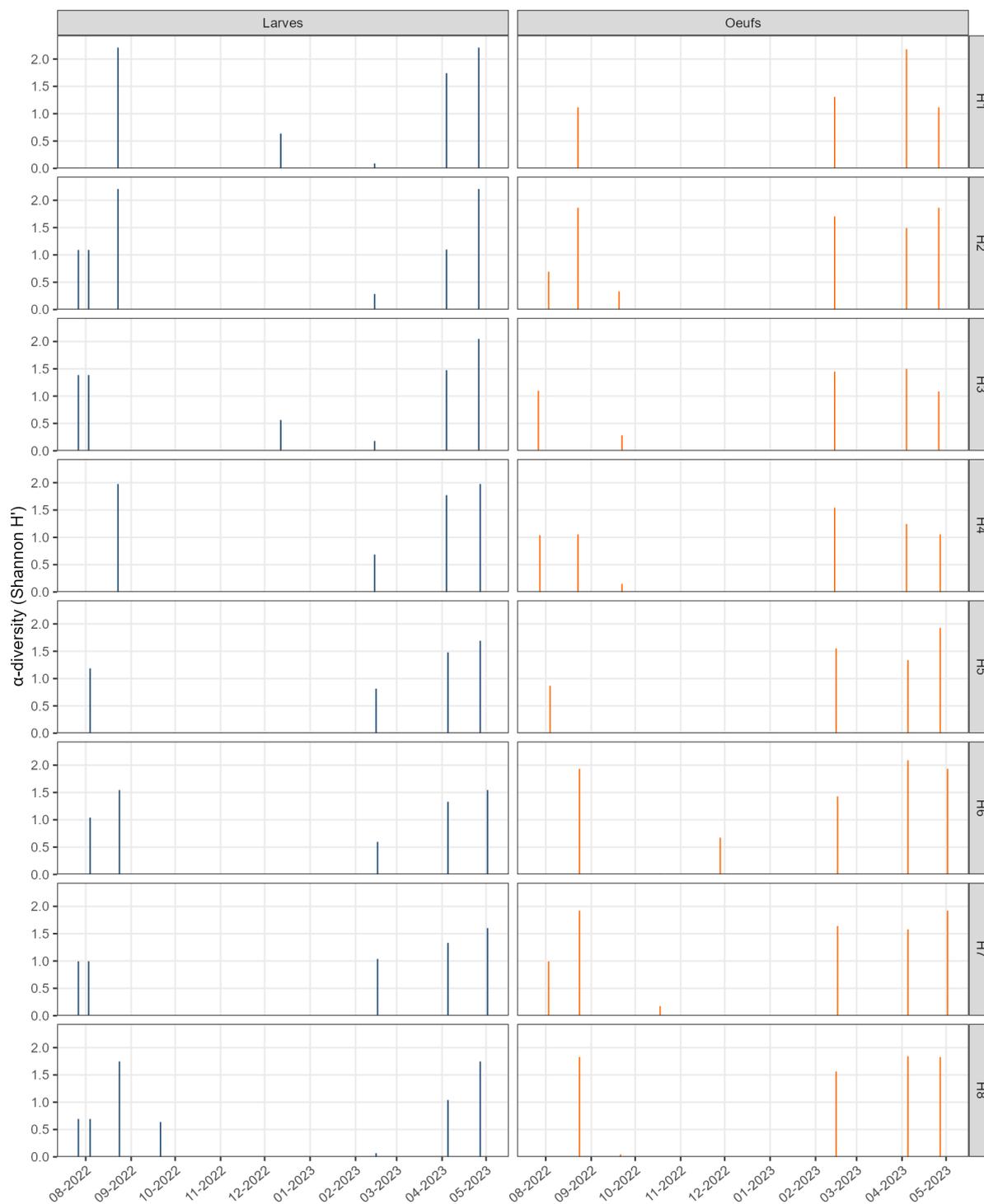


Figure 75 : indice de Shannon (H) calculé pour les œufs et larves de poissons par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

La **Figure 75** ci-dessus présente les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (diversité des espèces dans un échantillon) calculées pour les œufs et larves de Poissons à partir des données des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des 9 missions réalisées en mutualisant les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à avril 2023. La partie gauche de la figure (valeurs en bleu) correspond aux données issues des larves de Poissons. La partie droite de la figure (valeurs en orange) correspond aux données issues des œufs de Poissons.

Les valeurs sont comprises entre 0,00 et 2,21 pour les larves de Poissons et entre 0,00 et 2,18 pour les œufs de Poissons.

Certains échantillons associés aux larves de poissons, présentent un indice de diversité supérieur à 1,00 indiquant que les peuplements de ces derniers sont plus diversifiés que les autres. Ces valeurs apparaissent principalement en juillet 2022 (H02 et H03), août 2022 (H01, H02, H03, H05 et H06) et pour les 8 échantillons associés aux mois de mars à avril 2023 indiquant que les peuplements de larves de Poissons sont plus diversifiés en été 2022 et au printemps 2023 que pendant le reste de la période étudiée.

Le même constat peut être fait pour les œufs de Poissons à une autre époque de l'année. En effet, les 8 échantillons associés aux mois de février 2023 à avril 2023 présentent un indice de diversité supérieur à 1,00 ainsi que certains échantillons de l'été 2022 (H03, H04 et H06). Les assemblages d'œufs de Poissons sont donc plus diversifiés en hiver 2023 et au printemps 2023 que pendant le reste de la période échantillonnée.

La **Figure 76** ci-dessous présente la valeur de l'indice d'équitabilité de Pielou (équitabilité des peuplements) calculées pour les œufs et larves de Poissons à partir des données des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des 9 missions mutualisées des compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à avril 2023. La partie gauche de la figure (valeurs en bleu) correspond aux données des larves de Poissons. La partie droite de la figure (valeurs en orange) correspond aux données des œufs de Poissons.

Les valeurs sont comprises entre 0 et 1 pour les larves de poissons comme pour les œufs de poissons. Certains échantillons associés aux larves de poissons présentent un indice d'équitabilité égal à 1 indiquant que les espèces sont équitablement réparties dans ces échantillons. Il s'agit des prélèvements des stations H02, H03 et H08 de juillet 2022 et de la station H02 en avril 2023. D'autres échantillons présentent un indice de Pielou proche de 0. Il s'agit principalement des échantillons prélevés en février 2023. Ces prélèvements semblent dominés par une ou plusieurs espèces, ici le Hareng (*C. harengus*).

Les valeurs associées au suivi des Poissons des prélèvements de juillet 2022 (pour H02, H03, H04 et H06) présentant un indice d'équitabilité égal à 1 indiquant une homogénéité de la représentation des différentes espèces de ces échantillons à cette époque de l'année. Cependant, certains échantillons de la fin de l'été / début de l'automne (pour H04, H06 et H08) montrent un indice d'équitabilité proche de 0. Ces prélèvements sont en effet principalement dominés par la Sardine (*S. pilchardus*) et le Petit Tacaud (*T. luscus*).

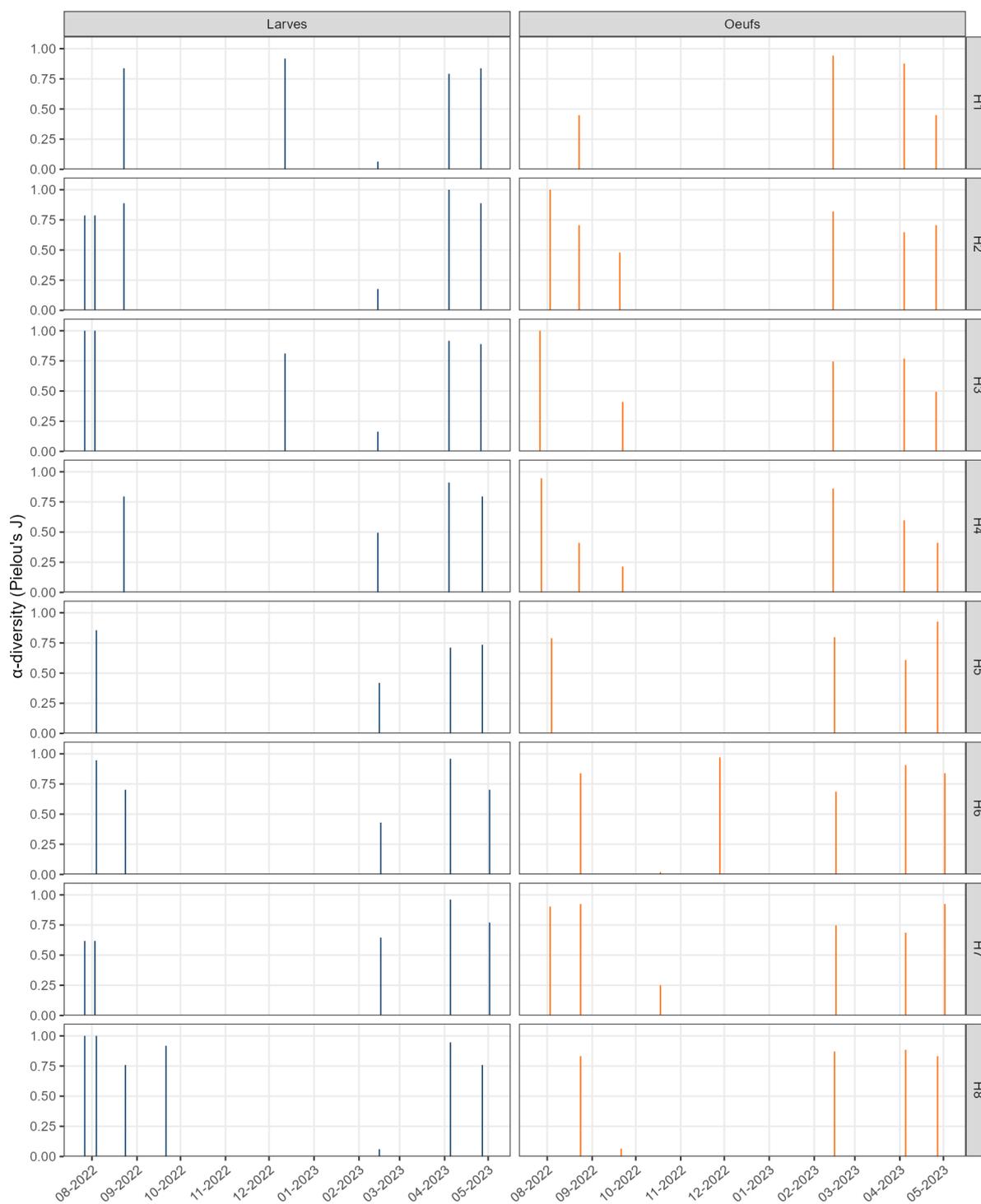


Figure 76 : indice de Pielou (J') calculé pour les œufs et larves de Poissons par station au cours des 10 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

3.1.3.2 Autres espèces zooplanctoniques

Cette section présente les résultats associés aux espèces zooplanctoniques qui ne s'apparentent pas aux œufs et larves de poissons.

3.1.3.2.1 Indicateurs d'abondance

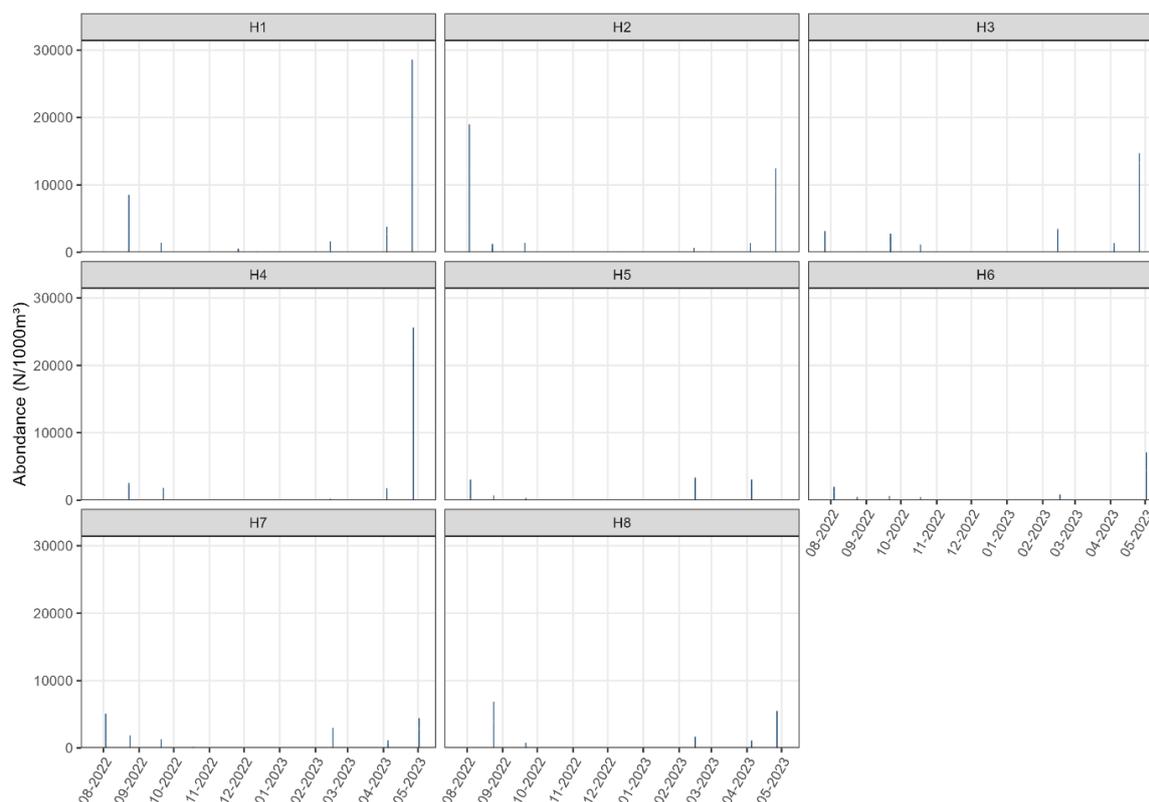


Figure 77 : CPUE d'abondance (N/km^2) calculée pour les autres espèces zooplanctoniques par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

La **Figure 77** ci-dessous présente les CPUE d'abondance calculées pour les autres espèces zooplanctoniques à partir des données des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des 9 missions mutualisées pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à avril 2023.

Les valeurs de CPUE calculées à partir des données des autres espèces zooplanctoniques (nombre total des individus capturés dans $1\ 000\ m^3$) sont comprises entre $50\ individus/1\ 000\ m^3$ et $28\ 584\ individus/1\ 000\ m^3$.

Ces valeurs restent relativement faibles pendant la période d'octobre 2022 à décembre 2022. Les valeurs issues des missions réalisées au milieu de l'été 2022 sont supérieures ($2\ 012\ individus/1\ 000\ m^3$ à $19\ 009\ individus/1\ 000\ m^3$) ainsi qu'en avril 2023 ($4\ 447\ individus/1\ 000\ m^3$ à $28\ 584\ individus/1\ 000\ m^3$). Les autres espèces zooplanctoniques sont principalement dominées par les *Eumalacostraca*³⁹, les *Caridea / Gebiidea*⁴⁰ et les *Copepoda*⁴¹.

³⁹ *Eumalacostraca* : Sous-classe de crustacés.

⁴⁰ *Caridea / Gebiidea* : Infra-ordre de crustacés décapodes.

⁴¹ Copepoda : Groupe de petits crustacés, libres et parasites vivant dans l'eau de mer et dans presque tous les habitats d'eau douce.

3.1.3.2.2 Indicateurs de diversité

- **Indice de Shannon-Wiener**

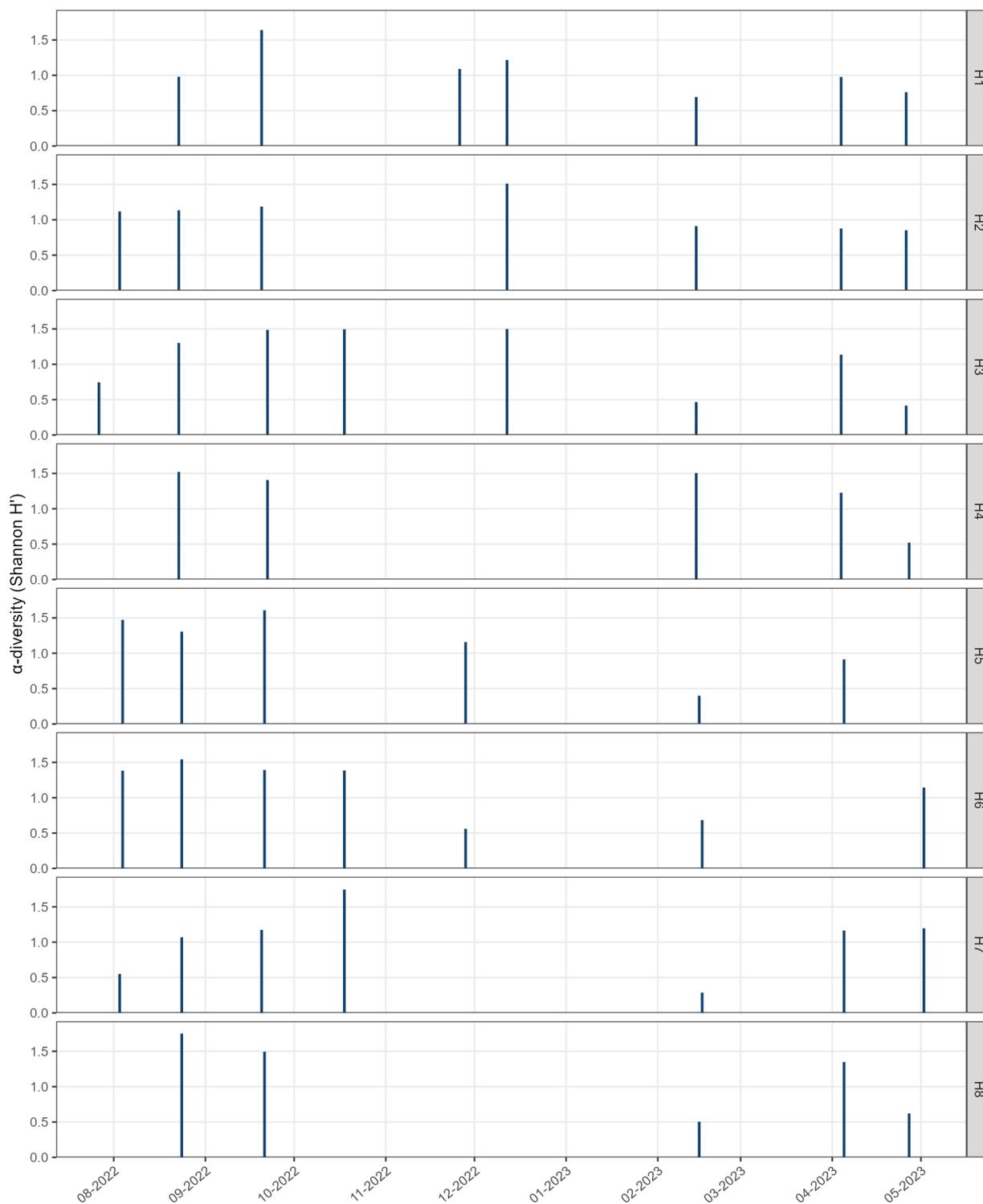


Figure 78 : indice de Shannon (H) calculé pour les autres espèces zooplanctoniques par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

La **Figure 78** ci-dessus présente la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (des assemblages d'espèces) pour les autres espèces zooplanctoniques à partir des données des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des 9 missions mutualisées pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à avril 2023. Les valeurs sont comprises entre 0,29 et 1,74.

La plupart des échantillons présentent un indice de diversité dont la valeur est supérieure à 1 (33 échantillons sur 51 au cours des 9 missions). En effet, parmi les 23 sous-classes identifiées pendant la période étudiée, 6 sont présentes dans tous les échantillons. Les prélèvements ayant un indice de diversité de valeur inférieure à 1 sont issus des missions de février 2023 et avril 2023. La diversité des autres espèces zooplanctoniques semble donc moins importante lors de l'hiver 2023 et du printemps 2023 que pendant le reste de la période étudiée.

● **Indice d'équitabilité de Pielou**

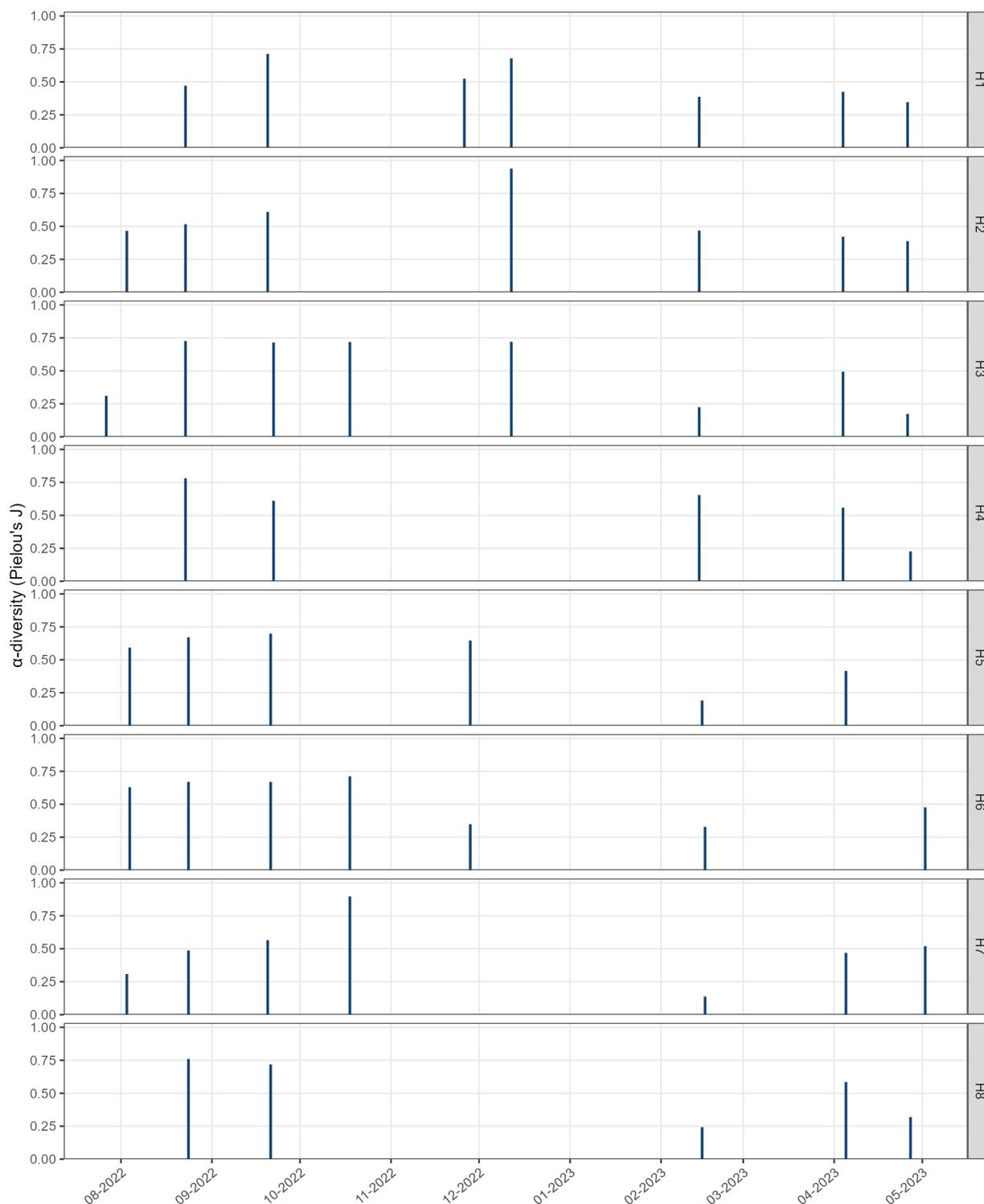


Figure 79 : indice de Pielou (J') calculé pour les autres espèces zooplanctoniques par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

La **Figure 79** ci-dessous présente la valeur de l'indice d'équitabilité de Pielou (équitabilité des assemblages d'espèces) des autres espèces zooplanctoniques à partir des données des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des 9 missions mutualisées pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à février 2023. Les valeurs sont comprises entre 0,14 et 0,94.

Certains échantillons présentent un indice d'équitabilité proche de 1 indiquant que les espèces sont équitablement réparties dans ces échantillons. D'autres échantillons montrent un indice de Pielou dont la valeur est proche de 0. Il s'agit principalement des échantillons prélevés en février 2023 et avril 2023. Les prélèvements de l'hiver 2023 et du printemps 2023 semblent donc dominés par une ou plusieurs espèces, dans ce cas il s'agit des *Eumalacostraca* et des *Copepoda*.

3.1.4 Discussion et liens avec les autres compartiments

3.1.4.1 Phytoplancton

Le début et la fin du suivi permettent de mettre en évidence **une efflorescence phytoplanctonique**. Ces résultats, croisés avec ceux du suivi de la qualité physico-chimique de l'eau, montrent que le *bloom* printanier commence **dès avril pour les stations H01, H02, H03 et H04, les plus au Sud et à l'Est**.

Une partie des espèces identifiées parmi les œufs de Poissons au cours des mois de septembre et octobre 2022 sont retrouvées parmi les larves de Poissons en février 2023 (la Sardine (*S. pilchardus*) et le Petit Tacaud (*T. luscus*)). La courantologie de la zone et le cycle de vie des espèces pourraient expliquer les variations spécifiques entre le stade œuf et le stade larvaire à l'échelle de la zone étudiée. Le Hareng (*C. harengus*), par exemple, montrant des valeurs très élevées en février 2023 n'a pas été identifié parmi les œufs de Poissons au cours des mois précédents.

3.1.4.2 Autres espèces zooplanctoniques

Les principales espèces zooplanctoniques sont des *Eumalacostraca*, des *Caridea / Gebiidea* et des *Copepoda*. Les prélèvements de l'hiver 2023 semblent dominés par des *Eumalacostraca*.

3.2 Habitats et peuplements benthiques

3.2.1 Matériels et méthodes

3.2.1.1 Stratégie d'échantillonnage

3.2.1.1.1 Généralités

L'étude en cours vise la caractérisation de l'état initial⁴² des **habitats et peuplement benthiques** associés à la zone du projet. Elle comprend des échantillonnages au moyen d'une **drague Rallier du Baty** pour les substrats meubles et de l'exploration vidéo des fonds marins par un **ROV**⁴³ pour les substrats rocheux. Leur localisation est détaillée dans la **Figure 81** et le **Tableau 43**.

L'objectif est de caractériser l'état initial des habitats benthiques au moyen de mesures *in situ* dans le cadre de l'étude d'impact de l'installation des parcs éoliens en mer dans les zones **AO4** et **AO8**. Le suivi repose sur un modèle **BACI** (Methratta, 2020) adapté aux spécificités du cahier des charges de l'étude (**Erreur : source de la référence non trouvée**). Le positionnement des stations permet une prise en compte des courants marins dominants de direction Nord-Sud et Est-Ouest avec également des stations ponctuelles placées hors et dans la zone de projet.

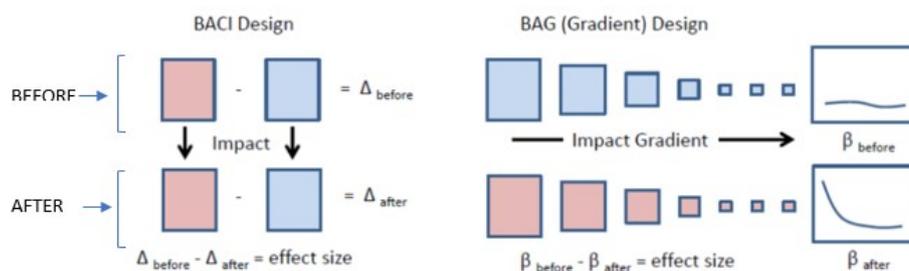


Figure 80 : comparaison entre une approche de type BACI et une approche de type BAG (Secor, 2017).

Le compartiment « **Habitats et peuplement benthiques** » est étudié pendant 2 années (de l'automne 2022 à l'hiver 2024). Ce compartiment est dissociable en 2 parties selon le type de substrats étudiés : les substrats rocheux et les substrats meubles. Au total, 43 stations sont étudiées dont 39 sont situées dans des zones de substrats meubles (B01 à B35 et S01 à S04) et 5 dans des zones de substrats rocheux (V01 à V05, **Figure 81** et **Tableau 43**).

Les habitats benthiques des substrats meubles sont étudiés par prélèvement au moyen de la drague Rallier du Baty à l'échelle de 35 stations (B01 à B35) afin d'analyser la faune, la granulométrie et la matière organique. Des prélèvements supplémentaires de sédiments meubles sont également réalisés à l'échelle des 4 stations de sédiments dans le but d'étudier la granulométrie et la matière organique. (S01 à S04). 14 stations sont situées en dehors de la zone de projet et 25 dans la zone (**Figure 81** et **Tableau 43**). Les prélèvements sont réalisés en mutualisation avec le compartiment « **Qualité des sédiments** ». La fréquence de mesure est biannuelle et a lieu pendant l'automne et l'hiver de chaque année.

⁴² État initial : Description de l'environnement pour réaliser une étude d'impact conformément à l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement.

⁴³ ROV : Remotely Operated Vehicle (Véhicule sous-marin téléguidé).

Les habitats benthiques des substrat rocheux ont été très récemment mis en évidence par les derniers travaux du **SHOM**⁴⁴ à l'échelle de la zone et ont été explorés pour la première fois dans le cadre de cette étude en vue de définir son état initial. Les stations d'échantillonnage (V01 à V05) couvrent uniquement ce type de nature des fonds (**Figure 81**). L'échantillonnage est unique mais peut éventuellement être reconduit si des incertitudes persistent quant à la détermination de la nature des habitats benthiques à la suite de la première campagne.

Tableau 43 : coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage du compartiment « Habitats et peuplements benthiques ». Le système de coordonnées est WGS 84 et les coordonnées sont présentées en degrés décimaux. Les stations B01 à B35 et S01 à S04 sont des stations dédiées à l'échantillonnage des substrats meubles. Les stations V01 à V05 sont dédiées à l'échantillonnage des substrats rocheux.

Stations	Coordonnées décimales	
B01	49,9831727	-0,84098131
B02	49,9404933	-1,0152342
B03	49,9229342	-0,80981213
B04	49,9241825	-0,7286844
B05	49,9284105	-0,65580127
B06	49,9447305	-0,60396265
B07	49,9216729	-0,54656658
B08	49,9511659	-0,50204846
B09	49,89898	-0,97050256
B10	49,9042255	-0,90695544
B11	49,888207	-0,83325257
B12	49,8805203	-0,75379914
B13	49,9046747	-0,74567879
B14	49,8883767	-0,69100313
B15	49,8882085	-0,63338441
B16	49,8803386	-0,5674118
B17	49,8627039	-0,52581312
B18	49,8698653	-0,44875293
B19	49,8863322	-0,3422545
B20	49,8412567	-0,99784172
B21	49,8463781	-0,9076284
B22	49,8468505	-0,83187976
B23	49,8587662	-0,71042072
B24	49,8479156	-0,6382353
B25	49,8193775	-0,61021954
B26	49,8276269	-0,54412671
B27	49,8118108	-0,39507461
B28	49,7886828	-0,86171069
B29	49,8095477	-0,80437171
B30	49,7765431	-0,63887027
B31	49,788199	-0,56507479

⁴⁴ SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (<https://www.shom.fr>).

Stations	Coordonnées décimales	
B32	49,7603337	-0,53882636
B33	49,7596949	-0,46767335
B34	49,7489723	-0,34827299
B35	49,6975903	-0,67510527
S01	49,8509503	-0,70961062
S02	49,8162821	-0,75112887
S03	49,7809979	-0,70883589
S04	49,815903	-0,66526752
V01	49,94069	-0,59607
V02	49,92857	-0,82845
V03	49,89356	-0,882938
V04	49,83395	-0,796345
V05	49,753891	-0,625748

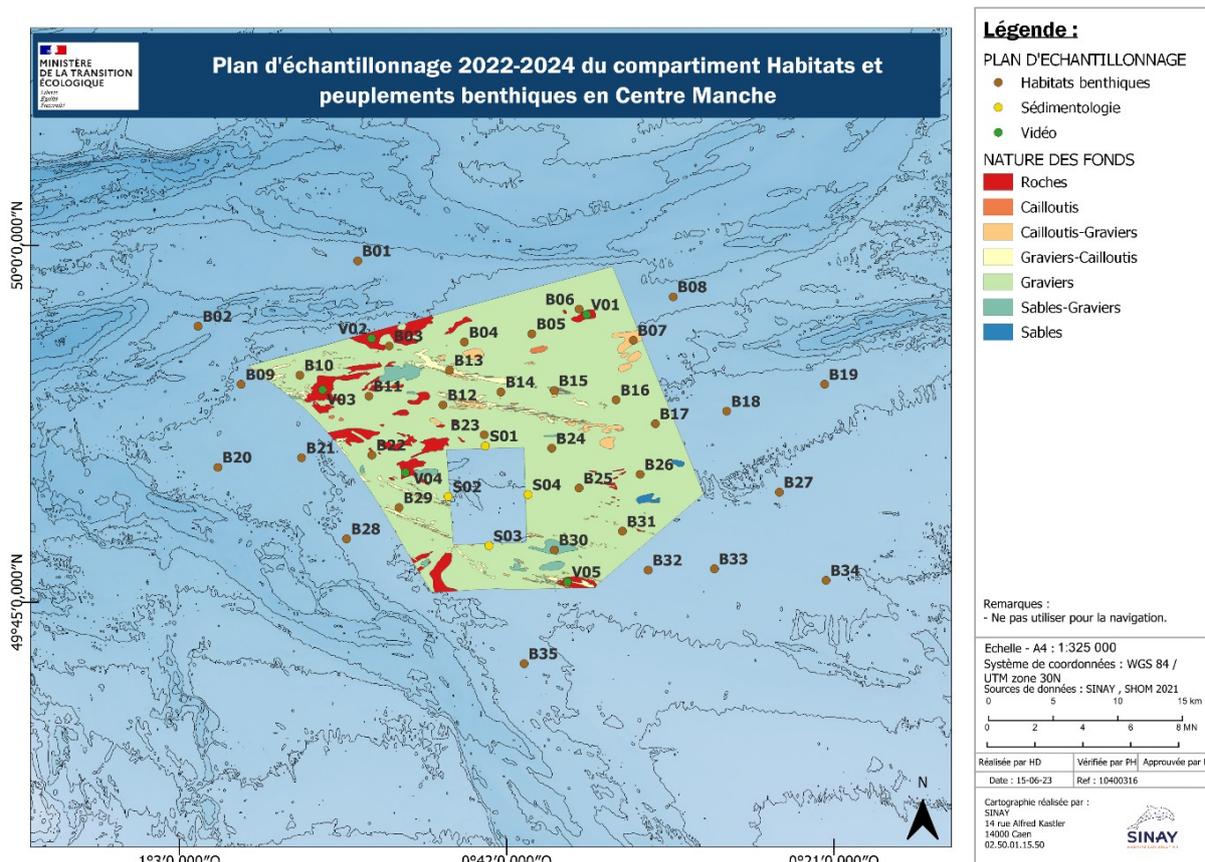


Figure 81 : plan d'échantillonnage du compartiment « Habitats et peuplements benthiques » en Centre Manche, en fonction de la bathymétrie et de la nature du fond. L'échantillonnage à la drague Rallier du Baty correspond aux stations B01 à B35 et S01 à S04 identifiées respectivement « Habitats benthiques » et « Sédimentologie ». Les points de visionnages par ROV correspondent aux stations V01 à V05 identifiées « Vidéo ».

3.2.1.1.2 Sédiments meubles : prélèvements à la drague Rallier du Baty

- **Méthode de prélèvement**

Les prélèvements sont réalisés au moyen de la drague Rallier du Baty (**Figure 82**). Cet outil est adapté au prélèvement en milieu subtidal. Cette drague est constituée d'un cylindre métallique robuste de 45 cm de diamètre sur lequel est placé un filet qui permet la récolte du sédiment tout en permettant l'évacuation de l'eau. Le cylindre est relié par un axe central à un anneau métallique sur lequel est fixé le gréement.

La méthode de prélèvement respecte les préconisations du **Guide Aquaref** « Opérations d'échantillonnage en milieu marin » (Amouroux & Claisse, 2016) dans le cadre des programmes de surveillance **DCE** (Matrices : eau, sédiment et biote). De plus, des données de suivis de prélèvements dans ces zones stratégiques sont fournies par Le Réseau de Mesures **ROCCHSED**.

À l'échelle de chaque station, un trait de drague Rallier du Baty est réalisé durant 5 minutes afin d'obtenir un volume de sédiments de 40 L. Si au cours du premier trait le volume prélevé n'est pas suffisant, le navire se repositionne sur la station afin de réaliser un second trait.



Figure 82 : drague Rallier du Baty utilisée dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité des sédiments » et « Habitats et peuplements benthiques ».

- **Habitats et communautés benthiques**

Les échantillons de macrofaune (35 stations) sont traités séparément. Le tamisage à bord est effectué sur des tamis à ouvertures circulaires de 2 et 1 mm (conformément à la norme ISO 16 665). Il s'agit du seul type de tamis permettant de conserver toute la macrofaune de taille supérieure à 1 mm puisque les tamis à maille de 1 mm retiennent uniquement des organismes de taille supérieure à 1,4 mm, (**Figure 83**).

Le choix du double tamisage permet d'une part de respecter les normes en vigueur (taille de maille de 1 mm) pour comparer les résultats produits avec ceux des autres études de référence et, d'autre part de comparer ces mêmes résultats à des données historiques en Manche (taille de maille de 2 mm).

La conservation des refus de tamis est réalisée après fixation au formol neutre à 10 % dans des bidons étanches de 20 L pour la fraction dont la taille des organismes est supérieure à 2 mm et des bidons de 3 L pour la fraction dont la taille des organismes est comprise entre 1 et 2 mm. Du rose Bengale a été ajouté dans les échantillons permettant de repérer la fraction organique de l'échantillon (colorée en rose) et ainsi faciliter l'étape du tri au laboratoire. Cette étape consiste à séparer les individus des espèces de la macrofaune de la fraction minérale de l'échantillon.

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" est complétée.



Figure 83 : tamisage de sédiment fin de récupérer la faune sur des tamis à ouvertures circulaires de 2 et 1 mm dans le cadre du suivi du compartiment « Habitats benthiques ».

- **Qualité physico-chimique du sédiment, granulométrie et matière organique**

L'échantillonnage consiste à prélever au moyen d'une pelle 2 L de sédiment et 2 L d'eau si le sédiment est vaseux (partie fine des sédiments en suspension). La faune de taille observable à l'œil nu est 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).

Afin d'assurer son analyse physico-chimique, le sédiment est immédiatement conditionné dans le flaconnage fournis par le laboratoire responsable des analyses et maintenus au frais et à l'obscurité jusqu'à l'arrivée au laboratoire (**Figure 84**). La matière organique est également prélevée dans cette benne à l'aide d'un pilulier qui est ensuite congelé (**Figure 85**).



Figure 84 : prélèvements de sédiments (analyses physico-chimiques) en mer dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité des sédiments » et « Habitats et peuplements benthiques ».



Figure 85 : prélèvements de sédiments (analyses de la granulométrie et de la matière organique) en mer dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité des sédiments » et « Habitats et peuplements benthiques ».

3.2.1.1.3 Sédiments rocheux : échantillonnage au moyen d'un ROV

- **Méthode de prélèvement**

Le ROV utilisé pour les campagnes du compartiment « **Habitats et peuplements benthiques** » est le Deep Trekker Revolution (**Figure 86**). Cet appareil est adapté aux spécificités de la Manche avec une capacité de plongée maximale de 305 mètres et une vitesse de pointe de 3,5 nœuds lui permettant de résister à un courant de 2,5 nœuds. Les vidéos sont en qualité HD avec 30 images par seconde.



Figure 86 : déploiement du Deep Tracker Revolution par le responsable de Irwaz Explorer à bord du Rozel (à gauche) et écran de contrôle en direct disponible pour l'expert de Sinay en cabine de pilotage (à droite) dans le cadre du suivi du compartiment « Habitats et peuplements benthiques ».

Le déploiement du ROV⁴⁵ est effectué à l'échelle de 5 stations (**Figure 87**). Les enregistrements vidéo durent de 10 à 20 minutes. Ils sont récupérés par Sinay afin d'effectuer le dénombrement et la détermination des espèces faunistiques et floristiques pouvant coloniser les substrats rocheux.



Figure 87 : capture d'écran d'une vidéo enregistrée par le ROV dans le cadre du suivi du compartiment « Habitats et peuplements benthiques ».

- **Calendrier**

L'unique campagne de ROV du compartiment « **Habitats et peuplement benthiques** » a eu lieu au printemps 2022. Le suivi par vidéo a été réalisé conformément au protocole pour les 5 stations. D'autres campagnes n'ont pas été jugées nécessaires étant donné la surface réduite et la faible évolution dans le temps du milieu rocheux dans l'aire d'étude.

⁴⁵ ROV: Remotely Operated Vehicle (véhicule sous-marin téléguidé).

3.2.1.2 Moyens nautiques

3.2.1.2.1 Sédiments meubles

- **Le Celtic Warrior**

Le navire sélectionné pour ces missions est le *Celtic Warrior* de la Société STO Logistique (**Figure 88**). Ce bateau possède tous les équipements nécessaires pour ce type d'opérations. En particulier, un treuil mécanique et un large pont dégagent un espace de travail de plus de 20 m² adapté à la réalisation des tâches



Figure 88 : le navire *Celtic Warrior* de la société STO Logistique®.

L'échantillonnage des 35 stations nécessite généralement 3 jours de mission avec 2 opérateurs de M2C. Sont également présents 1 capitaine et 1 matelot pour assister le personnel de M2C. Ce compartiment est suivi en mutualisation avec les compartiments « **Habitats benthiques** ».

Les conditions limites de sortie en bateau sont une mer de force 4 sur l'échelle de Beaufort (jolie brise, i.e. 10 à 15 nœuds soit 20 à 28 km/h) et une houle de 1 mètre longue sans distinction de la période. En dehors de ces règles HSE, les prélèvements ne peuvent pas être réalisés.

3.2.1.2.2 Sédiments rocheux

- **Le Rozel**

Le navire sélectionné pour les missions *ROV* est le *Rozel* de la société B.B.T.M. (**Figure 89**). Ce remorqueur mesure 20 mètres de long et sa vitesse maximale est de 11 nœuds.



Figure 89 : le navire Le Rozel de la société B.B.T.M. © au retour de mission au quai de Ranville sur le canal de Caen à la mer, le 10/05/2022.

L'échantillonnage des 5 stations nécessite 3 jours de mission avec 1 expert de chez Sinay. Sont également présents 1 capitaine et 3 matelots pour les assister durant ces missions. La manipulation du ROV est assurée par 2 opérateurs de la société Irwaz Explorer.

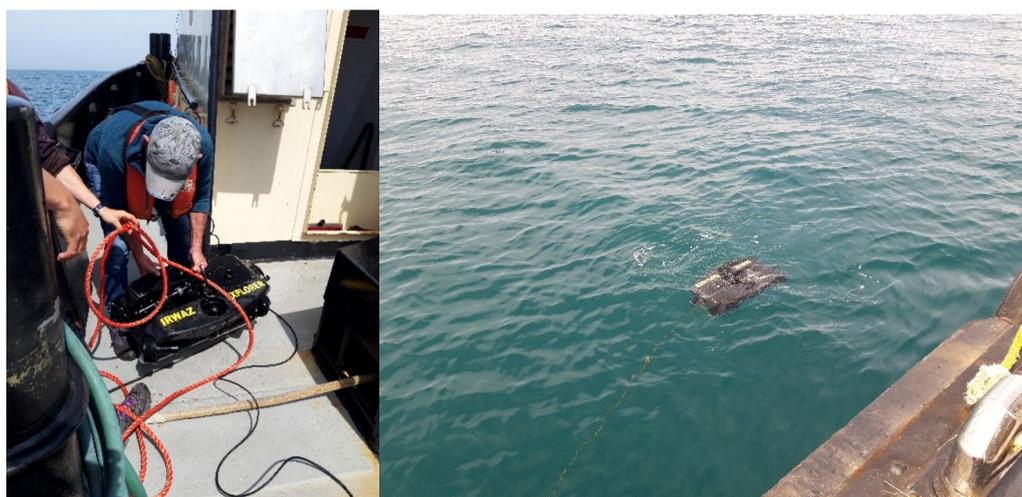


Figure 90 : Le ROV de la société Irwaz Explorer au moment de sa première mise à l'eau de la mission.

Les conditions limites de sortie en bateau sont une mer de force 4 sur l'échelle de Beaufort (jolie brise, i.e. 10 à 15 nœuds soit 20 à 28 km/h) et une houle de 1 mètre longue sans distinction de la période. En dehors de ces règles HSE, les prélèvements ne peuvent pas être réalisés.



Figure 91 : le pilote du ROV en action (à gauche) et le second écran de contrôle situé dans le poste de pilotage (à droite).

3.2.1.3 Paramètres mesurés et analyse des données

3.2.1.3.1 Substrats meubles

- **Analyses granulométriques**

Pour chaque échantillon, le sédiment est dessalé à l'eau douce par trois lavages successifs afin de supprimer toute trace de sel qui provoque par cristallisation des agrégats de grains. Lorsque le sédiment contient une part importante de particules très fines (taille inférieure à 50 µm), ces dernières sont séparées du reste de l'échantillon. Le prélèvement est ensuite séché à l'étuve à 60° C pendant au moins 72 h et tamisé de suite ou maintenu dans l'étuve jusqu'à son tamisage.

Une série de 33 tamis est utilisée (**Tableau 44**) sur une tamiseuse vibrante à 60 amplitudes par minute pendant 15 minutes. 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, 2001). La masse de la fraction dont la taille des particules est inférieure à 50 µm est 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 avec les sédiments envasés. Les résultats sont ensuite convertis en pourcentage du poids total de l'échantillon.

Tableau 44 : série des 33 tamis utilisés pour la granulométrie en µm (Source M2C).

Série des 33 tamis utilisés pour l'étude la granulométrie du sédiment. Les tailles de maille sont présentées en µm.			
> 63 000 µm	Blocs	]2 000-1 600] µm	Sables très grossiers
]63 000-50 000] µm	Graviers très grossiers	]1 600-1 250] µm	
]50 000-40 000] µm		]1 250-1 000] µm	
]40 000-31 500] µm	Graviers grossiers	]1 000-800] µm	Sables grossiers
]31 500-25 000] µm		]800-630] µm	
]25 000-20 000] µm		Graviers moyens]630-500] µm	Sables moyens
]20 000-16 000] µm	]500-400] µm		
]16 000-12 500] µm	Graviers fins		]400-315] µm
]12 500-10 000] µm		]315-250] µm	

]10 000-8 000] µm	Graviers fins	]250-200] µm	Sables fins
]8 000-6 300] µm		]200-160] µm	
]6 300-5 000] µm		]160-125] µm	Sables très fins
]5 000-4 000] µm		]125-100] µm	
]4 000-3 150] µm	Graviers très fins	]100-80] µm	Silts très grossiers
]3 150-2 500] µm		]80-63] µm	
]2 500-2 000] µm		]63-50] µm	Silts-Argiles
		< 50 µm	

Chaque échantillon de sédiment est caractérisé par :

- Une prise de vue retravaillée afin de rendre compte de l'échelle ;
- Une courbe cumulative ainsi qu'une courbe différentielle des pourcentages volumiques ;
- Un histogramme des fréquences pondérales de chaque refus de tamis ;
- La médiane, valeur située au milieu de l'échantillon une fois les données rangées par ordre croissant ;
- Le mode, c'est-à-dire la taille des particules correspondant au pic de fréquence de ces dernières sur la courbe différentielle (gabarit le mieux représenté) ;
- Les quartiles Q1, Q2 et Q3 (diamètres correspondant à 25 %, 50 % et 75 % de la masse des particules du sédiment dont la taille est inférieure ou égale à ce diamètre) ;
- Le *Skewness* (ou dissymétrie) qui mesure l'asymétrie de la distribution des grains par rapport à la médiane ;
- Le pourcentage des différentes fractions granulométriques selon la classification de Wentworth. Ces niveaux de coupures ont été choisis pour permettre des comparaisons avec des études antérieures. Si la DGEC le souhaite, une autre classification, compatible avec les tamis de la norme AFNOR utilisés pourra être utilisée (Classification de Folk, de Larssonneur etc...) ;
- La description du type sédimentaire ;
- Un pourcentage ou une concentration massique de COT.

Ces résultats sont compilés dans des fiches par station. Les données sont également reportées sous forme cartographique et comparées aux données antérieures, à l'échelle de la station, de la zone et des assemblages de stations présentant des similarités en termes de couverture sédimentaire (**Figure 93** et **Figure 94**).

La granulométrie du sédiment permet également de déterminer les zones d'accumulation prépondérantes de certains types de sédiments. Les évolutions éventuelles du faciès et par conséquent du type d'habitats sont précisées.

- **Analyse de la teneur du sédiment en matière organique**

La technique de la perte au feu est utilisée afin de mesurer la quantité de matière organique présente dans un échantillon de sédiment. Tout d'abord, chaque échantillon est sous-divisé en 3 sous-échantillons afin de produire 3 trois répliques d'une même station. Ensuite, les échantillons sont 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 sont réalisées pour chaque échantillon :

- Une pesée des coupelles en céramique vides servant à conditionner environ 10 g de sédiment, 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 :

$$MO(\%) = \frac{(PS - PC)}{(PS - PV)} \times 100$$

- **Analyse des habitats et communautés benthiques**

- **Le tri**

Les échantillons de sédiments relatifs à l'étude de la macrofaune sont tout d'abord rincés afin d'éliminer le fixateur (formol) sous hotte aspirante (avec les équipements de sécurité de rigueur) 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 sont ensuite 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 sont munis d'une loupe équipée d'une lumière froide blanche. Chaque catégorie d'organismes (Crustacés, Polychètes, Mollusques, Échinodermes ou autres) est reconditionnée dans des piluliers contenant de l'alcool à 90°. Le tri des échantillons est réalisé au sein du laboratoire M2C.

- **La détermination**

L'identification des organismes est réalisée sous loupe binoculaire et microscope (pour les caractères morphologiques les plus petits) au laboratoire M2C. La détermination des individus est effectuée autant que possible jusqu'au niveau taxonomique 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 est réalisé pour chaque station et les individus de chaque espèce sont placés dans un pilulier. Les Bivalves de grande taille sont mesurés à l'aide d'un pied à coulisse possédant une précision de 0,01 mm afin de produire des classes de taille associées à des valeurs de biomasse précises.

