



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

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

Protocole relatif au compartiment
« Habitats et peuplements
benthiques subtidaux » - partie parc



Aout 2023

REVISIONS

Version	Date	Description	Auteurs	Relecteur
1.0	5/06/2023	Première édition	A. LE GAL L. BACOUILLARD	Y. PATRY
2.0	14/06/2023	Prise en compte des remarques de la DGEC	A. LE GAL S. MARMIN	P. BORNENS
3.0	27/07/2023	Prise en compte des remarques de l'Ifremer, des AMOs et du CS	A. LE GAL L. BACOUILLARD	P. BORNENS

COORDONNEES

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

1. Objectif	5
2. Suivi du compartiment « Habitats et Peuplements benthiques » - Zone du parc.....	6
2.1 Principe.....	6
2.2 Périodes et fréquences d'acquisition.....	6
2.3 Moyens nautiques	7
2.4 Substrats meubles.....	7
2.4.1 Matériel	7
2.4.2 Plan d'échantillonnage	9
2.4.3 Prélèvements et mesures	9
2.4.4 Traitement des échantillons (granulométrie / faune)	10
2.4.5 Analyses des données	11
2.5 Substrats rocheux	13
2.5.1 Matériel	13
2.5.2 Plan d'échantillonnage	16
2.5.3 Analyses des données	18
2.5.4 Traitements	20
2.6 Faune épibenthique des substrats meubles.....	22
2.6.1 Matériel	22
2.6.2 Plan d'échantillonnage	22
2.6.3 Analyses des données	23
2.6.4 Traitements	24
3. Références.....	25

Liste des figures

Figure 1 : Bennes pour les prélèvements benthiques	8
Figure 2 : Plan d'échantillonnage « suivi des habitats et peuplements benthiques – substrat meuble »	9
Figure 3 : Illustration de graphes représentant le résultat d'analyses statistiques pouvant être réalisées	12
Figure 4 : Exemples de rendu cartographique pouvant être produit	12
Figure 5 : Photogrammétrie : système Hydro300 et exemple de modèle 3D (source : setec énergie environnement, 2023)	15
Figure 6 : Localisation des 26 transects prospectés par ROV (vidéo) pour l'état initial du parc	17
Figure 7 : Exemple de grille de points stratifiées (0.4 points/cm ²) sur une surface de 250cm ² sous photoQuad	20
Figure 8 : Exemple de localisation des habitats et espèces à enjeux sur un transect vidéo	21
Figure 9 : Illustration d'analyses statistiques pouvant être conduites	22
Figure 10 : Localisation des 29 transects épifaune des substrats meubles prospectés par ROV (vidéo) pour l'état initial du parc	23
Figure 11 : Exemple de localisation d'espèces à enjeux sur des transects vidéo	24

Liste des photos

Photo 1 : Le « Minibex » de la société SAAS (source : SAAS, 2022)	7
Photo 2 : Utilisation de la benne Day lestée (type Van Veen) (source : setec énergie environnement, 2022)	10
Photo 3 : Tri, identification et dénombrement au laboratoire des espèces récoltées (source : setec énergie environnement, 2022)	11
Photo 4 : Poste de contrôle ROV du MINIBEX (source : setec énergie environnement, 2022)	13
Photo 5 : Vue du ROV Super Achille (source : setec énergie environnement, 2022)	14
Photo 6 : Amélioration d'image par la caméra Orphie I2S	14
Photo 7 : Capture d'écran extraite d'une séquence vidéo (source : setec énergie environnement, 2022)	15
Photo 8 : Vue des écrans de contrôle à bord du navire de survey (source : setec énergie environnement, 2022)	18
Photo 9 : Observations d'espèces bioturbatrices et épibenthiques sur substrat meuble (source : setec énergie environnement, 2022)	18

Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des campagnes ROV sur substrats rocheux pour le parc	17
Tableau 2 : Synthèse des campagnes ROV sur substrats meubles pour le parc	23

1. OBJECTIF

L'objectif de ce protocole est de déterminer l'état initial du compartiment « Habitats et peuplements benthiques » afin de permettre au futur lauréat de la procédure de mise en concurrence d'évaluer l'impact du parc éolien sur ce compartiment et de disposer de deux ans de données valorisables dans l'état de référence.