La détermination de l'épifaune sessile est réalisée jusqu'au niveau taxonomique le plus élevé possible. Les espèces arrachées au *substratum* sont également prises en compte. Pour les espèces dénombrables, les individus (ou colonies dans les cas des *Alcyonium*) sont dénombrés. Pour les espèces d'épifaune sessile difficilement dénombrables, seule leur présence est 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 Species⁴⁶).

- **La biomasse**

Tous les individus d'une même espèce sont regroupés dans un même pilulier, puis placés dans un creuset en porcelaine qui est placé dans une étuve à 60°C pendant au moins 96 h afin d'être sûr que tout l'alcool se soit bien évaporé et d'obtenir le poids sec (PS). Ces échantillons subissent ensuite une crémation dans un four à 500 °C durant 5 h, au cours de laquelle la matière organique est consommée. Une nouvelle pesée est réalisée afin 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 sont effectuées à l'aide d'une balance de marque Mettler d'une précision de 0,0001 g.

- **Traitement des données**

L'ensemble des données a été enregistré dans un fichier Excel. Les calculs sont effectués sous Excel 2019 et les analyses sont réalisées grâce au logiciel Primer v7 (Clark & Gorley, 2006) et logiciel R[®]. Les abondances (N) et les biomasses (en PSLC) ont été exprimées pour 30 L de sédiment.

⁴⁶ <https://www.marinespecies.org/>

- **Les abondances**

Les abondances sont exprimées en nombre d'individus pour 30 L de sédiment afin de réaliser des comparaisons avec les données historiques.

- **Les biomasses**

Lorsqu'un ou plusieurs individus sont 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 sont exprimées en gramme de PSLC pour 30 L de sédiment.

- **La richesse taxonomique**

La richesse taxonomique (Rt) correspond au nombre de taxon recueilli à l'échelle de chaque station pour 30 L de sédiment.

- **L'indice de Shannon-Wiener**

H, l'indice de diversité de Shannon (Shannon & Weaver, 1948), exprimé en bits, est calculé à partir d'un logarithme naturel selon la formule suivante :

$$H = - \sum_i^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \cdot \log_e \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

- n_i l'abondance du taxon i ;
- N l'abondance totale dans la station considérée.

Cet indice est calculé pour chaque station. Les valeurs de H sont interprétées selon le **Tableau 45**, 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 45 : interprétation des valeurs de H' (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 Piélou**

L'indice d'équitabilité de Piélou (J) (Piélou, 1966) complète l'indice de diversité de Shannon-Wiener. Il permet d'appréhender la structure quantitative d'une communauté en termes 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 (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 :

$$J = \frac{H}{\log S}$$

Les valeurs de J' sont interprétées selon le **Tableau 46**, d'après les limites proposées par Dauvin *et al.* (2017).

Tableau 46 : 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) (Borjá, 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 :

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

- 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 47). 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 47 : équivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques définis par la Directive Cadre sur l'Eau (Borjá, et al., 2000) et (Borjá, et al., 2004).

Classification du site	Valeur de l'indice AMBI	État 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
	$4,3 < AMBI < 5,0$	Médiocre	
Fortement stressé	$5,0 < AMBI < 5,5$	Mauvais	V
	$5,5 < AMBI < 6$		
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 & Ruellat, 2009; Dauvin, et al., 2016; Dauvin, 2018) (Tableau 48). Cet indice prend en compte les fréquences relatives des Polychètes opportunistes

(appartenant aux groupes écologiques IV et V) et à celles des Amphipodes (bio-indicateurs, très sensibles à la pollution).

$$BO2A = \log_{10} \left(\frac{f_{polychètesIV \wedge V}}{f_{amphipode}} + 1 \right)$$

Tableau 48 : équivalence entre les valeurs du BO2A et les différents états écologiques (Dauvin, et al., 2016; Dauvin, 2018).

Etat Ecologique	Valeur du BO2A
Très bon	$0,00 < BO2A \leq 0,02$
Bon	$0,02 < BO2A \leq 0,13$
Moyen	$0,13 < BO2A \leq 0,20$
Médiocre	$0,20 < BO2A \leq 0,26$
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 effectués, le choix doit être judicieusement argumenté en fonction du type de données employées.

Pour les données de type « 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 subi une transformation en $\log(X + 1)$ afin de minimiser l'importance des espèces abondantes avec un facteur 1 000 (Clark & Gorley, 2006). L'analyse des dendrogrammes a été complétée par une analyse SIMPER (PRIMER V7).

3.2.1.3.2 Substrats rocheux

Les données recueillies à chaque station sont présentées dans une base de données rectangulaire, regroupant les métadonnées recensées sur place et les principales observations collectées lors du visionnage des extraits vidéo enregistrés par le ROV. Les éléments suivants sont ensuite déterminés à partir des séquences vidéo pour chaque station.

- **Caractérisation de la nature du substrat**

Une mesure précise de la taille des particules minérales observées n'étant pas réalisable par vidéo, l'identification est concentrée sur la présence de blocs, de graviers/cailloutis ou de platiers rocheux. Les dimensions de la pince du ROV étant connues, il est possible d'estimer la taille des observations qu'elle touche par comparaison.

- **Identification des taxons observés**

Les noms d'espèce proposés dans les tableaux de résultats sont indicatifs, en lien avec la structure anatomique observée et ne constituent pas une réelle identification qui reste irréaliste sur image. Ces derniers sont basés sur le référentiel taxonomique officiel du *World Register of Marine Species*⁴⁷. Dans cette étude, de nombreuses espèces animales coloniales fixées et observées appartiennent à l'embranchement des Bryozoaires ou à la classe des Hydrozoaires. L'identification des espèces correspondantes, nécessite l'observation des individus à la loupe binoculaire ou au microscope. Les noms d'espèces proposés sont donc présentés à titre indicatif, en lien avec la structure de la colonie observée.

- **Caractérisation et localisation des habitats (typologie EUNIS)**

La définition des habitats selon la typologie *EUNIS*⁴⁸ prend particulièrement en considération la nature du substrat et les espèces associées. Dans cette liste, les descriptions des deux paramètres les plus proches sont sélectionnés.

3.2.2 Substrats meubles – Résultats des campagnes d'automne 2022 et d'hiver 2023

3.2.2.1 Analyses granulométriques

La quantité de sédiment soumise à l'analyse granulométrique est jugée suffisante pour tous les prélèvements. À partir des analyses granulométriques, chaque station est 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 µm et 2 mm ;
- Les silts-argiles : fraction inférieure à 63 µm.

Les résultats pour chaque station durant les campagnes d'automne 2022 et d'hiver 2023 sont résumés dans le **Tableau 49**. De manière générale, les résultats mettent en évidence trois fractions différentes à l'échelle de la zone d'étude : une fraction de sable dominante, environ 78,65 % en moyenne à l'échelle de l'ensemble des stations et une fraction de gravier (environ 17,42 %) puis les galets/blocs représentent 3,85 %. La fraction appartenant aux silts-argiles (**Figure 92**) est vraiment mineure avec seulement moins de 1 % qui utilise des limites entre les classes granulométriques différentes de celles présentées au **Tableau 49**.

⁴⁷ <https://www.marinespecies.org/>

⁴⁸ La typologie *Eunis* (*European Nature Information System*) est une classification des habitats naturels, semi-naturels et anthropiques des secteurs terrestres et marins d'Europe. Cette typologie est utilisable sur tout le territoire français métropolitain et sur tous types de milieux.

Tableau 49 : résultats granulométriques (%) de chaque station selon quatre fractions sédimentaires pour la campagne d'automne 2022.

Station	C1 automne 2022				C2 hiver 2023			
	Galets	Graviers	Sables	Silts-Argiles	Galets	Graviers	Sables	Silts-Argiles
B01	-	13,44	86,56	< 0,01	-	11,98	87,95	0,07
B02	37,36	24,25	38,36	0,03	-	54,45	45,52	0,02
B03	-	36,41	63,44	0,15	27,89	21,78	50,15	0,18
B04	22,94	13,60	63,35	0,11	21,13	27,63	51,15	0,10
B05	-	31,59	68,20	0,21	-	58,31	41,58	0,11
B06	-	15,54	84,43	0,03	-	52,02	47,93	0,04
B07	-	6,85	92,96	0,19	-	24,34	75,53	0,12
B08	-	-	99,93	0,07	-	15,63	84,31	0,07
B09	-	16,98	83,02	< 0,01	-	37,58	62,40	0,02
B10	-	-	99,91	0,09	41,32	26,86	31,76	0,05
B11	23,54	47,12	29,28	0,06	-	9,54	90,32	0,13
B12	21,36	17,77	60,76	0,11	-	39,75	60,12	0,13
B13	-	9,09	90,89	0,02	-	15,40	84,57	0,03
B14	-	28,71	71,20	0,09	9,15	44,96	45,82	0,06
B15	-	15,75	84,23	0,01	-	-	99,95	0,05
B16	-	37,71	62,21	0,08	-	16,98	82,94	0,08
B17	-	3,44	96,34	0,23	-	2,95	96,58	0,46
B18	-	3,63	96,29	0,08	-	-	99,18	0,82
B19	-	34,78	64,95	0,27	-	4,89	94,41	0,70
B20	-	65,99	33,88	0,13	45,72	30,09	24,18	0,01
B21	17,80	9,62	72,55	0,04	-	20,32	79,66	0,02
B22	-	84,95	15,03	0,02	-	27,29	72,62	0,08
B23	-	36,97	63,00	0,04	20,23	40,85	38,79	0,12
B24	-	4,52	95,40	0,08	-	13,77	86,17	0,06
B25	-	2,55	97,39	0,06	-	3,39	96,31	0,30
B26	-	6,28	93,66	0,06	-	3,31	96,44	0,24
B27	-	-	99,83	0,17	-	1,23	98,66	0,11
B28	-	19,48	80,47	0,04	-	3,54	96,35	0,11
B29	-	1,06	98,93	0,01	27,61	18,27	54,08	0,04
B30	-	-	99,94	0,06	-	11,51	88,37	0,12
B31	-	0,88	99,07	0,05	-	9,35	90,31	0,34
B32	-	2,40	97,50	0,09	-	8,54	91,14	0,32
B33	-	0,87	99,04	0,09	-	2,65	97,09	0,25
B34	-	-	99,94	0,06	-	-	99,67	0,33
B35	-	1,20	98,75	0,04	-	8,69	91,23	0,15
S01	20,85	16,39	62,70	0,06	35,46	39,61	24,85	0,08
S02	6,15	50,46	43,35	0,04	-	24,27	75,66	0,07
S03	-	1,37	98,60	0,03	-	-	99,88	0,12
S04	-	17,91	82,02	0,07	-	23,08	76,82	0,10

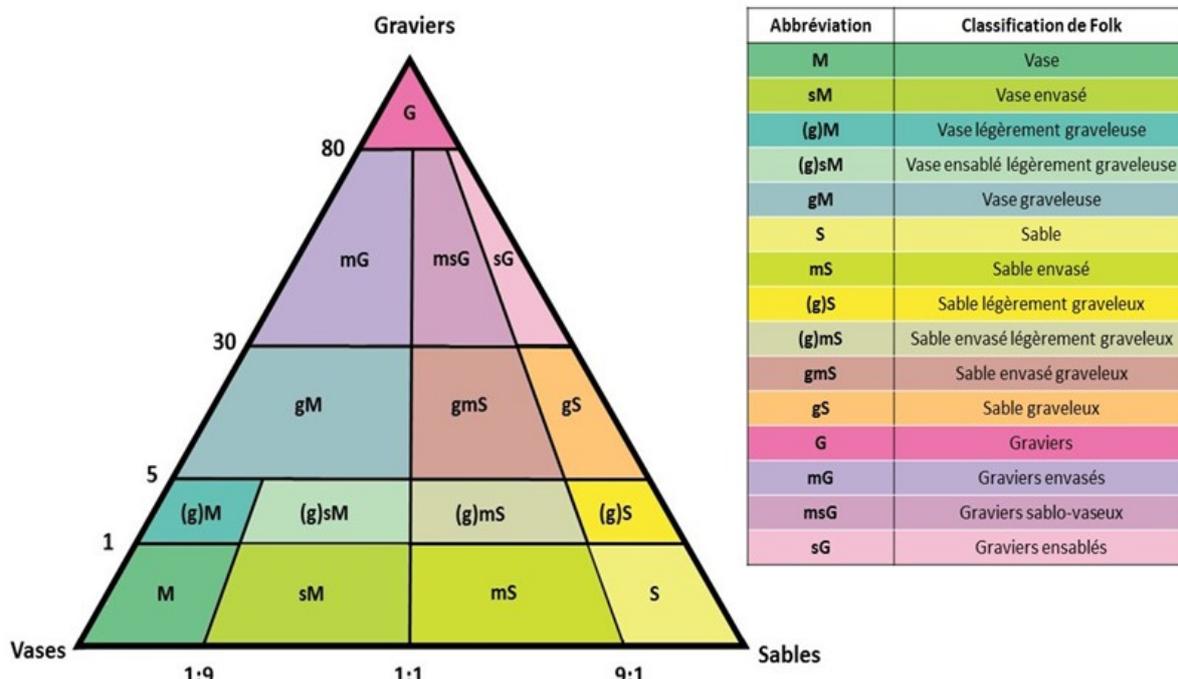


Figure 92 : diagramme triangulaire de Folk de la classification sédimentaire et son codage (Folk, 1954).

Suivant la classification de Folk (Folk, 1954), les données granulométriques de la zone d’étude se classent dans deux types sédimentaires : les graviers et graviers (G) ensablés (sG, **Tableau 50**).

Tableau 50 : type sédimentaire d’après le diagramme de (Folk, 1954) observés à l’échelle de toutes les stations pendant les campagnes C1 (automne 2022) et C2 (hiver 2023).

Station	Type sédimentaire	
	C1	C2
B01	Graviers	Graviers ensablés
B02	Graviers	Graviers
B03	Graviers	Graviers
B04	Graviers	Graviers
B05	Graviers	Graviers
B06	Graviers ensablés	Graviers
B07	Graviers ensablés	Graviers
B08	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B09	Graviers	Graviers
B10	Graviers ensablés	Graviers
B11	Graviers	Graviers ensablés
B12	Graviers	Graviers
B13	Graviers	Graviers ensablés
B14	Graviers	Graviers
B15	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B16	Graviers	Graviers
B17	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B18	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B19	Graviers	Graviers ensablés

B20	Graviers	Graviers
B21	Graviers	Graviers
B22	Graviers	Graviers ensablés
B23	Graviers	Graviers
B24	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B25	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B26	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B27	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B28	Graviers ensablés	Graviers
B29	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B30	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B31	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B32	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B33	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B34	Graviers ensablés	Graviers ensablés
B35	Graviers ensablés	Graviers ensablés
S01	Graviers	Graviers
S02	Graviers	Graviers
S03	Graviers ensablés	Graviers ensablés
S04	Graviers ensablés	Graviers

La proportion de Graviers ensablés et Graviers au cours des deux campagnes est conservée mais toutes les stations d'échantillonnage ne conservent pas la même nature de substrat au cours des 2 campagnes.

La nature du sédiment des stations échantillonnées est représentée dans la **Figure 93** et la **Figure 94**. Les **Graviers Ensablés** sont majoritairement situés au Sud et à l'Est alors que les **Graviers** sont plutôt inféodés aux secteurs Nord et Ouest. Ces deux zones correspondent grossièrement à celles des deux futurs parcs AO4 (au Nord) et AO8 (à l'Est).

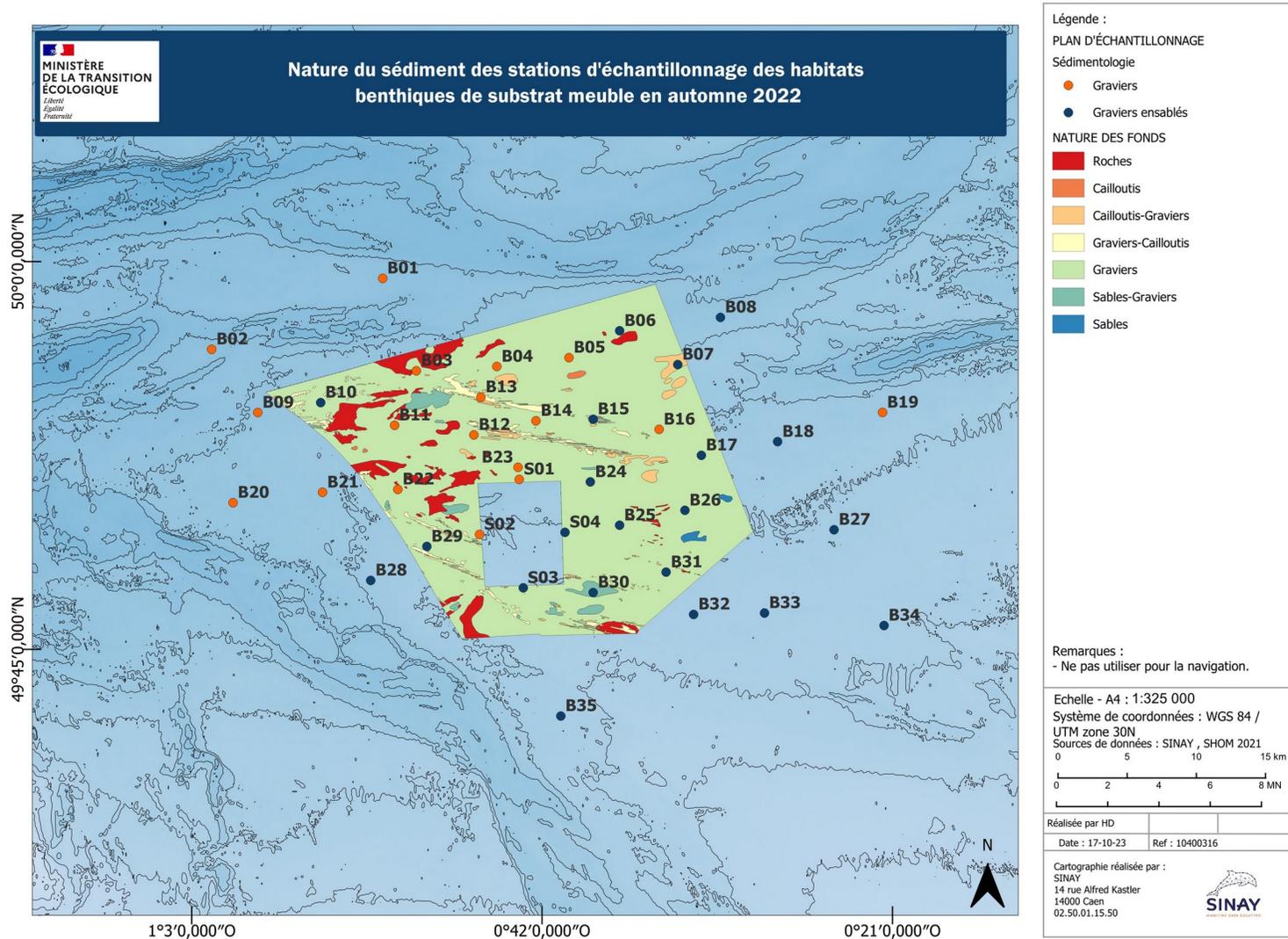


Figure 93 : Carte de la nature granulométrique du substrat des stations d'échantillonnage du compartiment « Habitats et peuplements benthiques » de la campagne C1 (automne 2022).

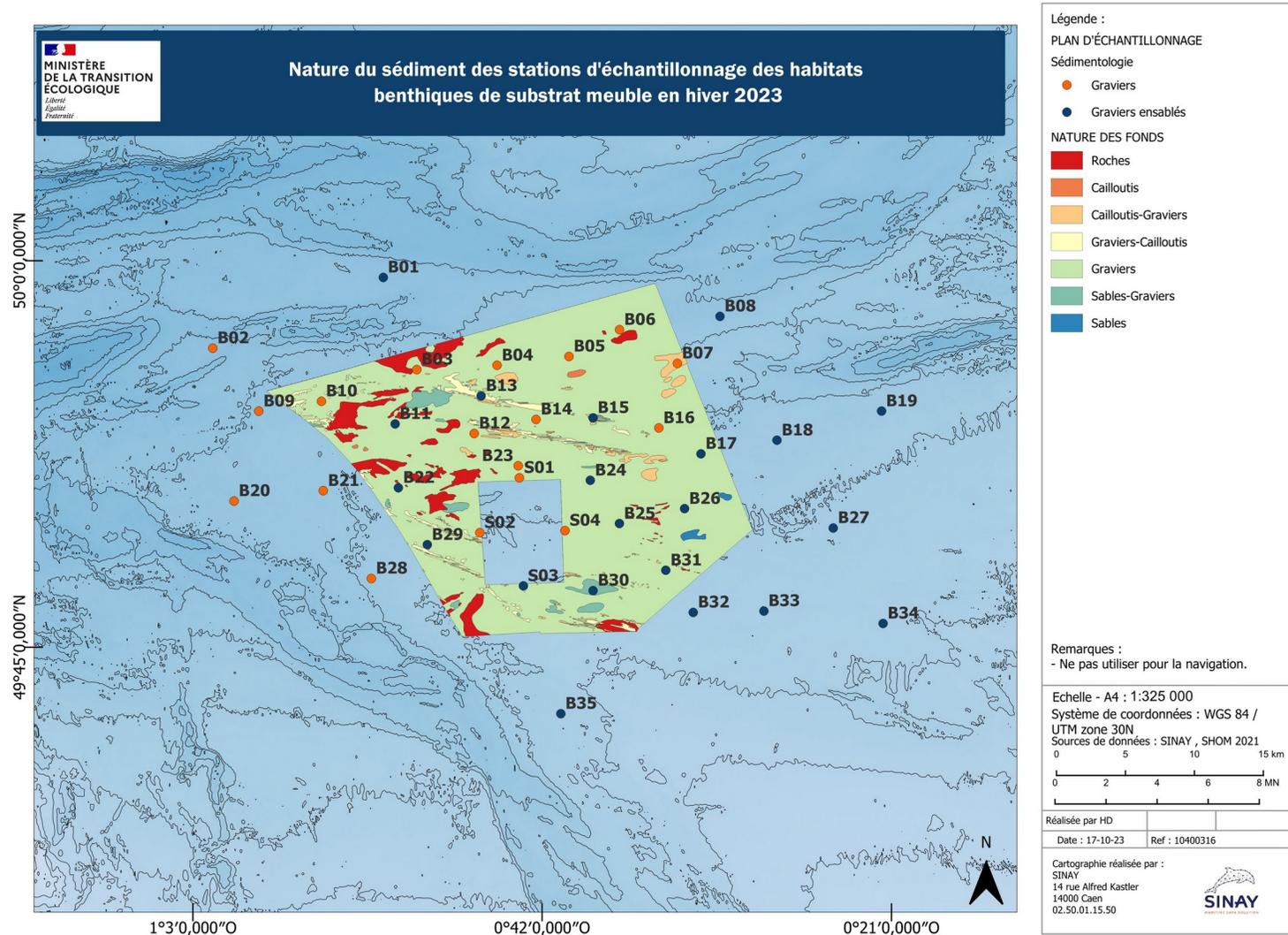


Figure 94 : Carte de la nature granulométrique du substrat des stations d'échantillonnage du compartiment « Habitats et peuplements benthiques » de la campagne C2 (hiver 223).

La **Figure 95** présente les photographies du sédiment des 39 stations de la campagne d'automne 2022.









Figure 95 : photographies des prélèvements sédimentaires de la campagne d'automne 2022.

La **Figure 96** présente les photographies du sédiment des 39 stations de la campagne d’hiver 2023









Figure 96 : Photographies des prélèvements sédimentaires de la seconde campagne.

3.2.2.2 La matière organique

Les pourcentages de Matière Organique (MO) mesurés à l'échelle du site sont présentés dans le **Tableau 51**. Lors de la première campagne, ce pourcentage varie de de 0,62 (B01) à 2,98 % (B20) et à l'échelle de l'ensemble des 35 stations ce pourcentage est de $1,23 \pm 0,20$ %. Lors de la deuxième campagne, ce pourcentage varie de de 0,93 (B11) à 2,09 % (B03) et à l'échelle de l'ensemble des 35 stations ce pourcentage est de $1,29 \pm 0,22$ %.

Tableau 51 : teneur Moyenne en matière organique (%) avec écart-type des 35 stations de la première campagne (Source M2C).

Station	Teneur en matière organique (pourcentage)	
	C1	C2
B01	0,62 ± 0,04	1,12 ± 0,36
B02	1,01 ± 0,24	1,51 ± 1,25
B03	0,90 ± 0,08	2,09 ± 0,07
B04	0,82 ± 0,12	1,32 ± 0,41
B05	1,54 ± 0,15	1,27 ± 0,19
B06	1,21 ± 0,23	1,44 ± 0,10
B07	1,67 ± 0,12	1,28 ± 0,10
B08	1,22 ± 0,23	1,07 ± 0,03
B09	0,85 ± 0,12	0,96 ± 0,12
B10	0,88 ± 0,23	1,03 ± 0,09
B11	1,60 ± 0,03	1,56 ± 0,07
B12	1,34 ± 0,12	1,13 ± 0,11
B13	1,04 ± 0,11	1,20 ± 0,08
B14	1,48 ± 0,23	1,25 ± 0,23
B15	1,47 ± 0,05	1,18 ± 0,24
B16	1,25 ± 0,37	1,29 ± 0,17
B17	1,25 ± 0,11	1,15 ± 0,16
B18	1,42 ± 0,07	1,35 ± 0,08
B19	1,66 ± 0,20	1,28 ± 0,05
B20	2,98 ± 2,38	1,48 ± 0,09
B21	1,32 ± 0,41	0,93 ± 0,26
B22	0,77 ± 0,41	1,38 ± 0,03
B23	1,31 ± 0,39	1,08 ± 0,10
B24	1,00 ± 0,02	1,24 ± 0,22
B25	0,89 ± 0,03	1,22 ± 0,11
B26	0,89 ± 0,05	1,32 ± 0,12

B27	1,26± 0,13	1,63 ± 0,03
B28	1,03± 0,03	0,95 ± 0,75
B29	1,30± 0,24	1,12 ± 0,08
B30	1,29± 0,11	1,22 ± 0,24
B31	1,07± 0,07	1,55 ± 0,12
B32	1,04± 0,15	1,44 ± 0,23
B33	1,20± 0,10	1,34 ± 0,05
B34	1,41± 0,17	1,62 ± 1,00
B35	1,05± 0,08	1,01 ± 0,27

3.2.2.3 Suivi des habitats et communautés benthiques

L'ensemble des échantillons des 35 stations des campagnes d'automne 2022 et d'hiver 2023 ont été triées au moyen des tamis de 2 mm et 1 mm. Actuellement, le tri des prélèvements de la troisième campagne est en cours. Les biomasses sont également en cours de mesure.

Parmi les individus récoltés au cours de la première campagne, le nombre total de *taxa* récoltés est de 222 à l'échelle du site. Ces 222 *taxa* correspondent à la macrofaune benthique (endofaune et épifaune vagile et sessile) dénombrable. La richesse taxonomique varie entre les stations de 27 *taxa* (B01) à 104 *taxa* (B31) pour 30 L de sédiment (**Figure 97** et **Tableau 52**). À l'échelle de l'ensemble des 35 stations 66 432 individus ont été récoltés dans un volume total de 1 050 L de sédiments. Les abondances varient d'un minimum de 186 individus (B01) à un maximum de 4 850 individus (B12) pour 30 L de sédiments (**Figure 97** et **Tableau 52**).

Parmi les individus récoltés au cours de la première campagne, le nombre total de *taxa* récoltés est de 220 à l'échelle du site. Ces 222 *taxa* correspondent à la macrofaune benthique (endofaune et épifaune vagile et sessile) dénombrable. La richesse taxonomique varie entre les stations de 28 *taxa* (B13) à 117 *taxa* (B03) pour 30 L de sédiment (**Figure 98** et **Tableau 52**). À l'échelle de l'ensemble des 35 stations 50 518 individus ont été récoltés dans un volume total de 1 050 L de sédiments. Les abondances varient d'un minimum de 134 individus (B13) à un maximum de 6 262 individus (B22) pour 30 L de sédiments (**Figure 98** et **Tableau 52**).

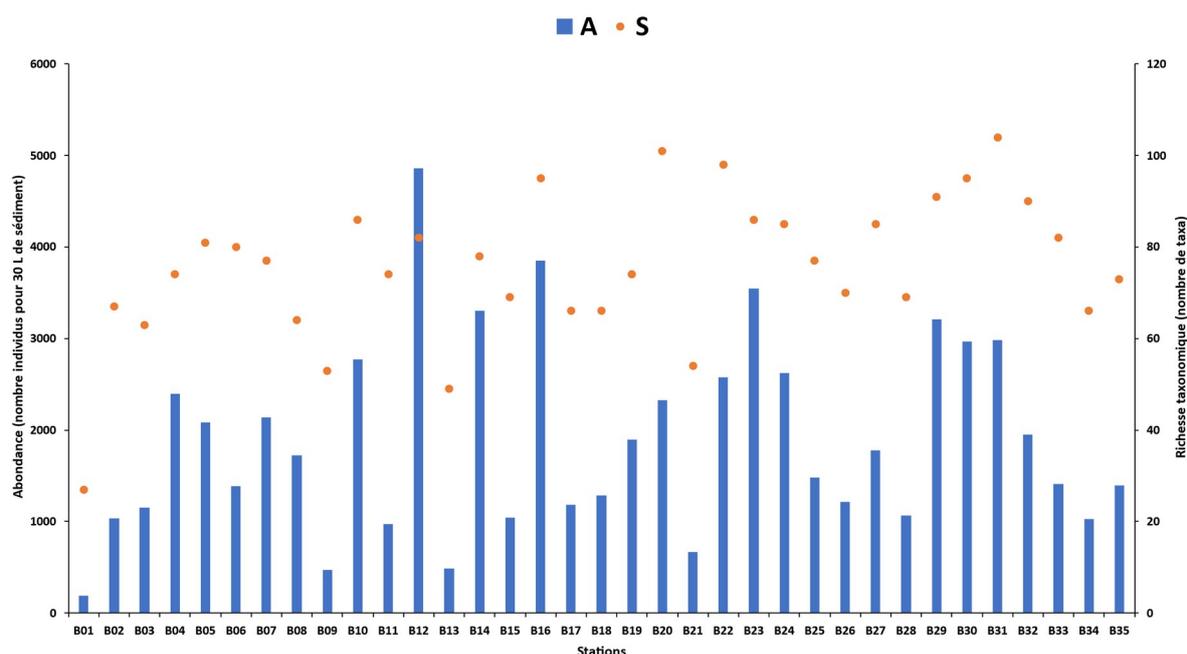


Figure 97 : richesse taxonomique et abondance pour 30 L de sédiments des 35 stations de la première campagne.

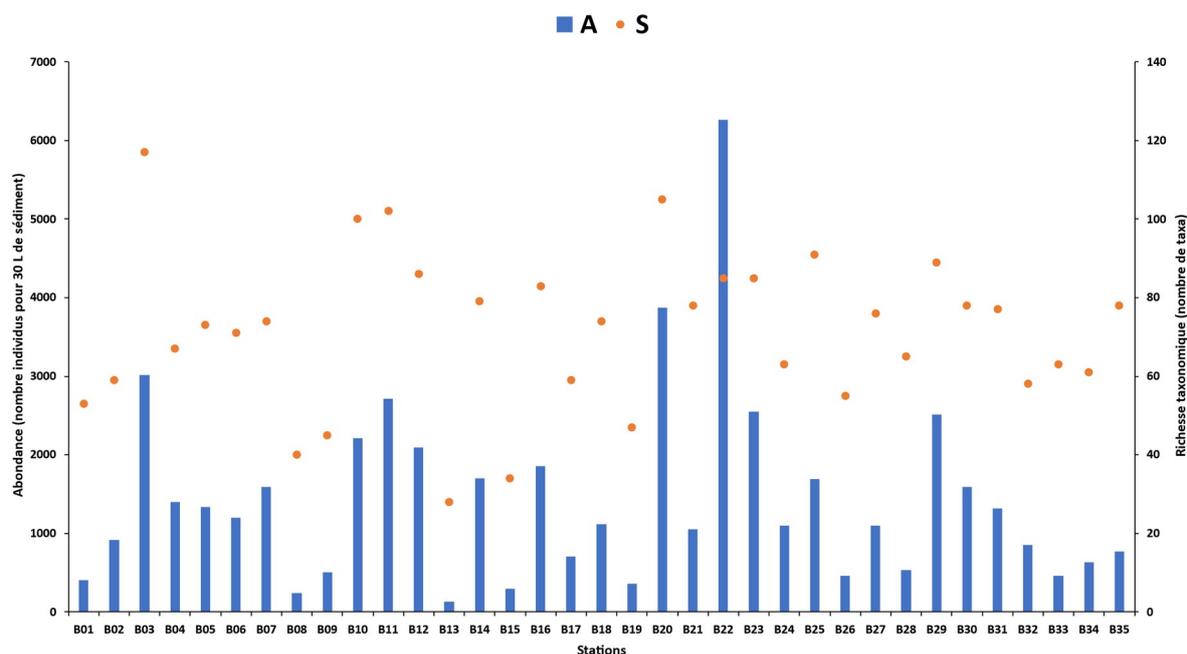


Figure 98 : richesse taxonomique et abondance pour 30 L de sédiments des 35 stations de la deuxième campagne.

Lors de la première campagne, les peuplements des 35 stations correspondent à une communauté diversifiée (B01, B05, B12, B14, B23) à extrêmement diversifié (**Tableau 52**).

La valeur de l'indice de Pielou est de 0,7 à l'échelle de l'ensemble des 35 stations, indiquant l'absence de dominance de certaines espèces dans les stations du site d'étude, cet indice classe les peuplements des 35 stations de diversifié à extrêmement diversifié (**Tableau 52**).

L'indice AMBI assigne aux peuplements des stations un bon à très bon état écologique (**Tableau 52**). La valeur de l'indice BO2A est extrêmement faible à l'échelle de l'ensemble des 35 stations, indiquant que les Polychètes opportunistes sont largement minoritaires par rapport aux Amphipodes au sein de cette zone de la Manche.

Les valeurs de BO2A indiquent ainsi un état écologique très bon (**Tableau 52**).

Tableau 52 : richesse taxonomique (RT), abondance (A, nombre d'individus), indice de Piélou (J'), indice de Shannon (H'), BO2A et AMBI pour 30 L de sédiments des 35 stations des première et deuxième campagne.

Station	Campagne C1						Campagne C2					
	RT	A	J'	H'	BO2A	AMBI	RT	A	J'	H'	BO2A	AMBI
B01	17	54	0,85	3,46	0,0000	0,86	53	400	0,86	4,94	0,004	1,25
B02	55	368	0,76	4,37	0,0000	0,99	59	914	0,71	4,18	0,004	0,75
B03	39	352	0,62	3,28	0,0000	0,47	117	3016	0,74	5,07	0,005	0,83
B04	60	696	0,53	3,11	0,0006	0,21	67	1396	0,69	4,20	0,003	0,62
B05	68	834	0,49	2,96	0,0041	0,52	73	1330	0,67	4,15	0,003	0,51
B06	64	490	0,69	4,12	0,0033	0,99	71	1202	0,77	4,72	0,005	1,06
B07	64	735	0,64	3,85	0,0006	0,71	74	1592	0,68	4,22	0,005	0,90
B08	49	500	0,77	4,32	0,0057	1,11	40	242	0,91	4,87	0,013	1,25
B09	31	64	0,91	4,52	0,0000	0,75	45	502	0,72	3,96	0,003	0,60
B10	72	877	0,59	3,64	0,0000	0,49	100	2208	0,72	4,77	0,004	0,78
B11	62	340	0,77	4,56	0,0049	0,85	102	2710	0,72	4,79	0,002	0,65
B12	70	1758	0,40	2,47	0,0000	0,21	86	2090	0,64	4,10	0,002	0,59
B13	35	91	0,84	4,29	0,0085	1,04	28	134	0,84	4,05	0,006	0,81
B14	72	1372	0,45	2,80	0,0022	0,51	79	1700	0,59	3,74	0,001	0,67
B15	47	271	0,78	4,31	0,0062	1,81	34	298	0,76	3,89	0,003	1,83
B16	80	1146	0,58	3,69	0,0035	0,86	83	1858	0,70	4,48	0,002	1,12
B17	63	453	0,77	4,62	0,0046	1,13	59	708	0,82	4,84	0,001	1,30
B18	57	415	0,83	4,86	0,0168	1,58	74	1114	0,82	5,09	0,005	1,33
B19	60	521	0,78	4,63	0,0094	1,60	47	362	0,89	4,94	0,004	1,51
B20	87	864	0,74	4,78	0,0055	1,16	105	3874	0,71	4,77	0,007	1,33
B21	40	122	0,92	4,87	0,0000	1,30	78	1052	0,78	4,89	0,014	1,15
B22	87	1059	0,67	4,29	0,0023	0,85	85	6262	0,31	1,97	0,001	1,31
B23	77	1458	0,51	3,21	0,0020	0,53	85	2550	0,63	4,05	0,001	0,84
B24	71	1074	0,63	3,90	0,0008	0,89	63	1098	0,68	4,05	0,000	1,04
B25	59	419	0,72	4,22	0,0067	1,17	91	1686	0,76	4,97	0,007	1,45
B26	59	379	0,81	4,79	0,0061	1,29	55	460	0,87	5,01	0,005	1,44
B27	73	585	0,82	5,07	0,0171	1,39	76	1094	0,85	5,32	0,016	1,42
B28	47	300	0,69	3,85	0,0042	0,96	65	534	0,85	5,10	0,005	1,35
B29	80	1236	0,58	3,66	0,0027	0,67	89	2516	0,62	3,99	0,003	0,90
B30	80	991	0,63	3,98	0,0036	0,69	78	1592	0,64	4,10	0,003	1,10
B31	93	1115	0,63	4,10	0,0021	0,77	77	1314	0,69	4,30	0,001	1,06
B32	75	687	0,68	4,25	0,0044	1,13	58	852	0,78	4,56	0,005	1,54
B33	70	397	0,86	5,29	0,0059	1,22	63	460	0,87	5,18	0,010	1,59
B34	58	370	0,82	4,81	0,0325	1,51	61	632	0,89	5,26	0,020	1,65
B35	55	459	0,68	3,95	0,0057	0,98	78	770	0,74	4,62	0,008	1,23

Lors de l'analyse d'une matrice unique correspondant à l'ensemble des données des 70 stations (campagnes 1 et 2), aucune différence d'assemblage se distingue en relation avec la présence/absence des taxons identifiés (**Figure 99**). Cependant, l'assemblage d'espèces de la station C1-B01 est différent des 69 autres, notamment en raison d'un plus faible nombre de taxa (27).

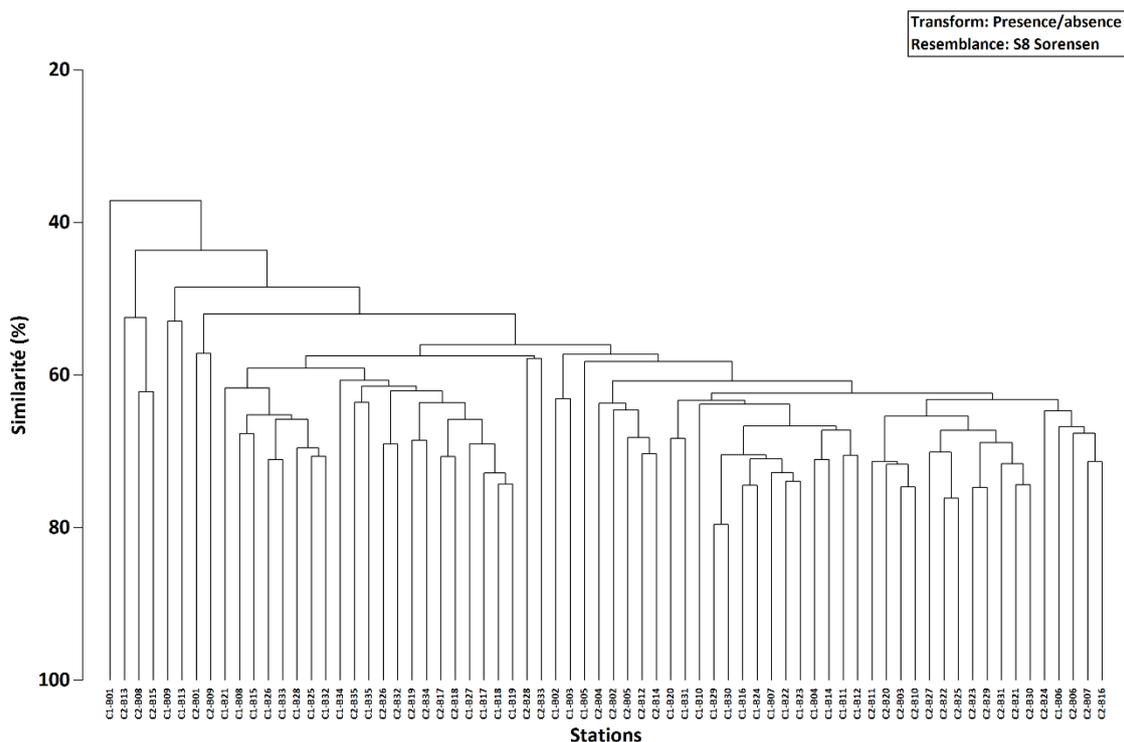


Figure 99 : dendrogramme correspondant à la matrice de similarité de Sorensen des 70 stations benthiques en exploitant les données de type présence/absence.

Lors de l'analyse d'une matrice unique d'abondance transformée en $\text{Log}(x+1)$ correspondant à l'ensemble des 70 stations, aucune différence d'assemblage ne se distingue (Figure 100). La composition et l'abondance spécifiques présentent une homogénéité notable.

Cependant, la station C1-B01 présente un peuplement différent des 69 autres en raison, notamment d'une faible abondance (186 individus).

Entre les deux campagnes d'automne 2022 et d'hiver 2023, aucune variation saisonnière n'est détectée.

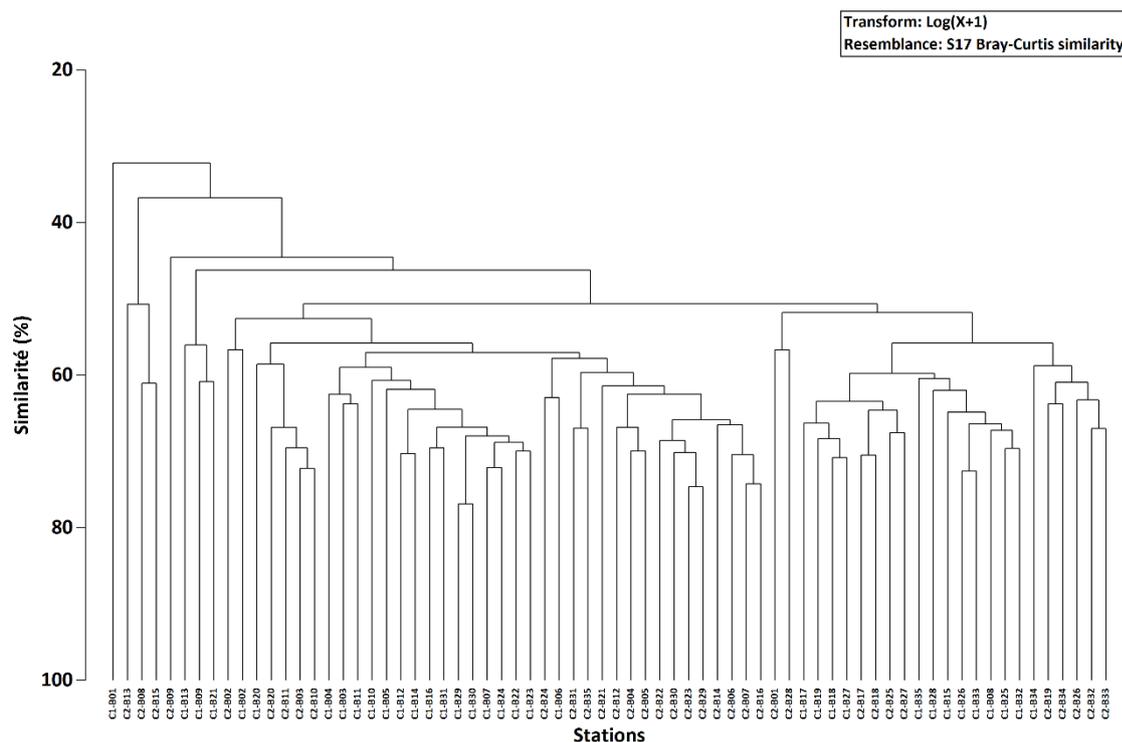


Figure 100 : dendrogramme obtenu à partir de la matrice d'abondance transformée en Log(x+1) selon la similarité de Bray-Curtis pour les données des 70 stations des 2 campagnes.

Deux habitats sont actuellement définis (selon la typologie des ZNIEFF, EUNIS, 2012) en tenant compte de la nature du substrat (Graviers et Graviers ensablés) et des assemblages d'espèces observés. :

- A5.142 - *Mediomastus fragilis*, *Lumbrineris spp.* et bivalves vénérédés dans du sable grossier ou du gravier circalittoral
- A5.141 - *Spirobranchus triqueter* (anciennement *Pomatoceros triqueter*), balanes et bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux

3.2.3 Substrats rocheux – Résultats de la campagne de juin 2022

3.2.3.1 Station 1

3.2.3.1.1 Les données de terrain

Tableau 53 : recueil des observations réalisées au cours du visionnage des vidéos acquises en mer par un expert des habitats benthiques normands à l'échelle de la station 1.

Année	Mois	Jour	Heure	Profondeur (m)	Température (°C)	Commentaire
2022	5	9	13:20:54	0	12	• Début de plongée
2022	5	9	13:23:18	48,4	10	• Turbidité forte • Courant • Cailloux • Galets

Année	Mois	Jour	Heure	Profondeur (m)	Température (°C)	Commentaire
						<ul style="list-style-type: none"> Blocs : pas de surface rocheuse uniforme
2022	5	9	13:23:24	48,6	10	<ul style="list-style-type: none"> Coquille Saint-Jacques
2022	5	9	13:23:30	49,1	10	<ul style="list-style-type: none"> Ophiures
2022	5	9	13:23:41	49,2	10	<ul style="list-style-type: none"> Colonies encroûtantes orange Tubes de vers calcaires sur les blocs
2022	5	9	13:23:42	49,3	10	<ul style="list-style-type: none"> Coquille Saint-Jacques Ophiures (avec taches rouges) Tubes de vers calcaires Hydraire type "<i>Abietinaria abietina</i>" Colonies encroûtantes orange
2022	5	9	13:23:46	49,5	10	<ul style="list-style-type: none"> Ophiures (avec taches jaunes et bleues)
2022	5	9	13:23:46	49,6	10	<ul style="list-style-type: none"> <i>Asterias rubens</i>
2022	5	9	13:25:16	48,8	10	<ul style="list-style-type: none"> Blocs recouverts de taches orange Tubes calcaires
2022	5	9	13:25:46	48,9	10	<ul style="list-style-type: none"> Coquilles Saint-Jacques Pétoncles
2022	5	9	13:25:57	48,7	10	<ul style="list-style-type: none"> Blocs recouverts de taches orange Tubes calcaires
2022	5	9	13:26:30	48,7	10	<ul style="list-style-type: none"> Blocs recouverts de taches orange Tubes calcaires
2022	5	9	13:27:10	49,2	10	<ul style="list-style-type: none"> Ophiures dans les galets Coquilles saint-jacques
2022	5	9	13:27:22	49,2	10	<ul style="list-style-type: none"> <i>Asterias rubens</i> Ophiures Coquilles saint-jacques
2022	5	9	13:27:29	49,2	10	<ul style="list-style-type: none"> Blocs recouverts de taches orange Tubes calcaires Anémone rouge de type "<i>Urticina felina</i>"
2022	5	9	13:27:43	49,6	10	<ul style="list-style-type: none"> Amande de mer (<i>Glycymeris Glycymeris</i>) Coquilles saint-jacques Ophiures Tubes de vers calcaires

Année	Mois	Jour	Heure	Profondeur (m)	Température (°C)	Commentaire
2022	5	9	13:27:47	49,6	10	<ul style="list-style-type: none"> • Changement d'éclairage
2022	5	9	13:27:47	49,7	10	<ul style="list-style-type: none"> • Colonie de type "<i>Thuiaria thuja</i>" • Ophiures • Tubes de vers calcaires • Coquilles saint-jacques • Structure de type "<i>Abietinaria abietina</i>"
2022	5	9	13:27:57	49,9	10	<ul style="list-style-type: none"> • Type "<i>Nemertesia antennina</i>" • Type "<i>Thuiaria thuja</i>" • Ophiures • Tubes calcaires • Encroûtements orange • Bloc avec "<i>Abietinaria abietina</i>" en haut et tubes de vers calcaires en bas
2022	5	9	13:28:39	49,9	10	<ul style="list-style-type: none"> • Type "<i>Abietinaria abietina</i>" au sommet du bloc • "<i>Asterias rubens</i>" au pied
2022	5	9	13:29:11	49,9	10	<ul style="list-style-type: none"> • "<i>Thuiaria thuja</i>"
2022	5	9	13:29:26	49,3	10	<ul style="list-style-type: none"> • Remise en suspension de sédiment fin par le ROV
2022	5	9	13:30:47	48,9	10	<ul style="list-style-type: none"> • Bloc avec tubes de vers calcaires • Ophiures • Type "<i>Abietinaria abietina</i>" • Taches d'encroûtement orange
2022	5	9	13:31:18	49,2	10	<ul style="list-style-type: none"> • "<i>Asterias rubens</i>" • Tacaud
2022	5	9	13:32:20	47,8	10	<ul style="list-style-type: none"> • Fin de plongée

La plongée d'observation a duré 11 minutes et 26 secondes. La profondeur d'observation est comprise entre 47,8 m et 49,9 m.

Le ROV a remis en suspension un sédiment relativement grossier rapidement dissipé par le courant fort. L'eau paraît chargée en matière en suspension.

Des ophiures sont majoritairement observées, installées dans un sédiment grossier parsemé de Coquilles Saint-Jacques, de pétoncles et amandes de mer. Une étoile de mer est observée, probablement *Asterias rubens*. Une anémone ressemblant au Dahlia de mer (*Urticina felina*) est observée, ainsi qu'un Tacaud indéterminé.

Nous n'observons pas de surface rocheuse uniforme. Des blocs sont observés au sein du sédiment grossier, ils sont recouverts de tubes calcaires (probablement des vers tels que *Spirobranchus triqueter*). Des colonies colorées qui ne semblent pas être des éponges sont observées sur ces mêmes blocs. D'autres organismes coloniaux élevés avec des organisations anatomiques de

différents types sont observés dans la partie supérieure des blocs ou gros galets. Ces organismes sont majoritairement des bryozoaires et des hydrozoaires. Leur structure anatomique est la même que celle d'espèces telles que *Nemertesia antennina*, *Thuiaria thuja* et *Abietinaria abietina*. Les éponges et les balanes ne sont pas observées *a priori*.

3.2.3.1.2 Les habitats observés (description générique officielle selon HabRef)

A5.445 - Bancs d'ophiures *Ophiothrix fragilis* et/ou *Ophiocomina nigra* sur sédiment hétérogène subtidal (https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_hab/10923/tab/description)

“Sédiment circalittoral dominé par des ophiures (des centaines ou des milliers d’individus par mètre carré) formant des bancs denses qui constituent une épifaune sur des blocs, du gravier ou des substrats sédimentaires. *Ophiothrix fragilis* et *Ophiocomina nigra* sont les principales espèces qui forment des bancs, de rares bancs étant formés par *Ophiopholis aculeata*. Les bancs d’ophiures sont de taille variable, les plus grands s’étendant sur des centaines de mètres carrés et comportant des millions d’individus. Ces bancs ont généralement une structure interne inégale, avec des concentrations localisées de plus forte densité. *Ophiothrix fragilis* ou *Ophiocomina nigra* peuvent dominer séparément, ou il peut y avoir des populations mélangées des deux espèces. Les bancs de *Ophiothrix* peuvent être constitués de gros individus adultes et de minuscules juvéniles récemment installés, les individus de taille intermédiaire vivant dans les milieux rocheux avoisinants ou parmi l’épifaune sessile. Contrairement aux bancs d’ophiures installés sur des substrats rocheux, ceux qui sont sur des sédiments peuvent contenir une riche épifaune associée (Warner, 1971 ; Allain, 1974 ; Davoult et Gounin, 1995). De grands animaux filtreurs tels que le corail mou *Alcyonium digitatum*, l’anémone *Metridium senile* et l’hydraire *Nemertesia antennina* sont présents principalement sur des affleurements rocheux ou des blocs qui dépassent du substrat couvert d’ophiures. La grande anémone *Urticina felina* peut être très commune. Cette espèce vit à demi-enfouie dans le substrat, mais n’est pas étouffée par les ophiures puisqu’elle est généralement entourée d’un « halo » d’espace libre (Brun, 1969 ; Warner, 1971). Les gros animaux mobiles couramment présents sur les bancs de *Ophiothrix* comprennent l’étoile de mer *Asterias rubens*, *Crossaster papposus* et *Luidia ciliaris*, les oursins *Echinus esculentus* et *Psammechinus miliaris*, le crabe comestible *Cancer pagurus*, les crabes nageurs *Necora puber*, *Liocarcinus spp.*, et le bernard-l’hermite *Pagurus bernhardus*. Les sédiments sous-jacents contiennent aussi une endofaune diversifiée, dont le bivalve *Abra alba*. Warner (1971) a constaté que le nombre et la biomasse des animaux fouisseurs dans les sédiments ne sont pas significativement réduits sous les taches denses d’ophiures.”

A5.141 - *Spirobranchus triqueter* (anciennement *Pomatoceros triqueter*), balanes et bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux (https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_hab/10546)

“Cet habitat est caractérisé par quelques espèces éphémères omniprésentes, robustes ou à croissance rapide (ou les deux), capables de coloniser des cailloutis et de galets instables ainsi que des schistes régulièrement déplacés sous l’action des vagues et des marées. Les principaux organismes qui colonisent le milieu ont tendance à se limiter à des vers tubicoles calcaires tels que *Spirobranchus triqueter* (anciennement *Pomatoceros triqueter*), de petites balanes, dont *Balanus crenatus* et *Balanus balanus*, et quelques bryozoaires et encroûtements de corallinales. L’action d’abrasion par le substrat mobile empêche la colonisation par des espèces plus fragiles. Parfois, en milieu soumis aux courants de marée, des touffes d’hydriaires tels que *Sertularia argentea* et *Hydrallmania falcata* sont présentes. Cet habitat se transforme souvent en A5.444, caractérisé par de grandes quantités de ces hydriaires sur des cailloux également couverts de *Pomatoceros* et de balanes. La différence principale tient au fait que A5.444 semble se développer sur des galets et des cailloutis consolidés et plus stables, ou sur de plus gros cailloux enfoncés dans les sédiments, dans un milieu où l’action des marées est modérée. Ces cailloux peuvent être perturbés pendant l’hiver, et l’on ne trouve donc pas d’espèces fragiles et à grande longévité. On trouve cet habitat en milieu ouvert exposé ainsi qu’à l’entrée de bras de mer.”

3.2.3.2 Station 2

3.2.3.2.1 Les données de terrain

Tableau 54 : recueil des observations réalisées au cours du visionnage des vidéos acquises en mer par un expert des habitats benthiques normands à l’échelle de la station 2.

Année	Mois	Jour	Heure	Profondeur (m)	Température (°C)	Commentaire
2022	5	9	15:27:59	-0,2	11	<ul style="list-style-type: none"> • Début de plongée
2022	5	9	15:30:41	51,2	10	<ul style="list-style-type: none"> • Cailloux et galets • Coquille Saint-Jacques • Pétoncles • Ophiures (bras posés) • Courant • Matières En Suspension
2022	5	9	15:30:47	52	10	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de blocs plus sombres au milieu des cailloux/galets à ophiures.
2022	5	9	15:30:58	52,2	10	<ul style="list-style-type: none"> • Un gros bloc avec des encroûtements orange (et autres structures ramifiées)
2022	5	9	15:31:14	51,4	10	<ul style="list-style-type: none"> • Un bloc
2022	5	9	15:33:04	52,2	10	<ul style="list-style-type: none"> • Ophiures • Pétoncles • Courant • M.E.S. • Galets colonisés orange
2022	5	9	15:33:30	52,5	10	<ul style="list-style-type: none"> • 1 ophiure noire parmi les autres blanches.

Année	Mois	Jour	Heure	Profondeur (m)	Température (°C)	Commentaire
2022	5	9	15:33:33	52,5	10	<ul style="list-style-type: none"> • Blocs avec <i>Flustra</i> au top • Encroûtement de type éponges orange et rouge • <i>Alcyonium nd</i>
2022	5	9	15:33:54	52,4	10	<ul style="list-style-type: none"> • Tacaud (<i>minutus</i>)
2022	5	9	15:34:00	52,7	10	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flustra</i> • Éponge en boule • Tubes calcaires • Taches orange • Hydraires • Bryozoaires • Type "<i>Nemertesia antennina</i>" • Gros corail blanc
2022	5	9	15:34:18	52,7	10	<ul style="list-style-type: none"> • Tacaud
2022	5	9	15:34:26	52,8	10	<ul style="list-style-type: none"> • Cailloux avec ophiures • Pétoncles • Coquille Saint-Jacques
2022	5	9	15:35:30	51,8	10	<ul style="list-style-type: none"> • Blocs avec tubes de vers calcaires et taches orange
2022	5	9	15:35:49	51,9	10	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Asterias rubens</i> sur bloc avec <i>Flustra</i> • Tubes de vers calcaires sur galets/cailloux • Pétoncles
2022	5	9	15:38:25	49,6	10	<ul style="list-style-type: none"> • Fin de plongée

La plongée d'observation a duré 10 minutes et 26 secondes. La profondeur d'observation est comprise entre 49,6 m et 52,8 m.

Des cailloux et galets sont majoritairement observés, colonisés par les ophiures avec quelques Coquilles Saint-Jacques et pétoncles. Une des ophiures observées est noire. Le courant paraît relativement fort et chargé en matières en suspension. Un tacaud (*Trisopterus minutus*) et une étoile de mer (*Asterias rubens*) sont détectés à proximité des blocs.

Quelques blocs sont détectés au milieu du substrat meuble. Ils sont recouverts d'encroûtements colorés.

Au sommet des blocs des bryozoaires dressés de type *Flustra sp.* sont observés ainsi que des colonies qui semblent être des éponges orange en formes de boules. La présence d'*Alcyonium digitatum*⁴⁹ est également remarquée sur ces blocs.

Des Hydraires sont également observés sur les blocs. (*Nemertesia antennina*⁵⁰).

⁴⁹ *Alcyonium digitatum* https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/7427

⁵⁰ *Nemertesia antennina* https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/371291

3.2.3.2.2 Les habitats observés (description générique officielle)

A5.445 - Bancs d'ophiures *Ophiothrix fragilis* et/ou *Ophiocomina nigra* sur sédiment hétérogène subtidal (https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_hab/10923/tab/description)

A4.2141 - *Flustra foliacea* sur roche circalittorale envasée légèrement abrasée (https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_hab/17468/tab/description)

“Cette variante est typiquement rencontrée sur la face supérieure de la roche en place ou de blocs circalittoraux modérément exposés aux vagues, soumis à des courants de marée modérément forts. Ces espaces rocheux peuvent alterner avec des taches de sable graveleux susceptibles d’avoir un effet d’abrasion. Vu de loin, cette variante semble dominée par le bryzoaire *Flustra foliacea*. On peut également voir *Alcyonium digitatum* fixée au substrat rocheux. En regardant de plus près, on peut voir les tubes blancs du polychète *Spirobranchus triqueter* (anciennement *Pomatoceros triqueter*) sur la roche et les blocs, en particulier sur les faces verticales. Entre les blocs, il peut y avoir des espaces sableux ou graveleux colonisés par l’anémone *Urticina felina*. La présence régulière et en grand nombre de l’oursin *Echinus esculentus* peut expliquer le broutage du tapis faunistique et algal, d’où une faible richesse spécifique. Les autres échinodermes que l’on peut observer comprennent l’étoile de mer omniprésente *Asterias rubens* et l’ophiure commune *Ophiothrix fragilis*. On voit parfois des touffes éparses des hydraires *Thuiaria thuja*, *Abietinaria abietina*, *Nemertesia antennina* et *Tubularia indivisa* fixées au substrat rocheux. Le bernard-l’hermite *Pagurus bernhardus*, le polychète *Sabella pavonina* et quelques bryzoaires encroûtants peuvent aussi être présents. Cet habitat est caractéristique des terrasses de roche en place situées le long de la côte du comté de Northumberland, qui sont généralement pauvres en espèces par comparaison aux habitats semblables à *F. foliacea* des côtes de l’ouest du Royaume-Uni. (Ces derniers possèdent une plus grande diversité d’éponges, d’hydraires et de bryzoaires.) À mesure que la turbidité de l’eau augmente dans cet habitat plutôt envasé, la diversité spécifique diminue.”

3.2.3.3 Station 3

3.2.3.3.1 Les données de terrain

Tableau 55 : recueil des observations réalisées au cours du visionnage des vidéos acquises en mer par un expert des habitats benthiques normands à l’échelle de la station 3.

Année	Mois	Jour	Heure	Profondeur (m)	Température (°C)	Commentaire
2022	5	9	16:29:00	0,1	11	<ul style="list-style-type: none"> • Début de plongée
2022	5	9	16:33:00	50,2	10	<ul style="list-style-type: none"> • Matières En Suspension • Galets • Colonies encroûtantes orange • Hydraires
2022	5	9	16:33:17	50,3	10	<ul style="list-style-type: none"> • Tacaud
2022	5	9	16:33:21	50,5	10	<ul style="list-style-type: none"> • Tacaud
2022	5	9	16:33:27	50,5	10	<ul style="list-style-type: none"> • Bloc “velu” et coloré • Tacaud • Ascidies/Alcyonium • Flustra • “<i>Abietinaria abietina</i>”

						<ul style="list-style-type: none"> • Coquille saint-jacques • Éponge en boule • “<i>Cellepora pumicosa</i>”
2022	5	9	16:34:54	50,9	10	<ul style="list-style-type: none"> • Ophiures (bras levés mollement) • Encroûtements orange sur les galets • Type” <i>Thuiaria thuja</i>”
2022	5	9	16:35:07	50,6	10	<ul style="list-style-type: none"> • Remise en suspension de sédiment fin par le ROV
2022	5	9	16:36:02	50,6	10	<ul style="list-style-type: none"> • Roussette
2022	5	9	16:36:47	49,7	10	<ul style="list-style-type: none"> • Bloc “velu” et coloré • Tacaud
2022	5	9	16:37:15	50,4	10	<ul style="list-style-type: none"> • Coquille saint-Jacques
2022	5	9	16:37:38	48,5	10	<ul style="list-style-type: none"> • Fin de plongée (Matières En Suspension, peu de courant)

La plongée d’observation a duré 8 minutes et 38 secondes. La profondeur d’observation est comprise entre 48,5 m et 50,9 m.

Cette plongée est la plus courte en raison de l’épuisement de la batterie. Le contrôle des images acquises a permis de valider la qualité des données pour définir l’habitat présent.

Des galets ont pu être observés, recouverts de colonies encroûtantes orange. Des hydraires dressés colonisent également ce substrat.

Deux Tacauds et une Roussette non identifiés sont également observés, ainsi que des coquilles Saint-Jacques et des ophiures. Leurs bras ne sont qu’à moitié levés, en lien avec un courant moins fort, en lien avec le moment de la marée. Les matières en suspension sont encore bien observées.

Les blocs sont densément colonisés., entourés de tacauds. Ils hébergent, des *Alcyonium digitatum*, des éponges orange en forme de boule., des colonies encroûtantes de type *Cellepora pumicosa*, ainsi que des organismes coloniaux dressés tels que *Abietinaria abietina*.

Le ROV au contact du sédiment meuble a pu remettre en suspension un sédiment relativement plus fin, très vite dissipé par le courant.

3.2.3.3.2 Les habitats observés (description générique officielle)

A5.445 - Bancs d'ophiures *Ophiothrix fragilis* et/ou *Ophiocomina nigra* sur sédiment hétérogène subtidal

A4.2141 - *Flustra foliacea* sur roche circalittorale envasée légèrement abrasée

3.2.3.4 Station 4

3.2.3.4.1 Les données de terrain

Tableau 56 : recueil des observations réalisées au cours du visionnage des vidéos acquises en mer par un expert des habitats benthiques normands à l'échelle de la station 4.

Année	Mois	Jour	Heure	Profondeur (m)	Température (°C)	Commentaire
2022	5	9	17:28	0,5	11	<ul style="list-style-type: none"> • Début de plongée
2022	5	9	17:31:18	48	10	<ul style="list-style-type: none"> • Arrivée au fond avec Matières En Suspension et courant
2022	5	9	17:31:32	48,2	10	<ul style="list-style-type: none"> • Anémone rouge de type "<i>Urticina felina</i>"
2022	5	9	17:32:09	48,3	10	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Asterias rubens</i> • Tubes calcaires sur galets/cailloux
2022	5	9	17:32:43	48,2	10	<ul style="list-style-type: none"> • Anémone de type "<i>Urticina felina</i>" • Tubes de vers calcaires sur galets/cailloux • Pétoncles • Coquilles saint-jacques • Amandes de mer
2022	5	9	17:33:43	48,8	10	<ul style="list-style-type: none"> • Même liste avec des densités spécifiques plus fortes • Structure de type "<i>Thuiaria thuja</i>"
2022	5	9	17:34:43	48,9	10	<ul style="list-style-type: none"> • Même liste • Bulot ("<i>Buccinum undatum</i>")
2022	5	9	17:35:22	48,8	10	<ul style="list-style-type: none"> • Même liste • Tubes calcaires • Colonies encroûtantes orange sur galets • Type "<i>Cellepora pumicosa</i>"
2022	5	9	17:38:42	48,9	10	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise qualité de lumière • <i>Asterias rubens</i> • Pétoncle
2022	5	9	17:40:12	48,3	10	<ul style="list-style-type: none"> • Anémone de type "<i>Urticina felina</i>"
2022	5	9	17:40:43	48	10	<ul style="list-style-type: none"> • Fin de plongée (remontée)

La plongée d'observation a duré 11 minutes et 52 secondes. La profondeur d'observation est comprise entre 48,0 m et 48,9 m.

Le substrat est majoritairement composé de sédiment grossier, les matières en suspension sont bien visibles dans le courant. Les Cailloux sont recouverts de tubes de vers calcaires ainsi que de colonies encroûtantes orange avec des hydrozoaires dressés de type *Thuiaria thuja*.

Des Anémones de type Dahlia de mer (*Urticina felina*) sont bien observées, ainsi qu'une Étoile de mer (*Asterias rubens*) un Bulot (*Buccinum undatum*), des Coquilles Saint-Jacques et des Pétoncles.

La taille des particules du sédiment est supérieure de façon générale et malgré l'absence de gros blocs comme ceux observés au cours des quatre autres plongées. Les Ophiures sont plus rares.

3.2.3.4.2 Les habitats observés (description générique officielle)

A5.445 - Bancs d'ophiures *Ophiothrix fragilis* et/ou *Ophiocomina nigra* sur sédiment hétérogène subtidal

3.2.3.5 Station 5

3.2.3.5.1 Les données de terrain

Tableau 57 : recueil des observations réalisées au cours du visionnage des vidéos acquises en mer par un expert des habitats benthiques normands à l'échelle de la station 5.

Année	Mois	Jour	Heure	Profondeur (m)	Température (°C)	Commentaire
2022	5	9	18:52:02	0	12	<ul style="list-style-type: none"> Début de plongée (mise à l'eau)
2022	5	9	18:55:11	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> Arrivée au fond avec Matières En Suspension, cailloutis/galets Blocs avec tubes de vers calcaires
2022	5	9	18:56:30	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> Même liste Type "<i>Nemertesia antennina</i>"
2022	5	9	18:57:18	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> Même liste Type "<i>Abietinaria abietina</i>" Champ de blocs
2022	5	9	18:57:51	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> Même liste "<i>Asterias rubens</i>"
2022	5	9	18:58:24	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> Même liste Type "<i>Thuiaria thuja</i>"
2022	5	9	18:59:14	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> Même liste Oursin type "<i>Echinus esculentus</i>" Encroûtements orange et verts/jaune <i>Alcyonium</i> (orange à tentacules blancs) Type "<i>Cellepora pumicosa</i>"
2022	5	9	19:00:00	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> Macropode indéterminé dans une structure de type

Année	Mois	Jour	Heure	Profondeur (m)	Température (°C)	Commentaire
						" <i>Nemertesia antennina</i> "
2022	5	9	19:00:20	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> • Structure de type "<i>Nemertesia antennina</i>" ramifiée
2022	5	9	19:00:44	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Alcyonium</i> blanc
2022	5	9	19:01:50	42,2	10	<ul style="list-style-type: none"> • Structure de type "<i>Nemertesia antennina</i>" ramifiée de plus haute taille
2022	5	9	19:02:28	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> • La plus belle structure de type "<i>Nemertesia antennina</i>" de toute la campagne avec des structures de type "<i>Thuiaria thuja</i>" dans un champ de blocs avec cailloutis / galets
2022	5	9	19:03:56	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Maja squinado</i> • Pétoncle • Algues encroûtante roses • Coquilles saint-jacques • Tubes calcaires
2022	5	9	19:04:38	42,3	10	<ul style="list-style-type: none"> • Remise en suspension de sédiment fin par le ROV
2022	5	9	19:11:25	41,5	10	<ul style="list-style-type: none"> • Fin de plongée (remontée)

La plongée d'observation a duré 19 minutes et 23 secondes. La profondeur d'observation est comprise entre 41,5 m et 42,3 m.

La plongée est la plus longue, avec le courant le plus faible et les matières en suspension restent bien visibles. Les cailloutis et galets sont majoritaires avec quelques blocs bien présents, recouverts de tubes calcaires. Malgré le temps d'observation supérieur, la quantité de taxons n'est pas plus forte.

Des organismes coloniaux dressés sont observés sur les blocs de type *Nemertesia antnennina*, *Abietinaria abietina*, *Thuiaria thuja*. Les *Alcyonium digitatum* sont particulièrement abondants.

La présence d'oursins de type *Echinus esculetus* est remarquable sur les blocs, recouverts de colonies encroûtantes orange, vertes et jaunes suggérant la présence de *Cellepora pumicosa*.

Un macropode indéterminé est observé dans dans un organisme de type *Nemertesia antinnina*. Certains représentant de ce type sont particulièrement développés. Une araignée de mer est également repérée (*Maja squinado*) ainsi que des coquilles-Saint-Jaques, et des pétoncles.

En plus des tubes calcaires, la présence d'encroûtements rose laisse penser que des algues calcaires sont présentes (cette station est la moins profonde) sur les galets.

Le ROV a remis en suspension un sédiment relativement grossier vite dissipé malgré la faiblesse du courant (les ophiures gardent leurs bras baissés).

3.2.3.5.2 Les habitats observés (description générique officielle)

A5.445 - Bancs d'ophiures *Ophiothrix fragilis* et/ou *Ophiocomina nigra* sur sédiment hétérogène subtidal

3.2.3.6 Conclusion

Trois types d'habitats (selon la typologie HabRef) ont été pris en considération :

- **A5.445 - Bancs d'ophiures *Ophiothrix fragilis* et/ou *Ophiocomina nigra* sur sédiment hétérogène subtidal**

Cet habitat est le plus représenté, omniprésent. Il ne correspond pas à un habitat de substrat rocheux au sens strict du terme. Il est en relation avec les habitats à *Ophiothrix fragilis* ayant donné lieu à la création de ZNIEFF marines à proximité.

La densité de l'espèce *O. fragilis* pourrait être supérieure en dehors des champs de blocs nouvellement cartographiés, c'est-à-dire dans les zones de substrat meuble dans la partie Ouest de notre Zone d'étude.

Des précisions à ce sujet pourront être apportées au moyen de l'étude des habitats benthiques de substrat meuble au cours de notre de notre caractérisation de l'état initial des habitats. En particulier, les espèces capturées pourront être précisément identifiées, ce qui n'est pas possible en vidéo.

Les coquilles Saint-Jacques sont omniprésentes à l'échelle du secteur étudié au sein de cet habitat.

- **A5.141 - *Spirobranchus triqueter* (anciennement *Pomatoceros triqueter*), Balanes et Bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux**

Cet habitat n'est observé qu'à l'échelle d'une station. Il ne correspond pas à un habitat de substrat rocheux au sens strict du terme. Des précisions à ce sujet pourront être apportées au moyen de l'étude des habitats benthiques de substrat meuble au cours de notre de notre caractérisation de l'état initial des habitats. En particulier, les espèces capturées pourront être précisément identifiées, ce qui n'est pas possible en vidéo.

- **A4.2141 - *Flustra foliacea* sur roche circalittorale envasée légèrement abrasée**

Cet habitat n'est observé qu'à l'échelle d'une station. Il correspond à un champ de blocs colonisés par des bryozoaires, des hydrozoaires et des vers à tubes calcaires.

Certaines espèces caractéristiques sont détectées avec un temps plus long d'observation (cf les oursins et les crustacés) ainsi que dans un courant de marée plus faible (pendant la période d'étalement de marée). Les algues calcaires sont observées aux plus faibles profondeurs. Le temps de plongée n'est pas directement proportionnel au nombre de taxons observés.

3.2.4 Discussion et liens avec les autres compartiments

Les conclusions obtenues doivent être révisées et harmonisées en fonction des résultats produits par l'étude des habitats benthiques de substrat meuble. L'identification des espèces sessiles pourra ainsi être précisée.

Par ailleurs, Dauvin *et al.* (2022)⁵¹ ont identifié des habitats à partir de vidéos sous-marines à l'échelle du Centre de la Manche. Ces informations doivent maintenant être comparées à celles produites dans le cadre de la présente étude pour préciser les conclusions effectuées.

La première campagne d'échantillonnage des habitats de substrat meuble a permis de préciser la nature granulométrique du substrat. Deux classes se distinguent, les Graviers au Nord et à l'Ouest et les Graviers ensablés au Sud et à l'Est. **La limite ainsi observée semble correspondre à celle entre les peuplements de Poissons, Mollusques et Crustacés du large et de la côte ainsi qu'à celle des peuplements phytoplanctoniques.** Le lien avec l'abondance des Ophiures reste à préciser.

En utilisant la drague Rallier du Baty pour effectuer les prélèvements, la faible teneur du sédiment en matière organique observée précédemment par le SHOM est confirmée. Des tests de prélèvement au moyen d'une benne Van Veen sont en cours pour vérifier et préciser ces résultats.

Lors des deux prochaines campagnes consacrées aux habitats benthiques de substrat meuble, des prélèvements seront réalisés au moyen d'une benne Van Veen modifiée (lestée) afin de tester son efficacité avec ces sédiments grossiers. Des prélèvements de ce type permettraient plus de comparaisons avec les données de la littérature disponible et sont complémentaires de ceux effectués au moyen de la drague Rallier du Baty pour optimiser la robustesse des résultats produits.

⁵¹ Dauvin *et al.* (2022) : Dauvin, J.-C.; Pezy, J.-P.; Poizot, E.; Lozach, S.; Trentesaux, A. A Multidisciplinary Approach for A Better Knowledge of the Benthic Habitat and Community Distribution in the Central and Western English Channel. *J. Mar. Sci. Eng.* 2022, 10, 1112. <https://doi.org/10.3390/jmse10081112>

3.3 Poissons, Mollusques et Crustacés

3.3.1 Matériels et méthodes

3.3.1.1 Stratégie d'échantillonnage

3.3.1.1.1 Généralités

L'objectif est de caractériser l'état initial des peuplements halieutiques dans le cadre de l'étude d'impact de l'installation des parcs éoliens en mer dans les zones **AO4** et **AO8**. Plus précisément, l'étude en cours vise la caractérisation de l'état initial du compartiment « **Poissons, Mollusques et Crustacés** » associé à la zone du projet. Elle comprend des échantillonnages au moyen d'un chalut benthopélagique et d'un **filet Bongo à double collecteur** dans la colonne d'eau. La localisation des stations échantillonnées est détaillée dans la **Figure 102**, le **Tableau 58** et le **Tableau 59**.

L'étude préliminaire a montré la large dominance du substrat meuble à l'échelle de la zone avec 6 % de la surface de substrat rocheux. L'étude dédiée à ce substrat (échantillonnage au moyen d'un *ROV*) a montré qu'il s'agissait, d'un point de vue physique de champs de blocs et que le sédiment meuble autour était colonisé, d'un point de vue biologique par des Ophiures.

Le pêcheur professionnel sélectionné pour échantillonner les Poissons, Mollusques et Crustacés adultes et juvéniles s'adapte à ces différents substrats en équipant son chalut d'un racleur sur substrat meuble uniquement. L'utilisation du racleur permet d'optimiser l'échantillonnage des espèces benthiques au moyen du chalut. Cet engin est généralement utilisé par les pêcheurs locaux dans le but d'augmenter le volume des captures au chalut de ces espèces.

Sur le substrat rocheux (champs de blocs) La présence de blocs rocheux augmente fortement le risque de casser le matériel et de le perdre. Or, son expérience du chalutage à l'échelle du secteur permet de considérer que le substrat de toute la partie Ouest de la zone échantillonnée est de nature rocheuse.

Par ailleurs, à l'échelle du substrat meuble, les informations de l'ensemble des pêcheurs professionnels locaux permettent de connaître les zones colonisées par les Ophiures avec des densités trop élevées pour permettre de garantir le maintien du bon état de l'engin d'échantillonnage. Ces zones peuvent évoluer au cours de l'étude.

Ainsi une partie des stations est finalement échantillonnée avec le chalut prévu équipé d'un racleur et l'autre est échantillonnée avec le chalut sans racleur. L'homogénéité du type de suivi à l'échelle de chaque station est recherchée. Néanmoins, des exceptions peuvent se présenter au cours des deux ans de suivi. Les opérateurs embarqués de Sinay relèvent toutes les informations relatives aux paramètres permettant d'évaluer la qualité de l'échantillonnage.

Cette approche est compatible avec le type d'approche choisie. En effet, le suivi repose sur un modèle **BACI** (Methratta, 2020) adapté aux spécificités du cahier des charges de l'étude (**Figure 101**). Le positionnement des stations permet une prise en compte des courants marins dominants de direction Nord-Sud et Est-Ouest dans la zone du projet, la nature des fonds et la bathymétrie avec également des stations ponctuelles placées hors et dans la zone de projet.

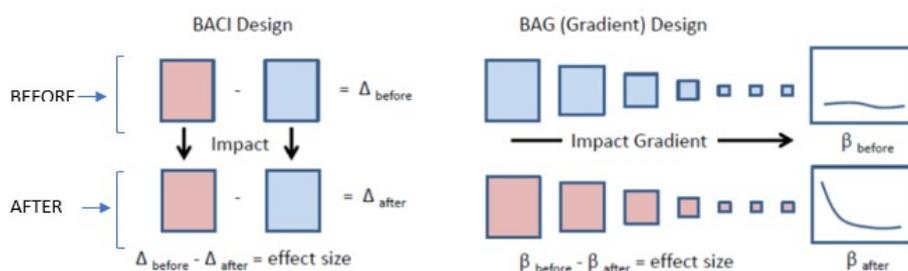


Figure 101 : comparaison entre une méthode par BACI et une méthode par BAG (Marine Habitats).

Le compartiment « **Poissons, Mollusques et Crustacés** » est étudié pendant 2 années consécutives (de l’été 2022 à l’été 2024).

L’échantillonnage des œufs et larves (**ichtyoplancton**⁵²) est effectué à une fréquence mensuelle pour les stations (H01 à H08). Ces stations sont les mêmes que celles prévues pour les compartiments « **Qualité de l’eau** » et « **Communautés planctoniques** ». L’échantillonnage est effectué au moyen d’un filet Bongo à double collecteur.

L’échantillonnage des individus adultes et juvéniles est saisonnier à l’échelle de 20 stations (A à T). Le prélèvement est effectué au moyen d’un chalut canadien benthopélagique équipé d’une chaussette terminale de maille plus fine et tiré par un chalutier appartenant à un armement local.

Parmi les stations échantillonnées, dans les deux cas, la moitié d’entre elles est située dans la zone du projet, à savoir la zone des futurs parcs éoliens, et l’autre moitié en dehors (**Figure 102, Tableau 58 et Tableau 59**). Le traitement des captures est basé sur les protocoles standardisés mis en œuvre dans le cadre de la **Directive Cadre Européenne sur l’Eau** (DCE ; Cemagref, 2008) et **Directive Cadre Stratégie Milieu Marin** (DCSMM ; Ifremer, 2018).

Tableau 58 : coordonnées géographiques des 8 stations associées à l’échantillonnage au filet Bongo du compartiment « **Poissons, Mollusques et Crustacés** ». Ces stations sont communes à 8 des 20 stations échantillonnées au chalut canadien. Le système de coordonnées est WGS 84.

Stations « Filet Bongo »	Stations « Chalut canadien »	Coordonnées décimales	
H01	C	49,88796233	-0,328629007
H02	H	49,85598954	-0,529913568
H03	J	49,77767321	-0,645924561
H04	K	49,69850483	-0,664656445
H05	Q	49,84565791	-1,009366386
H06	O	49,98093563	-0,825260096
H07	N	49,92451866	-0,720033635
H08	L	49,84574053	-0,82080168

Les stations H05 (Qualité de l’eau) et Q (Poissons, Mollusques et Crustacés) étaient localisées au même endroit au départ de l’étude (**Tableau 58**). L’échantillonnage de la qualité de l’eau (dont l’ichtyoplancton) a commencé avant celui des peuplements des Poissons, Mollusques et Crustacés adultes et juvéniles. Or dans ce second cas, le pêcheur professionnel et le Chef de mission ont décidé de modifier la position du trait après un premier essai infructueux pour des raisons techniques en

⁵² Icthyoplancton : Œufs et larves de poissons, flottant et dérivant dans la colonne d’eau.

lien avec la nature du substrat rocheux. Les nouvelles coordonnées de la station Q sont renseignées dans la **Tableau 59** ci-dessous.

Tableau 59 : coordonnées géographiques des traits de chalut canadien pour le compartiment Poissons, Mollusques et Crustacés. Le système de coordonnées est le WGS 84 et les coordonnées présentées en degrés décimaux. Le filage correspond à l'action de mise à l'eau du chalut et le virage à la remontée de celui-ci.

Stations « Chalut canadien »	Coordonnées décimales du filage		Coordonnées décimales du virage	
A	49,90031993	-0,916879126	49,90218948	-0,891740905
B	49,94770559	-0,610657837	49,94876839	-0,591649768
C	49,84413935	-0,838686242	49,84192926	-0,814017663
D	49,8852421	-0,762570457	49,88198998	-0,742661104
E	49,81651587	-0,617335311	49,81552983	-0,597845799
F	49,77770741	-0,655346206	49,77437349	-0,637018874
G	49,92655441	-0,735178742	49,92718026	-0,714816683
H	49,88479603	-0,636511426	49,884796	-0,620055003
I	49,87784526	-0,558458215	49,8775237	-0,572439094
J	49,85894731	-0,51848495	49,85949048	-0,534320201
K	49,88171124	-1,14121383	49,88136325	-1,117797062
L	49,98678338	-0,83591146	49,98345898	-0,813930641
M	49,69372159	-0,680605358	49,69617956	-0,658039819
N	49,85009729	-1,008665259	49,8433454	-0,988678469
O	49,7727191	-1,100421532	49,77153244	-1,079439192
P	-0,956544436	-0,964389302	49,7139117	-0,976943099
Q	49,95600708	-0,298292552	49,95430039	-0,275857534
R	49,88240253	-0,346926101	49,88511809	-0,321287098
S	49,80749295	-0,297013799	49,80687483	-0,273345743
T	49,74689676	-0,362108666	49,74467917	-0,341554951

La **Figure 102** présente le plan d'échantillonnage réalisé en fonction des connaissances disponibles au moment de l'étude préliminaire. La nature du fond n'est précisément connue qu'à l'échelle de la zone projet. La bibliographie disponible pour la zone extérieure et exploitée pour produire l'étude préliminaire n'a pas permis de donner d'information quant à la présence de blocs rocheux en quantité suffisante pour empêcher le passage d'un chalut équipé d'un racleur.

Le plan d'échantillonnage des peuplements d'individus adultes et juvéniles des Poissons, Mollusques et Crustacés a donc été adapté au moment de la campagne d'échantillonnage correspondante qui est postérieure à celle de la qualité de l'eau et des peuplements ichtyoplanctoniques. Les nouvelles informations utilisées sont la propriété du pêcheur professionnel partenaire de la présente étude. Elles se rapportent à la nature du fond et à l'abondance des Ophiures. Finalement, une distance de plus de 3 milles nautiques sépare les stations H05 et Q qui étaient initialement localisées à la même position, cette dernière ayant été décalée vers le Sud par rapport à ses coordonnées initiales.

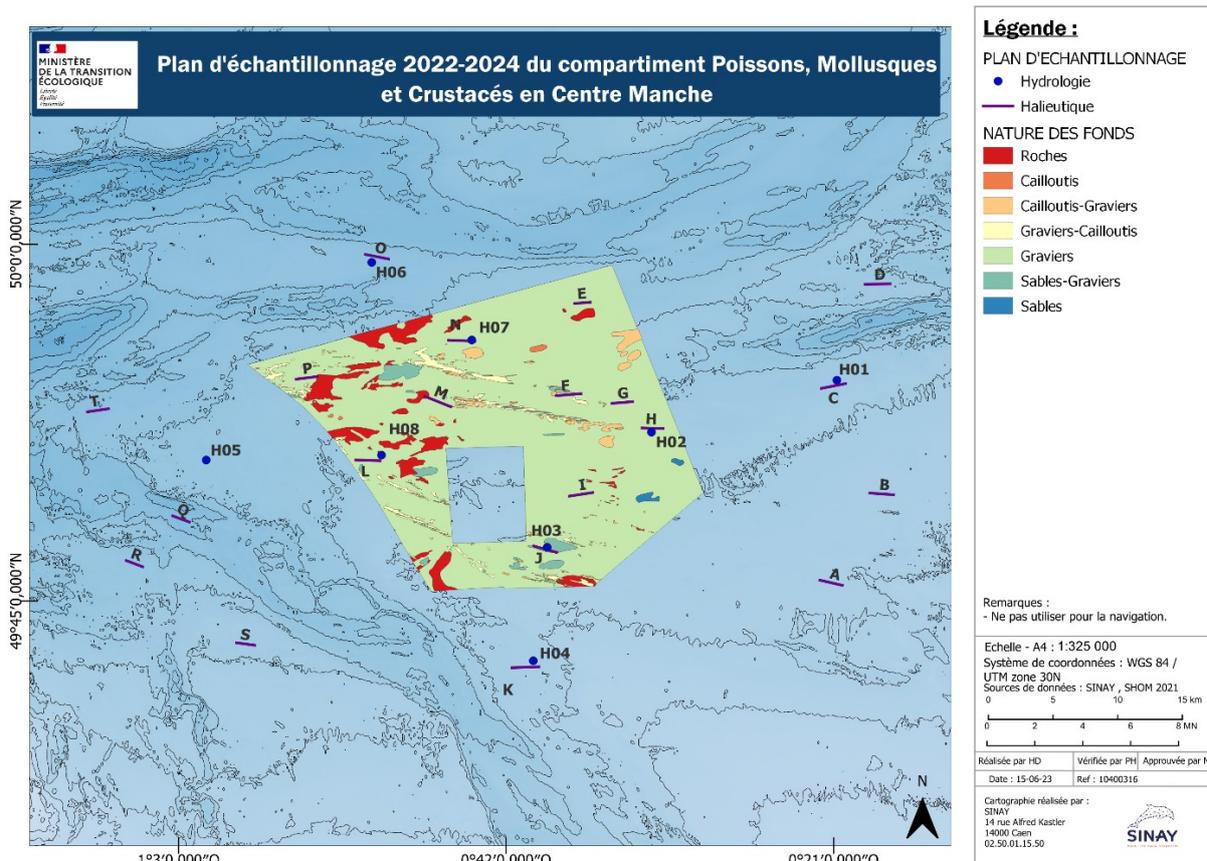


Figure 102 : plan d'échantillonnage du compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés » en Centre Manche, en fonction de la bathymétrie et de la nature du fond. L'échantillonnage au filet Bongo correspond aux stations H01 à H08 identifiées « Hydrologie » et l'échantillonnage au chalut canadien aux traits de chalut de A à T identifiées en « Halieutique ».

3.3.1.1.2 Prélèvements au filet Bongo à double collecteur

- **Méthode d'échantillonnage**

Les prélèvements d'ichtyoplancton sont effectués avec un filet Bongo à double collecteur (**Figure 103**) à travers toute la colonne d'eau. L'échantillonnage se fait en conditions diurnes pour éviter les biais de capture chez les espèces effectuant des **migrations nyctémérales**⁵³ influençant ainsi la composition des échantillons entre le jour et la nuit.

Le filet Bongo est équipé de 2 lunettes de 60 cm de diamètre sur chacune desquelles est adapté un double filet à plancton de forme conique de diamètre 500 µm. Chaque filet se termine par un collecteur sur lesquels sont fixés des tamis souples de même maille que le filet, cette dimension permettant de d'assurer la collecte des larves et œufs de poissons. Un volucompteur est placé à l'entrée du filet permettant de mesurer le volume filtré par filet.

Les filets sont maintenus en position verticale pendant la phase de mise à l'eau. La position correcte dans l'eau est obtenue au moyen d'un lest (dépresseur) en forme de « V » qui assure la plongée de l'engin. Les filets sont reliés au navire par un câble en acier appelé fune. Le filet Bongo est descendu au fond et remonté progressivement à travers la colonne d'eau à une vitesse comprise entre deux et trois nœuds face au courant dominant. La durée totale du prélèvement est d'environ 8 à 10 minutes.

⁵³ Migration nyctémérale : Nom donné au déplacement quotidien de certains organismes marins qui se déplacent chaque jour et chaque nuit, alternativement entre la surface et les profondeurs.

Si le temps est inférieur au moment de la récupération du filet, des allers-retours entre la surface et le fond sont répétés jusqu'à atteindre ce temps. La longueur de fune filée est adaptée en fonction de la profondeur de chaque station afin d'échantillonner toute la colonne d'eau.



Figure 103 : filet Bongo à double collecteur servant au prélèvement de l'ichtyoplancton équipé d'un dépresseur et d'un volucompteur mécanique (Bionef©) dans le cadre du suivi du compartiment « Communautés planctoniques ».

Les échantillons prélevés sont ensuite passés au tamis de maille 200 μm après un rinçage du filet afin de réduire le volume des échantillons sans perdre de matériel (Figure 104). Ils sont ensuite conservés dans une solution formolée diluée à 4 % avec l'eau de mer et tamponnée au Tétraborate de Sodium. Ce procédé permet de fixer les échantillons dans leur état initial obtenu par les prélèvements et de limiter les biais d'identification en laboratoire.



Figure 104 : extraction des échantillons prélevés dans les collecteurs du filet Bongo lors des missions ichtyoplanctoniques du compartiments « Poissons, Mollusques et Crustacés ».

- **Calendrier**

La fréquence d'échantillonnage est mensuelle pendant 2 années consécutives, de juillet 2022 à juin 2024.

Lors des missions de l'automne 2022 et d'hiver 2022-2023, plusieurs stations n'ont pu être échantillonnées principalement en raison du dépassement des conditions limites de navigation fixées en fonction des moyens nautiques utilisées à cette période de l'année. (**Tableau 60**). La mission d'octobre 2022 est la première mission au cours de laquelle les conditions météorologiques ont entraîné un échantillonnage partiel. Les stations ayant pu être échantillonnées sont les stations H01, H02 et H03. Ces stations sont depuis privilégiées afin d'effectuer un suivi complet à l'échelle du plus grand nombre de stations possible. En janvier 2023, aucune des stations n'a pu être échantillonnée.

Tableau 60 : calendrier des missions d'échantillonnage aux filets Bongo de juillet 2022 à juin 2023 pour le compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés » au cours de la première année. Les stations signalées en vert ont été échantillonnées à la différence des stations en rouge. Une seconde année de suivi est prévue mais n'est pas représentée dans ce tableau.

Stations « Filet Bongo »	juil-22	août-22	sept-22	oct-22	nov-22	déc-22	janv-23	févr-23	mars-23	avr-23	mai-23	juin-23
H01	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H02	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H03	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓
H04	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H05	✓	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H06	✓	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H07	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
H08	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓

3.3.1.1.3 Prélèvement au chalut canadien

- **Méthode d'échantillonnage**

Les traits de chalut canadien (avec et sans le racleur fourni par le pêcheur professionnel partenaire) sont réalisés pendant une durée d'environ 20 minutes, face au courant dominant sur une distance de 1 mille nautique. L'échantillonnage est effectué en conditions diurnes pour éviter les biais de capture associés aux espèces effectuant des migrations nyctémérales influençant ainsi la composition des captures entre le jour et la nuit. Le chalut canadien (**Figure 105**) est fourni par l'armement de pêche local qui affrète également le chalutier dédié à ces missions. Le couple navire/chalut est utilisé au cours de l'étude et ce dernier est régulièrement entretenu par l'armement. La chaussette terminale de maille de côté 10 mm est fournie par Sinay et ajoutée au chalut afin de cibler les individus adultes comme juvéniles. À chaque station, un profil descendant-ascendant dans la colonne d'eau est réalisé au moyen d'une sonde WiMo afin de récolter les paramètres physico-chimiques de l'eau. La méthode d'acquisition est analogue à celle des missions des compartiments « **Qualité de l'eau** » et **Communautés planctoniques** ». À l'échelle de ces 8 stations communes à l'échantillonnage de ces 3 compartiments avec des fréquences adaptées, des comparaisons de l'environnement (physique et biologique) pourront ainsi être effectuées.

Lors des 3 premières campagnes, les échanges avec les pêcheurs professionnels et leurs expériences sur la zone ont induit le choix d'installer un racleur sur le chalut pour certaines stations (**Tableau 61**). Cet élément est fixé sur la partie avant de la nappe inférieure maintenant le chalut en contact avec le fond (**Figure 105**). Le choix de l'utilisation du racleur est associé à :

- Une volonté d'évitement de certaines espèces présentes en abondance (*Ophiuroidea*) : absence du racleur ;
- Une volonté de cibler l'ensemble des espèces benthopélagiques et plus particulièrement les espèces benthiques sensibles aux effets du passage du chalut sur le fond : présence du racleur.

Le pêcheur professionnel partenaire de l'échantillonnage dispose de cartographies actualisées de la nature du fond (type de substrat et localisation des zones de densité d'Ophiures excessive pour l'intégrité du chalut). Ces informations sont mises à jour au rythme de ses pêches et des informations partagées par les autres pêcheurs locaux. Il s'agit d'informations circulant dans un cercle très restreint.

Conscient du biais d'échantillonnage que représente le racleur, plusieurs pistes méthodologiques et statistiques sont étudiées par Sinay afin de caractériser au mieux les peuplements halieutiques et la présence des ophiures en optimisant l'homogénéité de l'échantillonnage. En particulier, la densité maximale d'Ophiures dans les peuplements étudiés peut être calculée à partir des données disponibles produites pendant les campagnes d'échantillonnage et des données privées du pêcheur professionnel partenaire. La nature des fonds est considérée stable par nature, à la différence de la densité des Ophiures.

La fonction du racleur consiste à remettre en suspension la partie supérieure du sédiment et les espèces qui y sont enfouies. Il favorise donc la capture des espèces benthiques de substrat meuble. Cette fonction est inadaptée au substrat rocheux. Néanmoins, à l'échelle du parc les zones rocheuses se sont révélées être des champs de blocs. C'est dans cette différence que réside le biais d'échantillonnage plutôt que dans la différence d'échantillonnage des deux types de substrat. En effet, en fonction de la densité de blocs au fond, la surface de substrat meuble peut être plus ou moins étendue et fractionnée. La faune endogée peut ainsi y être plus ou moins abondante sans pouvoir être remise en suspension par le racleur pendant l'échantillonnage.

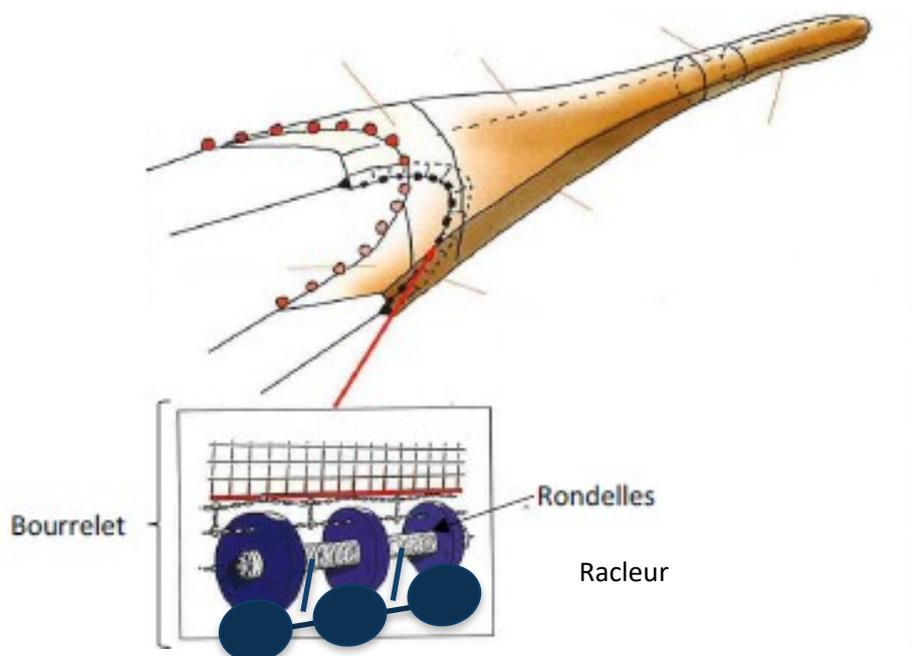


Figure 105 : schéma de la structure d'un chalut canadien utilisé pour l'échantillonnage des individus adultes et juvéniles du compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés ». Le racleur est fixé sous la ligne inférieure des rondelles du bourrelet localisé sur la partie de l'ouverture inférieure du chalut.



Figure 106 : virage du chalut canadien équipé d'un racleur au cours de la campagne d'été 2022 pour le compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés » Sinay©. La photo de gauche est une vue d'ensemble du chalut canadien lors du virage. La photo de droite est un zoom sur la partie bourrelet (cercle vert) et le racleur (cercle rouge), ce dernier étant fixé sous la partie inférieure des rondelles du bourrelet.

Le **Tableau 61** présente les informations relatives à l'utilisation du racleur en fonction des stations et des campagnes effectuées. Les stations A à I, N et O (11 stations) ont toujours été échantillonnées avec le racleur, en lien avec la présence d'un substrat meuble sans densité excessive d'Ophiures. La station P (1 station) a toujours été échantillonné sans racleur en lien avec la présence d'un substrat constitué de champs de blocs. Parmi les 8 autres stations échantillonnées avec et sans racleur au cours du suivi, 5 ont fait l'objet d'un premier échantillonnage avec racleur et 3 sans racleur, en lien avec les densités d'Ophiures en dessous ou au-dessus du seuil critique pour préserver l'intégrité du chalut équipé de la chaussette (**217 000 individus et 145 kg, valeur maximale recensée au cours des 3 premières campagnes**). Ainsi, pour ces 8 stations, la densité d'Ophiures a augmenté ou diminué assez pour justifier un changement de méthode d'échantillonnage.

Tableau 61 : bilan des stations échantillonnées avec et sans racleur pendant les campagnes de l'été 2022 au printemps 2023.