2. SUIVI DU COMPARTIMENT « HABITATS ET PEUPELEMENTS BENTHIQUES » - ZONE DU PARC

2.1 PRINCIPE

La première étape de caractérisation des habitats benthiques est basée sur une analyse fine des données cartographiques bibliographiques. Cette analyse permet de localiser les différents types d'habitats (habitats des substrats meubles/des substrats grossiers/des substrats rocheux), afin de permettre ensuite la définition des stations d'investigations. Une analyse des données cartographiques bibliographiques a donc été menée de manière à identifier les différents grands habitats présents. On dispose ainsi de données récentes et précises grâce à la campagne de mesures réalisées par le SHOM dans le cadre du projet de parc éolien de l'AO7, au niveau de la zone potentielle d'implantation et de son raccordement (bathymétrie, nature des fonds et épaisseur des sédiments). En dehors de cette zone, les données sont plus anciennes et de moindre qualité (carte sédimentologie-nature des fonds de métropole et carte sédimentaire mondiale) ([datashom](#)), ce qui ne permet pas de localiser de manière certaine les substrats meubles et les substrats durs.

Pour documenter l'état initial du compartiment « Habitats et peuplements benthiques » et permettre la valorisation de ces données dans l'état de référence du site, il s'agira de caractériser les habitats naturels marins présents sur la zone du projet de parc mais également en dehors, tout en prenant en compte la diversité des substrats présents (substrats meubles plus ou moins fins/grossiers, substrats rocheux...).

Dans ce sens, une approche BACI (Before After Control Impact) est ici appliquée. Les points d'échantillonnage sont avant tout décrits au travers de leur appartenance à une enveloppe spatiale : les stations de suivi, situées à l'intérieur de la zone d'impact présagée, sont opposées aux stations dites de référence, situées à l'extérieur mais présentant des caractéristiques (habitat, bathymétrie, etc.) identiques, à défaut comparables de manière à représenter un gradient (méthode BAG).

2.2 PERIODES ET FREQUENCES D'ACQUISITION

La période et la fréquence d'acquisition dépendent du type de substrat :

- Substrat meuble

En raison du cycle de vie des organismes benthiques, la saison d'échantillonnage a une forte influence sur les résultats de richesse spécifique et d'abondance. Il est donc important de toujours effectuer les suivis à la même période. Dans le cadre de la DCE, l'échantillonnage des masses d'eaux côtières est imposé en fin d'hiver / début du printemps (de mi-février à fin avril), au moment où les peuplements sont à l'état le plus stable (Garcia et al., 2014). Les autres normes et protocoles en vigueur (Norme NF en ISO 16665, 2014; *Recommandations pour le contrôle de surveillance Directive Cadre Eau (DCE) - Fiche 10 - Invertébrés, Substrats meubles*, 2005; Vasset and Dauvin, 2012) préconisent, afin de mieux cerner la dynamique des peuplements macrozoobenthiques, de réaliser une campagne complémentaire en fin d'été / début d'automne (septembre à octobre), au moment où les peuplements sont les plus développés, après les recrutements estivaux ; c'est également ce qui est préconisé dans le cadre de la DCSMM.

En suivant ces préconisations, la première campagne de suivi bio-sédimentaire sera réalisée en septembre 2023 puis la seconde pourra être programmée en fin d'hiver 2024, entre le 15 février et le 30 avril 2024.

La deuxième année (2024/2025), la campagne de fin d'été sera réalisée en septembre 2024 et la dernière campagne de fin d'hiver pourra être programmée entre le 15 février et le 30 avril 2025 selon les recommandations afin de garantir une continuité dans la fréquence d'échantillonnage.