Stations « Chalut canadien »	Campagne été 2022	Campagne automne 2022	Campagne hiver 2023	Campagne printemps 2023
A	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
B	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
C	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
D	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
E	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
F	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
G	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
H	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
I	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
J	Sans Racleur	Avec Racleur	Sans Racleur	Sans Racleur
K	Sans Racleur	Avec Racleur	Sans Racleur	Sans Racleur
L	Sans Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
M	Avec Racleur	Sans Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur

Stations « Chalut canadien »	Campagne été 2022	Campagne automne 2022	Campagne hiver 2023	Campagne printemps 2023
N	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
O	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
P	Sans Racleur	Sans Racleur	Sans Racleur	Sans Racleur
Q	Sans Racleur	Sans Racleur	Sans Racleur	Avec Racleur
R	Sans Racleur	Sans Racleur	Sans Racleur	Avec Racleur
S	Avec Racleur	Sans Racleur	Avec Racleur	Avec Racleur
T	Avec Racleur	Sans Racleur	Sans Racleur	Sans Racleur

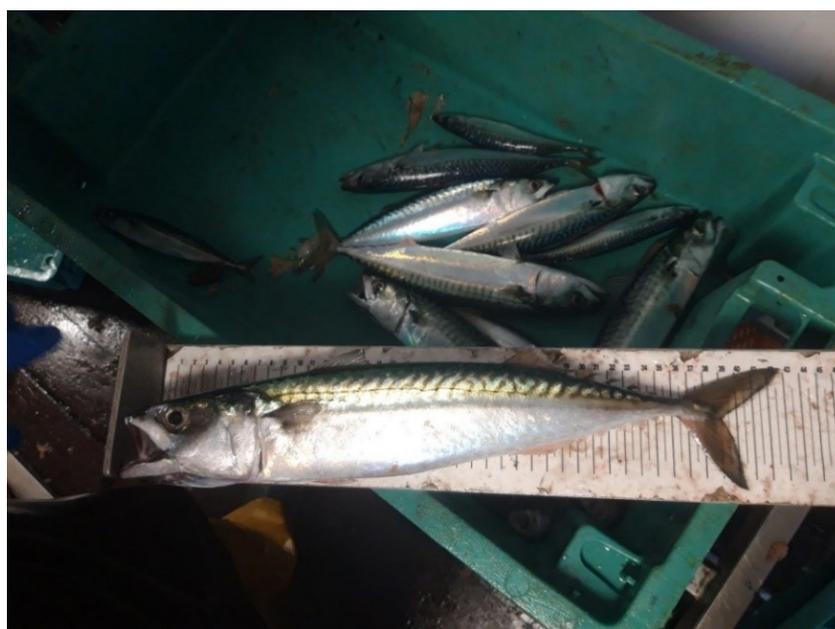


Figure 107 : échantillonnage des captures (*S. scombrus*) issues des missions au chalut canadien du compartiments « Poissons, Mollusques et Crustacés ».

Lors de l'échantillonnage, toutes les captures sont considérées, les Poissons, les Céphalopodes (Mollusques) et les invertébrés benthiques d'intérêt commercial ou non (Mollusques, Crustacés, Échinodermes, Annélides...). Les individus sont identifiés jusqu'au niveau taxonomique de l'espèce à bord ou sont ramenés au laboratoire quand un doute existe.

Tous les Poissons et Céphalopodes sont dénombrés et mesurés en considérant la longueur totale (en cm) dans un échantillon représentatif de 30 individus par espèce. Le poids total de chaque espèce est relevé (en Kg). Les invertébrés d'intérêt commercial sont mesurés ou *a minima* classés par taille, les individus d'autres espèces d'invertébrés sont uniquement dénombrés et pesés.

Chaque individu est mesuré et pesé avec l'outil le plus adapté à sa taille et sa masse :

- Pied à coulisse électronique : mesure de la longueur des Crustacés (longueur céphalothoracique), des Mollusques Gastéropodes (longueur totale) et des Mollusques Bivalves (hauteur) en millimètres ;
- Ichtyomètre : mesure de la taille des Poissons (longueur totale) et Mollusques Céphalopodes (longueur du manteau ;) ;
- Peson : mesure de la masse des petits individus ou des petites quantités ;
- Balance marinisée : mesure de la masse des grands individus ou des grandes quantités.

- **Calendrier**

La fréquence d'échantillonnage est saisonnière pendant 2 années consécutives. Lors des campagnes d'été 2022, d'automne 2022, d'hiver 2023 et du printemps 2023, toutes les stations ont pu être échantillonnées. Les prochaines campagnes prévues se dérouleront jusqu'à l'hiver 2024. Ainsi, pendant deux ans consécutifs, chaque saison est échantillonnée une fois par an.

3.3.1.2 Moyens nautiques

3.3.1.2.1 Moyens nautiques des prélèvements au filet Bongo à double collecteur

Le navire sélectionné pour ces missions est le *Celtic Warrior* de la Société STO Logistique (**Figure 108**). Ce bateau possède tous les équipements nécessaires pour ce type d'opérations. En particulier, un treuil mécanique et un large pont dégagent un espace de travail de plus de 20 m² adapté à la réalisation des tâches.



Figure 108 : le navire *Celtic Warrior* de la société STO Logistique®.

L'échantillonnage des 8 stations nécessite généralement 3 jours de mission avec 3 opérateurs de Sinay. Sont également présents 1 capitaine et 1 matelot pour les assister. Ce compartiment est suivi en mutualisation avec les compartiments « **Communautés planctoniques** » et « **Qualité de l'eau** ». Les campagnes mensuelles se réalisent uniquement durant les phases de morte-eau, car en vive-eau la mer est homogène, brassée par les forts courants de marées. Les conditions limites de sortie en bateau sont une mer de force 4 sur l'échelle de Beaufort (*jolie brise*, i.e. 10 à 15 nœuds soit 20 à 28 km/h) et une houle de 1 mètre longue sans distinction de la période. En dehors de ces règles HSE, les prélèvements ne peuvent pas être réalisés.

3.3.1.2.2 Moyens nautiques des prélèvements au chalut canadien

Le navire sélectionné pour les missions au chalut canadien de ce compartiment est le « Marie-Catherine II », navire de pêche professionnel de l'armement Leroy, armement local situé à Cherbourg (**Figure 109**). Ce chalutier effectue des marées au chalut de fond et/ou pélagique en Manche Est et Ouest. Il a été construit en 2018 et mesure 22,4 mètres de long.

L'échantillonnage des 20 stations nécessite 4 jours de mission avec 2 opérateurs de Sinay. Sont également présents 1 capitaine et 4 matelots les assistant durant ces missions.



Figure 109 : le Marie-Catherine II, chalutier de l'armement LEROY.

L'effet « navire » est très important pour l'échantillonnage au chalut puisque c'est un engin qui peut se déformer facilement selon la puissance et vitesse de traction (au contraire d'une drague métallique qui ne se déforme pas). Les proportions entre différentes espèces (et leur abondance respective) peuvent être dès lors fortement modifiées, rendant les comparaisons hasardeuses. Pour éviter ce biais, il convient de toujours utiliser le même navire.

Les campagnes mensuelles se réalisent uniquement durant les phases de morte-eau afin de respecter les conditions similaires d'échantillonnage des compartiments « **Communautés planctoniques** » et « **Qualité de l'eau** ». Les conditions aux limites de sortie en bateau sont une mer de force 5 sur l'échelle de Beaufort (*jolie brise*, i.e. 17 à 21 nœuds soit 29 à 38 Km/h) et une houle de 3 mètres longue sans distinction de la période. En dehors de ces règles HSE, les prélèvements ne peuvent pas être réalisés.

3.3.1.3 Paramètres mesurés et analyse des données

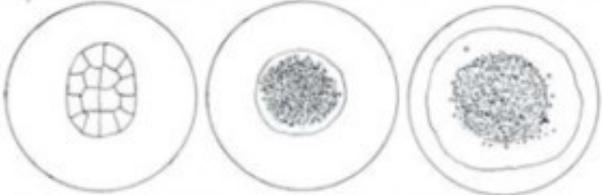
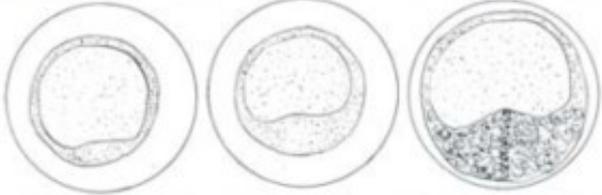
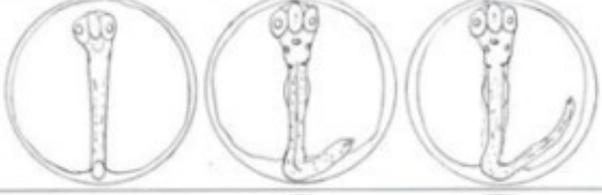
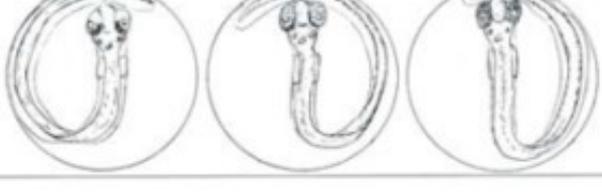
3.3.1.3.1 Stade larvaire et œufs (*ichthyoplancton*)

- **Analyses des échantillons**

Les échantillons sont d'abord coulés à travers un tamis de 500 µm puis placés dans un fluide de tri *sorting fluid* (Phenoxypropylene glycol). Ce tri permet de séparer les œufs et larves de Poisson du reste du zooplancton (Crustacés et Mollusques). L'ensemble des espèces représentées sont d'intérêt commercial.

Les œufs et larves de poissons sont identifiées à l'espèce à la loupe binoculaire Zeiss-Stémi 2000C équipée d'un Canon 650D (Ehrenbaum, 1905) ; (Russell, 1976) ; (Munk & Nielsen, 2005) :

- Le degré de développement des œufs (Stage I – Stage V) est déterminé selon la méthode de (Russell, 1976) et (Munk & Nielsen, 2005) (**Figure 110**) :

	<p>Stage IA The blastula stage lasts from fertilization until successive cleavages have produced a cellular mass in which individual cells are not visible.</p>
	<p>Stage IB During this the blastodisc develops further, and it becomes visible as a signet ring. The stage lasts to the first indication of the primitive streak.</p>
	<p>Stage II The gastrulation stage lasts from the first indication of the primitive streak until the closure of the blastopore.</p>
	<p>Stage III Growth of the tail is apparent and the stage lasts until the embryo spreads around three-quarters of the circumference of the egg. The eyes develop.</p>
	<p>Stage IV The tail grows until the embryo fills the whole egg, with the tail touching the head.</p>
	<p>Stage V During this stage the tail grows past the head. Pigmentation of the eyes begins.</p>

Stages in the development of the fish egg, using the development of *Pleuronectes platessa* as an example. Stages IA-V are as described by A.C. Simpson,^[157] B.M. Thompson and J.D. Riley,^[158] using the drawings by Apstein^[2].

Figure 110 : degré de développement des œufs (Stage I – Stage V) selon la méthode de (Russell, 1976) et (Munk & Nielsen, 2005).

La terminologie pour les stades de développement est basée sur le degré de flexion de la section terminale de la **notochorde**⁵⁴ au cours du développement de la nageoire caudale (Richards, 2006; Ahlstrom & Ball, 1954) (**Figure 111**). La terminologie pour les stades de développement est basée sur le degré de flexion de la section terminale de la notochorde au cours du développement de la nageoire caudale (Richards, 2006; Ahlstrom & Ball, 1954) (**Figure 111**).

⁵⁴ Notochorde : Structure rigide dorsale présente dans l'embryon de tous les Chordés (*Chordata*) et qui, pour les Vertébrés, participe à la formation de la colonne vertébrale.

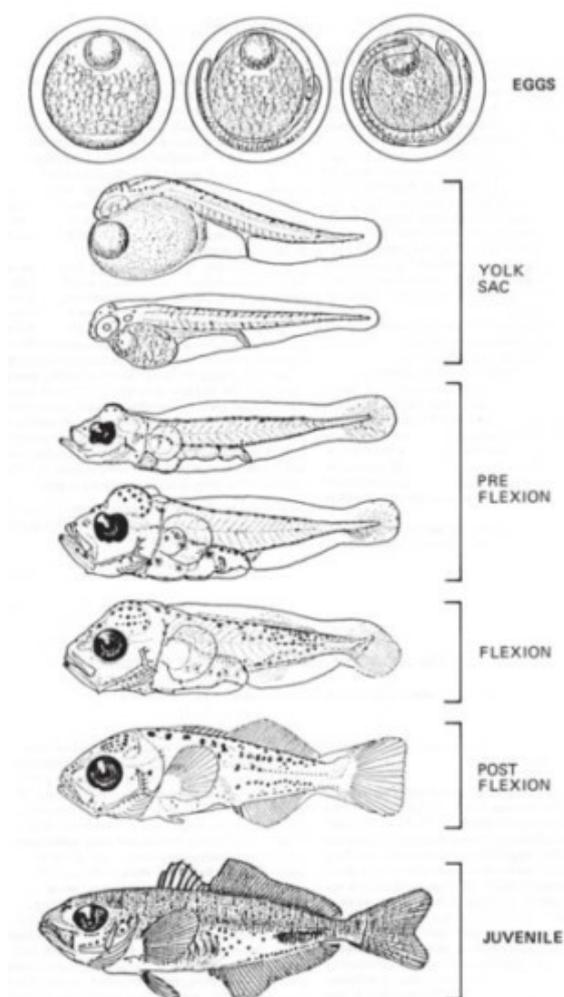


Figure 111 : stades de développement selon (Richards, 2006) et (Ahlstrom & Ball, 1954).

- Lors de la phase pré-flexion, les éléments du squelette commencent à se former sur le côté ventral de la notochorde qui reste droite. Lors de la phase flexion, la notochorde commence à se courber vers le haut tandis que les supports de rayons de la nageoire se développent sous cette dernière. La phase de post-flexion commence avant la fin du développement des rayons caudaux et de leurs supports. Cette phase se termine avec le début de la phase juvénile. Un juvénile est généralement considéré comme un adulte pré-reproducteur et morphologiquement similaire à l'adulte.
- Le *standard length* est mesuré dans les larves flexion et post-flexion et le *notochord length* est mesuré dans les larves pré-flexion (Figure 112).



Figure 112 : détermination du *standard length* et du *notochord length*.

Le reste du zooplancton est identifié au niveau taxonomique de la sous-classe à la loupe binoculaire Zeiss SteREODiscovery.V20. Les images sont prises avec un Axiocam Zeiss attaché au Zeiss SteREO Discovery.V20. Les spécimens sont mesurés à l'aide du logiciel Zeiss Zen.

Les fichiers de résultats sont présentés dans un tableur Excel à trois onglets :

- **Larves de Poisson** : famille, espèce, abondance spécifique, stade larvaire et taille des individus ;
- **Œufs de Poisson** : famille, espèce, abondance spécifique et stade larvaire ;
- **Plancton hors Ichtyoplancton** : sous classe, stade larvaire ou adulte et abondance.

- **Analyses statistiques**

Les traitements sont réalisés séparément entre larves, œufs, et plancton hors Ichtyoplancton.

Le traitement des données issues des captures est effectué par trois grandes catégories d'indicateurs biologiques : les indicateurs de diversité, d'abondance et de structure (Ifremer, 2011) :

- **Indicateurs de diversité** : l'indice de diversité de Shannon-Wiener (H) et l'indice d'équitabilité de Pielou (J) ;
- **Indicateurs d'abondances** : les données brutes obtenues sur un volume d'eau de mer correspondant à 1 000 m³ d'eau sont converties en Captures Par Unité d'Effort (CPUE) numériques par rapport au volume d'eau filtré par l'engin de pêche (*e.i.* le nombre d'individus pour un volume donné). Ces CPUE sont exprimées sur le total capturé par station échantillonnée ;

L'indice de diversité de (Shannon & Weaver, 1948) est calculé à partir d'un logarithme naturel selon la formule suivante :

$$H = - \sum_i^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \cdot \log_e \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Dans la formule n_i est l'abondance du taxon i et N l'abondance totale dans la station considérée. L'indice d'équitabilité de (Pielou, 1966) (J) complète l'indice de diversité de Shannon-Wiener. Il permet d'appréhender la structure quantitative d'une communauté en termes 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, atteinte lorsque les espèces ont des effectifs identiques (Frontier, et al., 2004). Sa valeur varie de 0 (dominance complète d'une espèce) à 1 (équipartition des individus dans les espèces). Il se calcule selon la formule suivante :

$$J = \frac{H}{\log S}$$

Afin de normaliser et de rendre aussi objective que possible la comparaison des prélèvements entre eux, pour chaque campagne, une analyse multivariée sous la forme d'un nMDS ou d'une PCO est réalisée.

Cette analyse a pour objectif de synthétiser au mieux la variance totale de la matrice de distance (Bray-Curtis). L'unique représentation graphique est la figure qui montre la position des individus (stations d'échantillonnage) dans un plan factoriel composé de deux axes.

Les distances inter-individuelles dans l'espace multivarié créé par l'analyse sont bien représentatives des distances interindividuelles réelles. C'est-à-dire que plus les individus (stations) sont proches à l'échelle de cette représentation graphique, plus les valeurs de leurs paramètres (leur peuplement en particulier) sont similaires. Selon le même principe, plus elles sont éloignées, plus ces valeurs sont différentes. Le graphique des individus (stations) permet donc d'identifier s'il existe une structuration dans le jeu de données (en groupes de stations, le long d'un gradient...) et de les mettre en relation

avec les facteurs de l'étude (saison, zone, paramètres environnementaux). Si des groupes sont suspectés, ils peuvent ainsi être caractérisés de façon objective.

Tous les traitements de données et les analyses statistiques sont réalisés à l'aide du langage R.

3.3.1.3.2 Stades juvénile et adulte - Espèces benthodémersales

L'ensemble des données collectées en mer est consigné dans un format spécifique proposé par l'Ifremer. Ce format de données générique allégé est dérivé de l'export générique du logiciel Allegro Campagnes utilisé en routine par l'Ifremer pour la saisie des données des campagnes halieutiques. Cinq tableaux au format CSV sont nécessaires à l'enregistrement des informations essentielles de chaque campagne :

- Les informations sur les campagnes réalisées (*survey*) ;
- Les informations sur les opérations de pêche réalisées pendant ces campagnes (*operation*) ;
- La composition des captures réalisées au cours des opérations de pêche : la capture est détaillée par lot de taxons (nom scientifique). Pour chacun de ces lots il est possible de saisir le poids total du lot, un éventuel poids de sous échantillon, le nombre d'individus dans ce lot. En cas de mensuration, le nombre d'individus par classe de taille (*catch*) est enregistré ;
- Des informations sur des individus : taille, poids, sexe, maturité (*individual*) ;
- Les métadonnées liées aux opérations de pêches : température de l'eau, salinité, état de la mer (*parameter*).

Le traitement des données issues des captures est effectué par trois grandes catégories d'indicateur biologique : les indicateurs de diversité, d'abondances et de structure (Ifremer, 2011) :

- **Indicateurs de diversité** : la courbe d'accumulation des espèces, le nombre de taxons recensés soit le nombre d'espèces dénombrées (richesse spécifique S), l'indice de diversité de Shannon-Wiener (H), l'indice d'équitabilité de Pielou (J) ;
- **Indicateurs d'abondances** : les données brutes obtenues sur une distance d'1 mille nautique pendant une durée d'une vingtaine de minutes sont converties en Captures Par Unité d'Effort (CPUE) numériques et pondérales par rapport au temps de pêche (*e.i.* le nombre d'individus par heure ou kg par heure). Ces CPUE sont exprimées sur le total capturé par station échantillonnée ;
- **Indicateurs de structure** : la fréquence d'occurrence (fréquence de capture en pourcentage d'une espèce ou groupe d'espèces sur un groupe de trait réalisé), abondance relative (contribution en pourcentage de chaque espèce par rapport à un nombre ou poids total toutes espèces confondues), fréquence en classe de taille (répartition des tailles capturées en effectifs ou fréquence).

Afin de vérifier la représentativité de l'échantillonnage réalisé et son utilisation dans le cadre d'une analyse de diversité, une courbe d'accumulation d'espèces est calculée. Cette courbe représente la richesse spécifique attendue en fonction de l'augmentation du nombre d'échantillons pris en considération, en appliquant une méthode de raréfaction (Chiarucci, et al., 2008).

L'indice de diversité de (Shannon & Weaver, 1948) est calculé à partir d'un logarithme naturel selon la formule suivante :

$$H = - \sum_i^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \cdot \log_e \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Dans la formule n_i est l'abondance du taxon i et N l'abondance totale dans la station considérée.

L'indice d'équitabilité de (Piélou, 1966) (J) complète l'indice de diversité de Shannon-Wiener. Il permet d'appréhender la structure quantitative d'une communauté en termes 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, atteinte lorsque les espèces ont des effectifs identiques (Frontier, et al., 2004). Sa valeur varie de 0 (dominance complète d'une espèce) à 1 (équipartition des individus dans les espèces). Il se calcule selon la formule suivante :

$$J = \frac{H}{\log S}$$

Afin de normaliser et de rendre aussi objective que possible la comparaison des prélèvements entre eux, pour chaque campagne, une analyse multivariée sous la forme d'un $nMDS$ ou d'une PCO est réalisée.

Cette analyse a pour objectif de synthétiser au mieux la variance totale de la matrice de distance (Bray-Curtis). L'unique représentation graphique est la figure qui montre la position des individus (stations d'échantillonnage) dans un plan factoriel composé de deux axes.

Les distances inter-individuelles dans l'espace multivarié créé par l'analyse sont bien représentatives des distances interindividuelles réelles. C'est-à-dire que plus les individus (stations) sont proches à l'échelle de cette représentation graphique, plus les valeurs de leurs paramètres (leur peuplement en particulier) sont similaires. Selon le même principe, plus elles sont éloignées, plus ces valeurs sont différentes. Le graphique des individus (stations) permet donc d'identifier s'il existe une structuration dans le jeu de données (en groupes de stations, le long d'un gradient...) et de les mettre en relation avec les facteurs de l'étude (saison, zone, paramètres environnementaux). Si des groupes sont suspectés, ils peuvent ainsi être déterminés de façon objective.

Tous les traitements de données et les analyses statistiques sont réalisés au moyen du langage R.

3.3.2 Résultats de la période d'été 2022 au printemps 2023

Lors des missions planctoniques de l'automne 2022 et d'hiver 2022-2023, plusieurs stations n'ont pu être échantillonnées principalement en raison du dépassement des conditions limites de navigation à cette période de l'année.

Les données des stations suivantes n'ont pu être mesurées :

- Les stations H01, H02, H04, H05 et H08 en octobre 2022 ;
- Les stations H03, H04, H07 et H08 en novembre 2022 ;
- Les stations H04 à H08 en décembre 2022 ;
- Les stations H01 à H08 en janvier 2023.

Ces données sont donc absentes pour les différents paramètres décrits ci-dessous et ne seront pas présentées dans les figures associées. Il en est de même pour les données des autres missions (mai et juin 2023) qui seront en cours d'analyse lors de la transmission de ce rapport.

Les 4 campagnes halieutiques, s'étant respectivement déroulées lors de d'été 2022, de l'automne 2022, de l'hiver 2023 et du printemps 2023, ont pu être échantillonnées dans leur totalité.

3.3.2.1 Stade larvaire et œufs de poissons (ichthyoplancton)

3.3.2.1.1 Indicateurs d'abondance

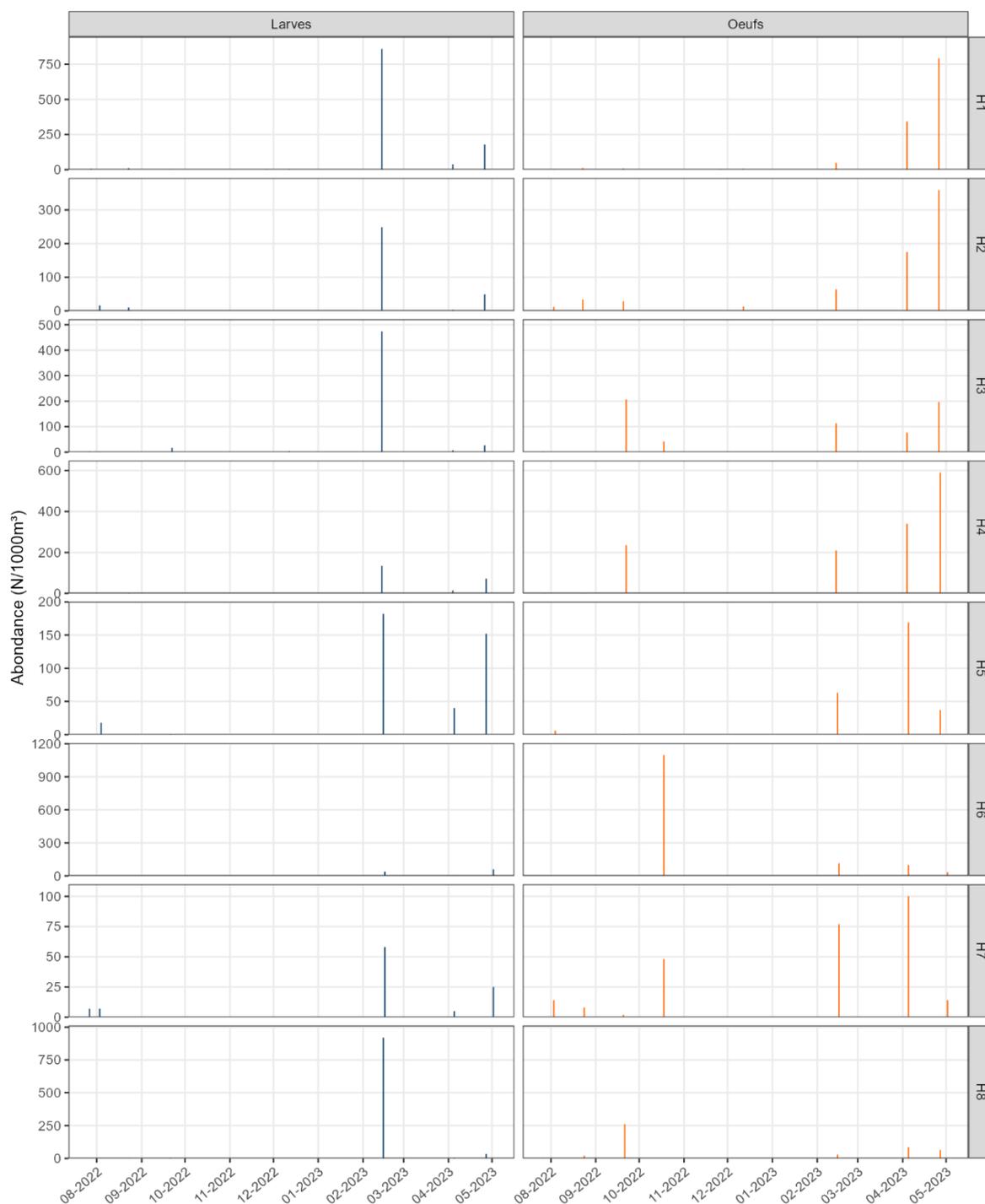


Figure 113 : CPUE d'abondance (N/km²) calculées pour les œufs et larves de Poissons par station au cours des 9 missions d'échantillonnage réalisées avec le filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

La **Figure 113** ci-dessus présente les CPUE d'abondance calculées pour les œufs et larves de poissons à partir des données des 8 stations échantillonnées (H1 à H8) au cours des 9 missions réalisées en mutualisation pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à avril 2023. La partie gauche du graphique (valeurs en bleu) correspond aux données issues des larves de poissons. La partie droite du graphique (valeurs en orange) correspond aux données issues des œufs de poissons.

La valeur de CPUE calculée à partir des données d'abondance des larves de poissons (nombre total des individus capturés dans 1 000 m³) sont comprises entre 1 individu/1 000 m³ et 920 individus/1 000 m³. Ces valeurs restent faibles pendant la période de juillet 2022 à décembre 2022. Certains échantillons ne comportaient pas de larve au cours des 4 missions (2 prélèvements en septembre 2022, 3 en octobre 2022, 1 en novembre 2022 et 1 en décembre 2022).

Les valeurs de la mission de février 2023 sont nettement supérieures (38 individus/1 000 m³ à 920 individus/1 000 m³) ainsi que les données de la mission d'avril 2023 (25 individus/1 000 m³ à 178 individus/1 000 m³). Les larves de Poissons sont principalement dominées par le Hareng (*C. harengus*) en février 2023 et par les Callionymidés (*Callionymus sp.*), le Spart (*S. sprattus*), la Grande cicerelle (*G. semisquamatus*) et le Porte-écuelle à deux taches (*D. bimaculata*). Les larves de Sardine (*S. pilchardus*), de Blennie papillon (*B. ocellaris*) et de Petit tacaud (*T. luscus*) sont également présentes pendant toute la période étudiée. Un pic d'abondance de larves de Hareng est à noter à l'échelle de la station H01 (848 individus/1 000 m³) et H08 (910 individus/1 000 m³) en février 2023.

La valeur des CPUE calculées à partir des données d'abondance d'œufs de poissons sont comprises entre 1 individu/1 000 m³ et 1 097 individus/1000 m³. Ces valeurs restent faibles pendant juillet et août 2022 puis en novembre et décembre 2022. Certains échantillons ne comportent pas d'œuf au cours de 3 missions (2 prélèvements en août 2022, 1 en septembre 2022 et 1 en novembre 2022).

Les valeurs d'octobre 2022 (42 individus/1 000 m³ à 1 097 individus/1 000 m³) ainsi que celles de mars 2023 (77 individus/1 000 m³ à 343 individus/1 000 m³) et d'avril 2023 (14 individus/1 000 m³ à 793 individus/1 000 m³) sont plus élevées que pendant le reste de la période étudiée. Les œufs de poissons sont majoritairement représentés par la Sardine (*S. pilchardus*), le Petit Tacaud (*T. luscus*) et le Sprat (*S. sprattus*). Un pic d'abondance d'œufs de Sardine est à noter à l'échelle de la station H06 en octobre 2022 (1 095 individus/1 000 m³).

3.3.2.1.2 Indicateurs de diversité

- **Indice de Shannon-Wiener**

La **Figure 114** ci-dessous présente les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (diversité des espèces dans un échantillon) calculées pour les œufs et larves de Poissons à partir des données des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des 9 missions réalisées en mutualisant les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à avril 2023. La partie gauche de la figure (valeurs en bleu) correspond aux données issues des larves de Poissons. La partie droite de la figure (valeurs en orange) correspond aux données issues des œufs de Poissons.

Les valeurs sont comprises entre 0,00 et 2,21 pour les larves de Poissons et entre 0,00 et 2,18 pour les œufs de Poissons.

Certains échantillons associés aux larves de poissons, présentent un indice de diversité supérieur à 1,00 indiquant que les peuplements de ces derniers sont plus diversifiés que les autres. Ces valeurs apparaissent principalement en juillet 2022 (H02 et H03), août 2022 (H01, H02, H03, H05 et H06) et

pour les 8 échantillons associés aux mois de mars à avril 2023 indiquant que les peuplements de larves de Poissons sont plus diversifiés en été 2022 et au printemps 2023 que pendant le reste de la période étudiée.

Le même constat peut être fait pour les œufs de Poissons à une autre époque de l'année. En effet, les 8 échantillons associés aux mois de février 2023 à avril 2023 présentent un indice de diversité supérieur à 1,00 ainsi que certains échantillons de l'été 2022 (H03, H04 et H06). Les assemblages d'œufs de Poissons sont donc plus diversifiés en hiver 2023 et au printemps 2023 que pendant le reste de la période échantillonnée.

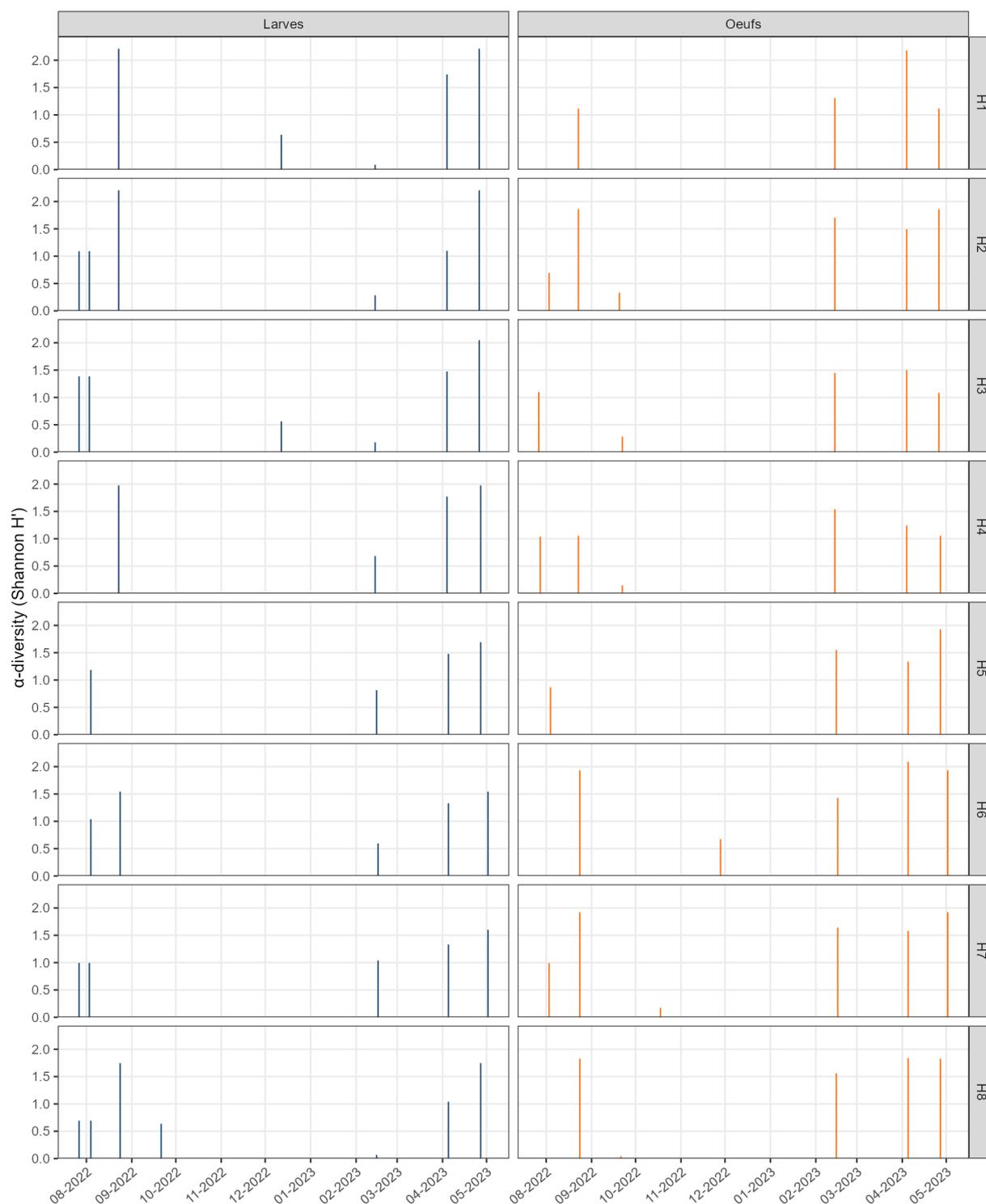


Figure 114 : indice de Shannon (H) calculé pour les œufs et larves de poissons par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à février 2023.

- **Indice d'équitabilité de Pielou**



Figure 115 : indice de Pielou (J') calculé pour les œufs et larves de Poissons par station au cours des 10 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

La **Figure 115** ci-dessus présente la valeur de l'indice d'équitabilité de Pielou (équitabilité des peuplements) calculées pour les œufs et larves de Poissons à partir des données des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des 9 missions mutualisées des compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à avril 2023. La partie gauche de la figure (valeurs en bleu) correspond aux données des larves de Poissons. La partie droite de la figure (valeurs en orange) correspond aux données des œufs de Poissons.

Les valeurs sont comprises entre 0 et 1 pour les larves de poissons comme pour les œufs de poissons. Certains échantillons associés aux larves de poissons présentent un indice d'équitabilité égal à 1 indiquant que les espèces sont équitablement réparties dans ces échantillons. Il s'agit des prélèvements des stations H02, H03 et H08 de juillet 2022 et de la station H02 en avril 2023. D'autres échantillons présentent un indice de Pielou proche de 0. Il s'agit principalement des échantillons prélevés en février 2023. Ces prélèvements semblent dominés par une ou plusieurs espèces, ici le Hareng (*C. harengus*).

Les valeurs associées au suivi des Poissons des prélèvements de juillet 2022 (pour H02, H03, H04 et H06) présentant un indice d'équitabilité égal à 1 indiquant une homogénéité de la représentation des différentes espèces de ces échantillons à cette époque de l'année. Cependant, certains échantillons de la fin de l'été / début de l'automne (pour H04, H06 et H08) montrent un indice d'équitabilité proche de 0. Ces prélèvements sont en effet principalement dominés par la Sardine (*S. pilchardus*) et le Petit Tacaud (*T. luscus*).

3.3.2.2 Autres espèces zooplanctoniques

Cette section présente les résultats associés aux espèces zooplanctoniques qui ne s'apparent pas aux œufs et larves de poissons.

3.3.2.2.1 Indicateurs d'abondance

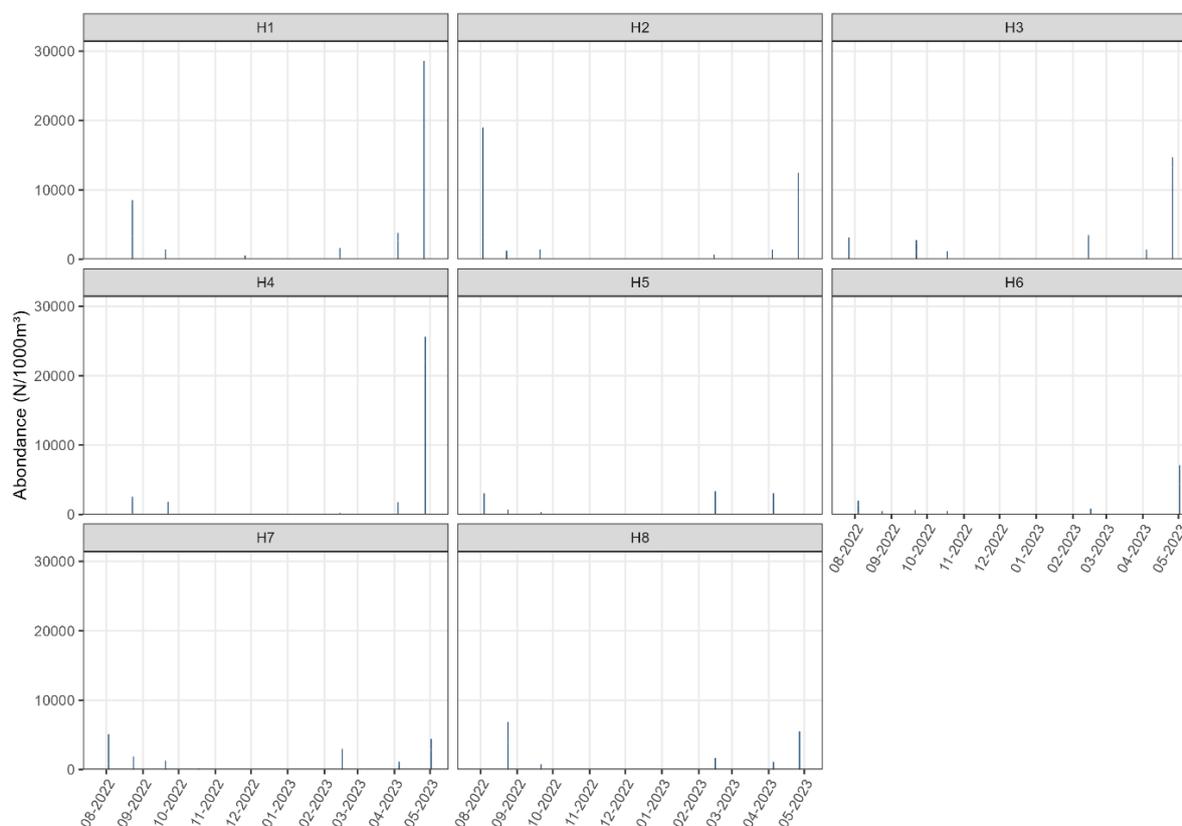


Figure 116 : CPUE d'abondance (N/km^2) calculées pour les autres espèces zooplanctoniques par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

La **Figure 116** ci-dessous présente les CPUE d'abondance calculées pour les autres espèces zooplanctoniques à partir des données des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des 9 missions mutualisées pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à avril 2023.

Les valeurs de CPUE calculées à partir des données des autres espèces zooplanctoniques (nombre total des individus capturés dans 1 000 m³) sont comprises entre 50 individus/1000 m³ et 28 584 individus/1 000 m³.

Ces valeurs restent relativement faibles pendant la période d'octobre 2022 à décembre 2022. Les valeurs issues des missions réalisées au milieu de l'été 2022 sont supérieures (2 012 individus/1 000 m³ à 19 009 individus/1 000 m³) ainsi qu'en avril 2023 (4 447 individus/1 000 m³ à 28 584 individus/1 000 m³). Les autres espèces zooplanctoniques sont principalement dominées par les *Eumalacostraca*, les *Caridea / Gebiidea* et les *Copepoda*.

3.3.2.2 Indicateurs de diversité

- **Indice de Shannon-Wiener**

La **Figure 117** ci-dessus présente la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (des assemblages d'espèces) pour les autres espèces zooplanctoniques à partir des données des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des 9 missions mutualisées pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à avril 2023.

Les valeurs sont comprises entre 0,29 et 1,74. La plupart des échantillons présentent un indice de diversité dont la valeur est supérieure à 1 (33 échantillons sur 51 au cours des 9 missions). En effet, parmi les 23 sous-classes identifiées pendant la période étudiée, 6 sont présentes dans tous les échantillons. Les prélèvements ayant un indice de diversité de valeur inférieure à 1 sont issus des missions de février 2023 et avril 2023. La diversité des autres espèces zooplanctoniques semble donc moins importante lors de l'hiver 2023 et du printemps 2023 que pendant le reste de la période étudiée.

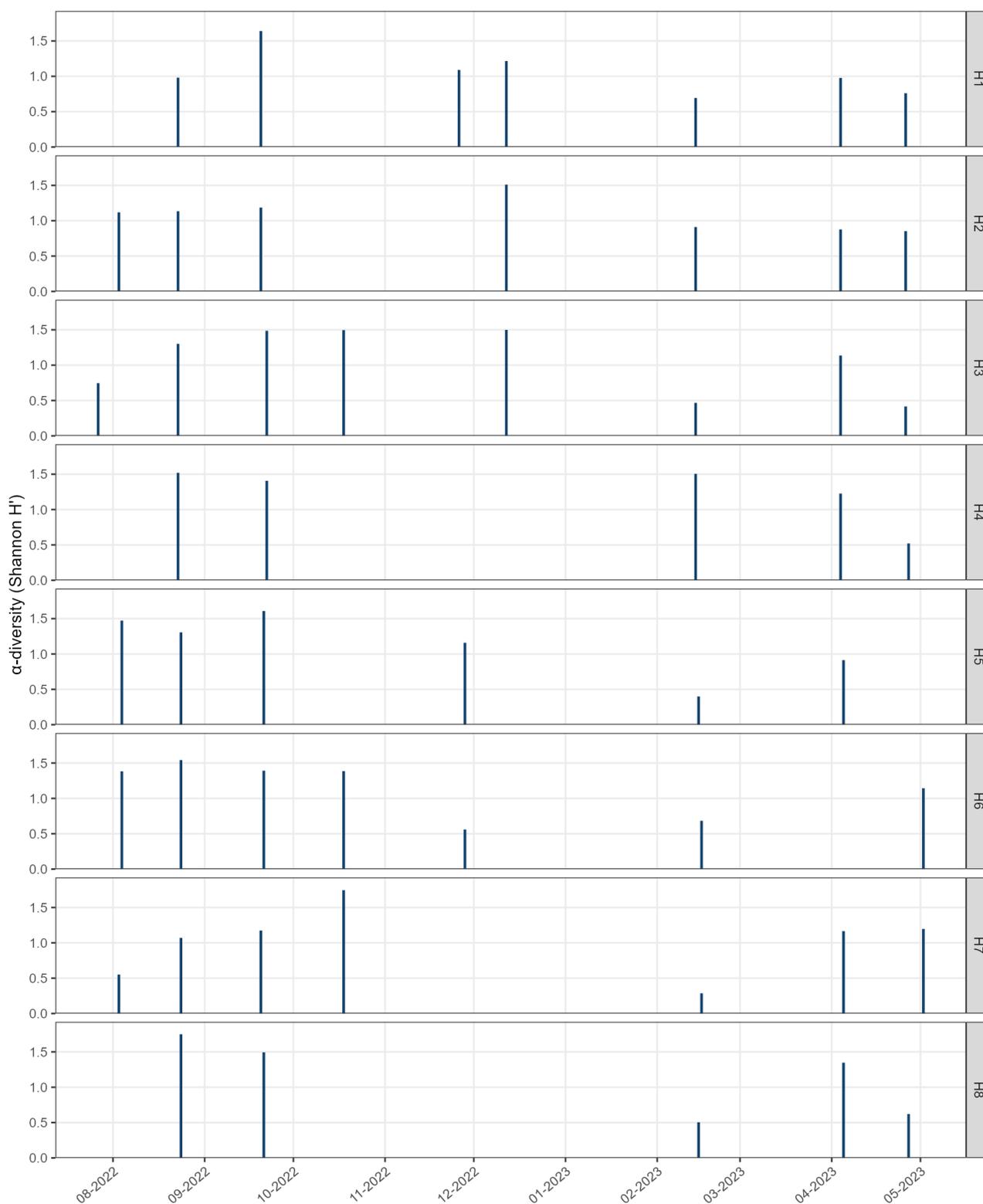


Figure 117 : indice de Shannon (H) calculé pour les autres espèces zooplanctoniques par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

● **Indice d'équitabilité de Pielou**

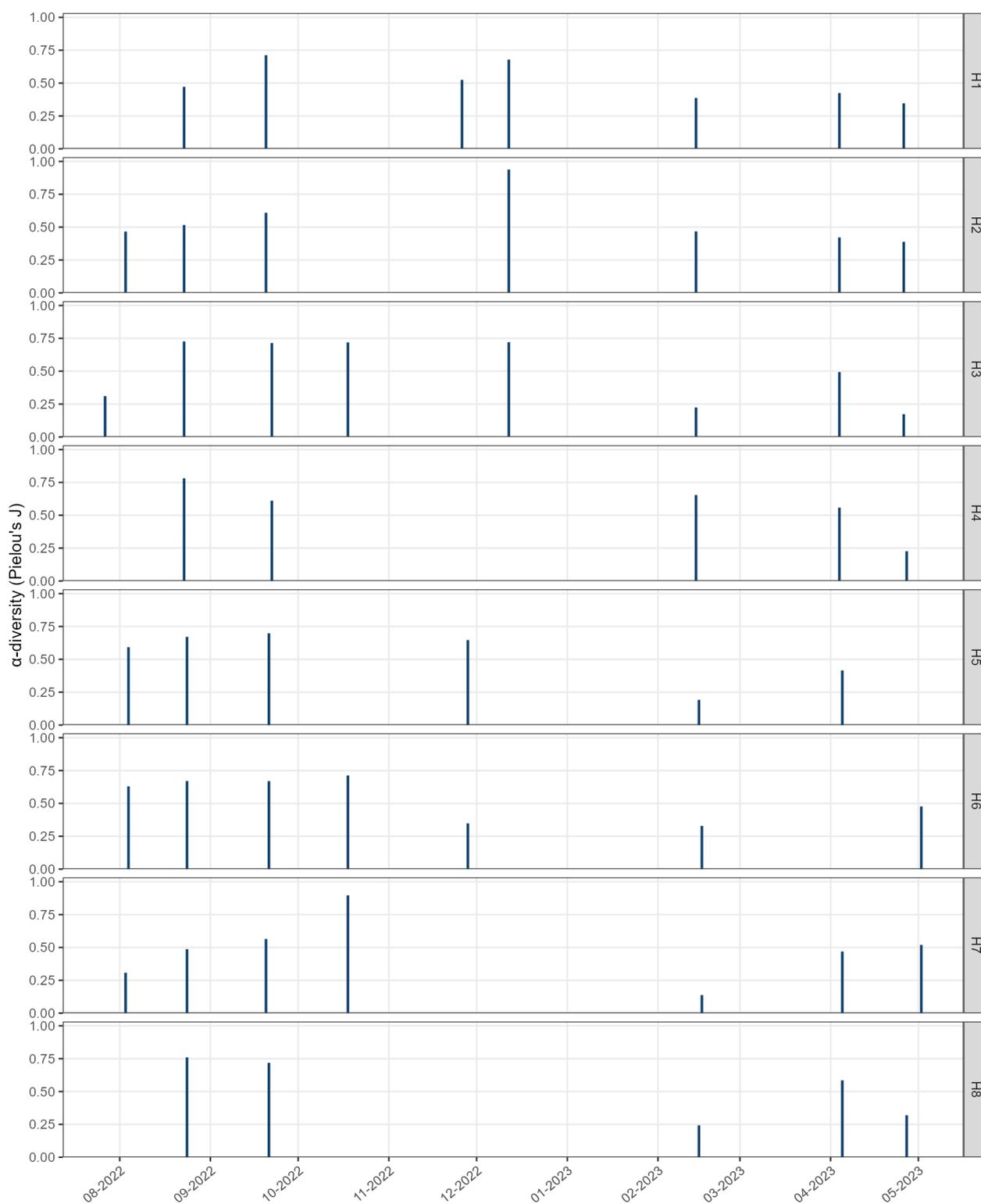


Figure 118 : indice de Pielou (J') calculé pour les autres espèces zooplanctoniques par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.

3.3.2.3 Stades juvénile et adulte – Espèces benthodémersales

La **Figure 118** ci-dessous présente la valeur de l'indice d'équitabilité de Pielou (équitabilité des assemblages d'espèces) des autres espèces zooplanctoniques à partir des données des 8 stations échantillonnées (H01 à H08) au cours des 9 missions mutualisées pour les compartiments « **Qualité de l'eau** » et « **Communautés planctoniques** » de juillet 2022 à février 2023.

Les valeurs sont comprises entre 0,14 et 0,94. Certains échantillons présentent un indice d'équitabilité proche de 1 indiquant que les espèces sont équitablement réparties dans ces échantillons. D'autres échantillons montrent un indice de Pielou dont la valeur est proche de 0. Il s'agit principalement des échantillons prélevés en février 2023 et avril 2023. Les prélèvements de l'hiver 2023 et du printemps 2023 semblent donc dominés par une ou plusieurs espèces, dans ce cas il s'agit des *Eumalacostraca* et des *Copepoda*.

Au cours des 4 campagnes halieutiques de l'été 2022 au printemps 2023, les données biométriques de **85 espèces** associées aux Poissons, Mollusques et Crustacés ont pu être échantillonnées. Ces données représentent un total de 284 479 individus pour 8 910,9 kg.

3.3.2.3.1 Indicateurs d'abondances

Les **Figure 119** et **Figure 120** présentent les CPUE d'abondance et de biomasse calculées à partir des données des 20 stations échantillonnées (A à T) au cours des 4 campagnes halieutiques saisonnières réalisées de l'été 2022 au printemps 2023. Les stations sont différenciées selon leur localisation dans la zone d'étude *i.e.* à l'intérieur (en orange) ou à l'extérieur (en bleu) de la concession des futurs parcs éoliens.

Les valeurs de CPUE calculées à partir des données d'abondance totale (nombre total des individus capturés pour toutes les espèces) sont présentées sur la **Figure 119** et sont comprises entre 2 430 individus/km² et 84 544 individus/km².

La campagne effectuée au printemps 2023 révèle des valeurs plus faibles (3 079 à 64 292 individus/km²) par rapport à celles de l'été 2022 (2 774 à 76 958 individus/km²), de l'automne 2022 (2 478 à 84 544 individus/km²) et de l'hiver 2023 (3 670 à 82 085 individus/km²).

Dans la zone extérieure du parc, les stations A à D, situées à l'Est, affichent des valeurs supérieures à celles des stations Q à T, situées à l'Ouest, pendant les campagnes d'automne 2022, de l'hiver 2023 et du printemps 2023. Pendant la campagne d'été 2022, la tendance inverse est observée avec des valeurs légèrement plus élevées à l'Ouest qu'à l'Est.

Dans la zone intérieure du parc, les valeurs des stations E à P (hormis pour les stations K et O respectivement au Sud et au Nord en dehors du parc) présentent des valeurs similaires pour les campagnes d'été et d'automne 2022 ainsi que du printemps 2023. Néanmoins, les valeurs semblent plus disparates en hiver 2023.

Les valeurs observées sur ce graphique permettent de distinguer 3 groupes de stations homogènes :

- La zone Est à l'extérieur du parc ;
- La zone Ouest à l'extérieur du parc ;
- La zone à l'intérieur du parc.

Seule la station O présente des valeurs élevées à l'échelle de l'ensemble des campagnes d'été 2022 à l'hiver 2023 notamment en lien avec l'abondance du Petit Tacaud (*T. minutus*) en été et automne 2022 (1 590 individus et 1 800 individus) et à l'Anchois commun (*E. encrasiolus*) en hiver 2023 (1 062

individus). La station N fait également exception lors de la campagne de l’hiver 2023 grâce à l’abondance de la Dorade grise (*S. cantharus*) (1 010 individus).

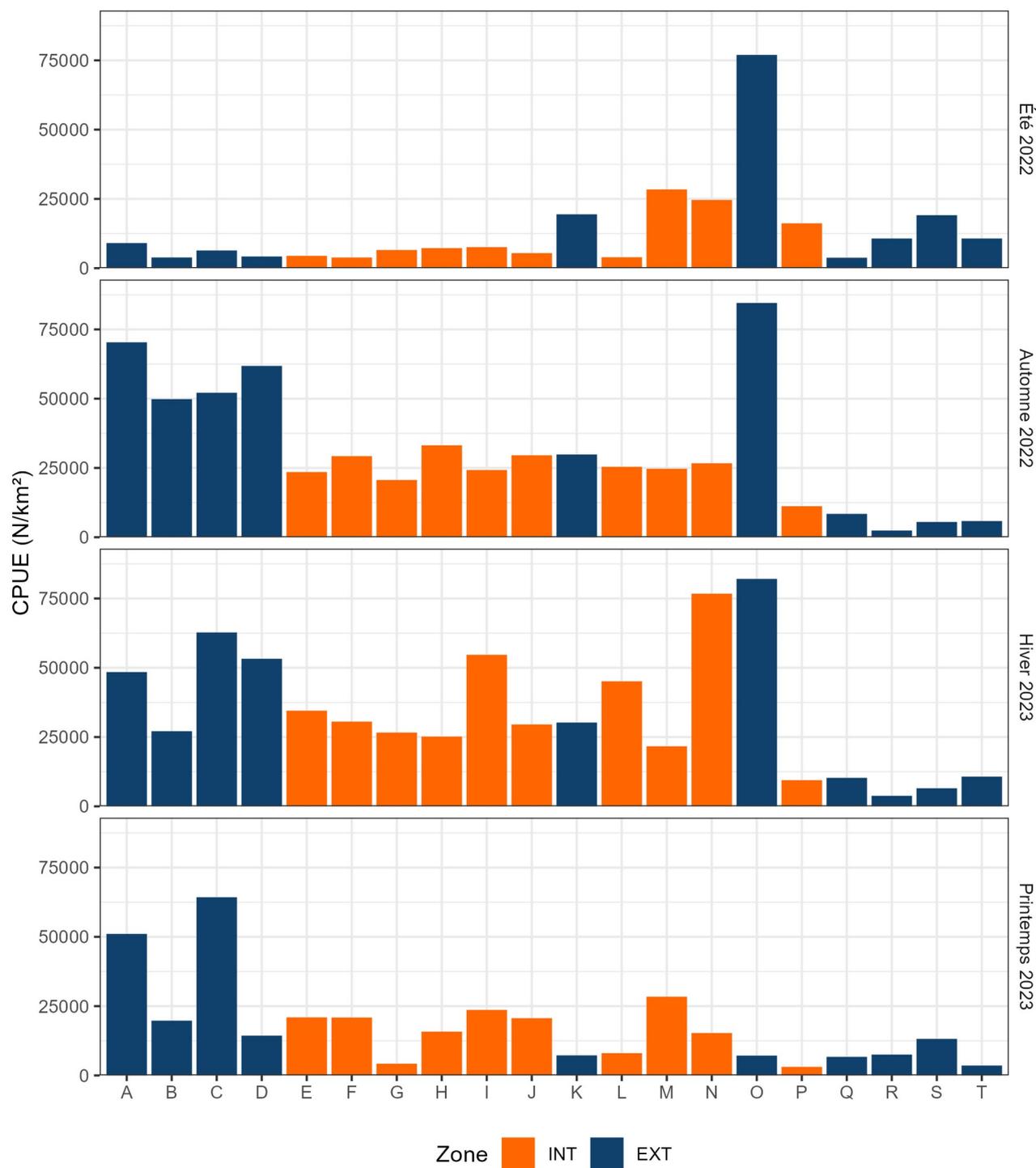


Figure 119 : CPUE d’abondance (N/km²) calculées par station en fonction de la localisation dans la zone d’étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l’été 2022 au printemps 2023.

Les valeurs de CPUE associées à la biomasse totale (poids total d'individus capturés pour toutes les espèces) sont représentées sur la **Figure 120** et sont comprises entre 334 kg/km² (poids de la capture par km²) et 18 892 kg/km².

Les campagnes effectuées en été 2022 et au printemps 2023 reflètent des valeurs plus faibles (420 à 3 682 g/km² en été 2022 et 334 à 3 738 g/km² au printemps 2023) par rapport aux 2 autres campagnes (1 026 à 18 892 kg/km² pour la campagne d'automne 2022 et 807 à 18 015 kg/km² pour la campagne d'hiver 2023). Par ailleurs, les valeurs de CPUE associées à la biomasse de la campagne d'été 2022 et du printemps 2023 ont des tendances très similaires.

Dans la zone extérieure du parc, les valeurs des stations A à D sont supérieures à celles des stations Q à T pour les campagnes d'automne 2022, d'hiver 2023 et de printemps 2023. Pendant la campagne d'été 2022, une élévation des valeurs des stations du groupe Q-T est observée par rapport à celles des stations A-D.

Dans la zone intérieure du parc, les valeurs des stations E à P (hormis pour les stations K et O respectivement au Sud et au Nord en dehors du parc) restent similaires pendant les campagnes d'été, d'automne 2022 et du printemps 2023. Les valeurs des stations intérieures du parc semblent moins homogènes pendant la campagne d'hiver 2023.

Les différentes stations peuvent être regroupées dans les 3 mêmes zones géographiques que celles définies dans le cadre de l'analyse des CPUE d'abondance (zone Est et Ouest à l'extérieur du parc et zone intérieure du parc). Quelques stations présentent cependant des valeurs de CPUE remarquablement élevées par rapport aux autres :

- Les stations C et D pendant la campagne d'automne 2022 avec une dominance de la Petite Roussette (*S. canicula*) pour la station C (682,7 kg) et la station D (46,0 kg) ainsi que la Raie bouclée (*R. clavata*) pour la station D (87,8 kg) ;
- Les stations N et P pendant la campagne d'hiver 2023 avec des valeurs élevées pour la Dorade grise (*S. cantharus*) pour les 2 stations (123 et 157 kg) ainsi que la Petite Roussette (*S. canicula*) (121,5 kg) et la Raie bouée (*R. clavata*) (121 kg) pour la station N.

Il a été décidé d'extraire les données d'abondance et de biomasse des Ophiures (217 000 individus pour 145 kg) de la station J en automne 2022 dans un souci de cohérence et de visibilité des résultats. Ces valeurs d'abondance et de biomasse constituent les seuils à ne pas dépasser pour préserver l'intégrité de l'engin de prélèvement (le chalut équipé d'une chaussette terminale de maille plus fine). Il est donc considéré que les stations de substrat meuble échantillonnées sans racleur présentent des valeurs supérieures d'abondance et de biomasse d'Ophiures.

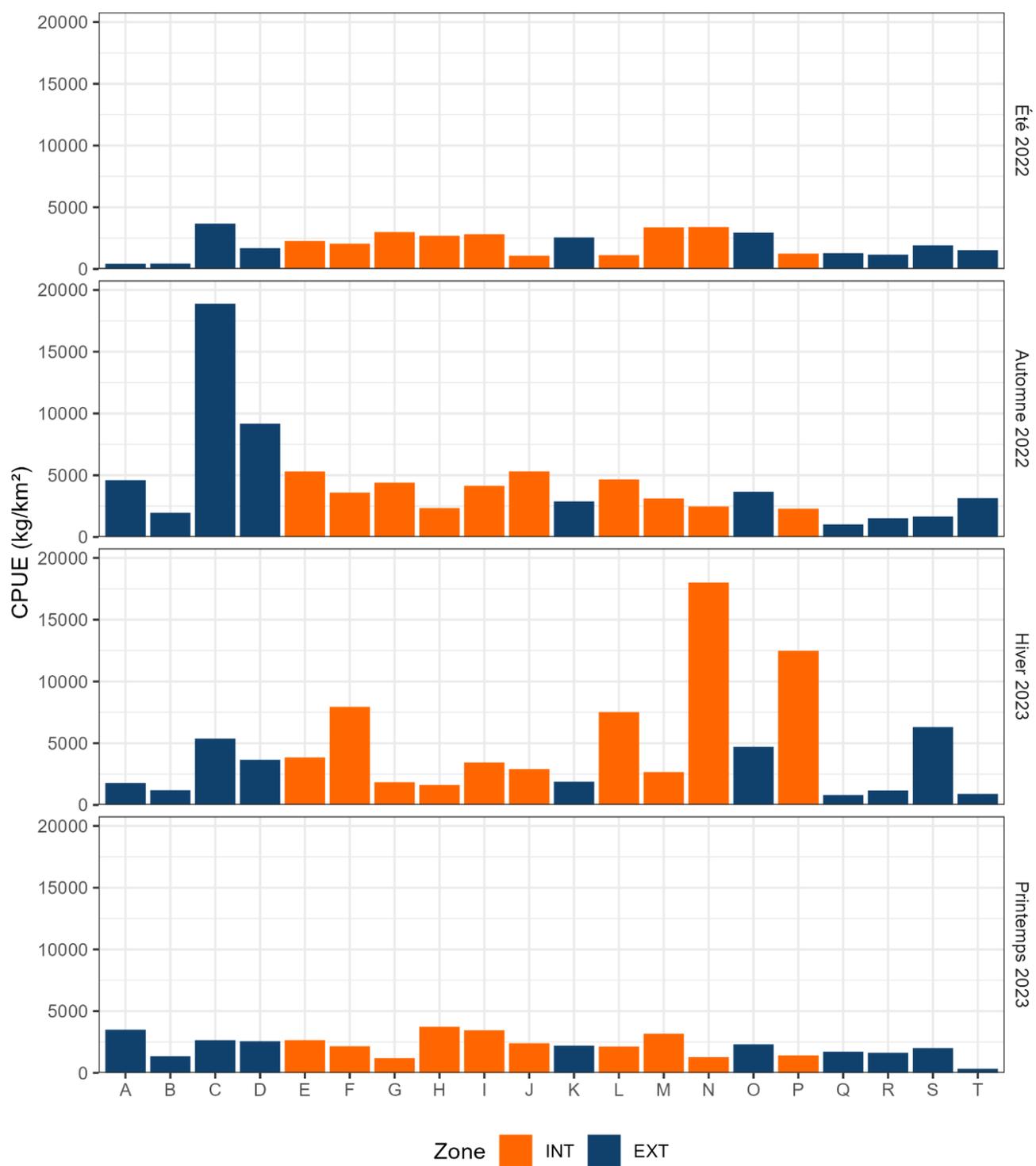


Figure 120 : CPUE de la biomasse (kg/km²) calculées par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.

Les CPUE d'abondance et de biomasse sont également calculées pour les **85 espèces** recensées au cours des 4 campagnes halieutiques saisonnières réalisées de l'été 2022 au printemps 2023. Les valeurs obtenues sont présentées dans le **Tableau 62** et le **Tableau 63** pour 20 espèces.

Les résultats de CPUE d'abondance et de biomasse associés à l'ensemble des espèces sont disponibles en annexes (**Tableau 70** et **Tableau 71**). Il a été choisi de présenter les données des 20 premières espèces de façon arbitraire.

Tableau 62 : CPUE d'abondance (N/km²) calculées par espèces (n = 20 espèces) au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023. La position de la colonne d'eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.

Nom scientifique	Nom commun	CPUE d'abondance (N/km ²)
<i>Ophiuroidea nd.</i>	Ophiures indéterminées	905 948
<i>Clupea harengus</i>	Hareng commun	16 897
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	8 168
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	8 136
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	5 324
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	4 028
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	3 017
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	2 193
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	1 246
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine commune	1 165
<i>Scyllorhinus canicula</i>	Petite Roussette	1 147
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	1 099
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	858
<i>Lutraria lutraria</i>	Lutraire elliptique	809
<i>Alloteuthis subulata</i>	Casseron commun	742
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	679
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie commune	659
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	630
<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	552
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	478

Les valeurs de CPUE calculées pour l'ensemble des **85 espèces** sont comprises entre 905 948 (Ophiures indéterminées, *Ophiuridea*) et 34 individus/km² (Turbot, *Scophthalmus maximus*). Les valeurs de CPUE calculées à partir des données d'abondance spécifique (nombre total des individus capturés par espèce) sont présentées dans le **Tableau 62**. Elles sont comprises entre 478 individus/km² (Émissole tachetée, *Mustelus asterias*) et 905 948 individus/km² (Turbot, *S. maximus*).

Les valeurs de CPUE d'abondance spécifique les plus élevées sont principalement représentées par les Ophiures indéterminées (905 948 individus/km² pour les campagnes d'automne 2022 au printemps 2023 (n = 226 986 au total) et par les petits pélagiques (Hareng commun, *C. harengus* ; n = 27 633 individus au total pour les campagnes d'hiver et du printemps 2023) et l'Anchois commun (*E. encrasicolus*, n = 1 127 individus au total pour les campagnes d'automne 2022 au printemps 2023).

Parmi les espèces représentées dans le **Tableau 62**, 6 espèces appartiennent au domaine **benthique**⁵⁵, 4 espèces au domaine **démersal**⁵⁶, 7 espèces au domaine **bentho-pélagique**⁵⁷ et 3 espèces au domaine **pélagique**⁵⁸.

Tableau 63 : CPUE de la biomasse (kg/km²) calculées par espèces (n = 20 espèces) au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023. La position de la colonne d'eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = bentho-pélagique et bleu = pélagique.

Nom scientifique	Nom commun	CPUE de biomasse (kg/km ²)
<i>Clupea harengus</i>	Hareng commun	2 379
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	872
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	674
<i>Ophiuroidea nd.</i>	Ophiure	619
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	442
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	427
<i>Dasyatis tortonesei</i>	Pastenague de Tortonese	426
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	225
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	213
<i>Galeorhinus galeus</i>	Requin-hâ	212
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	208
<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie commune	198
<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	197
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	180
<i>Conger conger</i>	Congre commun	170
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	153
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	153
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tcaud	149
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	110
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	110

Les valeurs de CPUE calculées à partir des données de biomasse spécifique (poids total d'individus capturés par espèce) sont présentées dans le **Tableau 63** et sont comprises entre 110 kg/km² et 2 379 kg/km². Les valeurs de CPUE calculées pour l'ensemble des **85 espèces** sont comprises entre 1 kg/km² et 2 379 kg/km².

Les valeurs de CPUE de biomasse spécifique les plus élevées sont principalement représentées par le Hareng commun (*C. harengus*, 850 kg au total pour les campagnes d'hiver et du printemps 2023), la Raie bouclée (*R. clavata*, 1 414 kg au total pour les 4 campagnes), la Petite Roussette (*S. canicula*, 1

⁵⁵ Benthique : Relatif au benthos, dérive du fond de la mer, c'est-à-dire vivant de manière fixée, sessile ou vagile directement sur le substrat, ou des êtres vivants mobiles, avec nage libre, habitant au plus près du substrat des milieux aquatiques.

⁵⁶ Démersal : Comprend l'eau proche des fonds, par opposition à la zone pélagique qui est la partie des mers ou océans comprenant la colonne d'eau.

⁵⁷ Bentho-pélagique : Un organisme bentho-pélagique qualifie un animal, un végétal ou tout organisme qui vit indifféremment dans le milieu benthique, démersal ou pélagique.

⁵⁸ Pélagique : S'oppose au benthique et complète le milieu démersal. Il qualifie ainsi le milieu marin de pleine eau et les êtres qui y vivent.

744 kg au total pour les 4 campagnes), et les Ophiures indéterminées (162 kg au total pour les campagnes d'automne 2022 au printemps 2023).

Parmi les espèces représentées dans ce tableau, 2 espèces appartiennent au domaine benthique, 8 espèces au domaine démersal, 6 espèces au domaine benthopélagique et 3 espèces au domaine pélagique.

3.3.2.3.2 Indicateurs de diversité

- Richesse spécifique

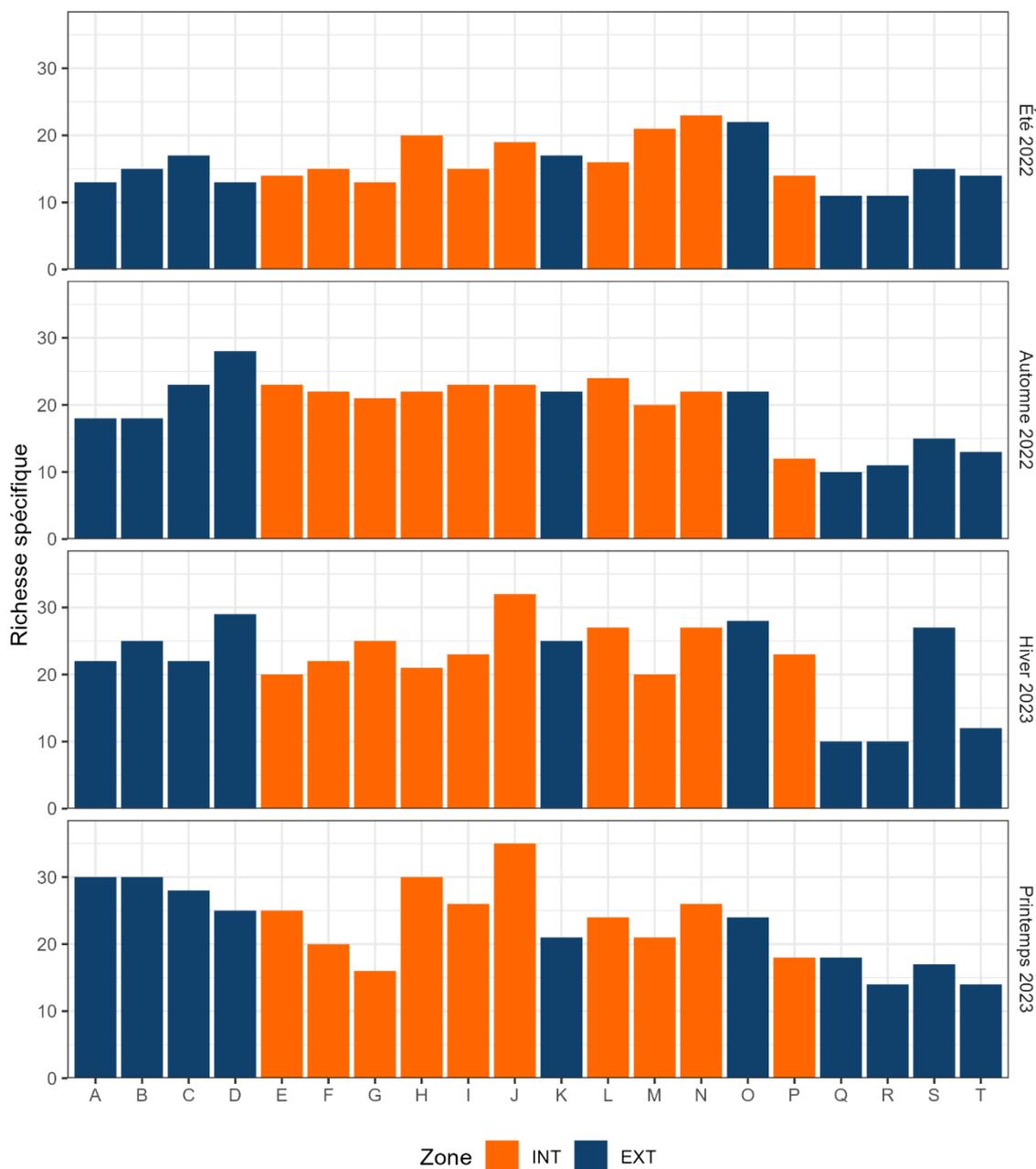


Figure 121 : richesse spécifique recensée par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.

La **Figure 121** ci-dessus présente les valeurs de richesse spécifique (nombre d'espèces identifiées par échantillon) calculées pour les 20 stations échantillonnées (A à T) au cours des 4 campagnes halieutiques saisonnières réalisées de l'été 2022 au printemps 2023. Les stations sont différenciées selon leur localisation dans la zone d'étude *i.e.* à l'intérieur (en orange) ou à l'extérieur (en bleu) de la concession des futurs parcs éoliens. Tous les taxons ne sont pas identifiés à l'échelle de l'espèce sont

bien distingués les uns des autres, c'est pourquoi le paramètre est toujours appelé « richesse spécifique » dans le cadre de la présente étude.

Les valeurs sont comprises entre 11 et 23 espèces pour la campagne d'été 2022, entre 10 et 28 espèces pour la campagne d'automne 2022, entre 10 et 32 espèces pour la campagne d'hiver 2023 et entre 14 et 35 espèces pour la campagne du printemps 2023. Les valeurs moyennes sont supérieures à 10 espèces à chacune des saisons échantillonnées.

Dans la zone extérieure du parc, les valeurs des stations A à D sont supérieures à celles des stations Q à T pour chacune des 4 campagnes alors que dans la zone intérieure du parc, les stations présentent des valeurs homogènes. La structuration géographique des stations précédemment observée au moyen de l'analyse des indicateurs d'abondance (CPUE) l'est de nouveau avec la zone extérieure du parc à l'Est présentant des valeurs supérieures à celles de la zone extérieure à l'Ouest, et de la zone intérieure plus homogène.

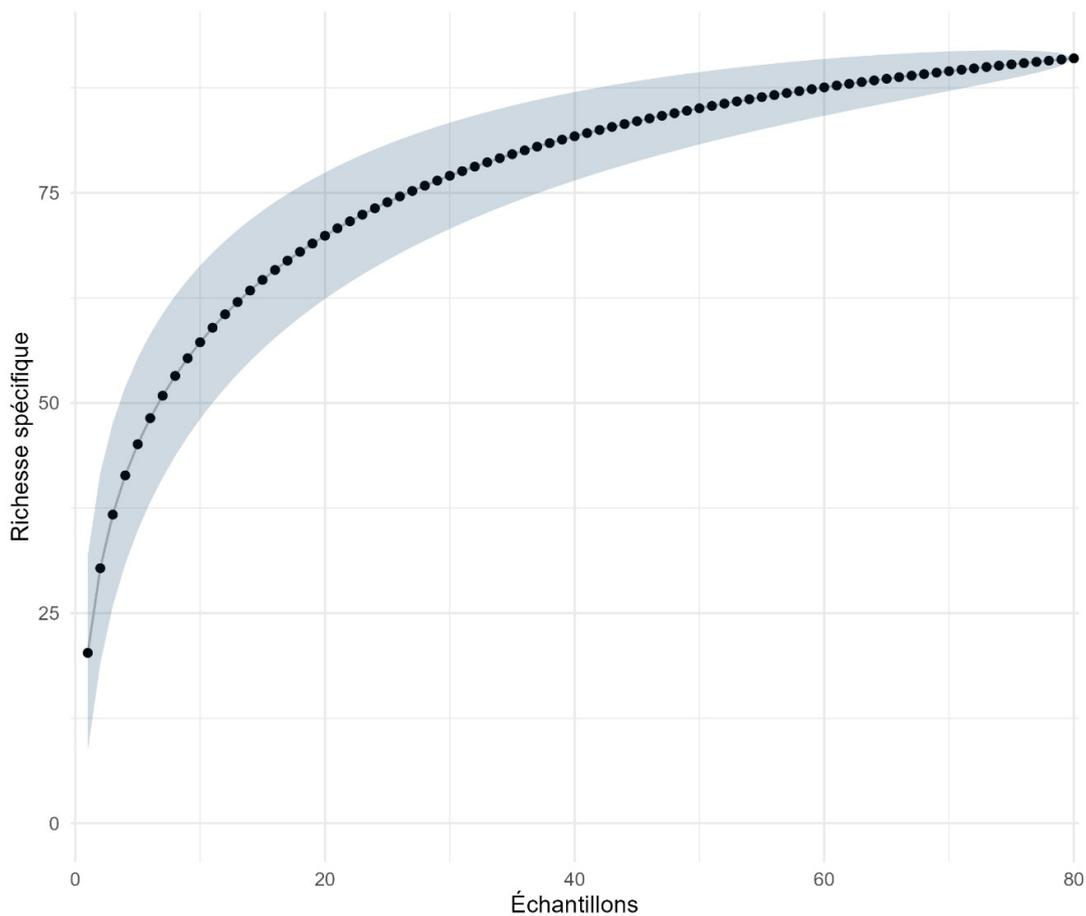


Figure 122: courbe d'accumulation des espèces recensées en fonction du nombre d'échantillons au cours des 3 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.

La **Figure 122** présente la courbe d'accumulation des espèces à l'échelle de la zone d'étude. L'évolution de la richesse spécifique attendue est présentée en fonction du nombre de stations échantillonnées pour l'ensemble des campagnes au cours de la période d'été 2022 au printemps 2023.

Avec 60 échantillons qui ont révélé un total de 78 espèces différentes, la courbe atteint presque son plateau, indiquant que l'effort d'échantillonnage est satisfaisant à l'échelle considérée.

• Indice de Shannon-Wiener

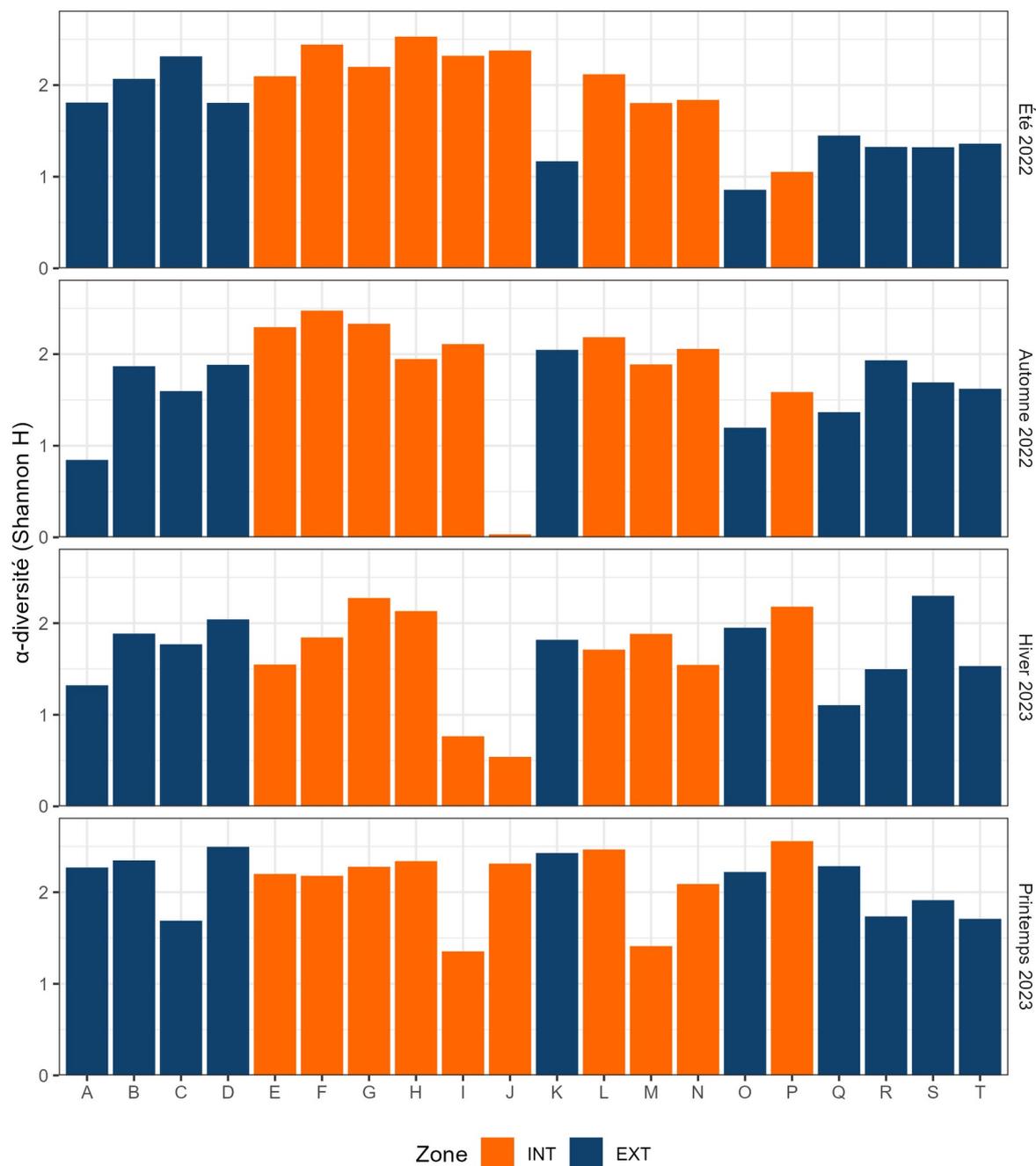


Figure 123 : indice de Shannon (H) calculé par station en fonction de leur localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.

La Figure 123 ci-dessus présente les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (diversité des espèces dans un échantillon noté H) calculées pour les 20 stations échantillonnées (A à T) au cours des 4 campagnes halieutiques saisonnières réalisées de l'été 2022 au printemps 2023. Les stations sont différenciées selon leur localisation dans la zone d'étude i.e. à l'intérieur (en orange) ou à l'extérieur (en bleu) de la concession des futurs parcs éoliens.

Les valeurs sont comprises entre 0,85 et 2,52 pour la campagne d'été 2022, entre 0,03 et 2,47 pour la campagne d'automne 2022, entre 0,54 et 2,30 pour la campagne d'hiver 2023 et entre 1,35 et 2,56 pour la campagne du printemps 2023.

Le secteur des stations de l'Est à l'extérieur du parc (A à K) révèle des valeurs plus élevées que celles des stations à l'Ouest (L à T) montrant que la diversité semble supérieure dans cette zone du parc.

Quelques stations présentent des valeurs plus faibles selon les saisons indiquant ainsi que les assemblages d'espèces de ces stations sont moins diversifiés que les autres :

- La station O (0,86) pour la campagne d'été 2022 ;
- La station A (0,85) et J (0,14) pour la campagne d'automne 2022 ;
- Les stations Q (0,77) et I (0,74) pour la campagne d'hiver 2023.

La **Figure 124** ci-dessus présente les valeurs de l'indice d'équitabilité de Pielou (dominance d'une ou plusieurs espèces dans la communauté noté J) calculées pour les 20 stations échantillonnées (A à T) au cours des 4 campagnes halieutiques saisonnières réalisées de l'été 2022 au printemps 2023. Les stations sont différenciées selon leur localisation dans la zone d'étude i.e. à l'intérieur (en orange) ou à l'extérieur (en bleu) de la concession des futurs parcs éoliens.

Les valeurs sont comprises entre 0,28 et 0,84 pour la campagne d'été 2022, entre 0,01 et 0,80 pour la campagne d'automne 2022 ; entre 0,15 et 0,70 pour la campagne d'hiver 2023 et entre 0,42 et 0,88 pour la campagne du printemps 2023.

Le secteur des stations à l'Ouest à l'extérieur du parc (A à K) révèle des valeurs plus élevées que les stations à l'Est (L à T) pendant la campagne de l'été 2022. Pendant les campagnes d'automne 2022, de l'hiver 2023 et du printemps 2023, les valeurs paraissent plus homogènes entre les différentes stations. Les espèces sont équitablement réparties dans les échantillons à l'exception de certaines stations :

- Les stations K (0,41), P (0,40) et O (0,28) pendant la campagne d'été 2022 dominées par le Chinchard commun (*T. trachurus*) pour K et P et le Petit tacaud (*T. minutus*) pour O.
- Les stations J (0,05), A (0,29) et O (0,39) pendant la campagne d'automne 2022 principalement en raison de l'abondance des Ophiures pour J et A et du Petit Tacaud (*T. minutus*) pour O ;
- Les stations I (0,24), Q (0,37), N (0,41) et A (0,43) pendant la campagne d'hiver 2023 dominées par l'Étoile de mer commune (*A. rubens*), par la Sardine (*S. pilchardus*) pour la station Q, la Dorade grise (*S. cantharus*) pour la station N et l'Oursin vert (*P. miliaris*) pour la station A.
- La station I (0,42) pendant la campagne du printemps 2023 principalement dominée par l'Étoile de mer commune (*A. rubens*).

• **Indice d'équitabilité de Pielou**

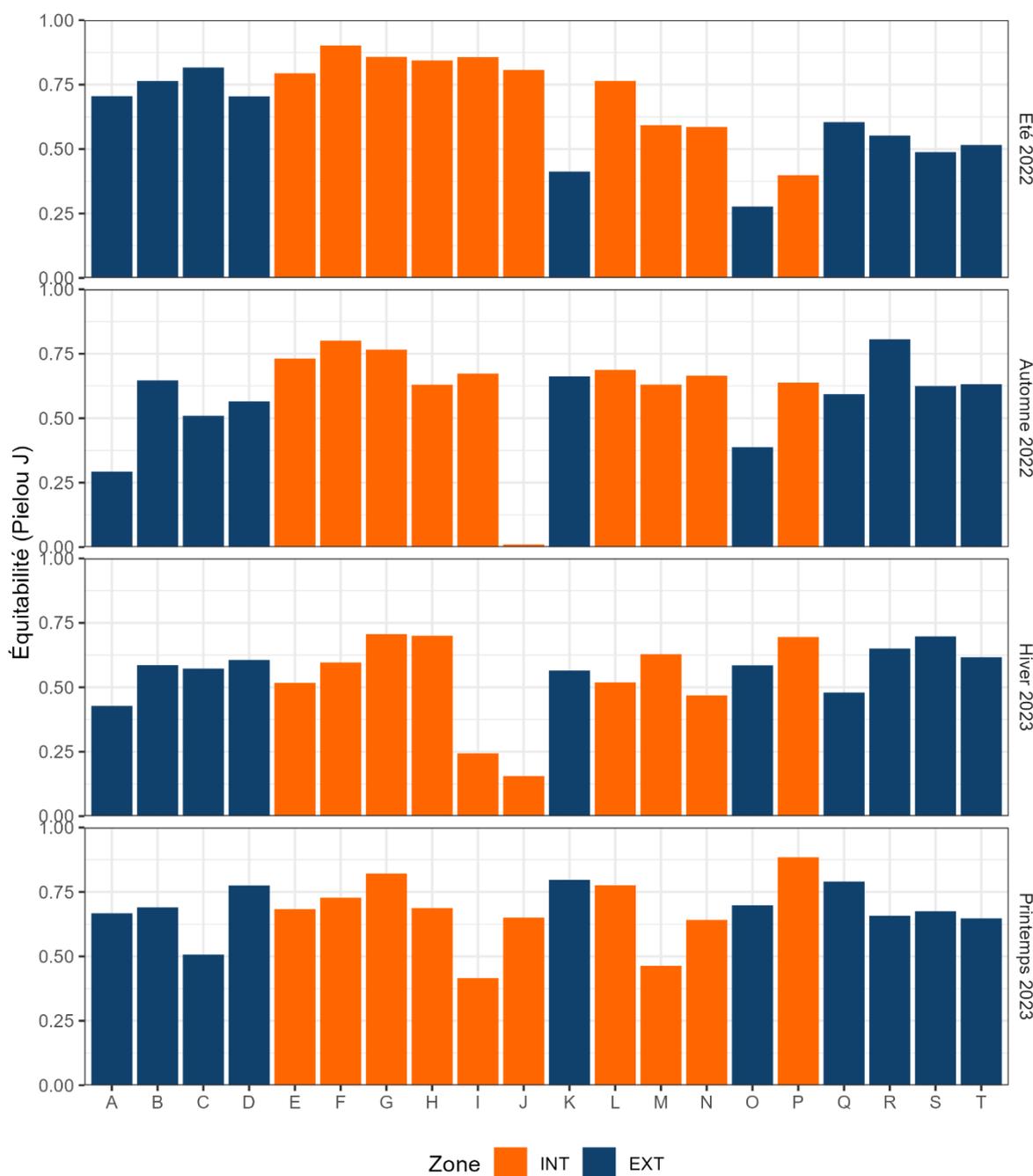


Figure 124 : indice de Pielou (J) calculé par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.

3.3.2.3 Fréquences d'occurrence

Les valeurs de fréquence d'occurrence sont calculées pour les 88 espèces recensées au cours des 4 campagnes halieutiques saisonnières réalisées de l'été 2022 au printemps 2023. Les valeurs obtenues sont présentées dans le **Tableau 64** pour l'ensemble des 4 campagnes, dans le **Tableau 65** pour l'été 2022, dans le **Tableau 66** pour l'automne 2022, dans le **Tableau 67** pour l'hiver 2023 et

dans le **Tableau 68** pour le printemps 2023. Les résultats associés à la fréquence d'occurrence pour l'ensemble des espèces sont disponibles en annexes (**Tableau 72, Tableau 73, Tableau 74, Tableau 75** et **Tableau 76**). Il a été choisi de présenter les données des 20 espèces les plus fréquentes pour faciliter la lecture du présent document.

Les valeurs de fréquence d'occurrence de l'ensemble des **85 espèces** sont comprises entre 1,2 % (Anémone fraise, *Actinia fragacea* ; Mullet lippu, *Chelon labrosus* ; Cnidaires indéterminés, *Cnidaria sp* ; Poulpe indéterminé, *Octopus vulgaris* ; Raie lisse, *Raja brachyura* ; Aiguillat commun, *Squalus acanthias* et Petite Vive, *Trachinus vipera*) et 88,8 % (Grondin rouge, *Chelidonichthys cuculus*).

Les valeurs de fréquence d'occurrence calculées pour les 20 espèces sont présentées dans le **Tableau 64**. Elles sont comprises entre 45,0 % (Maquereau commun, *Scomber scombrus*) et 88,8 % (Grondin rouge, *C. cuculus*). Les valeurs de fréquence d'occurrence les plus élevées sont principalement représentées par le Grondin rouge (*C. cuculus*) (88,8 %), la Dorade grise (*S. cantharus*) (86,2 %), l'Émissole tachetée (*M. asterias*, 83,8 %) et la Petite Roussette (*S. canicula*, 83,8 %).

Parmi les espèces représentées dans le **Tableau 64**, 7 espèces appartiennent au domaine benthique, 7 espèces au domaine démersal, 4 espèces au domaine benthopélagique et 2 espèces au domaine pélagique.

Tableau 64 : fréquence d'occurrence calculée par espèces (n = 20 espèces) au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023. La position de la colonne d'eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.

Nom scientifique	Nom commun	Fréquence d'occurrence (%)
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	88,8
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	86,2
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	83,8
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	83,8
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tcaud	76,2
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	71,2
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	70,0
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	67,5
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	67,5
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	66,2
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	62,5
<i>Anseropoda placentia</i>	Étoile patte-d'oise	61,2
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	61,2
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	61,2
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	57,5
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	48,8
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	48,8
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	47,5
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	47,5
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	45,0

Les valeurs de fréquence d'occurrence calculées pour les 20 espèces au cours de la campagne de l'été 2022 sont présentées dans le **Tableau 65**. Elles sont comprises entre 35,0 % (Étoile patte-d'oie, *A. placenta*) et 85,0 % (Grondin rouge, *C. cuculus*). Les valeurs de fréquence d'occurrence les plus élevées sont principalement représentées par le Grondin rouge (*C. cuculus*, 88,8 %), l'Encornet commun (*L. vulgaris*, 85,0 %), l'Émissole tachetée (*M. asterias*, 85,0 %), la Dorade grise (*S. cantharus*, 85,0 %) et la Seiche commune (*S. officinalis*, 80,0 %).

Parmi les espèces représentées dans le **Tableau 65**, 5 espèces appartiennent au domaine benthique, 8 espèces au domaine démersal, 5 espèces au domaine benthopélagique et 2 espèces au domaine pélagique.

Tableau 65 : fréquence d'occurrence calculée par espèces (n = 20 espèces) au cours de la campagne d'été 2022 réalisée au chalut canadien. La position de la colonne d'eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.

Nom scientifique	Nom commun	Fréquence d'occurrence (%)
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	85,0
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	85,0
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	85,0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	85,0
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	80,0
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	75,0
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	70,0
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	65,0
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	65,0
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tcaud	60,0
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	60,0
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	55,0
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	55,0
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	55,0
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	55,0
<i>Conger conger</i>	Congre commun	45,0
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	45,0
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	40,0
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	35,0
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	35,0

Les valeurs de fréquence d'occurrence calculées pour les 20 espèces au cours de la campagne de l'automne 2022 sont présentées dans le **Tableau 66**. Elles sont comprises entre 45,0 % (Pétoncle blanc, *A. opercularis* ; Dragonnet lyre, *C. lyra* ; Crachat d'amiral, *C. papposus* et Lutraire elliptique, *L. lutraria*) et 100,0 % (Dorade grise, *S. cantharus*). Les valeurs de fréquence d'occurrence les plus élevées sont principalement représentées par la Dorade grise (*S. cantharus*, 100,0 %), l'Encornet commun (*L. vulgaris*, 95,0 %), le Grondin rouge (*C. cuculus*, 90,0 %) et le Chinchard commun (*T. trachurus*, 90,0 %).

Parmi les espèces représentées dans le **Tableau 66**, 7 espèces appartiennent au domaine benthique, 9 espèces au domaine démersal, 3 espèces au domaine benthopélagique et 1 espèce au domaine pélagique.

Tableau 66 : fréquence d'occurrence calculée par espèces (n = 20 espèces) au cours de la campagne d'automne 2022 réalisée au chalut canadien. La position de la colonne d'eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.

Nom scientifique	Nom commun	Fréquence d'occurrence (%)
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	100,0
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	95,0
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	90,0
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	90,0
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	85,0
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	85,0
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	85,0
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	80,0
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	80,0
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	80,0
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	75,0
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oise	70,0
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	65,0
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	65,0
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	60,0
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	55,0
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	45,0
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonnet lyre	45,0
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	45,0
<i>Lutraria lutraria</i>	Lutraire elliptique	45,0

Les valeurs de fréquence d'occurrence calculées pour les 20 espèces au cours de la campagne de l'hiver 2023 sont présentées dans le **Tableau 67**. Elles sont comprises entre 50,0 % (Grondin camard, *C. lastoviza* ; Grande Araignée de mer, *M. brachydactyla* et Saint-Pierre, *Z. faber*) et 95,0 % (Plie commune, *P. platessa*). Les valeurs de fréquence d'occurrence les plus élevées sont principalement représentées par la Plie commune (*P. platessa*, 95,0 %), l'Étoile de mer commune (*A. rubens*, 90,0 %), le Grondin rouge (*C. cuculus*, 90,0 %), l'Encornet commun (*L. vulgaris*, 90,0 %) et la Dorade grise (*S. cantharus*, 90,0 %).

Parmi les espèces représentées dans le **Tableau 67**, 7 espèces appartiennent au domaine benthique, 7 espèces au domaine démersal, 5 espèces au domaine benthopélagique et 1 espèce au domaine pélagique.

Tableau 67 : fréquence d'occurrence calculée par espèces (n = 20 espèces) au cours de la campagne de l'hiver 2023 réalisée au chalut canadien. La position de la colonne d'eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.

Nom scientifique	Nom commun	Fréquence d'occurrence (%)
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie commune	95,0
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	90,0
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	90,0
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	90,0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	90,0
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	85,0
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	85,0
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	85,0
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	85,0
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	80,0
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	75,0
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tcaud	75,0
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	70,0
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	60,0
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	60,0
<i>Henricia spp.</i>	Étoiles de mer indéterminées	55,0
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	55,0
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	50,0
<i>Maja brachydactyla</i>	Grande Araignée de mer	50,0
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	50,0

Les valeurs de fréquence d'occurrence calculées pour les 20 espèces au cours de la campagne du printemps 2023 sont présentées dans le **Tableau 68**. Elles sont comprises entre 45,0 % (Raie brunette, *R. undulata*) et 90,0 % (Casseron commun, *A. subulata* ; Grondin rouge, *C. cuculus* ; Émissole tachetée, *M. asterias* ; Petite Roussette, *S. canicula* et Petit Tcaud, *T. minutus*). Les valeurs de fréquence d'occurrence les plus élevées sont principalement représentées par les espèces précédemment citées ayant une fréquence de 90,0 %.

Parmi les espèces représentées dans le **Tableau 68**, 7 espèces appartiennent au domaine benthique, 7 espèces au domaine démersal, 4 espèces au domaine benthopélagique et 2 espèces au domaine pélagique.

Tableau 68 : fréquence d'occurrence calculée par espèces ($n = 20$ espèces) au cours de la campagne du printemps 2023 réalisée au chalut canadien. La position de la colonne d'eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.

Nom scientifique	Nom commun	Fréquence d'occurrence (%)
<i>Alloteuthis subulata</i>	Casseron commun	90,0
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	90,0
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	90,0
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	90,0
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	90,0
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	85,0
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan commun	80,0
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	80,0
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	75,0
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	70,0
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	70,0
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	70,0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	70,0
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	60,0
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	55,0
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	55,0
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	55,0
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonnet lyre	50,0
<i>Dromia personata</i>	Dromie	50,0
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	45,0

Parmi les 20 espèces présentant les valeurs de fréquence d'occurrence les plus élevées, la moitié ($n = 10$) ont été recensées pour chacune des 4 campagnes de 2022 à 2023 (l'Étoile patte-d'oie, *A. placenta* ; le Grondin rouge, *C. cuculus* ; le Grondin camard, *C. lastoviza* ; le Crachat d'amiral, *C. papposus* ; l'Émissole tachetée, *M. asterias* ; la Raie bouclée, *R. clavata* ; la Petite Roussette, *S. canicula* ; la Dorade grise, *S. cantharus* ; le Chinchard commun, *T. trachurus* et le Petit Tacaud, *T. minutus*).

D'autres ont été relevées au cours d'une seule campagne parmi les 4 réalisées :

- Été 2022 : le Congre commun (*C. conger*) ;
- Automne 2022 : la Lutrale elliptique (*L. lutraria*) ;
- Hiver 2023 : l'Étoiles de mer indéterminées (*Henricia spp.*), la Grande Araignée de mer (*M. brachydactyla*) et la Plie commune (*P. platessa*) ;
- Printemps 2023 : le Casseron commun (*A. subulata*), la Dromie (*D. personata*) et le Merlan commun (*M. merlangus*).

3.3.2.3.4 Analyses multivariées nMDS

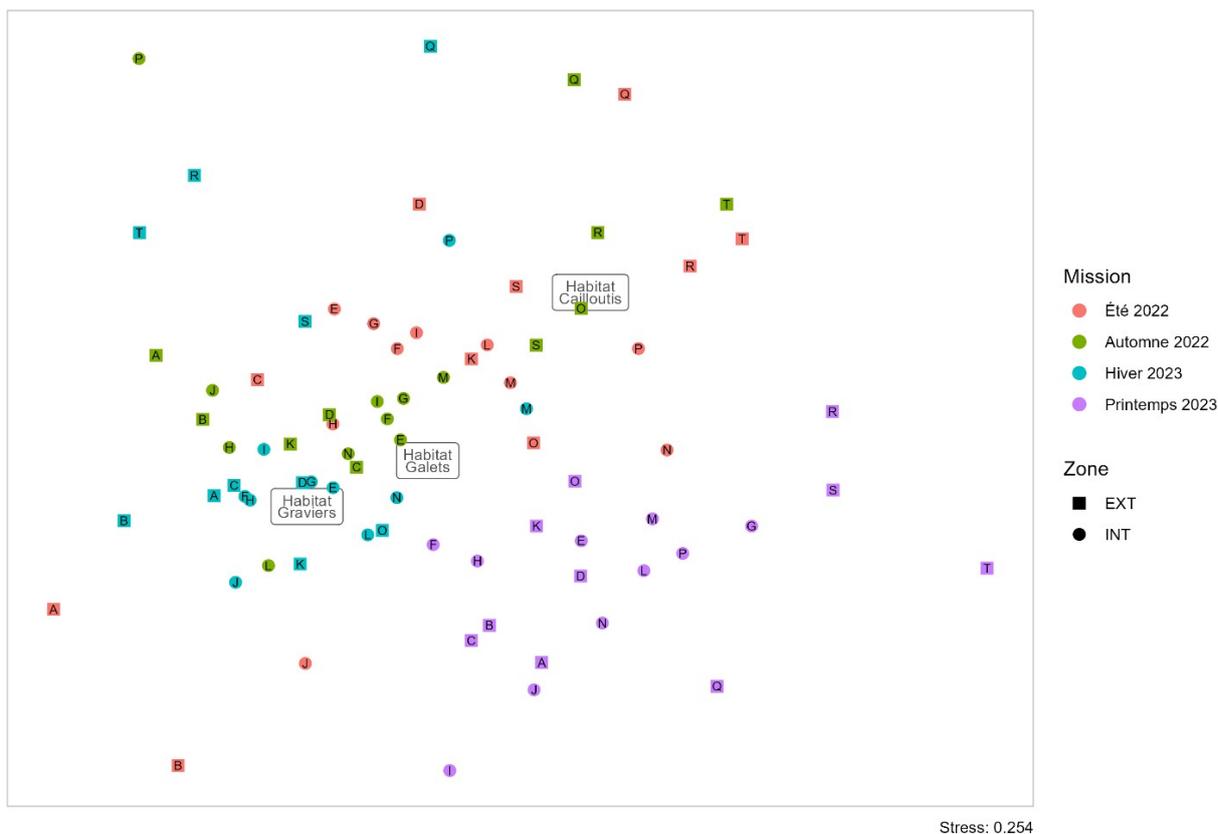


Figure 125 : analyse multivariée (nMDS) calculée par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023. Le stress associé à la production de ce graphique est de 0,254.

La **Figure 125** présente les résultats de la *nMDS* appliquée aux données des 4 premières campagnes d'échantillonnage, c'est-à-dire la position relative des 20 stations échantillonnées à 4 dates différentes (4 saisons successives).

La position des stations situées dans la zone des futurs parcs (représentées par un rond) ne semble pas distincte de celle des stations situées en dehors de la zone (représentées par un carré).

L'axe vertical sépare les stations selon un gradient Ouest-Est avec les stations les plus à l'Ouest (Q, R, S et T à l'extérieur de la zone) en bas de cet axe et les stations les plus à l'Est (A, B, C et D à l'extérieur du parc) en haut de cet axe. L'axe horizontal sépare les stations en fonction de la saison avec les stations échantillonnées pendant l'été 2022, l'automne 2022 et l'hiver 2023 dans la partie gauche de l'axe et les stations échantillonnées pendant le printemps 2023 dans la partie droite de l'axe.

Les résultats de cette *nMDS* ne permettent pas de mettre en évidence d'influence des facteurs environnementaux de façon significative. Parmi ces facteurs, nous utilisons la température de surface (calculée pour les 5 premiers mètres à partir des mesures effectuées à la sonde associées à chaque échantillon des peuplements de Poissons, Mollusques et Crustacés) et le type d'habitat (3 classes : « Cailloutis », « Gravieres » et « Galets »).

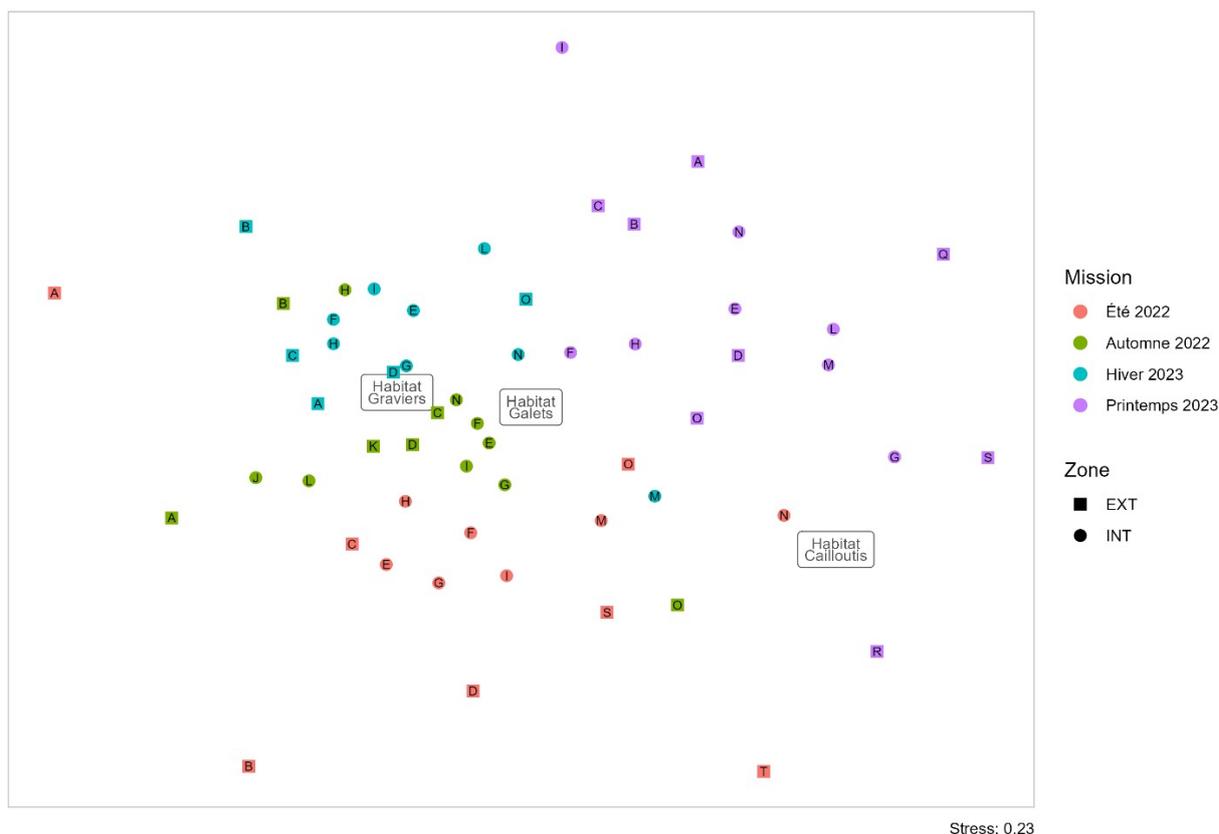


Figure 126 : analyse multivariée (nMDS) calculée par station échantillonnée avec le racleur en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023. Le stress associé à la production de ce graphique est de 0,23.

La **Figure 126** présente les résultats de la *nMDS* appliquée aux données des 4 premières campagnes d'échantillonnage, c'est-à-dire la position relative des 20 stations échantillonnées à 4 dates différentes. Les stations prises en compte dans l'application de cette analyse multivariée sont les stations pour lesquelles le racleur a été ajouté au chalut canadien lors de l'échantillonnage. L'ensemble correspond ainsi à 14 stations pour la campagne d'été 2022, d'automne 2022 et d'hiver 2023 et 16 stations pour la campagne de printemps 2023.

La position des stations situées dans la zone des futurs parcs (représentées par un rond) ne semble pas distincte de celle des stations situées en dehors de la zone (représentées par un carré).

L'axe vertical sépare les stations en fonction de la saison avec les stations échantillonnées pendant l'été 2022 sur la partie basse de l'axe et les stations échantillonnées pendant le printemps 2023 sur la partie haute de l'axe.

Les résultats de cette *nMDS* ne permettent pas de mettre en évidence d'influence des facteurs environnementaux de façon significative autre que celle du substrat (3 classes, « Cailloutis », « Gravier » et « Galets »). L'autre facteur considéré est la température de surface (calculée pour les 5 premiers mètres à partir des mesures effectuées à la sonde associées à chaque échantillonnage des peuplements de « Poissons, Mollusques et Crustacés »).

3.3.3 Discussion et liens avec les autres compartiments

Le premier cycle annuel de suivi des œufs et larves est en cours de caractérisation. L'établissement de cet état initial constitue une première caractérisation de la zone.

Le suivi des adultes et juvéniles semble montrer une influence de l'abondance des Ophiures indéterminées comme c'est déjà le cas pour les habitats benthiques. Le mode de prélèvement est adapté en conséquence. Or cette même étude suggère que seule l'espèce *Ophiotrix fragilis* est recensée à l'échelle de notre étude. Ainsi cette espèce serait la plus abondante à l'échelle de notre secteur, en lien avec les substrats rocheux et meubles. Son habitat est concerné par la désignation de ZNIEFF-mer à proximité de notre secteur d'étude et les présents résultats permettent de compléter les connaissances de cette espèce.

Les analyses multivariées ont montré la même structuration des peuplements des stations échantillonnées sans influence de l'utilisation du racleur pour les prélèvements. Des procédures d'intercalibration sont encore en cours pour confirmer cette observation et quantifier l'influence de cet engin sur les prélèvements. Si un gradient Est-Ouest semble se dessiner, les peuplements ne diffèrent pas entre l'intérieur et l'extérieur de la zone d'étude.

Les informations de la bibliographie semblent confirmées dans le cadre du suivi des adultes et juvéniles. Deux peuplements se distinguent entre l'Est et l'Ouest.

Le type d'habitat observé dans le cadre de l'étude des habitats benthiques semble présenter une influence significative sur la structuration des peuplements halieutiques.



Echelle - A4 : 1:350 000

Système de coordonnées : WGS 84 / UTM zone 30N

Auteur : HD

Remarques :

- Sources de données : SINAY , SHOM, IFREMER

- Ne pas utiliser pour la navigation

Légende :

● Hydrologie

Traits de chalut

— avec

— sans

Nature des fonds AO4

■ Roches

■ Cailloutis

■ Cailloutis-Graviers

■ Graviers-Cailloutis

■ Graviers

■ Sables-Graviers

■ Sables

CHARM

■ Communauté du large

■ Communauté intermédiaire entre côte et large

■ Communauté côtière homogène

■ Communauté côtière hétérogène



Figure 127 : localisation des stations d'échantillonnage des adultes et juvéniles de Poissons, Mollusques et Crustacés (traits de A à T) et du zooplancton (H01 à H08) en fonction des peuplements halieutiques caractérisés par Carpentier et al. (2009).

La position de la zone de la zone d'étude est située à la limite entre les zones de répartition de 2 des 4 peuplements identifiés en Manche dans le cadre du projet CHARM (Carpentier *et al.*, 2009, **Figure 127**). Ces peuplements sont composés de 33 espèces ou groupes d'espèces.

Le peuplement 1 (**Figure 127**) semble majoritairement représenté à l'échelle du secteur étudié et sa zone de répartition accueille 13 stations d'échantillonnage halieutique dédiées au suivi des adultes et juvéniles et 5 stations d'échantillonnage halieutique dédiées au suivi de l'ichtyoplancton.

Carpentier (2009) a décrit cette communauté ainsi :

« La composition spécifique de la première communauté, située au centre de la Manche orientale et principalement localisée sur des sédiments durs et dans des eaux à température et salinité élevées, est dominée par des Sélaciens tels que les Roussettes *Scyliorhinus canicula* et *Scyliorhinus stellaris*, la Raie bouclée *Raja clavata* et l'Émissole tachetée *Mustelus asterias*. Le Petit Tacaud *Trisopterus minutus*, le Grondin rouge *Aspitrigla cuculus* et le Grisot *Spondyliosoma cantharus* sont également caractéristiques de ces assemblages.

Cette description a été précisée par la suite et cette communauté est devenue le « peuplement du large » représenté principalement par des Sélaciens (Roussette, Raie et Émissole) et des Tacauds. Il présente une diversité plus faible qu'en zone côtière. Cette classe est caractérisée par des fonds durs, des conditions hydrologiques océaniques (température et salinité fortes en octobre), de forts courants de marées et des profondeurs importantes pour la zone.

Après 4 campagnes d'échantillonnage saisonnières successives dans le cadre de la présente étude, les espèces les plus fréquentes sont l'Étoile patte-d'oie, *A. placenta* ; le Grondin rouge, *C. cuculus* ; le Grondin camard, *C. lastoviza* ; le Crachat d'amiral, *C. papposus* ; l'Émissole tachetée, *M. asterias* ; la Raie bouclée, *R. clavata* ; la Petite Roussette, *S. canicula* ; la Dorade grise, *S. cantharus* ; le Chinchard commun, *T. trachurus* et le Petit Tacaud, *T. minutus*.

Après 4 campagnes d'échantillonnage saisonnières successives dans le cadre de la présente étude, les espèces les plus abondantes (nombre d'individus) sont les Ophiures indéterminées (*Ophiuroidea nd*), le Hareng (*Clupea harengus*), l'Anchois (*Engraulis encrasicolus*), l'Étoile de mer commune (*Asterias rubens*), le **Petit Tacaud**⁵⁹ (*Trisopterus minutus*), l'Oursin vert (*Psammechinus miliaris*), le Chinchard (*Trachurus trachurus*), la Dorade grise (*Spondyliosoma cantharus*), le Grondin rouge (*Chelidonichthys cuculus*), la Sardine (*Sardina pilchardus*), la Petite Roussette (*Scyliorhinus canicula*) et l'Encornet européen (*Loligo vulgaris*).

Après 4 campagnes d'échantillonnage saisonnières successives dans le cadre de la présente étude, les espèces les plus abondantes (biomasse) sont le hareng commun (*Clupea harengus*), la Raie bouclée (*Raja clavata*), la Petite Roussette (*Scyliorhinus canicula*), les Ophiures indéterminées (*Ophiuroidea nd.*), la Dorade grise (*Spondyliosoma cantharus*), l'Émissole tachetée (*Mustelus asterias*), la Pastenague de Tortonese (*Dasyatis tortonesei*), la Raie brunette (*Raja undulata*), la Grande Roussette (*Scyliorhinus stellaris*), le Requin-hâ (*Galeorhinus galeus*) et l'Étoile de mer commune (Étoile de mer commune).

L'étude des habitats benthiques de substrat rocheux et les informations des pêcheurs professionnels de l'armement partenaire de cette étude ont montré que le sédiment était grossier et pouvait abriter des champs de blocs par endroit. La gamme de profondeur est variable, en lien avec le gradient bathymétrique Nord-Sud.

⁵⁹ Petit Tacaud : Le MNHN nomme l'espèce *Trisopterus minutus* le Petit Tacaud et Capelan de l'Atlantique. Nous utilisons l'appellation Petit Tacaud dans ce rapport.

Le peuplement 2 (**Figure 127**) semble marginal à l'échelle du secteur étudié et sa zone de répartition accueille 7 stations d'échantillonnage halieutique dédiées au suivi des adultes et juvéniles et 3 stations d'échantillonnage halieutique dédiées au suivi de l'Ichtyoplancton.

Carpentier (2009) a décrit cette communauté ainsi :

La seconde communauté, caractérisée par des fonds de sables grossiers et des conditions hydrologiques moyennes, est intermédiaire entre les côtes et le large. Elle est composée de Poissons démersaux comme le Callionyme lyre *Callionymus lyra*, le Rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (figure 2b) et des Grondins *Triglidae sp.*, mais aussi de Poissons pélagiques comme le Maquereau *Scomber scombrus* et la Sardine *Sardina pilchardus*.

Cette description a été précisée par la suite et cette communauté est devenue le « peuplement intermédiaire entre la côte et le large » représenté par des espèces de poissons pélagiques (Sardine, Maquereau) et démersaux (Callionymes, Grondins, Rouget barbet). De diversité comparable à la communauté plus au large, cette classe est néanmoins caractérisée par des fonds de sables grossiers et de conditions hydrologiques et bathymétriques intermédiaires entre le large et la côte. »

Les informations des pêcheurs professionnels de l'armement partenaire de cette étude ont montré que le sédiment était meuble. La gamme de profondeur est variable, en lien avec le gradient bathymétrique Nord-Sud.

Les espèces retrouvées dans les deux zones correspondent à celles des peuplements connus.

Cependant les cortèges d'espèces fréquentes et abondantes sont relativement similaires. Des espèces benthiques dont les Ophiures s'ajoutent à la liste dans les stations les plus à l'Est. Leur présence semble liée à une différence de substrat qui implique une différence d'échantillonnage (présence d'un racleur).

La différence entre les deux peuplements décrits par la bibliographie de référence est associée à une différence de substrat. Celui du premier est rocheux alors que celui du second est composé de sables grossiers. De plus le premier est très majoritairement représenté à l'échelle de la présente zone d'étude. Or, l'étude des habitats benthiques nous montre un sédiment de sable grossier majoritaire et la présence de champs de blocs dans la partie Ouest de la zone d'étude, correspondant à 6 % de la surface de la zone de parc d'après la dernière étude du SHOM. Les résultats de l'étude du SHOM (Débat public, 2019) en termes de nature du substrat ont bien été intégrés dans l'analyse multivariée

Les propositions suivantes constituent une liste non exhaustive des éléments pouvant être abordés dans le rapport final :

- Comparaison des données hydrologiques des 8 stations communes aux compartiments « **Qualité de l'eau, Communautés planctoniques et Poissons, Mollusques et Crustacés** » ;
- Comparaison des données planctoniques des compartiments « **Communautés planctoniques et Poissons, Mollusques et Crustacés** » ;
- Quantification de l'effet du racleur et de la profondeur sur les captures des individus adultes et juvéniles ;
- Comparaison des données du compartiment « **Habitats benthiques** » avec les quantités importantes d'Ophiures ;
- Collecte des dernières données mises à jour de CHARM à l'échelle de la zone d'étude afin de définir les peuplements.
- L'abondance observée du **Poulpe** peut être mise en relation avec les hivers « doux » récents. La dynamique de cette espèce a connu des changements notables en France récemment et suggère que des changements importants des communautés sont en cours pendant le développement des parcs éoliens en mer.

4 Conclusion

Une limite physique et biologique semble apparaître entre une zone située au Sud et à l'Est de la zone d'étude et une autre au Nord et à l'Ouest. Elle se distingue pour certains paramètres de la qualité de l'eau, la granulométrie du sédiment, les peuplements de Poissons, Mollusques et Crustacés et la dynamique des efflorescences phytoplanctoniques.

4.1 Qualité de l'eau

- **La masse d'eau étudiée semble bien homogène** à ce stade du travail en considérant les paramètres suivis au moyen de la sonde multi-paramètres. La dynamique de la stratification de la colonne d'eau sera précisée avec la production d'une série de données mensuelles complète à l'échelle d'un an. Les comparaisons avec les autres sources de données permettront également de préciser ces informations relativement nouvelles par rapport à la bibliographie disponible.
- **Très peu de dépassements de seuil de teneur en contaminants sont observés.** Le brassage de la masse d'eau et la distance par rapport à la côte rendent ces résultats cohérents à ce stade du travail. Des comparaisons avec des données de référence issues de suivis en domaine côtier seront effectuées dans la seconde partie de cette étude.

4.2 Qualité du sédiment

Les résultats, disponibles pour deux saisons différentes pendant la première année, sont encore en cours d'interprétation néanmoins deux conclusions principales peuvent déjà être tirées :

- **Très peu de dépassements de seuil de teneur en contaminants sont observés.**
- **Très peu de différences sont observées entre les résultats des deux campagnes.**

4.3 Bruit aérien

- **Par vent de secteur Nord-Est**, l'ambiance sonore autour de l'ensemble des points de mesures est élevée.
- **Par vent de secteur Nord-Ouest**, l'ambiance sonore autour du point de mesures à Réville est calme.
- **Le point de mesure de la Capitainerie du port d'Antifer recense des niveaux sonores importants pour tous les secteurs de vent** et particulièrement pour les secteurs Sud-Ouest et Nord-Est.
- Les niveaux sonores en tout point, en toute période et pour tous les secteurs de vent ne descendent **pas en dessous de 30,0 dB(A)**.
-

4.4 Communautés planctoniques

- **Phytoplancton**

L'identification des espèces et le comptage des individus est effectué. Les résultats sont encore en cours d'interprétation.

Néanmoins, les résultats actuels montrent déjà des **pics d'abondance en fin d'été (début du suivi) et au printemps (fin actuelle du suivi)**. La dynamique des efflorescences est bien caractérisée et sera précisée quand le cycle annuel sera complété.

D'ores et déjà il est remarqué que les zones les plus au Sud et à l'Ouest montrent une efflorescence printanière plus précoce.

- **Zooplancton**

Les prélèvements de l'hiver 2023 semblent donc dominés par une ou plusieurs espèces, dans ce cas il s'agit des *Eumalacostraca*.

- **Ichtyoplancton**

Une partie des espèces identifiées parmi les œufs de Poissons au cours des mois de septembre et octobre 2022 sont retrouvées parmi les larves de Poissons en février 2023 (la Sardine (*S. pilchardus*) et le Petit Tcaud (*T. luscus*)). La courantologie de la zone et le cycle de vie des espèces pourraient expliquer les variations spécifiques entre le stade œuf et le stade larvaire à l'échelle de la zone étudiée. Le Hareng (*C. harengus*), par exemple, montrant des valeurs très élevées en février 2023 n'a pas été identifié parmi les œufs de Poissons au cours des mois précédents.

- **Autres espèces zooplanctoniques**

Les principales espèces zooplanctoniques sont des *Eumalacostraca*, des *Caridea / Gebiidea* et des *Copepoda*. Les prélèvements de l'hiver 2023 semblent dominés par des *Eumalacostraca*.

4.5 Habitats et peuplements benthiques

- **Substrat meuble**

Le sédiment est composé de graviers ensablés majoritairement et la teneur en matière organique est en moyenne de $1,2 \pm 0,2$ %.

Parmi les individus dont la taille est supérieure à 2 mm, 201 taxa ont été recensés (de 17 à 93 par station). 22 852 individus ont été dénombrés (de 54 à 1 758 par station).

L'abondance de l'Ophiure *Ophiotrix fragilis* influe sur les assemblages d'espèces. Il reste à croiser ces informations avec celles des campagnes halieutiques pour préciser la localisation de cette espèce et son influence à l'échelle de la zone d'étude.

Deux natures de substrat sont identifiées, les Graviers ensablés au Sud et à l'Est et les Graviers au Nord et à l'Ouest.

- **Substrat dur**

Trois types d'habitats sont actuellement pris en considération :

- **A5.445 - Bancs d'ophiures *Ophiotrix fragilis* et/ou *Ophiocomina nigra* sur sédiment hétérogène subtidal**
- **A5.141 - *Spirobranchus triqueter* (anciennement *Pomatoceros triqueter*), Balanes et Bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux**
- **A4.2141 - *Flustra foliacea* sur roche circalittorale envasée légèrement abrasée**

Leur identité et la typologie utilisée seront révisées dans le cadre de la production du rapport final en comparant notamment ces résultats avec ceux de publications scientifiques récentes.

4.6 Poissons, Mollusques et Crustacés

Les informations de la bibliographie semblent confirmées dans le cadre du suivi des adultes et juvéniles. Deux peuplements se distinguent entre l'Est et l'Ouest.

Des précisions sont recherchées pour identifier le rôle des Ophiures dont *Ophiotrix fragilis* dans la structuration des peuplements (adultes et juvéniles).

5 Bibliographie

- Ahlstrom, E. & Ball, O., 1954. Description of eggs and Larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. *Fish. Bull.*, Issue 56, pp. 209-245.
- Amouroux, I. & Claisse, D., 2016. AQUAREF - Opérations d'échantillonnage en milieu marin dans le cadre des programmes de surveillance DCE (matrices : eau, sédiment et biote) - Recommandations techniques – Edition 2015.
- Benzécri, J., 1976. L'analyse des données. *Edition Dunod, Paris*, p. 616.
- Blott, S. & Pye, K., 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth. Surf. Process. Landf.*, Issue 26, pp. 1237-1248.
- Borjá, A., Franco, J. & Muxika, I., 2004. The Biotic Indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. *Mar. Poll. Bull.*, Issue 48, pp. 405-408.
- 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.*, Issue 40, pp. 1100-1114.
- Carpentier, A., 2009. Atlas des Habitats des Ressources Marines de la Manche Orientale. *CHARM II. Ifremer, University of Kent, CEFAS, ULCO, CNRS, Université de Lille 1, Canterbury Christ-Church University*.
- Chiarucci, A., Bacaro, G., Rocchini, D. & Fattorini, L., 2008. Discovering and rediscovering the sample-based rarefaction formula in the ecological literature. *Commun. Ecol*, Volume 9, pp. 121-123.
- Clark, K. & Gorley, R., 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. Primer-E-Ltd. *Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK*.
- 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. *Ecol. Indic.*, 95(437-445).
- Dauvin, J. et al., 2016. Polychaete/Amphipod ratios: towards validate simple benthic indices. *Ecol. Indic.*, Issue 63, pp. 89-99.
- Dauvin, J. & 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.*, Issue 59, pp. 38-47.
- Ehrenbaum, E., 1905. Eier und Larven von Fischen. Nordisches Plankton. *Zool.*, 1(4), pp. 1-19.
- Folk, R., 1954. The distinction between grain size and mineral composition sedimentary rock nomenclature. *J. Geol.*, Issue 62, pp. 344-359.
- Folk, R., 1966. A review of grain-size parameters. *Sedimentary.*, Issue 6, pp. 73-93.
- Folk, R. & Ward, W., 1957. Brazos river bar: a study of significant of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.*, Issue 27, pp. 3-26.
- Frontier, S. et al., 2004. Ecosystèmes- Structure, fonctionnement, évolution. *Edition Dunod, Paris*, p. 549.
- Gailhard, I., 2003. Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations microalgales côtières observées par le REseau de surveillance du PHYtoplancton et des phycotoxines (REPHY). *PhD Thesis, Université de la Méditerranée Aix-Marseille II*, p. 293.
- Lebart, L., Piron, M. & Morineau, A., 2006. Statistique exploratoire multidimensionnelle. Visualisation et inférence en fouilles de données. *Edition Dunod, Paris*, p. 464.
- Methratta, E., 2020. Monitoring fisheries resources at offshore wind farms: BACI vs. BAG designs. *ICES J. Mar. Sci.*, Issue 77, p. 890–900.
- Munk, P. & Nielsen, J., 2005. Eggs and Larvae of North Sea fishes. *Edition Biofolia, Frederiksberg, Denmark*, p. 215.
- OSPAR, 2013. Levels and trends in marine contaminants and their biological effects – CEMP Assessment report 2012. *OSPAR Comission*, p. 29.

- Piélou, E., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, Issue 13, pp. 131-144.
- Richards, W., 2006. Early Stages of Atlantic Fishes. An Identification Guide for the Western Central North Atlantic. *CRC Press : Boca Raton*, Volume 2, p. 1335.
- Russell, W., 1976. The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes. *Academic Press, London*, p. 524.
- Secor, D., 2017. Priorities and challenges of monitoring designs. *ecological impacts. Atlantic Offshore Renewable Energy Development and Fisheries Worksho.*
- Shannon, C. & Weaver, W., 1948. The mathematical theory of communication. *University of Illinois, Press, Urbana, IL*, p. 225.
- Southward, E., 1972. Keys for the Identification of Echinodermata of the British Isles. *Biological Association - Echinoderm Survey*, p. 24 (unpublished).
- Southward, E. & Picton, B., 2003. Keys for the Identification of Echinodermata of the British Isles. *Marine Biological Association - Echinoderm Survey. NMBAQC Benthic Invertebrate Workshop, Dove Marine Laboratory, Cullercoats, Tynemouth*, p. 20 (unpublished).
- Southward, E. & Tyler, P., 1982. Echinoderms. Estuarine and Brackish. *Water Sciences Association - (EBSA) Echinoderm Workshop, Keys and notes. University of Stirling*, p. 39 (unpublished).
- Vanessa Millán, M. R. I. A. M. J. B. P. B. T. B. M. C. M. M. C. d. S. G. R. F. J.-L. G. S. G. J. L. B. M. B. M. I., 2022. *Guide des bonnes pratiques pour l'utilisation des DGTs. Échantillonnage des métaux dans les eaux de transition et côtières par la technique du Gradient de Diffusion en couche mince (DGT)*, s.l.: Instituto Tecnológico de Canarias.
- Vincent, C. et al., 2002. Guidance on typology, classification and reference conditions for transitional and coastal waters. *Commission Européenne, CIS WG 2.4 (COAST)*, p. 119.
- Wentworth, C., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geol.*, Issue 30, pp. 377-392.

6 Annexes

6.1 Qualité de l'eau

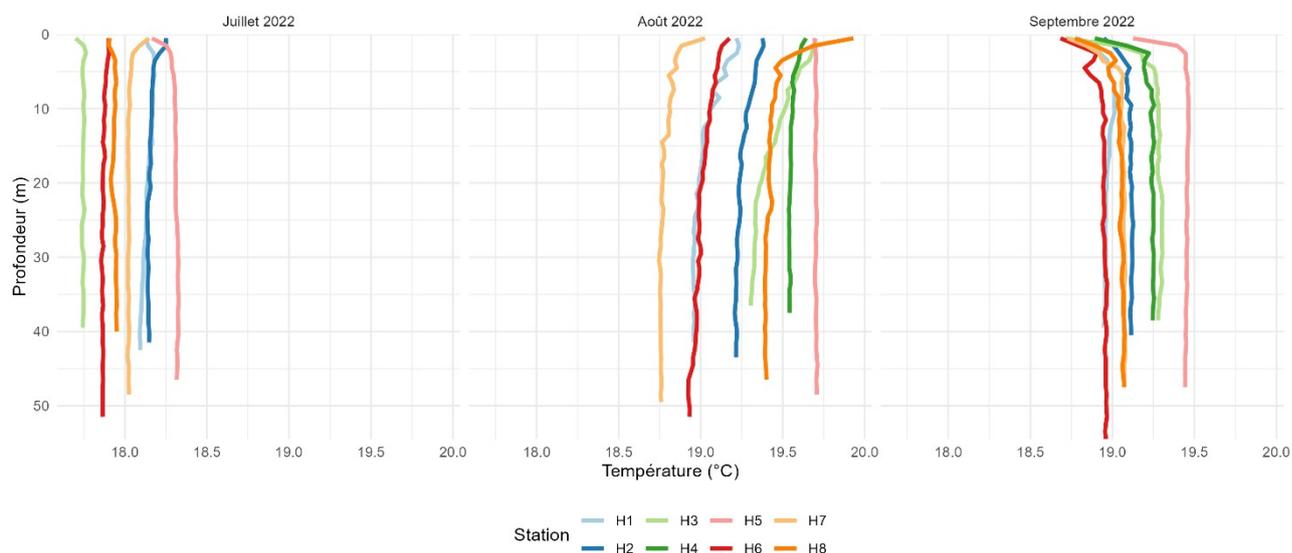


Figure 128 : évolution de la température (°C) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

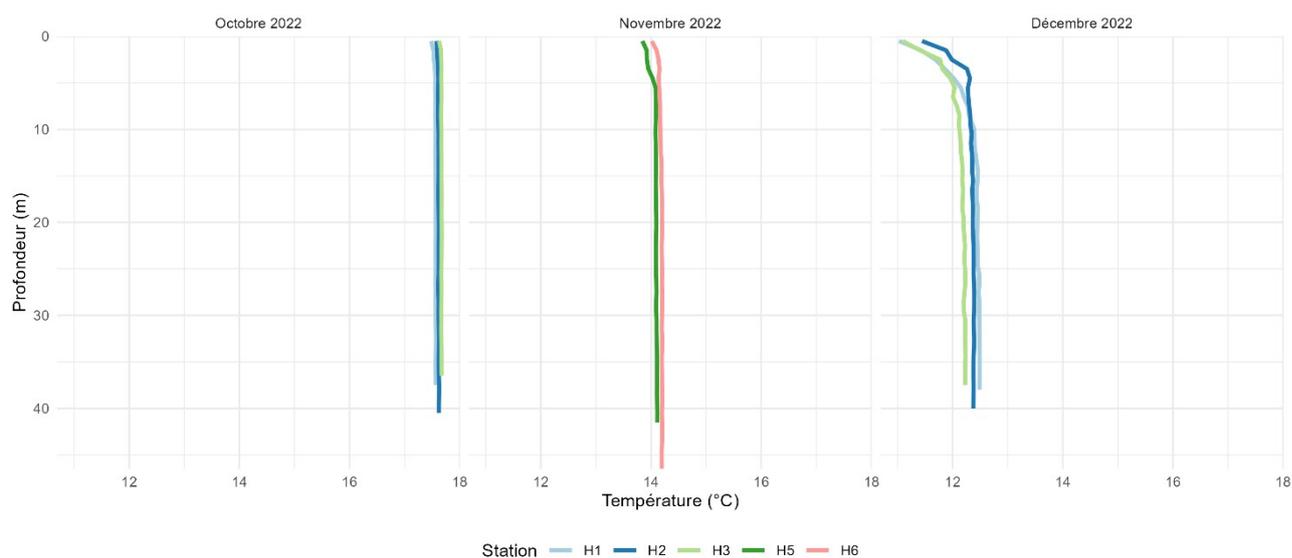


Figure 129 : évolution de la température (°C) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre 2022 à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

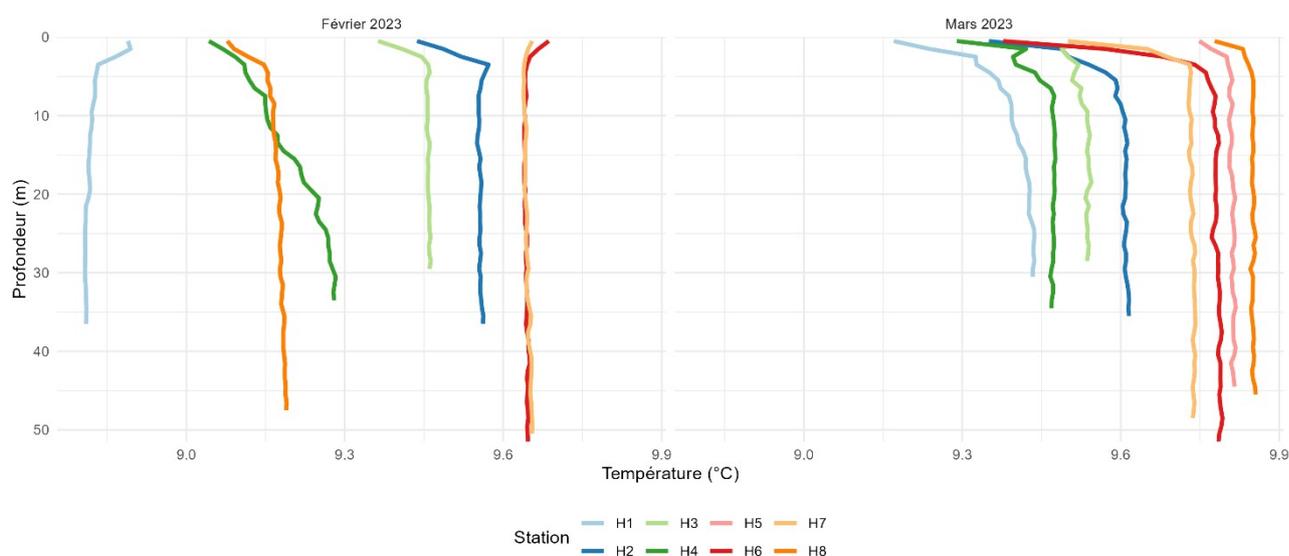


Figure 130 : évolution de la température (°C) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de février 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

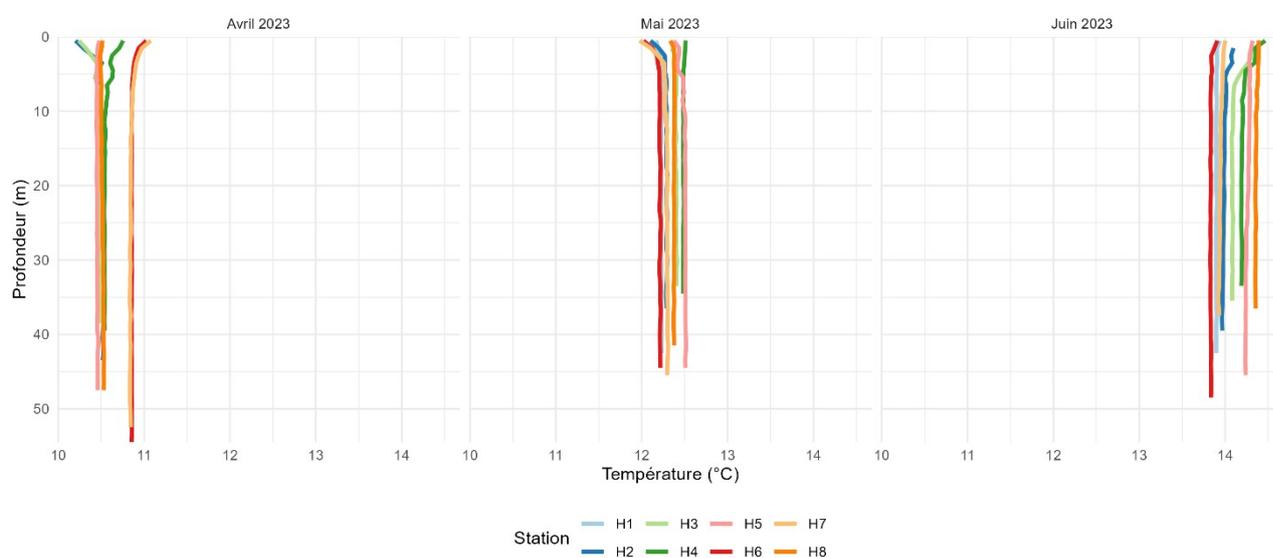


Figure 131 : évolution de la température (°C) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

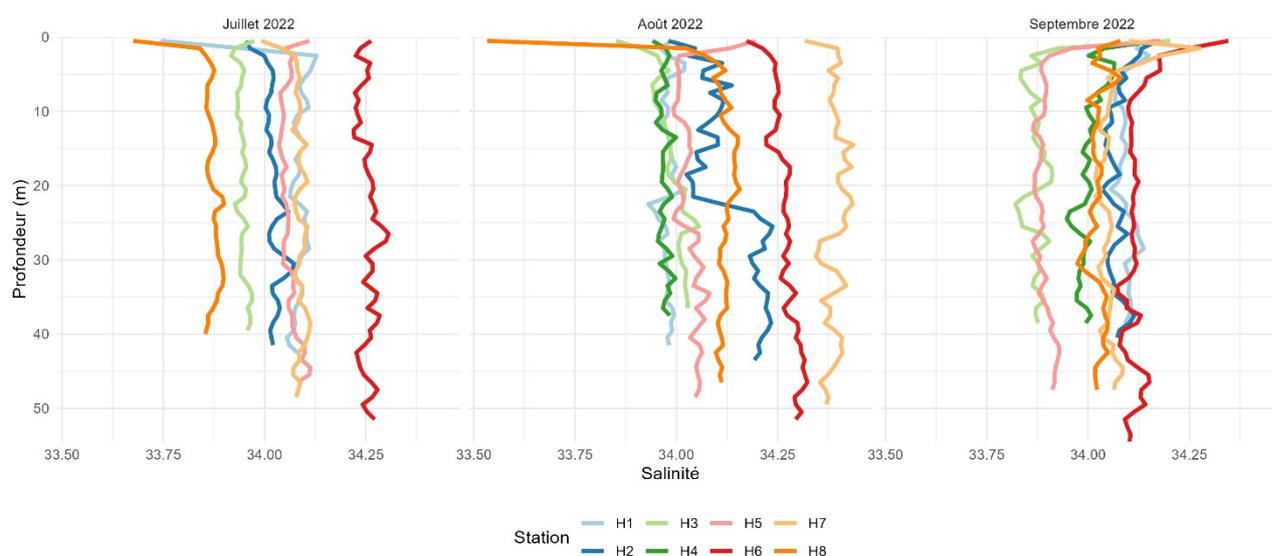


Figure 132 : évolution de la salinité par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

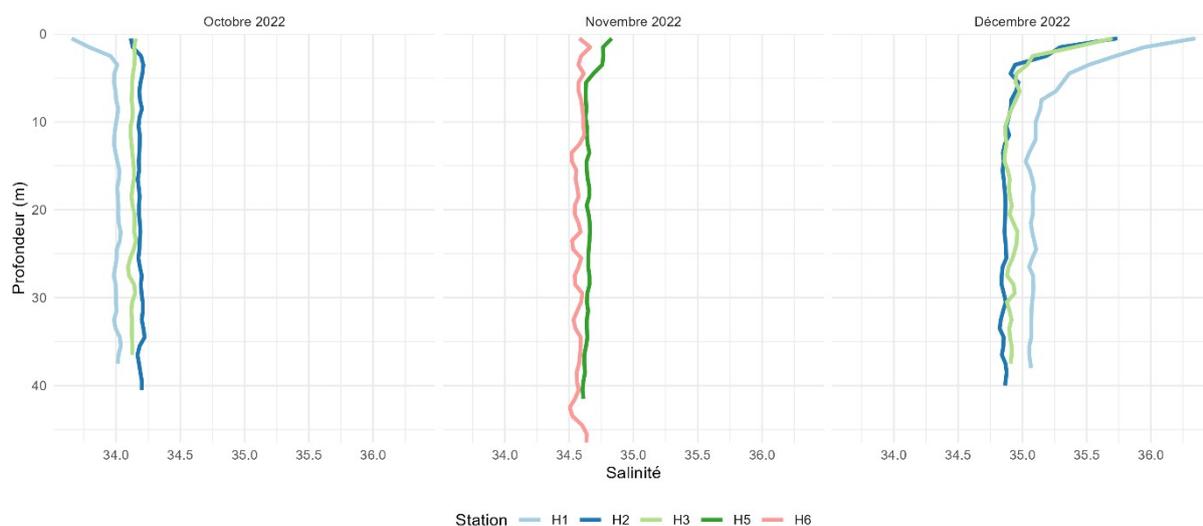


Figure 133 : évolution de la salinité par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre 2022 à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

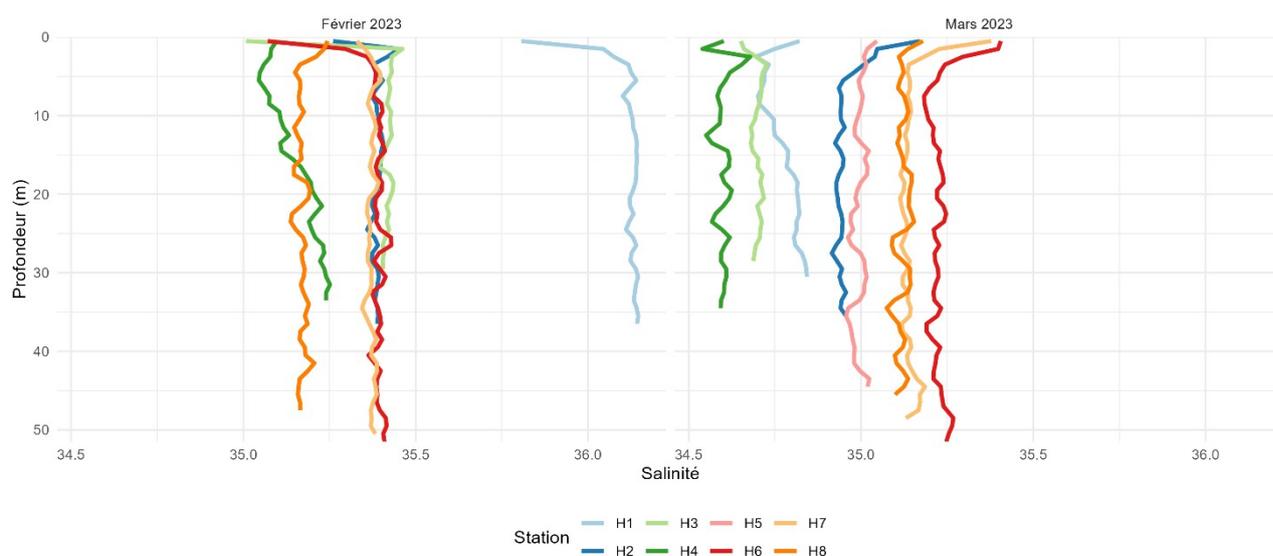


Figure 134 : évolution de la salinité par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de février 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

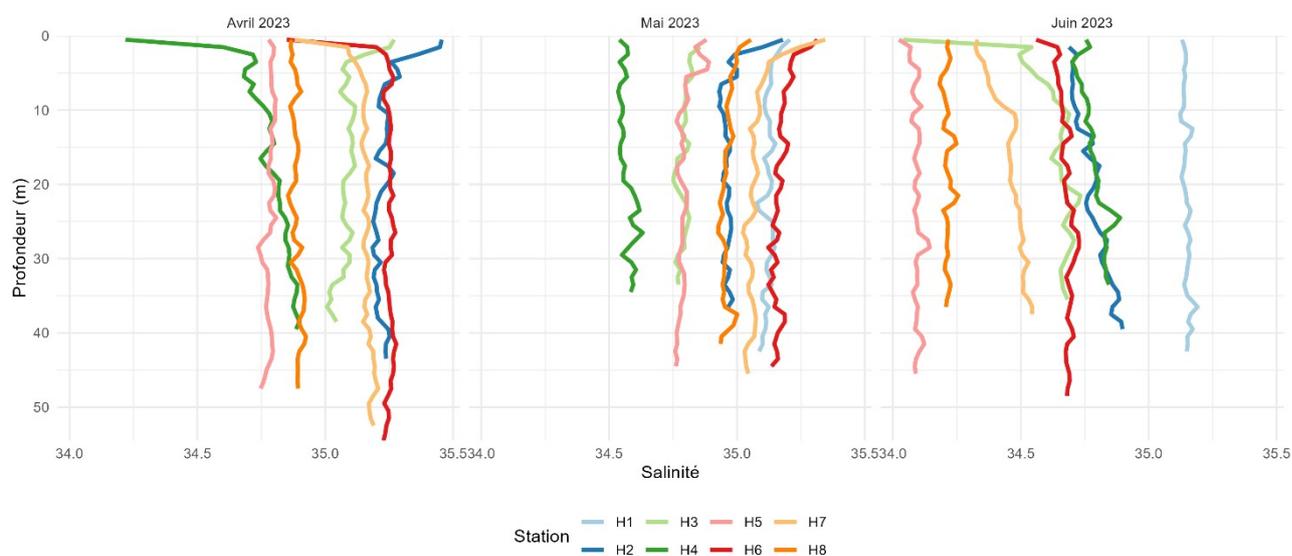


Figure 135 : évolution de la salinité par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril 2023 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

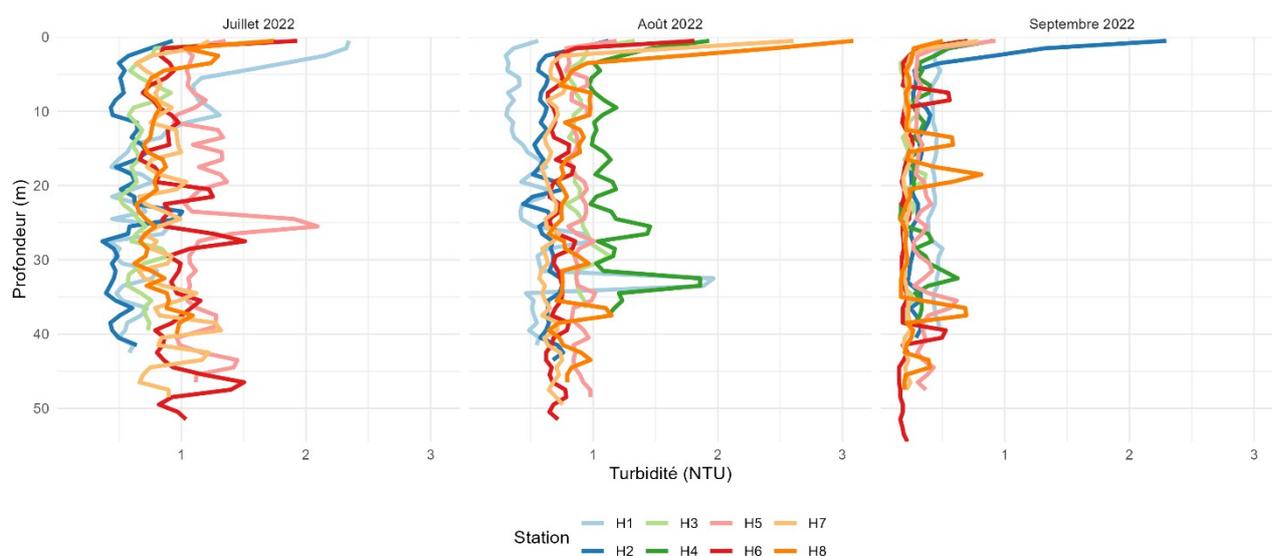


Figure 136 : évolution de la turbidité (NTU) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

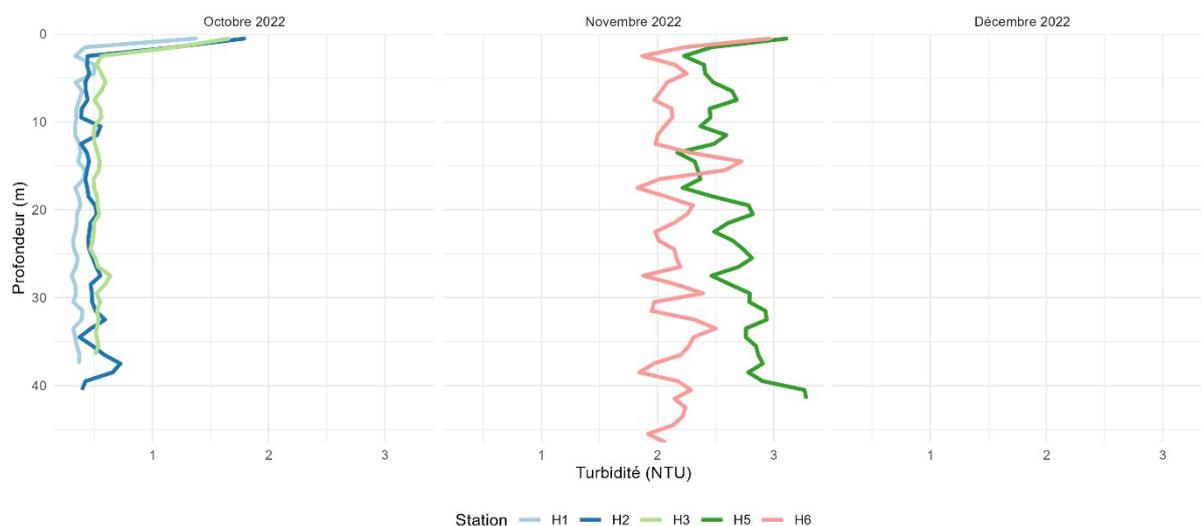


Figure 137 : évolution de la turbidité (NTU) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre 2022 à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

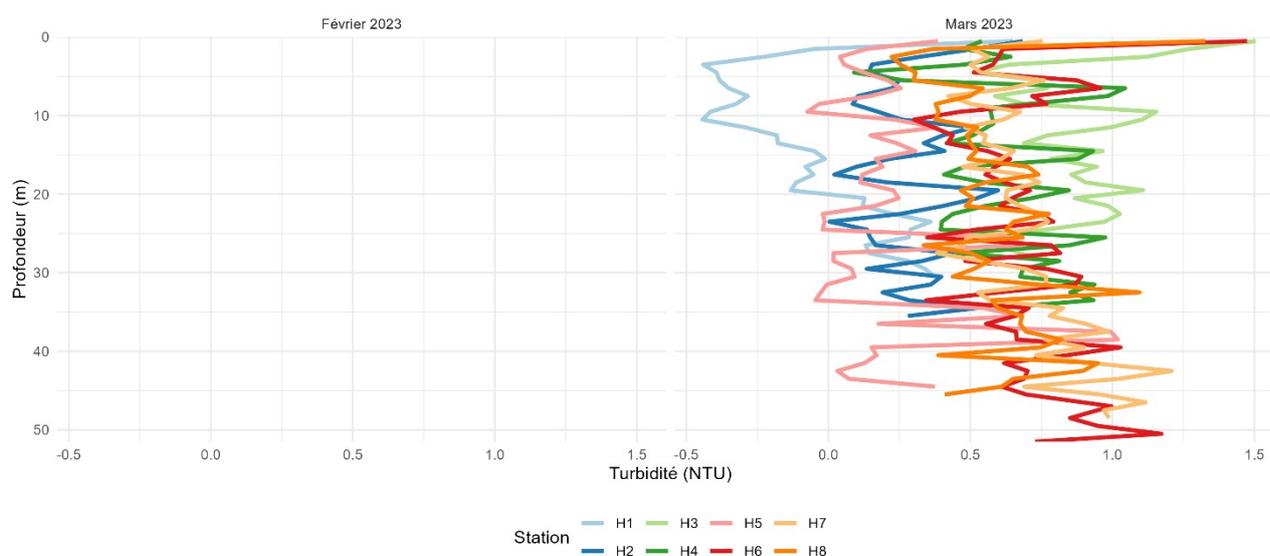


Figure 138 : évolution de la turbidité (NTU) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de février 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

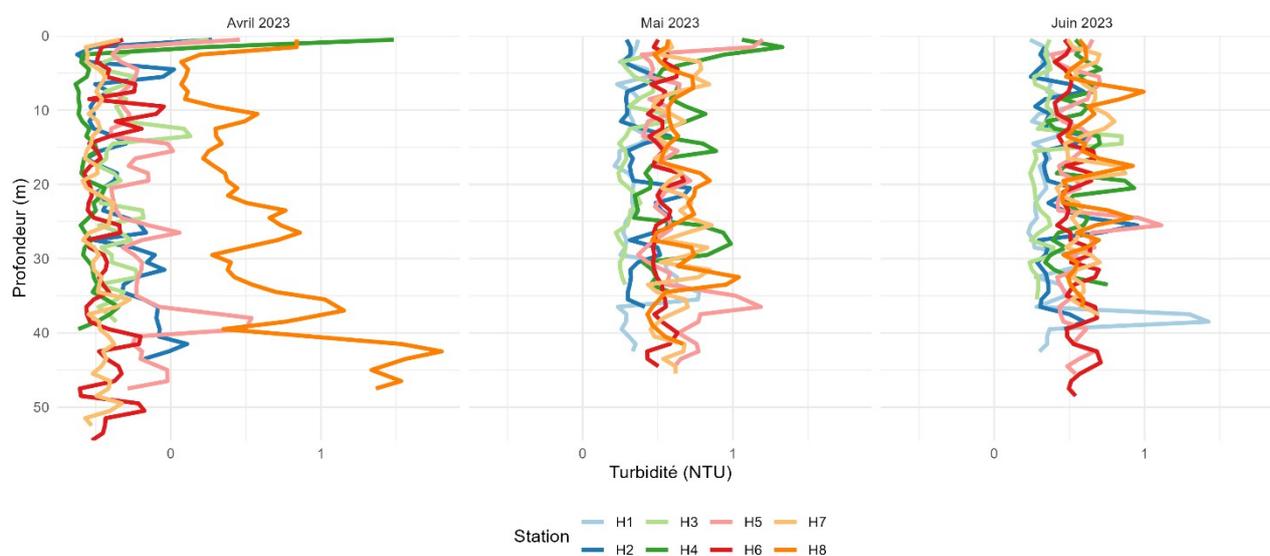


Figure 139 : évolution de la turbidité (NTU) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril 2023 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

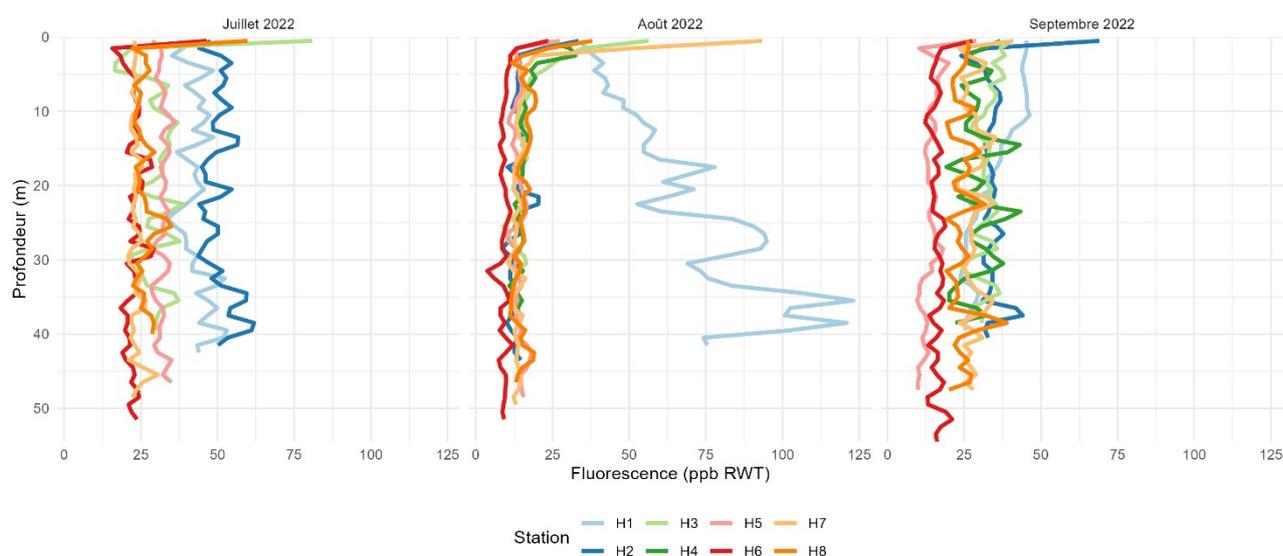


Figure 140 : évolution de la fluorescence (ppb RWT) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

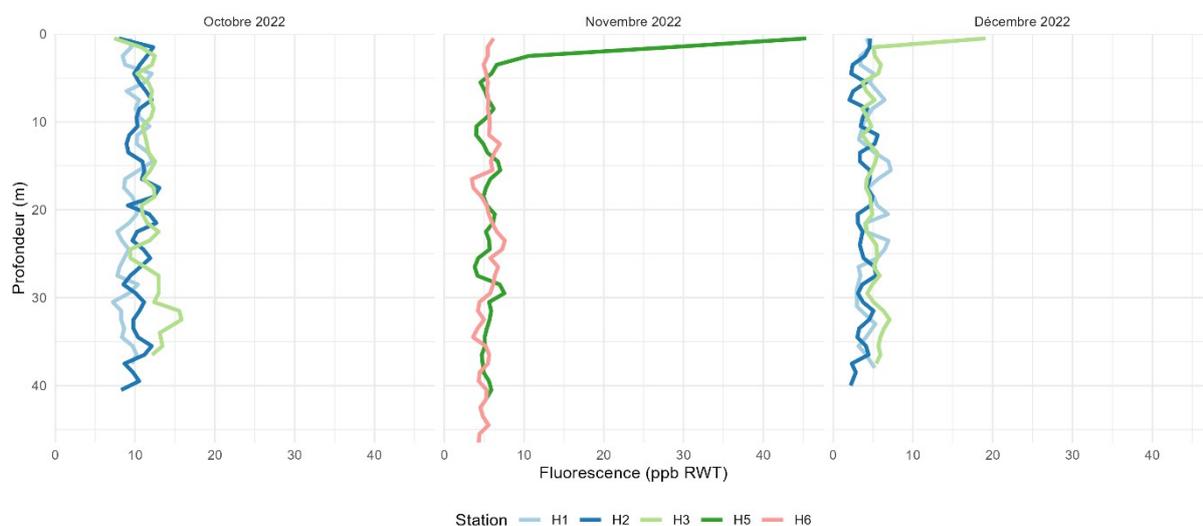


Figure 141 : évolution de la fluorescence (ppb RWT) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre 2022 à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité d'eau ».

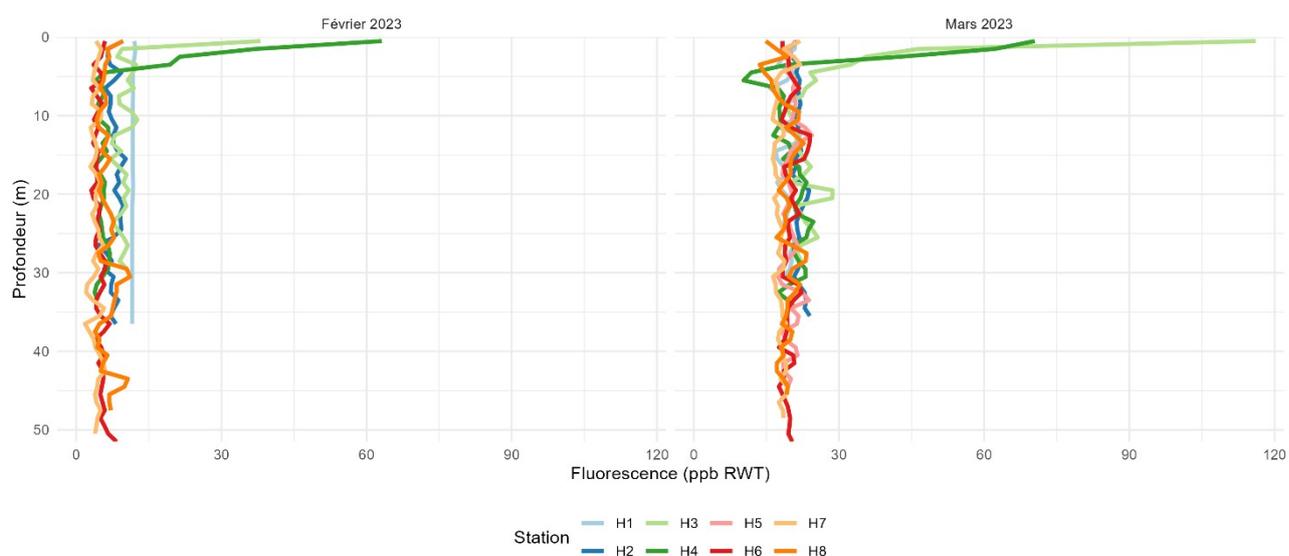


Figure 142 : évolution de la fluorescence (ppb RWT) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de janvier 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité d'eau ».

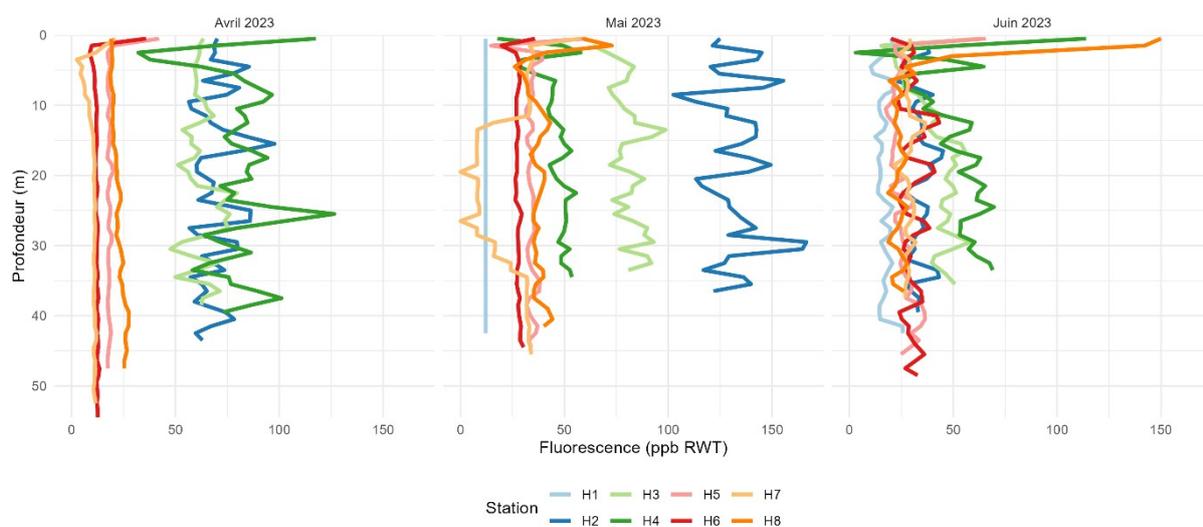


Figure 143 : évolution de la fluorescence (ppb RWT) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril 2023 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité d'eau ».

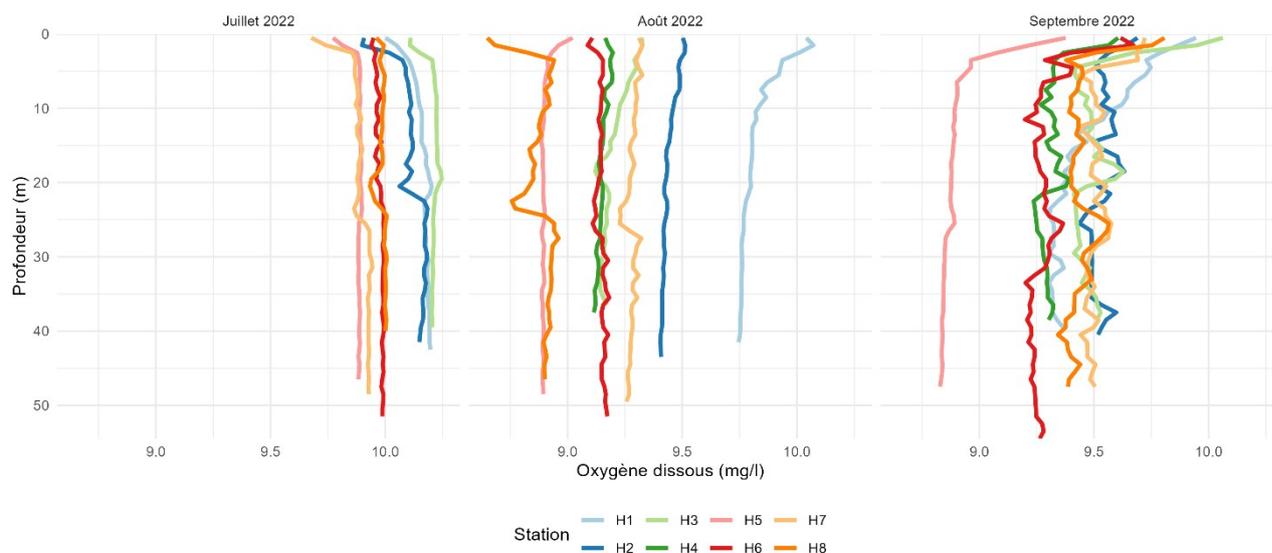


Figure 144 : évolution de l'oxygène dissous (mg/L) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

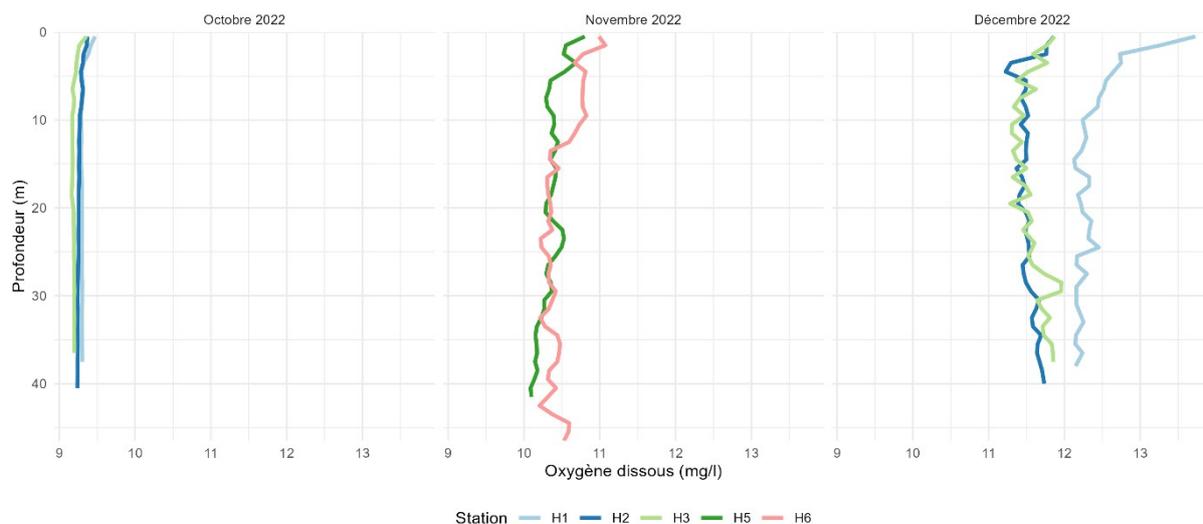


Figure 145 : évolution de l'oxygène dissous (mg/L) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre 2022 à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

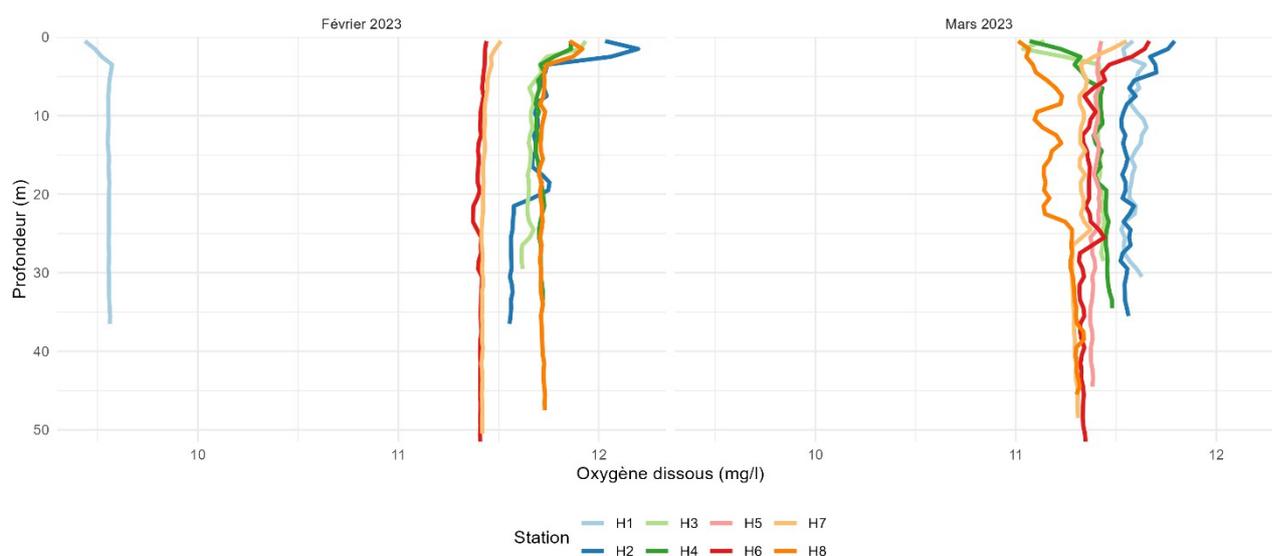


Figure 146 : évolution de l’oxygène dissous (mg/L) par station en fonction de la profondeur dans la zone d’étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de janvier 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l’eau ».

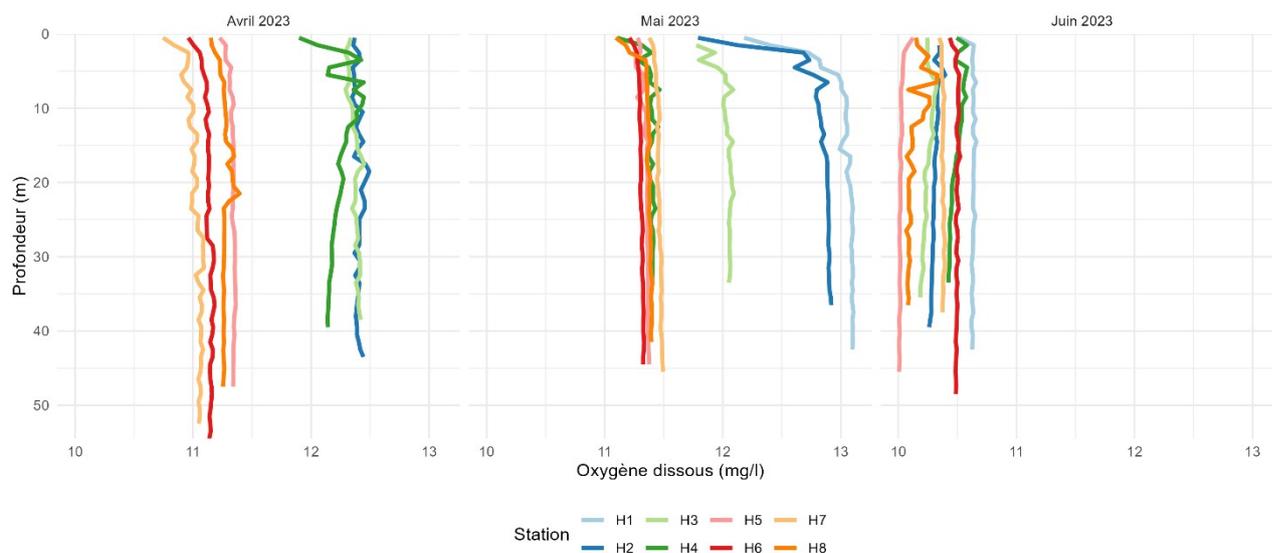


Figure 147 : évolution de l’oxygène dissous (mg/L) par station en fonction de la profondeur dans la zone d’étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d’avril 2023 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l’eau ».

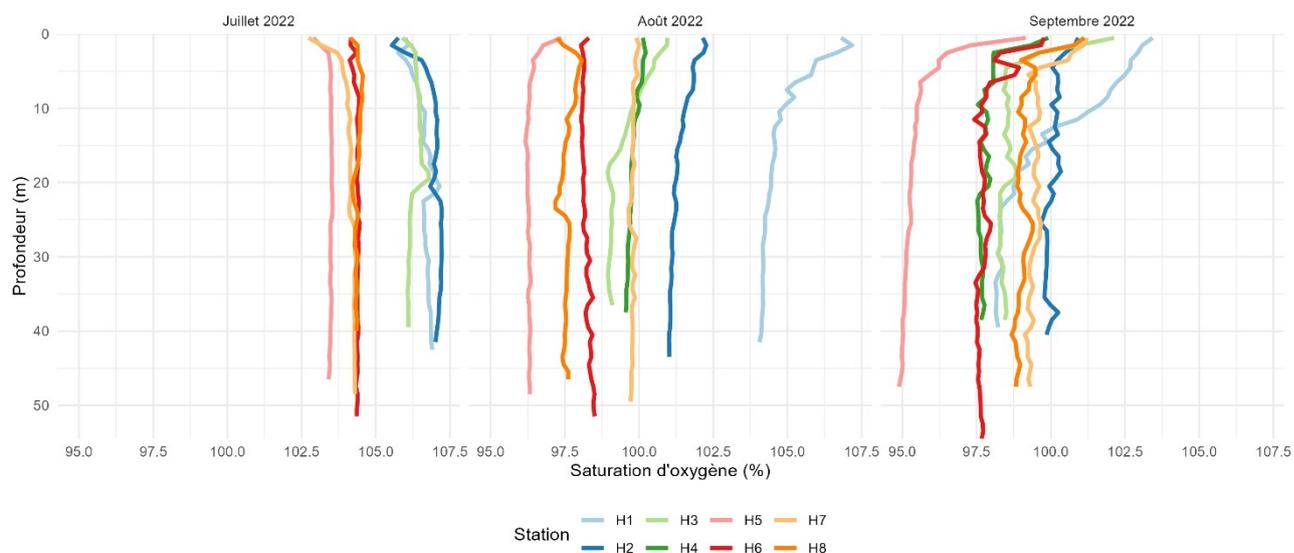


Figure 148 : évolution de la saturation en oxygène (%) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

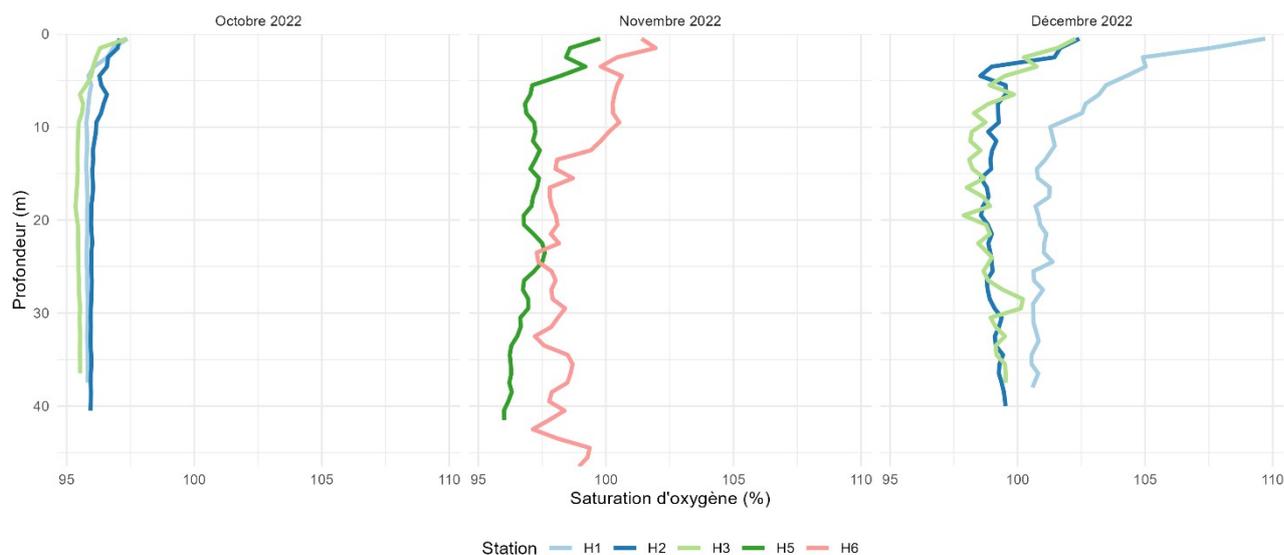


Figure 149 : évolution de la saturation en oxygène (%) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

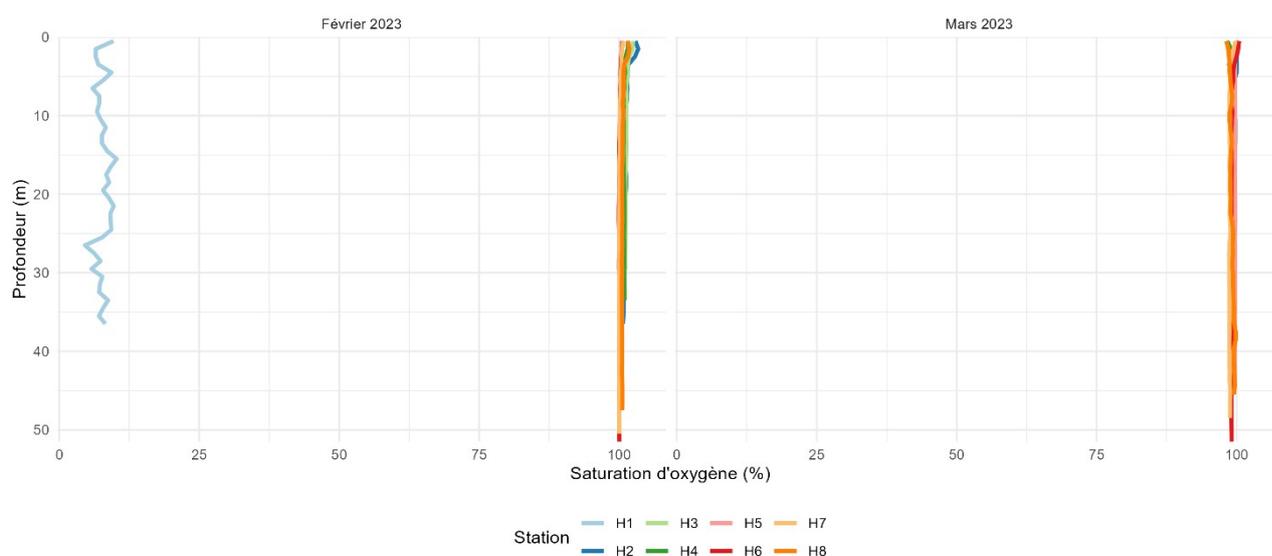


Figure 150 : évolution de la saturation en oxygène (%) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de janvier 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

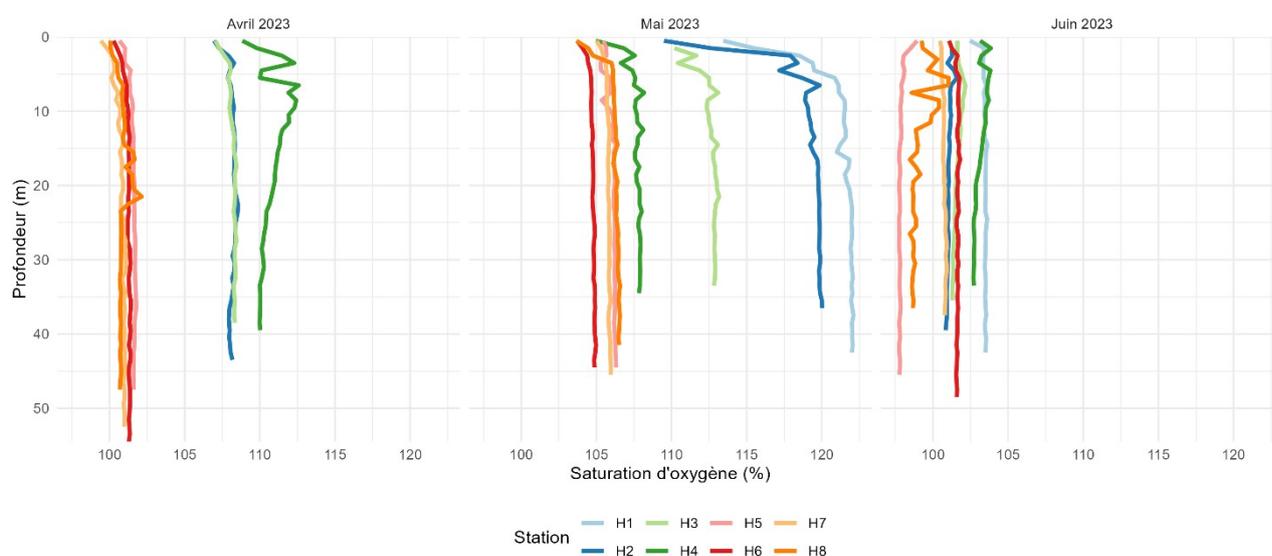


Figure 151 : évolution de la saturation en oxygène (%) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril 2023 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».

6.2 Poissons, Mollusques et Crustacés

Tableau 69 : liste des espèces recensées (n =85) au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023. La position de la colonne d'eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.

Nom scientifique	Nom commun	Position dans la colonne d'eau
<i>Actinia fragacea</i>	Anémone fraise	Benthique
<i>Actinia spp.</i>	Actinies indéterminées	Benthique
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	Benthique
<i>Agonus cataphractus</i>	Souris de mer	Démersal
<i>Alloteuthis subulata</i>	Casseron commun	Benthopélagique
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	Benthique
<i>Aphrodita aculeata</i>	Aphrodite épineuse	Benthique
<i>Asciella spp.</i>	Ascidies indéterminées	Benthique
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	Benthique
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe de sable rond	Benthique
<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie papillon	Démersal
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	Benthique
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonnet lyre	Démersal
<i>Cancer pagurus</i>	Tourteau commun	Benthique
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	Démersal
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	Démersal
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon	Démersal
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	Démersal
<i>Clupea harengus</i>	Hareng commun	Benthopélagique
<i>Cnidaria spp.</i>	Cnidaires indéterminés	Pélagique
<i>Conger conger</i>	Congre commun	Démersal
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	Benthique
<i>Dasyatis tortonesei</i>	Pastenague de Tortonese	Démersal
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar européen	Démersal
<i>Doris pseudoargus</i>	Citron de mer	Benthique
<i>Dromia personata</i>	Dromie	Benthique
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	Pélagique
<i>Galathea spp.</i>	Galathées indéterminées	Benthique
<i>Galeorhinus galeus</i>	Requin-hâ	Benthopélagique
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande de mer	Benthique
<i>Henricia spp.</i>	Étoiles de mer indéterminées	Benthique
<i>Homarus gammarus</i>	Homard européen	Benthique
<i>Hyas coarctatus</i>	Crabe-lyre du Canada	Benthique
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Lançon commun	Démersal
<i>Inachus dorsettensis</i>	Crabe-araignée scorpion	Benthique
<i>Labrus bergylta</i>	Vieille commune	Démersal

<i>Laevicardium crassum</i>	Bucarde de Norvège	Benthique
<i>Limanda limanda</i>	Limande commune	Démersal
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Crabe nageur	Benthique
<i>Loligo forbesii</i>	Calmar veiné	Démersal
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	Benthopélagique
<i>Lophius spp.</i>	Baudroies indéterminées	Démersal
<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie commune	Démersal
<i>Lutreria lutreria</i>	Lutraire elliptique	Benthique
<i>Maja brachydactyla</i>	Grande Araignée de mer	Benthique
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan commun	Benthopélagique
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	Démersal
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	Démersal
<i>Necora puber</i>	Étrille commune	Benthique
<i>Ocenebra erinaceus</i>	Cormaillet perceur	Benthique
<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	Benthopélagique
<i>Ophiuroidea nd.</i>	Ophiures indéterminées	Benthique
<i>Opisthobranchia nd.</i>	Opisthobranches indéterminés	Benthique
<i>Paguroidea nd.</i>	Paguroïdés indéterminés	Benthique
<i>Pagurus bernhardus</i>	Pagure commune	Benthique
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures indéterminées	Benthique
<i>Pecten maximus</i>	Coquille Saint-Jacques	Benthique
<i>Pisa armata</i>	Pise armée	Benthique
<i>Pisa tetradon</i>	Pise à 4 dents	Benthique
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie commune	Démersal
<i>Polybiidae nd.</i>	Polybidés indéterminés	Benthique
<i>Porifera spp.</i>	Éponges indéterminées	Benthique
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	Benthique
<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse	Démersal
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	Démersal
<i>Raja montagui</i>	Raie douce	Démersal
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	Démersal
<i>Rhizostoma pulmo</i>	Méduse chou-fleur	Pélagique
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine commune	Pélagique
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	Pélagique
<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot commun	Démersal
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	Benthique
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	Benthopélagique
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	Benthique
<i>Solea solea</i>	Sole commune	Benthopélagique
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	Dorade grise	Benthopélagique
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat commun	Pélagique
<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	Benthopélagique
<i>Todaropsis eblanae</i>	Toutenon souffleur	Benthopélagique

<i>Trachinus vipera</i>	Petite Vive	Démersal
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	Pélagique
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun	Bentho-pélagique
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	Bentho-pélagique
<i>Venus verrucosa</i>	Praire commune	Benthique
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	Bentho-pélagique

Tableau 70 : CPUE d'abondance (N/km²) calculées pour l'ensemble des 85 espèces recensées au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.

Nom scientifique	Nom commun	CPUE d'abondance (N/km ²)
<i>Ophiuroidea nd.</i>	Ophiures indéterminées	905 948
<i>Clupea harengus</i>	Hareng commun	905 948
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	16 897
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	8 168
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	8 136
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	5 324
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	4 028
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	3 017
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	2 193
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine commune	1 246
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	1 165
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	1 147
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	1 099
<i>Lutraria lutraria</i>	Lutraire elliptique	858
<i>Alloteuthis subulata</i>	Casseron commun	809
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	742
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie commune	679
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	659
<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	630
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	552
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	478
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	472
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	448
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande de mer	448
<i>Dromia personata</i>	Dromie	433
<i>Ascidia spp.</i>	Ascidies indéterminées	352
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	328
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun	314
<i>Henricia spp.</i>	Étoiles de mer indéterminées	313
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	246
<i>Porifera spp.</i>	Éponges indéterminées	240
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	231

<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Lançon commun	227
<i>Pisa tetraodon</i>	Pise à 4 dents	223
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan commun	221
<i>Galathea spp.</i>	Galathées indéterminées	198
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat commun	195
<i>Pisa armata</i>	Pise armée	195
<i>Inachus dorsettensis</i>	Crabe-araignée scorpion	193
<i>Conger conger</i>	Congre commun	165
<i>Doris pseudoargus</i>	Citron de mer	161
<i>Aphrodita aculeata</i>	Aphrodite épineuse	159
<i>Opisthobranchia nd.</i>	Opisthobranches indéterminés	155
<i>Dasyatis tortonesei</i>	Pastenague de Tortonese	155
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande roussette	153
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonnet lyre	152
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	136
<i>Limanda limanda</i>	Limande commune	134
<i>Pagurus bernhardus</i>	Pagure commun	134
<i>Loligo forbesii</i>	Calmar veiné	129
<i>Maja brachydactyla</i>	Grande Araignée de mer	115
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures indéterminées	106
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe de sable rond	93
<i>Paguroidea nd.</i>	Paguroïdés indéterminés	91
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar européen	89
<i>Hyas coarctatus</i>	Crabe-lyre du Canada	89
<i>Pecten maximus</i>	Coquille Saint-Jacques	75
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	74
<i>Polybiidae nd.</i>	Polybidés indéterminés	72
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon	66
<i>Venus verrucosa</i>	Praire commune	63
<i>Ocenebra erinaceus</i>	Cormaillet perceur	63
<i>Homarus gammarus</i>	Homard européen	60
<i>Necora puber</i>	Étrille commune	52
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Crabe nageur	50
<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie papillon	48
<i>Agonus cataphractus</i>	Souris de mer	48
<i>Actinia spp.</i>	Actinies indéterminées	45
<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie commune	44
<i>Galeorhinus galeus</i>	Requin-hâ	42
<i>Solea solea</i>	Sole commune	42
<i>Todaropsis eblanae</i>	Toutenon souffleur	41
<i>Rhizostoma pulmo</i>	Méduse chou-fleur	40
<i>Cancer pagurus</i>	Tourteau commun	39
<i>Laevicardium crassum</i>	Bucarde de Norvège	39

<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	38
<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse	38
<i>Lophius spp.</i>	Baudroies indéterminées	38
<i>Actinia fragacea</i>	Anémone fraise	36
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	36
<i>Labrus bergylta</i>	Vieille commune	36
<i>Raja montagui</i>	Raie douce	36
<i>Cnidaria spp.</i>	Cnidaires indéterminés	35
<i>Trachinus vipera</i>	Petite Vive	35
<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot commun	35

Tableau 71 : CPUE de biomasse (kg/km²) calculées pour l'ensemble des 85 espèces recensées au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.

Nom scientifique	Nom commun	CPUE de biomasse (kg/km ²)
<i>Clupea harengus</i>	Hareng commun	2378,9
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	872,4
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	674,0
<i>Ophiuroidea</i>	Ophiures indéterminées	619,4
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	441,9
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	426,8
<i>Dasyatis tortonesei</i>	Pastenague de Tortonese	425,9
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	225,2
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	213,5
<i>Galeorhinus galeus</i>	Requin-hâ	212,4
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	208,2
<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie commune	198,4
<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	196,9
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	179,9
<i>Conger conger</i>	Congre commun	169,8
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	152,9
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	152,5
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	149,3
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	110,5
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinard commun	109,9
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie commune	96,8
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar européen	94,0
<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	92,0
<i>Maja brachydactyla</i>	Grande Araignée de mer	84,6
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	83,4
<i>Loligo forbesii</i>	Calmar veiné	68,7
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	64,3
<i>Homarus gammarus</i>	Homard européen	61,5

<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	56,9
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun	55,0
<i>Cancer pagurus</i>	Tourteau commun	53,1
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	52,0
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan commun	45,7
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon	43,6
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine commune	42,6
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	37,2
<i>Raja montagui</i>	Raie douce	30,6
<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse	30,0
<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot commun	29,4
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	29,0
<i>Rhizostoma pulmo</i>	Méduse chou-fleur	25,5
<i>Labrus bergylta</i>	Vieille commune	25,0
<i>Pecten maximus</i>	Coquille Saint-Jacques	22,7
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	19,7
<i>Lophius</i>	Baudroies indéterminées	19,7
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	19,0
<i>Limanda limanda</i>	Limande commune	18,5
<i>Lutraria lutraria</i>	Lutnaire elliptique	15,1
<i>Pisa tetraodon</i>	Pise à 4 dents	11,8
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande de mer	11,5
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonnet lyre	8,1
<i>Ascidia spp.</i>	Ascidies indéterminées	7,2
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Lançon commun	7,2
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	6,9
<i>Solea solea</i>	Sole commune	6,5
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	5,4
<i>Todaropsis eblanae</i>	Toutenon souffleur	5,3
<i>Alloteuthis subulata</i>	Casseron commun	5,3
<i>Dromia personata</i>	Dromie	5,3
<i>Porifera spp.</i>	Éponges indéterminées	4,1
<i>Opisthobranchia nd.</i>	Opisthobranches indéterminés	3,3
<i>Doris pseudoargus</i>	Citron de mer	3,2
<i>Henricia spp.</i>	Étoiles de mer indéterminées	3,1
<i>Venus verrucosa</i>	Praire commune	3,0
<i>Pagurus bernhardus</i>	Pagure commune	2,3
<i>Inachus dorsettensis</i>	Crabe-araignée scorpion	2,3
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe de sable rond	2,3
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat commun	2,3
<i>Hyas coarctatus</i>	Crabe-lyre du Canada	2,3
<i>Aphrodita aculeata</i>	Aphrodite épineuse	2,0
<i>Pisa armata</i>	Pise armée	2,0

<i>Necora puber</i>	Étrille commune	1,8
<i>Cnidaria spp.</i>	Cnidaires indéterminés	1,8
<i>Agonus cataphractus</i>	Souris de mer	1,6
<i>Actinia spp.</i>	Actinies indéterminées	1,5
<i>Galathea spp.</i>	Galathées indéterminées	1,4
<i>Ocenebra erinaceus</i>	Cormaillet perceur	1,3
<i>Laevicardium crassum</i>	Bucarde de Norvège	1,2
<i>Paguroidea nd.</i>	Paguroïdés indéterminés	1,2
<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie papillon	1,2
<i>Actinia fragacea</i>	Anémone fraise	1,1
<i>Polybiidae nd.</i>	Polybidés indéterminés	0,8
<i>Trachinus vipera</i>	Petite Vive	0,7
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures indéterminées	0,6
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Crabe nageur	0,3

Tableau 72 : fréquence d'occurrence calculée pour l'ensemble des 85 espèces recensées au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.

Nom scientifique	Nom commun	Fréquence d'occurrence
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	88,8
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	86,2
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	83,8
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	83,8
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	76,2
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	71,2
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	70
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	67,5
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	67,5
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	66,2
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	62,5
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	61,2
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	61,2
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	61,2
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	57,5
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	48,8
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	48,8
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	47,5
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	47,5
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	45
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	45
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonnet lyre	38,8
<i>Maja brachydactyla</i>	Grande Araignée de mer	35
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie commune	35

<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine commune	32,5
<i>Henricia spp.</i>	Étoiles de mer indéterminées	28,8
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan commun	28,8
<i>Conger conger</i>	Congre commun	26,2
<i>Alloteuthis subulata</i>	Casseron commun	25
<i>Dromia personata</i>	Dromie	25
<i>Asciella spp.</i>	Ascidies indéterminées	23,8
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande de mer	21,2
<i>Clupea harengus</i>	Hareng commun	20
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon	17,5
<i>Doris pseudoargus</i>	Citron de mer	15
<i>Pecten maximus</i>	Coquille Saint-Jacques	15
<i>Aphrodita aculeata</i>	Aphrodite épineuse	13,8
<i>Hyas coarctatus</i>	Crabe-lyre du Canada	12,5
<i>Inachus dorsettensis</i>	Crabe-araignée scorpion	12,5
<i>Opisthobranchia nd.</i>	Opisthobranches indéterminés	12,5
<i>Porifera spp.</i>	Éponges indéterminées	12,5
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar européen	11,2
<i>Galathea spp.</i>	Galathées indéterminées	11,2
<i>Lutraria lutraria</i>	Lutraire elliptique	11,2
<i>Ophiuroidea</i>	Ophiures indéterminées	11,2
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun	11,2
<i>Galeorhinus galeus</i>	Requin-hâ	10
<i>Solea solea</i>	Sole commune	8,8
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat commun	8,8
<i>Pagurus bernhardus</i>	Pagure commune	7,5
<i>Pisa armata</i>	Pise armée	7,5
<i>Actinia spp.</i>	Actinies indéterminées	6,2
<i>Cancer pagurus</i>	Tourteau commun	6,2
<i>Dasyatis tortonesei</i>	Pastenague de Tortonese	6,2
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	6,2
<i>Homarus gammarus</i>	Homard européen	6,2
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Lançon commun	6,2
<i>Agonus cataphractus</i>	Souris de mer	5
<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie papillon	5
<i>Limanda limanda</i>	Limande commune	5
<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie commune	5
<i>Ocenebra erinaceus</i>	Cormaillet perceur	5
<i>Paguroidea nd.</i>	Paguroïdés indéterminés	5
<i>Rhizostoma pulmo</i>	Méduse chou-fleur	5
<i>Labrus bergylta</i>	Vieille commune	3,8
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Crabe nageur	3,8
<i>Raja montagui</i>	Raie douce	3,8

<i>Todaropsis eblanae</i>	Toutenon souffleur	3,8
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe de sable rond	2,5
<i>Laevicardium crassum</i>	Bucarde de Norvège	2,5
<i>Loligo forbesii</i>	Calmar veiné	2,5
<i>Lophius</i>	Baudroies indéterminées	2,5
<i>Necora puber</i>	Étrille commune	2,5
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures indéterminées	2,5
<i>Pisa tetradon</i>	Pise à 4 dents	2,5
<i>Polybiidae nd.</i>	Polybidés indéterminés	2,5
<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot commun	2,5
<i>Venus verrucosa</i>	Praire commune	2,5
<i>Actinia fragacea</i>	Anémone fraise	1,2
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	1,2
<i>Cnidaria spp.</i>	Cnidaires indéterminés	1,2
<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	1,2
<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse	1,2
<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	1,2
<i>Trachinus vipera</i>	Petite Vive	1,2

Tableau 73 : fréquence d'occurrence calculée pour l'ensemble des 85 espèces recensées au cours de la campagne d'été 2022 réalisée au chalut canadien.

Nom scientifique	Nom commun	Saison	Fréquence d'occurrence (%)
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	Été 2022	85,0
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	Été 2022	85,0
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	Été 2022	85,0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	Été 2022	85,0
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	Été 2022	80,0
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	Été 2022	75,0
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	Été 2022	70,0
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	Été 2022	65,0
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	Été 2022	65,0
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	Été 2022	60,0
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	Été 2022	60,0
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	Été 2022	55,0
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	Été 2022	55,0
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	Été 2022	55,0
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	Été 2022	55,0
<i>Conger conger</i>	Congre commun	Été 2022	45,0
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	Été 2022	45,0
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	Été 2022	40,0
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	Été 2022	35,0

<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	Été 2022	35,0
<i>Maja brachydactyla</i>	Grande Araignée de mer	Été 2022	30,0
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	Été 2022	30,0
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande de mer	Été 2022	25,0
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonnet lyre	Été 2022	20,0
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon	Été 2022	20,0
<i>Inachus dorsettensis</i>	Crabe-araignée scorpion	Été 2022	20,0
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine commune	Été 2022	20,0
<i>Henricia spp.</i>	Étoiles de mer indéterminées	Été 2022	15,0
<i>Homarus gammarus</i>	Homard européen	Été 2022	15,0
<i>Pecten maximus</i>	Coquille Saint-Jacques	Été 2022	15,0
<i>Porifera spp.</i>	Éponges indéterminées	Été 2022	15,0
<i>Actinia spp.</i>	Actinies indéterminées	Été 2022	10,0
<i>Agonus cataphractus</i>	Souris de mer	Été 2022	10,0
<i>Alloteuthis subulata</i>	Casseron commun	Été 2022	10,0
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe de sable rond	Été 2022	10,0
<i>Dasyatis tortonesei</i>	Pastenague de Tortonese	Été 2022	10,0
<i>Doris pseudoargus</i>	Citron de mer	Été 2022	10,0
<i>Galeorhinus galeus</i>	Requin-hâ	Été 2022	10,0
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan commun	Été 2022	10,0
<i>Raja montagui</i>	Raie douce	Été 2022	10,0
<i>Rhizostoma pulmo</i>	Méduse chou-fleur	Été 2022	10,0
<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie papillon	Été 2022	5,0
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	Été 2022	5,0
<i>Labrus bergylta</i>	Vieille commune	Été 2022	5,0
<i>Loligo forbesii</i>	Calmar veiné	Été 2022	5,0
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie commune	Été 2022	5,0
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun	Été 2022	5,0
<i>Actinia fragacea</i>	Anémone fraise	Été 2022	0,0
<i>Aphrodita aculeata</i>	Aphrodite épineuse	Été 2022	0,0
<i>Ascidia spp.</i>	Ascidies indéterminées	Été 2022	0,0
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	Été 2022	0,0
<i>Cancer pagurus</i>	Tourteau commun	Été 2022	0,0
<i>Clupea harengus</i>	Hareng commun	Été 2022	0,0
<i>Cnidaria spp.</i>	Cnidaires indéterminés	Été 2022	0,0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar européen	Été 2022	0,0
<i>Dromia personata</i>	Dromie	Été 2022	0,0
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	Été 2022	0,0
<i>Galathea spp.</i>	Galathées indéterminées	Été 2022	0,0
<i>Hyas coarctatus</i>	Crabe-lyre du Canada	Été 2022	0,0
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Langçon commun	Été 2022	0,0

<i>Laevicardium crassum</i>	Bucarde de Norvège	Été 2022	0,0
<i>Limanda limanda</i>	Limande commune	Été 2022	0,0
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Crabe nageur	Été 2022	0,0
<i>Lophius</i>	Baudroies indéterminées	Été 2022	0,0
<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie commune	Été 2022	0,0
<i>Lutreria lutreria</i>	Lutraire elliptique	Été 2022	0,0
<i>Necora puber</i>	Étrille commune	Été 2022	0,0
<i>Ocenebra erinaceus</i>	Cormaillet perceur	Été 2022	0,0
<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	Été 2022	0,0
<i>Ophiuroidea</i>	Ophiures indéterminées	Été 2022	0,0
<i>Opisthobranchia nd.</i>	Opisthobranches indéterminés	Été 2022	0,0
<i>Paguroidea nd.</i>	Paguroïdés indéterminés	Été 2022	0,0
<i>Pagurus bernhardus</i>	Pagure commune	Été 2022	0,0
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures indéterminées	Été 2022	0,0
<i>Pisa armata</i>	Pise armée	Été 2022	0,0
<i>Pisa tetradon</i>	Pise à 4 dents	Été 2022	0,0
<i>Polybiidae nd.</i>	Polybidés indéterminés	Été 2022	0,0
<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse	Été 2022	0,0
<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot commun	Été 2022	0,0
<i>Solea solea</i>	Sole commune	Été 2022	0,0
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat commun	Été 2022	0,0
<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	Été 2022	0,0
<i>Todaropsis eblanae</i>	Toutenon souffleur	Été 2022	0,0
<i>Trachinus vipera</i>	Petite Vive	Été 2022	0,0
<i>Venus verrucosa</i>	Praire commune	Été 2022	0,0

Tableau 74 : fréquence d'occurrence calculée pour l'ensemble des 85 espèces recensées au cours de la campagne d'automne 2022 réalisée au chalut canadien.

Nom scientifique	Nom commun	Saison	Fréquence d'occurrence (%)
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	Automne 2022	100,0
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	Automne 2022	95,0
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	Automne 2022	90,0
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	Automne 2022	90,0
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	Automne 2022	85,0
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	Automne 2022	85,0
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	Automne 2022	85,0
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	Automne 2022	80,0
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	Automne 2022	80,0
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	Automne 2022	80,0
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	Automne 2022	75,0

<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	Automne 2022	70,0
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	Automne 2022	65,0
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	Automne 2022	65,0
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	Automne 2022	60,0
<i>Scylliorhinus stellaris</i>	Grande Rousette	Automne 2022	55,0
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	Automne 2022	45,0
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonnet lyre	Automne 2022	45,0
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	Automne 2022	45,0
<i>Lutraria lutraria</i>	Lutraire elliptique	Automne 2022	45,0
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	Automne 2022	40,0
<i>Maja brachydactyla</i>	Grande Araignée de mer	Automne 2022	35,0
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine commune	Automne 2022	35,0
<i>Ascidia spp.</i>	Ascidies indéterminées	Automne 2022	30,0
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon	Automne 2022	30,0
<i>Conger conger</i>	Congre commun	Automne 2022	30,0
<i>Galathea spp.</i>	Galathées indéterminées	Automne 2022	25,0
<i>Opisthobranchia nd.</i>	Opisthobranches indéterminés	Automne 2022	25,0
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	Automne 2022	25,0
<i>Dromia personata</i>	Dromie	Automne 2022	20,0
<i>Hyas coarctatus</i>	Crabe-lyre du Canada	Automne 2022	20,0
<i>Aphrodita aculeata</i>	Aphrodite épineuse	Automne 2022	15,0
<i>Dasyatis tortonesei</i>	Pastenague de Tortonese	Automne 2022	15,0
<i>Pecten maximus</i>	Coquille Saint-Jacques	Automne 2022	15,0
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun	Automne 2022	15,0
<i>Cancer pagurus</i>	Tourteau commun	Automne 2022	10,0
<i>Henricia spp.</i>	Étoiles de mer indéterminées	Automne 2022	10,0
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Crabe nageur	Automne 2022	10,0
<i>Ophiuroidea</i>	Ophiures indéterminées	Automne 2022	10,0
<i>Pagurus bernhardus</i>	Pagure commune	Automne 2022	10,0
<i>Pisa tetradon</i>	Pise à 4 dents	Automne 2022	10,0
<i>Rhizostoma pulmo</i>	Méduse chou-fleur	Automne 2022	10,0
<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot commun	Automne 2022	10,0
<i>Solea solea</i>	Sole commune	Automne 2022	10,0
<i>Actinia fragacea</i>	Anémone fraise	Automne 2022	5,0
<i>Actinia spp.</i>	Actinies indéterminées	Automne 2022	5,0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar européen	Automne 2022	5,0
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	Automne 2022	5,0
<i>Galeorhinus galeus</i>	Requin-hâ	Automne 2022	5,0
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande de mer	Automne 2022	5,0
<i>Loligo forbesii</i>	Calmar veiné	Automne 2022	5,0
<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie commune	Automne 2022	5,0

<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	Automne 2022	5,0
<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse	Automne 2022	5,0
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	Automne 2022	5,0
<i>Agonus cataphractus</i>	Souris de mer	Automne 2022	0,0
<i>Alloteuthis subulata</i>	Casseron commun	Automne 2022	0,0
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe de sable rond	Automne 2022	0,0
<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie papillon	Automne 2022	0,0
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	Automne 2022	0,0
<i>Clupea harengus</i>	Hareng commun	Automne 2022	0,0
<i>Cnidaria spp.</i>	Cnidaires indéterminés	Automne 2022	0,0
<i>Doris pseudoargus</i>	Citron de mer	Automne 2022	0,0
<i>Homarus gammarus</i>	Homard européen	Automne 2022	0,0
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Lançon commun	Automne 2022	0,0
<i>Inachus dorsettensis</i>	Crabe-araignée scorpion	Automne 2022	0,0
<i>Labrus bergylta</i>	Vieille commune	Automne 2022	0,0
<i>Laevicardium crassum</i>	Bucarde de Norvège	Automne 2022	0,0
<i>Limanda limanda</i>	Limande commune	Automne 2022	0,0
<i>Lophius</i>	Baudroies indéterminées	Automne 2022	0,0
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan commun	Automne 2022	0,0
<i>Necora puber</i>	Étrille commune	Automne 2022	0,0
<i>Ocenebra erinaceus</i>	Cormaillet perceur	Automne 2022	0,0
<i>Paguroidea nd.</i>	Paguroïdes indéterminés	Automne 2022	0,0
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures indéterminées	Automne 2022	0,0
<i>Pisa armata</i>	Pise armée	Automne 2022	0,0
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie commune	Automne 2022	0,0
<i>Polybiidae nd.</i>	Polybidés indéterminés	Automne 2022	0,0
<i>Porifera spp.</i>	Éponges indéterminées	Automne 2022	0,0
<i>Raja montagui</i>	Raie douce	Automne 2022	0,0
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat commun	Automne 2022	0,0
<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	Automne 2022	0,0
<i>Todaropsis eblanae</i>	Toutenon souffleur	Automne 2022	0,0
<i>Trachinus vipera</i>	Petite Vive	Automne 2022	0,0
<i>Venus verrucosa</i>	Praire commune	Automne 2022	0,0

Tableau 75 : fréquence d'occurrence calculée pour l'ensemble des 85 espèces recensées au cours de la campagne de l'hiver 2023 réalisée au chalut canadien.

Nom scientifique	Nom commun	Saison	Fréquence d'occurrence (%)
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie commune	Hiver 2023	95,0
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	Hiver 2023	90,0
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	Hiver 2023	90,0
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	Hiver 2023	90,0

<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Dorade grise	Hiver 2023	90,0
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	Hiver 2023	85,0
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	Hiver 2023	85,0
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	Hiver 2023	85,0
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	Hiver 2023	85,0
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	Hiver 2023	80,0
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	Hiver 2023	75,0
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	Hiver 2023	75,0
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	Hiver 2023	70,0
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	Hiver 2023	60,0
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	Hiver 2023	60,0
<i>Henricia spp.</i>	Étoiles de mer indéterminées	Hiver 2023	55,0
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	Hiver 2023	55,0
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	Hiver 2023	50,0
<i>Maja brachydactyla</i>	Grande Araignée de mer	Hiver 2023	50,0
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	Hiver 2023	50,0
<i>Clupea harengus</i>	Hareng commun	Hiver 2023	45,0
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande de mer	Hiver 2023	45,0
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	Hiver 2023	45,0
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	Hiver 2023	40,0
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonnet lyre	Hiver 2023	40,0
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	Hiver 2023	40,0
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	Hiver 2023	40,0
<i>Aphrodita aculeata</i>	Aphrodite épineuse	Hiver 2023	30,0
<i>Dromia personata</i>	Dromie	Hiver 2023	30,0
<i>Hyas coarctatus</i>	Crabe-lyre du Canada	Hiver 2023	30,0
<i>Pisa armata</i>	Pise armée	Hiver 2023	30,0
<i>Ascidia spp.</i>	Ascidies indéterminées	Hiver 2023	25,0
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan commun	Hiver 2023	25,0
<i>Opisthobranchia nd.</i>	Opisthobranches indéterminés	Hiver 2023	25,0
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine commune	Hiver 2023	25,0
<i>Conger conger</i>	Congre commun	Hiver 2023	20,0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar européen	Hiver 2023	20,0
<i>Galathea spp.</i>	Galathées indéterminées	Hiver 2023	20,0
<i>Pagurus bernhardus</i>	Pagure commune	Hiver 2023	20,0
<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie papillon	Hiver 2023	15,0
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	Hiver 2023	15,0
<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie commune	Hiver 2023	15,0
<i>Pecten maximus</i>	Coquille Saint-Jacques	Hiver 2023	15,0
<i>Solea solea</i>	Sole commune	Hiver 2023	15,0
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon	Hiver 2023	10,0

<i>Labrus bergylta</i>	Vieille commune	Hiver 2023	10,0
<i>Lophius</i>	Baudroies indéterminées	Hiver 2023	10,0
<i>Necora puber</i>	Étrille commune	Hiver 2023	10,0
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures indéterminées	Hiver 2023	10,0
<i>Venus verrucosa</i>	Praire commune	Hiver 2023	10,0
<i>Actinia spp.</i>	Actinies indéterminées	Hiver 2023	5,0
<i>Cancer pagurus</i>	Tourteau commun	Hiver 2023	5,0
<i>Doris pseudoargus</i>	Citron de mer	Hiver 2023	5,0
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Crabe nageur	Hiver 2023	5,0
<i>Ophiuroidea</i>	Ophiures indéterminées	Hiver 2023	5,0
<i>Raja montagui</i>	Raie douce	Hiver 2023	5,0
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat commun	Hiver 2023	5,0
<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	Hiver 2023	5,0
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun	Hiver 2023	5,0
<i>Actinia fragacea</i>	Anémone fraise	Hiver 2023	0,0
<i>Agonus cataphractus</i>	Souris de mer	Hiver 2023	0,0
<i>Alloteuthis subulata</i>	Casseron commun	Hiver 2023	0,0
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe de sable rond	Hiver 2023	0,0
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	Hiver 2023	0,0
<i>Cnidaria spp.</i>	Cnidaires indéterminés	Hiver 2023	0,0
<i>Dasyatis tortonesei</i>	Pastenague de Tortonese	Hiver 2023	0,0
<i>Galeorhinus galeus</i>	Requin-hâ	Hiver 2023	0,0
<i>Homarus gammarus</i>	Homard européen	Hiver 2023	0,0
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Lançon commun	Hiver 2023	0,0
<i>Inachus dorsettensis</i>	Crabe-araignée scorpion	Hiver 2023	0,0
<i>Laevicardium crassum</i>	Bucarde de Norvège	Hiver 2023	0,0
<i>Limanda limanda</i>	Limande commune	Hiver 2023	0,0
<i>Loligo forbesii</i>	Calmar veiné	Hiver 2023	0,0
<i>Lutreria lutreria</i>	Lutraire elliptique	Hiver 2023	0,0
<i>Ocenebra erinaceus</i>	Cormaillet perceur	Hiver 2023	0,0
<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	Hiver 2023	0,0
<i>Paguroidea nd.</i>	Paguroïdes indéterminés	Hiver 2023	0,0
<i>Pisa tetraodon</i>	Pise à 4 dents	Hiver 2023	0,0
<i>Polybiidae nd.</i>	Polybidés indéterminés	Hiver 2023	0,0
<i>Porifera spp.</i>	Éponges indéterminées	Hiver 2023	0,0
<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse	Hiver 2023	0,0
<i>Rhizostoma pulmo</i>	Méduse chou-fleur	Hiver 2023	0,0
<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot commun	Hiver 2023	0,0
<i>Todaropsis eblanae</i>	Toutenon souffleur	Hiver 2023	0,0
<i>Trachinus vipera</i>	Petite Vive	Hiver 2023	0,0

Tableau 76 : fréquence d'occurrence calculée pour l'ensemble des 85 espèces recensées au cours de la campagne du printemps 2023 réalisée au chalut canadien.

Nom scientifique	Nom commun	Saison	Fréquence d'occurrence (%)
<i>Alloteuthis subulata</i>	Casseron commun	Printemps 2023	90,0
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin rouge	Printemps 2023	90,0
<i>Mustelus asterias</i>	Émissole tachetée	Printemps 2023	90,0
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite Roussette	Printemps 2023	90,0
<i>Trisopterus minutus</i>	Petit Tacaud	Printemps 2023	90,0
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard commun	Printemps 2023	85,0
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan commun	Printemps 2023	80,0
<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert	Printemps 2023	80,0
<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	Printemps 2023	75,0
<i>Aequipecten opercularis</i>	Pétoncle blanc	Printemps 2023	70,0
<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Grondin camard	Printemps 2023	70,0
<i>Crossaster papposus</i>	Crachat d'amiral	Printemps 2023	70,0
<i>Spondylisoma cantharus</i>	Dorade grise	Printemps 2023	70,0
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	Printemps 2023	60,0
<i>Anseropoda placenta</i>	Étoile patte-d'oie	Printemps 2023	55,0
<i>Asterias rubens</i>	Étoile de mer commune	Printemps 2023	55,0
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande Roussette	Printemps 2023	55,0
<i>Callionymus lyra</i>	Dragonnet lyre	Printemps 2023	50,0
<i>Dromia personata</i>	Dromie	Printemps 2023	50,0
<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine commune	Printemps 2023	50,0
<i>Doris pseudoargus</i>	Citron de mer	Printemps 2023	45,0
<i>Raja undulata</i>	Raie brunette	Printemps 2023	45,0
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune	Printemps 2023	45,0
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	Printemps 2023	45,0
<i>Ascidella spp.</i>	Ascidies indéterminées	Printemps 2023	40,0
<i>Buccinum undatum</i>	Bulot commun	Printemps 2023	40,0
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie commune	Printemps 2023	40,0
<i>Clupea harengus</i>	Hareng commun	Printemps 2023	35,0
<i>Henricia spp.</i>	Étoiles de mer indéterminées	Printemps 2023	35,0
<i>Porifera spp.</i>	Éponges indéterminées	Printemps 2023	35,0
<i>Inachus dorsettensis</i>	Crabe-araignée scorpion	Printemps 2023	30,0
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget-barbet de roche	Printemps 2023	30,0
<i>Ophiuroidea</i>	Ophiures indéterminées	Printemps 2023	30,0
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat commun	Printemps 2023	30,0
<i>Galeorhinus galeus</i>	Requin-hâ	Printemps 2023	25,0
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Lançon commun	Printemps 2023	25,0
<i>Maja brachydactyla</i>	Grande Araignée de mer	Printemps 2023	25,0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar européen	Printemps 2023	20,0
<i>Limanda limanda</i>	Limande commune	Printemps 2023	20,0
<i>Ocenebra erinaceus</i>	Cormailot perceur	Printemps 2023	20,0

<i>Paguroidea nd.</i>	Paguroïdés indéterminés	Printemps 2023	20,0
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun	Printemps 2023	20,0
<i>Pecten maximus</i>	Coquille Saint-Jacques	Printemps 2023	15,0
<i>Todaropsis eblanae</i>	Toutenon souffleur	Printemps 2023	15,0
<i>Agonus cataphractus</i>	Souris de mer	Printemps 2023	10,0
<i>Aphrodita aculeata</i>	Aphrodite épineuse	Printemps 2023	10,0
<i>Cancer pagurus</i>	Tourteau commun	Printemps 2023	10,0
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon	Printemps 2023	10,0
<i>Conger conger</i>	Congre commun	Printemps 2023	10,0
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Amande de mer	Printemps 2023	10,0
<i>Homarus gammarus</i>	Homard européen	Printemps 2023	10,0
<i>Laevicardium crassum</i>	Bucarde de Norvège	Printemps 2023	10,0
<i>Polybiidae nd.</i>	Polybidés indéterminés	Printemps 2023	10,0
<i>Solea solea</i>	Sole commune	Printemps 2023	10,0
<i>Actinia spp.</i>	Actinies indéterminées	Printemps 2023	5,0
<i>Cnidaria spp.</i>	Cnidaires indéterminés	Printemps 2023	5,0
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun	Printemps 2023	5,0
<i>Trachinus vipera</i>	Petite Vive	Printemps 2023	5,0
<i>Actinia fragacea</i>	Anémone fraise	Printemps 2023	0,0
<i>Atelecyclus rotundatus</i>	Crabe de sable rond	Printemps 2023	0,0
<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie papillon	Printemps 2023	0,0
<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	Printemps 2023	0,0
<i>Dasyatis tortonesei</i>	Pastenague de Tortonese	Printemps 2023	0,0
<i>Galathea spp.</i>	Galathées indéterminées	Printemps 2023	0,0
<i>Hyas coarctatus</i>	Crabe-lyre du Canada	Printemps 2023	0,0
<i>Labrus bergylta</i>	Vieille commune	Printemps 2023	0,0
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Crabe nageur	Printemps 2023	0,0
<i>Loligo forbesii</i>	Calmar veiné	Printemps 2023	0,0
<i>Loligo vulgaris</i>	Encornet commun	Printemps 2023	0,0
<i>Lophius</i>	Baudroies indéterminées	Printemps 2023	0,0
<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie commune	Printemps 2023	0,0
<i>Lutreria lutreria</i>	Lutraire elliptique	Printemps 2023	0,0
<i>Necora puber</i>	Étrille commune	Printemps 2023	0,0
<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun	Printemps 2023	0,0
<i>Opisthobranchia nd.</i>	Opisthobranches indéterminés	Printemps 2023	0,0
<i>Pagurus bernhardus</i>	Pagure commune	Printemps 2023	0,0
<i>Pagurus spp.</i>	Pagures indéterminées	Printemps 2023	0,0
<i>Pisa armata</i>	Pise armée	Printemps 2023	0,0
<i>Pisa tetraodon</i>	Pise à 4 dents	Printemps 2023	0,0
<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse	Printemps 2023	0,0
<i>Raja montagui</i>	Raie douce	Printemps 2023	0,0
<i>Rhizostoma pulmo</i>	Méduse chou-fleur	Printemps 2023	0,0

<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot commun	Printemps 2023	0,0
<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun	Printemps 2023	0,0
<i>Venus verrucosa</i>	Praire commune	Printemps 2023	0,0

7 Listes des annexes

7.1 Liste des figures

Figure 1 : calendrier des opérations réalisées à la date du 11/09/2023 et prises en considération pour la production de ce rapport. Les étapes effectuées sont représentées par une croix dans les cases colorées correspondantes.....	6
Figure 2 : comparaison entre une approche de type BACI et une approche de type BAG (Secor, 2017).	12
Figure 3 : plan d'échantillonnage du compartiment « qualité de l'eau » en Centre Manche en fonction de la bathymétrie et de la nature du fond. Le suivi ponctuel à la bouteille Niskin et à la sonde WiMo multi-paramètres correspond aux stations H01 à H08 identifiées « Hydrologie ». Le suivi permanent par cages de moules correspond aux stations M1 et M2 identifiées « pochons de moules ». Le suivi permanent au moyen de DGT correspond aux stations M1, M2 et D3 identifiées « DGT ».....	13
Figure 4 : système de « rosette » comprenant une bouteille de prélèvement de type Niskin en téflon, d'une contenance 5 L et une sonde WiMo multi-paramètre dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité de l'eau » et « Communautés planctoniques ».....	14
Figure 5 : cage dans laquelle les moules seront conditionnées et immergées dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » par stations permanentes.....	16
Figure 6 : structure d'un DGT (Source : Projet MONITOOL).....	16
Figure 7 : boîte dans laquelle les 3 DGT (1 réplica) seront conditionnés et immergés dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » par stations permanentes.....	17
Figure 8 : calendrier des missions mutualisées des cages de moules et des DGT, proposé par Sinay. En orange les étapes associées au déploiement des cages de moules et en vert les étapes associées à celui des DGT dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » par stations permanentes.	18
Figure 9 : schéma de la mutualisation des capteurs passifs (cages de Moules et DGT) sur une ligne de mouillage dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » par stations permanentes....	19
Figure 10 : le navire Celtic Warrior de la société STO Logistique®.....	20
Figure 11 : le navire CERES III de la société CERES®.....	20
Figure 12 : évolution de la température (°C) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....	31
Figure 13 : évolution de la salinité par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....	32
Figure 14 : évolution de la turbidité (NTU) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....	33
Figure 15 : évolution de la fluorescence (ppb RWT) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....	34
Figure 16 : évolution de l'oxygène dissous (mg/L) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....	35
Figure 17 : évolution de la saturation en oxygène (%) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 11 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....	36
Figure 18 : comparaison entre une méthode par BACI et une méthode par BAG (Secor, 2017).....	54

Figure 19 : plan d'échantillonnage du compartiment « qualité des sédiments » en Centre Manche, en fonction de la bathymétrie et de la nature du fond. L'échantillonnage à la drague Rallier du Baty correspond aux stations B17, B19, B20, B23, B30 et B35 et S01 à S04 identifié respectivement « Habitats benthiques » et « Sédimentologie ».....	55
Figure 20 : drague Rallier du Baty utilisée dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité des sédiments » et « Habitats benthiques ».....	56
Figure 21 : prélèvements de sédiments (analyses physico-chimiques) en mer dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité des sédiments » et « Habitats benthiques ».....	57
Figure 22 : le navire Celtic Warrior de la société STO Logistique®.....	57
Figure 23 : photographie d'une installation de station météorologique (site de Port-en-Bessin).....	73
Figure 24 : chorus matinal sur le site de Réville (50). Les données en rouge sont le bruit non représentatif et les données en noir le bruit représentatif.....	74
Figure 25 : secteur d'étude pour le compartiment bruit aérien (en noir) et la zone du futur parc éolien (jaune) ainsi que la zone d'extraction de granulats (rouge).....	75
Figure 26 : photographie de l'environnement sur le site de Réville (50).....	76
Figure 27 : photographie de l'environnement sur le site de Port-en-Bessin (14).....	76
Figure 28 : photographie de l'environnement sur le site d'Antifer (76).....	76
Figure 29 : rose des vents annuels du site.....	77
Figure 30 : localisation des trois points de mesure dans le cadre de l'étude du compartiment bruit aérien et des stations de relevés de Météo France. Le secteur d'étude pour le compartiment bruit aérien est en noir et la zone du futur parc éolien en jaune et la zone d'extraction de granulats en rouge.....	78
Figure 31 : environnement sonore autour du point 1.....	79
Figure 32 : environnement sonore autour du point 2.....	79
Figure 33 : environnement sonore autour du point 3.....	80
Figure 34 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 7 juillet au 15 septembre 2022 sur le site de Réville (50).....	81
Figure 35 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 22 juillet au 15 septembre 2022 sur le site de Port-en-Bessin (14).....	81
Figure 36 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 25 juillet au 15 septembre 2022 sur le site d'Antifer (76).....	81
Figure 37 : pluviométrie pendant la campagne de mesure du 7 juillet au 15 septembre 2022 sur le site de Réville (50).....	82
Figure 38 : pluviométrie pendant la campagne de mesure du 22 juillet au 15 septembre 2022 sur le site de Port-en-Bessin (14).....	82
Figure 39 : pluviométrie pendant la campagne de mesure du 25 juillet au 15 septembre 2022 sur le site d'Antifer (76).....	83
Figure 40 : vitesse du vent 10 m brut et à 2 m en m/s sur le site de Réville (50).....	83
Figure 41 : vitesse du vent 10 m brut et à 2 m en m/s sur le site de Port-en-Bessin (14).....	84
Figure 42 : vitesses du vent 10 m brut et à 2 m en m/s sur le site d'Antifer (76).....	84
Figure 43 : comparaison des vitesses du vent 10 m brut en m/s sur les différents sites de mesures...	85
Figure 44 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.....	85
Figure 45 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.....	90
Figure 46 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.....	94
Figure 47 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.....	98
Figure 48 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 21 novembre 2022 au 21 mars 2023 sur le site de Réville (50).....	105
Figure 49 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 21 novembre 2022 au 22 mars 2023 sur le site de Port-en-Bessin (14).....	105

Figure 50 : direction du vent sur site pendant la campagne de mesure du 21 novembre 2022 au 18 mars 2023 sur le site d'Antifer (76).....	105
Figure 51 : vitesses du vent 10 m brut et à hauteur en m/s sur le site de Réville (50).....	106
Figure 52 : vitesses du vent 10 m brut et à hauteur en m/s sur le site de Port-en-Bessin (14).....	107
Figure 53 : vitesses du vent 10 m brut et à hauteur en m/s sur le site d'Antifer (76).....	107
Figure 54 : comparaison des vitesses du vent 10 m brute en m/s sur les différents sites de mesures.	108
Figure 55 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.....	109
Figure 56 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.....	113
Figure 57 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.....	119
Figure 58 : histogramme présentant le nombre d'échantillons par période.....	123
Figure 59 : comparaison entre une approche de type BACI et une approche de type BAG (Secor, 2017).....	130
Figure 60 : plan d'échantillonnage du compartiment « Communautés planctoniques » en Centre Manche, en fonction de la bathymétrie et de la nature du fond. Les différents échantillonnages (bouteille Niskin, filet Bongo à double collecteur et benne Smith) correspondent aux station H01 à H08 identifiées respectivement « Hydrologie ».....	131
Figure 61 : système de « rosette » comprenant une bouteille de prélèvement de type Niskin en téflon, d'une contenance 5 L et une sonde WiMo multi-paramètre dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité de l'eau » et « Communautés planctoniques ».....	132
Figure 62 : filet Bongo à double collecteur servant au prélèvement de l'ichtyoplancton équipé d'un dépresseur et d'un volucompteur mécanique (Bionef©) dans le cadre du suivi du compartiment « Communautés planctoniques ».....	134
Figure 63 : extraction des échantillons prélevés dans les collecteurs du filet Bongo lors des missions consacrées à l'échantillonnage du zooplancton dont fait partie l'ichtyoplancton dans le cadre du suivi du compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés ».....	134
Figure 64 : benne Smith servant aux prélèvements des kystes phytoplanctoniques dans le cadre du suivi du compartiment « Communautés planctoniques ».....	136
Figure 65 : le navire Celtic Warrior de la société STO Logistique®.....	136
Figure 66 : degré de développement des œufs (Stage I – Stage V) selon la méthode de (Russell, 1976) et (Munk & Nielsen, 2005).....	140
Figure 67 : stades de développement selon (Richards, 2006) et (Ahlstrom & Ball, 1954).....	141
Figure 68 : détermination du standard length et du notochord length.....	142
Figure 69 : quantité de chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$) mesurée par station en fonction de leur localisation dans la zone d'étude au cours des 10 missions réalisées à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023.	144
Figure 70 : abondance des diatomées et des dinoflagellés (1000 cellules/L) calculée par station en fonction de leur localisation dans la zone d'étude au cours des 10 missions réalisées à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023.....	147
Figure 71 : ratio entre les diatomées et les dinoflagellés calculé par station en fonction de leur localisation dans la zone d'étude au cours des 10 missions réalisées à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023.....	148
Figure 72 : quantité de phéopigments ($\mu\text{g/L}$) mesurée par station en fonction de leur localisation dans la zone d'étude au cours des 10 missions réalisées à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023.	150
Figure 73 : analyse multivariée (nDMS) calculée par station au cours des 11 missions réalisées au moyen de la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023. Le stress associé à la production de ce graphique est de 0,247.....	151
Figure 74 : CPUE d'abondance (N/km^2) calculées pour les œufs et larves de Poissons par station au cours des 9 missions d'échantillonnage réalisées avec le filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.....	153
Figure 75 : indice de Shannon (H) calculé pour les œufs et larves de poissons par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.....	154

Figure 76 : indice de Piélou (J') calculé pour les œufs et larves de Poissons par station au cours des 10 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.....	156
Figure 77 : CPUE d'abondance (N/km ²) calculée pour les autres espèces zooplanctoniques par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.....	157
Figure 78 : indice de Shannon (H) calculé pour les autres espèces zooplanctoniques par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.....	158
Figure 79 : indice de Piélou (J') calculé pour les autres espèces zooplanctoniques par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.....	160
Figure 80 : comparaison entre une approche de type BACI et une approche de type BAG (Secor, 2017).....	162
Figure 81 : plan d'échantillonnage du compartiment « Habitats et peuplements benthiques » en Centre Manche, en fonction de la bathymétrie et de la nature du fond. L'échantillonnage à la drague Rallier du Baty correspond aux stations B01 à B35 et S01 à S04 identifiées respectivement « Habitats benthiques » et « Sédimentologie ». Les points de visionnages par ROV correspondent aux stations V01 à V05 identifiées « Vidéo ».....	164
Figure 82 : drague Rallier du Baty utilisée dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité des sédiments » et « Habitats et peuplements benthiques ».....	165
Figure 83 : tamisage de sédiment fin de récupérer la faune sur des tamis à ouvertures circulaires de 2 et 1 mm dans le cadre du suivi du compartiment « Habitats benthiques ».....	166
Figure 84 : prélèvements de sédiments (analyses physico-chimiques) en mer dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité des sédiments » et « Habitats et peuplements benthiques ».....	167
Figure 85 : prélèvements de sédiments (analyses de la granulométrie et de la matière organique) en mer dans le cadre du suivi des compartiments « Qualité des sédiments » et « Habitats et peuplements benthiques ».....	167
Figure 86 : déploiement du Deep Tracker Revolution par le responsable de Irwaz Explorer à bord du Rozel (à gauche) et écran de contrôle en direct disponible pour l'expert de Sinay en cabine de pilotage (à droite) dans le cadre du suivi du compartiment « Habitats et peuplements benthiques ».....	168
Figure 87 : capture d'écran d'une vidéo enregistrée par le ROV dans le cadre du suivi du compartiment « Habitats et peuplements benthiques ».....	168
Figure 88 : le navire Celtic Warrior de la société STO Logistique [®]	169
Figure 89 : le navire Le Rozel de la société B.B.T.M. [®] au retour de mission au quai de Ranville sur le canal de Caen à la mer, le 10/05/2022.....	170
Figure 90 : Le ROV de la société Irwaz Explorer au moment de sa première mise à l'eau de la mission.....	170
Figure 91 : le pilote du ROV en action (à gauche) et le second écran de contrôle situé dans le poste de pilotage (à droite).....	171
Figure 92 : diagramme triangulaire de Folk de la classification sédimentaire et son codage (Folk, 1954).....	180
Figure 93 : Carte de la nature granulométrique du substrat des stations d'échantillonnage du compartiment « Habitats et peuplements benthiques » de la campagne C1 (automne 2022).....	182
Figure 94 : Carte de la nature granulométrique du substrat des stations d'échantillonnage du compartiment « Habitats et peuplements benthiques » de la campagne C2 (hiver 223).....	183
Figure 95 : photographies des prélèvements sédimentaires de la campagne d'automne 2022.....	187
Figure 96 : Photographies des prélèvements sédimentaires de la seconde campagne.....	191
Figure 97 : richesse taxonomique et abondance pour 30 L de sédiments des 35 stations de la première campagne.....	193
Figure 98 : richesse taxonomique et abondance pour 30 L de sédiments des 35 stations de la deuxième campagne.....	193

Figure 99 : dendrogramme correspondant à la matrice de similarité de Sorensen des 70 stations benthiques en exploitant les données de type présence/absence.....	195
Figure 100 : dendrogramme obtenu à partir de la matrice d'abondance transformée en $\text{Log}(x+1)$ selon la similarité de Bray-Curtis pour les données des 70 stations des 2 campagnes.....	196
Figure 101 : comparaison entre une méthode par BACI et une méthode par BAG (Marine Habitats).	210
Figure 102 : plan d'échantillonnage du compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés » en Centre Manche, en fonction de la bathymétrie et de la nature du fond. L'échantillonnage au filet Bongo correspond aux stations H01 à H08 identifiées « Hydrologie » et l'échantillonnage au chalut canadien aux traits de chalut de A à T identifiées en « Halieutique ».....	212
Figure 103 : filet Bongo à double collecteur servant au prélèvement de l'ichtyoplancton équipé d'un dépresseur et d'un volucompteur mécanique (Bionef©) dans le cadre du suivi du compartiment « Communautés planctoniques ».....	213
Figure 104 : extraction des échantillons prélevés dans les collecteurs du filet Bongo lors des missions ichtyoplanctoniques du compartiments « Poissons, Mollusques et Crustacés ».....	213
Figure 105 : schéma de la structure d'un chalut canadien utilisé pour l'échantillonnage des individus adultes et juvéniles du compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés ». Le racleur est fixé sous la ligne inférieure des rondelles du bourrelet localisé sur la partie de l'ouverture inférieure du chalut.	215
Figure 106 : virage du chalut canadien équipé d'un racleur au cours de la campagne d'été 2022 pour le compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés » Sinay©. La photo de gauche est une vue d'ensemble du chalut canadien lors du virage. La photo de droite est un zoom sur la partie bourrelet (cercle vert) et le racleur (cercle rouge), ce dernier étant fixé sous la partie inférieure des rondelles du bourrelet.....	216
Figure 107 : échantillonnage des captures (<i>S. scombrus</i>) issues des missions au chalut canadien du compartiments « Poissons, Mollusques et Crustacés ».....	217
Figure 108 : le navire Celtic Warrior de la société STO Logistique®.....	218
Figure 109 : le Marie-Catherine II, chalutier de l'armement LEROY.....	219
Figure 110 : degré de développement des œufs (Stage I – Stage V) selon la méthode de (Russell, 1976) et (Munk & Nielsen, 2005).....	220
Figure 111 : stades de développement selon (Richards, 2006) et (Ahlstrom & Ball, 1954).....	221
Figure 112 : détermination du standard length et du notochord length.....	221
Figure 113 : CPUE d'abondance (N/km^2) calculées pour les œufs et larves de Poissons par station au cours des 9 missions d'échantillonnage réalisées avec le filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023....	225
Figure 114 : indice de Shannon (H) calculé pour les œufs et larves de poissons par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à février 2023.....	227
Figure 115 : indice de Pielou (J') calculé pour les œufs et larves de Poissons par station au cours des 10 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.....	228
Figure 116 : CPUE d'abondance (N/km^2) calculées pour les autres espèces zooplanctoniques par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.....	229
Figure 117 : indice de Shannon (H) calculé pour les autres espèces zooplanctoniques par station au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.....	231
Figure 118 : indice de Pielou (J') calculé pour les autres espèces zooplanctoniques par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 9 missions réalisées au filet Bongo de juillet 2022 à avril 2023.....	232
Figure 119 : CPUE d'abondance (N/km^2) calculées par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.....	234

Figure 120 : CPUE de la biomasse (kg/km²) calculées par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.....236

Figure 121 : richesse spécifique recensée par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023..240

Figure 122: courbe d'accumulation des espèces recensées en fonction du nombre d'échantillons au cours des 3 campagnes réalisés au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.....241

Figure 123 : indice de Shannon (H) calculé par station en fonction de leur localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023..242

Figure 124 : indice de Pielou (J) calculé par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023.....244

Figure 125 : analyse multivariée (nDMS) calculée par station en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023. Le stress associé à la production de ce graphique est de 0,254.....250

Figure 126 : analyse multivariée (nDMS) calculée par station échantillonné avec le racleur en fonction de la localisation dans la zone d'étude au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023. Le stress associé à la production de ce graphique est de 0,23.....251

Figure 127 : localisation des stations d'échantillonnage des adultes et juvéniles de Poissons, Mollusques et Crustacés (traits de A à T) et du zooplancton (H01 à H08) en fonction des peuplements halieutiques caractérisés par Carpentier et al. (2009).....253

Figure 128 : évolution de la température (°C) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....261

Figure 129 : évolution de la température (°C) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre 2022 à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....261

Figure 130 : évolution de la température (°C) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de février 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....262

Figure 131 : évolution de la température (°C) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....262

Figure 132 : évolution de la salinité par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....263

Figure 133 : évolution de la salinité par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre 2022 à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....263

Figure 134 : évolution de la salinité par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de février 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....264

Figure 135 : évolution de la salinité par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril 2023 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....264

Figure 136 : évolution de la turbidité (NTU) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....265

Figure 137 : évolution de la turbidité (NTU) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre 2022 à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....265

Figure 138 : évolution de la turbidité (NTU) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de février 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....266

Figure 139 : évolution de la turbidité (NTU) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril 2023 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....266

Figure 140 : évolution de la fluorescence (ppb RWT) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....267

Figure 141 : évolution de la fluorescence (ppb RWT) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre 2022 à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité d'eau ».....267

Figure 142 : évolution de la fluorescence (ppb RWT) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de janvier 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité d'eau ».....268

Figure 143 : évolution de la fluorescence (ppb RWT) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril 2023 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité d'eau ».....268

Figure 144 : évolution de l'oxygène dissous (mg/L) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....269

Figure 145 : évolution de l'oxygène dissous (mg/L) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre 2022 à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....269

Figure 146 : évolution de l'oxygène dissous (mg/L) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de janvier 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....270

Figure 147 : évolution de l'oxygène dissous (mg/L) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril 2023 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....270

Figure 148 : évolution de la saturation en oxygène (%) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de juillet 2022 à septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....271

Figure 149 : évolution de la saturation en oxygène (%) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'octobre à décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....271

Figure 150 : évolution de la saturation en oxygène (%) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres de janvier 2023 à mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....272

Figure 151 : évolution de la saturation en oxygène (%) par station en fonction de la profondeur dans la zone d'étude au cours des 3 missions réalisées à la sonde WiMo multi-paramètres d'avril 2023 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ».....272

7.2 Liste des tableaux

Tableau 1 : coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage du compartiment « Qualité de l'eau ». Le système de coordonnées est WGS 84 et les coordonnées sont présentées en degrés décimaux. Les stations H01 à H08 sont des stations ponctuelles. Les stations M1, M2 et D3 sont des stations permanentes.....	13
Tableau 2 : calendrier des missions d'échantillonnage à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023 pour le compartiment « Qualité de l'eau ». Les stations signalées en vert ont été échantillonnées à la différence des stations en rouge.....	15
Tableau 3 : liste des paramètres suivis dans les matrices « eau » et « biote » (Source : le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) commun aux deux lots et ses annexes.).....	21
Tableau 4 : synthèse des limites de quantification pour l'analyse des eaux marines (Source LABEO, année 2021).....	23
Tableau 5 : synthèse des limites de quantification pour l'analyse des eaux marines (Source LABEO, année 2022).....	25
Tableau 6 : synthèse des limites de quantification pour les analyses du biote (Source LABEO, année 2023).....	26
Tableau 7 : valeurs moyennes de surface et de fond des paramètres mesurés de juillet 2022 à juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau ». NA : Non Attribué.....	28
Tableau 8 : code couleur de la comparaison des seuils et des limites quantitatives.....	37
Tableau 9: résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de juillet 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	38
Tableau 10 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois d'août 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	39
Tableau 11 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de septembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	40
Tableau 12 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois d'octobre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	41
Tableau 13 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de novembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	42
Tableau 14 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de décembre 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	43
Tableau 15 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de février 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	44
Tableau 16 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de mars 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	45
Tableau 17 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois d'avril 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	47

Tableau 18 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de mai 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	49
Tableau 19 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique de l'eau à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin au mois de juin 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité de l'eau » (Source LABEO).....	51
Tableau 20 : coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage du compartiment « Qualité des sédiments ». Le système de coordonnées est WGS 84 et les coordonnées sont présentées en degrés décimaux. Les stations S01 à S04 sont des stations dédiées uniquement au compartiment « Qualité des sédiments ». Les stations B17 à B35 sont communes au compartiment « Habitats benthiques ».....	54
Tableau 21 : liste des paramètres suivis dans la matrice « sédiments » (Source : le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) commun aux deux lots et ses annexes.).....	58
Tableau 22 : synthèse des limites de quantification pour les analyses des sédiments (Source LABEO, année 2022).....	59
Tableau 23 : classification granulométrique d'après Larssonneur en pourcentage de masse de fraction fine < 63 µm. (GEODE, 2016).....	60
Tableau 24 : définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).....	61
Tableau 25: qualité indicative des sédiments en fonction de leur charge d'Escherichia coli (GEODE, 2016).....	61
Tableau 26 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique du sédiment à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin en automne 2022 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité du sédiment » (Source LABEO).....	64
Tableau 27 : résultats des mesures au laboratoire de la qualité physico-chimique du sédiment à l'échelle des 8 stations échantillonnées à la bouteille Niskin en hiver 2023 dans le cadre du suivi du compartiment « Qualité du sédiment » (Source LABEO).....	68
Tableau 28 : liste des appareils de mesure utilisés pour le compartiment « Bruit aérien » (Source ORFEA).....	72
Tableau 29 : emplacement des points de mesures.....	77
Tableau 30 : le bruit résiduel dans le secteur Nord-Est pour la période estivale.....	89
Tableau 31 : le bruit résiduel dans le secteur Sud-Est pour la période estivale.....	94
Tableau 32 : le bruit résiduel dans le secteur Sud-Ouest pour la période estivale.....	98
Tableau 33 : le bruit résiduel dans le secteur Nord-Ouest pour la période estivale.....	102
Tableau 34 : synthèse du bruit résiduel dans l'ensemble des secteurs pour la période estivale.....	103
Tableau 35 : le bruit résiduel dans le secteur Nord-Est pour la période hivernale.....	113
Tableau 36 : le bruit résiduel dans le secteur Sud-Est pendant la période hivernale.....	118
Tableau 37 : le bruit résiduel dans le secteur Sud-Ouest pour la période hivernale.....	123
Tableau 38 : le bruit résiduel dans le secteur Nord-Ouest pour la période hivernale.....	127
Tableau 39 : synthèse du bruit résiduel dans l'ensemble des secteurs pour la période hivernale.....	128
Tableau 40 : coordonnées géographiques des stations associées à l'échantillonnage du compartiment « Communautés planctoniques ». Le système de coordonnées est WGS 84 et les coordonnées sont présentées en degrés décimaux.....	131
Tableau 41 : calendrier des missions d'échantillonnage à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023 pour le compartiment « Qualité de l'eau ». Les stations signalées en vert ont été échantillonnées à la différence des stations en rouge.....	133
Tableau 42 : calendrier des missions d'échantillonnage à la bouteille Niskin de juillet 2022 à juin 2023 pour le compartiment « Qualité de l'eau ». Les stations signalées en vert ont été échantillonnées à la différence des stations en rouge. Les ronds bleus correspondent aux stations qui seront	

échantillonnées dans les mois à venir. Une seconde année de suivi mensuel est prévue mais n'est pas présentée dans ce tableau.....	135
Tableau 43 : coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage du compartiment « Habitats et peuplements benthiques ». Le système de coordonnées est WGS 84 et les coordonnées sont présentées en degrés décimaux. Les stations B01 à B35 et S01 à S04 sont des stations dédiées à l'échantillonnage des substrats meubles. Les stations V01 à V05 sont dédiées à l'échantillonnage des substrats rocheux.....	163
Tableau 44 : série des 33 tamis utilisés pour la granulométrie en μm (Source M2C).....	171
Tableau 45 : interprétation des valeurs de H' (Vincent, et al., 2002).....	175
Tableau 46 : interprétation des valeurs de J (d'après Dauvin et al., 2017).....	176
Tableau 47 : équivalence entre les valeurs de l'AMBI et les différents états écologiques définis par la Directive Cadre sur l'Eau (Borjá, et al., 2000) et (Borjá, et al., 2004).....	176
Tableau 48 : équivalence entre les valeurs du BO2A et les différents états écologiques (Dauvin, et al., 2016; Dauvin, 2018).....	177
Tableau 49 : résultats granulométriques (%) de chaque station selon quatre fractions sédimentaires pour la campagne d'automne 2022.....	179
Tableau 50 : type sédimentaire d'après le diagramme de (Folk, 1954) observés à l'échelle de toutes les stations pendant les campagnes C1 (automne 2022) et C2 (hiver 2023).....	180
Tableau 51 : teneur Moyenne en matière organique (%) avec écart-type des 35 stations de la première campagne (Source M2C).....	191
Tableau 52 : richesse taxonomique (RT), abondance (A, nombre d'individus), indice de Piélou (J'), indice de Shannon (H'), BO2A et AMBI pour 30 L de sédiments des 35 stations des première et deuxième campagne.....	194
Tableau 53 : recueil des observations réalisées au cours du visionnage des vidéos acquises en mer par un expert des habitats benthiques normands à l'échelle de la station 1.....	196
Tableau 54 : recueil des observations réalisées au cours du visionnage des vidéos acquises en mer par un expert des habitats benthiques normands à l'échelle de la station 2.....	200
Tableau 55 : recueil des observations réalisées au cours du visionnage des vidéos acquises en mer par un expert des habitats benthiques normands à l'échelle de la station 3.....	202
Tableau 56 : recueil des observations réalisées au cours du visionnage des vidéos acquises en mer par un expert des habitats benthiques normands à l'échelle de la station 4.....	204
Tableau 57 : recueil des observations réalisées au cours du visionnage des vidéos acquises en mer par un expert des habitats benthiques normands à l'échelle de la station 5.....	205
Tableau 58 : coordonnées géographiques des 8 stations associées à l'échantillonnage au filet Bongo du compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés ». Ces stations sont communes à 8 des 20 stations échantillonnées au chalut canadien. Le système de coordonnées est WGS 84.....	210
Tableau 59 : coordonnées géographiques des traits de chalut canadien pour le compartiment Poissons, Mollusques et Crustacés. Le système de coordonnées est le WGS 84 et les coordonnées sont présentées en degrés décimaux. Le filage correspond à l'action de mise à l'eau du chalut et le virage à la remontée de celui-ci.....	211
Tableau 60 : calendrier des missions d'échantillonnage aux filets Bongo de juillet 2022 à juin 2023 pour le compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés » au cours de la première année. Les stations signalées en vert ont été échantillonnées à la différence des stations en rouge. Une seconde année de suivi est prévue mais n'est pas représentée dans ce tableau.....	214
Tableau 61 : bilan des stations échantillonnées avec et sans racleur pendant les campagnes de l'été 2022 au printemps 2023.....	216
Tableau 62 : CPUE d'abondance (N/km ²) calculées par espèces (n = 20 espèces) au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l'été 2022 au printemps 2023. La position de la colonne d'eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.....	237

Tableau 63 : CPUE de la biomasse (kg/km ²) calculées par espèces (n = 20 espèces) au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l’été 2022 au printemps 2023. La position de la colonne d’eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.....	238
Tableau 64 : fréquence d’occurrence calculée par espèces (n = 20 espèces) au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l’été 2022 au printemps 2023. La position de la colonne d’eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.....	245
Tableau 65 : fréquence d’occurrence calculée par espèces (n = 20 espèces) au cours de la campagne d’été 2022 réalisée au chalut canadien. La position de la colonne d’eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.....	246
Tableau 66 : fréquence d’occurrence calculée par espèces (n = 20 espèces) au cours de la campagne d’automne 2022 réalisée au chalut canadien. La position de la colonne d’eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.....	247
Tableau 67 : fréquence d’occurrence calculée par espèces (n = 20 espèces) au cours de la campagne de l’hiver 2023 réalisée au chalut canadien. La position de la colonne d’eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.....	248
Tableau 68 : fréquence d’occurrence calculée par espèces (n = 20 espèces) au cours de la campagne du printemps 2023 réalisée au chalut canadien. La position de la colonne d’eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.....	249
Tableau 69 : liste des espèces recensées (n =85) au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l’été 2022 au printemps 2023. La position de la colonne d’eau pour chaque espèce est renseignée par le code couleur suivant : gris = benthique, vert = démersal, jaune = benthopélagique et bleu = pélagique.....	273
Tableau 70 : CPUE d’abondance (N/km ²) calculées pour l’ensemble des 85 espèces recensées au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l’été 2022 au printemps 2023.....	275
Tableau 71 : CPUE de biomasse (kg/km ²) calculées pour l’ensemble des 85 espèces recensées au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l’été 2022 au printemps 2023.....	277
Tableau 72 : fréquence d’occurrence calculée pour l’ensemble des 85 espèces recensées au cours des 4 campagnes réalisées au chalut canadien de l’été 2022 au printemps 2023.....	279
Tableau 73 : fréquence d’occurrence calculée pour l’ensemble des 85 espèces recensées au cours de la campagne d’été 2022 réalisée au chalut canadien.....	281
Tableau 74 : fréquence d’occurrence calculée pour l’ensemble des 85 espèces recensées au cours de la campagne d’automne 2022 réalisée au chalut canadien.....	283
Tableau 75 : fréquence d’occurrence calculée pour l’ensemble des 85 espèces recensées au cours de la campagne de l’hiver 2023 réalisée au chalut canadien.....	286
Tableau 76 : fréquence d’occurrence calculée pour l’ensemble des 85 espèces recensées au cours de la campagne du printemps 2023 réalisée au chalut canadien.....	288

Élément chimique : symbole et nom		
Catégories	Symbole	Nom
Métaux	Al	Aluminium
	Ag	Argent
	As	Arsenic
	Cd	Cadmium
	Cr	Chrome
	Fe	Fer
	Hg	Mercure
	In	Indium
	Mn	Manganèse
	Ni	Nickel
	Si	Silicium
	Pb	Plomb
	Zn	Zinc
Nutriments	NH_4^+	Ammonium
	$\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$	Azote global
	CHBr_3	Bromoforme
	NO_3^-	Nitrate
	NO_2^-	Nitrite
	PO_4	Orthophosphates
	Si	Silicium
Sels	Ca	Calcium
	Cl	Chlore
	F-	Fluorures
	Na	Sodium
	SO_4^{2-}	Sulfates
Acides	H_3PO_4	Acide phosphorique
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	C_{10}H_8	Naphtalène
	C_{12}H_8	Acénaphtylène
	$\text{C}_{12}\text{H}_{10}$	Acénaphtène
	$\text{C}_{13}\text{H}_{10}$	Fluorène
	$\text{C}_{14}\text{H}_{10}$	Phenanthrène
	$\text{C}_{14}\text{H}_{10}$	Anthracène
	$\text{C}_{16}\text{H}_{10}$	Fluoranthène
	$\text{C}_{16}\text{H}_{10}$	Pyrène
	$\text{C}_{18}\text{H}_{12}$	Benzo(a) anthracène

Élément chimique : symbole et nom		
Catégories	Symbole	Nom
	$C_{18}H_{12}$	Chrysène
	$C_{20}H_{12}$	Benzo (b) fluoranthène
	$C_{20}H_{12}$	Benzo (k) fluoranthène
	$C_{20}H_{12}$	Benzo(a) pyrène
	$C_{22}H_{14}$	Dibenzo(ah) anthracène
	$C_{22}H_{12}$	Benzo (ghi) pèrylène
	$C_{22}H_{12}$	Indéno (123-cd) pyrène

Tableau Annexe	
Fiche Méthodologique Halieutique	Annexe 1