- Substrat rocheux

Deux campagnes annuelles seront programmées en fin d'hiver et fin d'été avec un démarrage en fin d'été 2023. Cette stratégie vise à intégrer les éventuelles variations saisonnières.

2.3 MOYENS NAUTIQUES

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



Photo 1 : Le « Minibex » de la société SAAS (source : SAAS, 2022)

2.4 SUBSTRATS MEUBLES

2.4.1 Matériel

Pour l'échantillonnage quantitatif des habitats meubles subtidaux, nous utiliserons une série de bennes permettant de prélever une large gamme de sédiments. Le choix de chaque benne sera fonction du type de faciès sédimentaire rencontré et à échantillonner. Ces bennes prélèvent toutes une surface de 0,1 m² et pénètrent d'une trentaine de centimètres dans les sédiments. Les engins sont tous normalisés et conformes réglementairement, assurant ainsi la répliquabilité de la méthode dans l'espace et dans le temps.

Le recours à la benne Day sera toujours privilégié. La benne mini-Hamon sera quant à elle employée en cas d'échecs répétés de la benne Day et/ou dans le cas de l'échantillonnage de faciès grossiers.



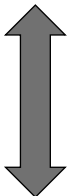
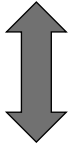
Désignation		Benne Day Grab	Benne Mini Hamon
			
Surface de prélèvement		0,1 m ²	0,1 m ²
Nombre disponible		2	1
Domaine d' utilisation	Cailloutis		
	Graviers		
	Sables grossiers		
	Sables moyens		
	Sables fins		
	Vases		

Figure 1 : Bennes pour les prélèvements benthiques

L'application stricte du protocole DCE (Garcia et al., 2014) imposerait de prévoir, pour chaque station, la réalisation d'un échantillonnage de trois sous-stations chacune échantillonnée à travers 3 répliques (e.g. 1 station = 9 répliques). Cependant, ce protocole est destiné à suivre à très long terme l'état écologique des habitats majoritaires pour une masse d'eau entière à travers un nombre très limité de stations. Il ne paraît donc pas adapté pour décrire, à l'échelle du projet, un ensemble d'habitats et de pressions.

Nous proposons une adaptation de ce protocole afin de l'orienter à terme vers une démarche BACI. Dans ce sens, il est proposé de ne pas retenir la méthode des sous-stations, mais de décrire chaque station « quantitative » par une somme de 5 répliques (soit une surface totale échantillonnée de 0,5 m²/station). Nous obtiendrons ainsi une description fine de l'état écologique des communautés benthiques, mais également leur hétérogénéité à petite échelle. Parallèlement chaque habitat pourra être décrit par une ou plusieurs stations (suivant sa surface, l'enjeu écologique associé, etc.).

Un 6^{ème} coup de benne sera réalisée. Cet échantillon de sédiment sera dédié à l'analyse granulométrique et à l'analyse de la teneur en matière organique.

Une sonde multiparamètres sera également déployée à chaque station afin de réaliser des profils verticaux des principales variables hydrologiques (température, salinité et concentration en oxygène) représentatifs de la période d'échantillonnage. Le paramétrage de la sonde permet l'enregistrement de ces paramètres à une fréquence de quelques secondes pendant son déploiement. Ainsi, pour chaque station de prélèvement, la mesure sera effectuée sur un profil descendant et un profil ascendant parcourant l'ensemble de la colonne d'eau (surface --> fond --> surface).

2.4.2 Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage est présenté sur la figure suivante. Il se compose de 132 stations réparties comme suit :

- dans la zone du parc : 23 stations uniformément réparties avec ses stations en miroir ;
- dans la zone d'extension : 21 stations uniformément réparties avec ses stations en miroir ;
- dans la zone d'étude rapprochée : 22 stations de référence, fonctionnant par paire pour décrire un gradient de distance vis-à-vis des limites géographiques des deux zones précédentes (1 et 3 km).

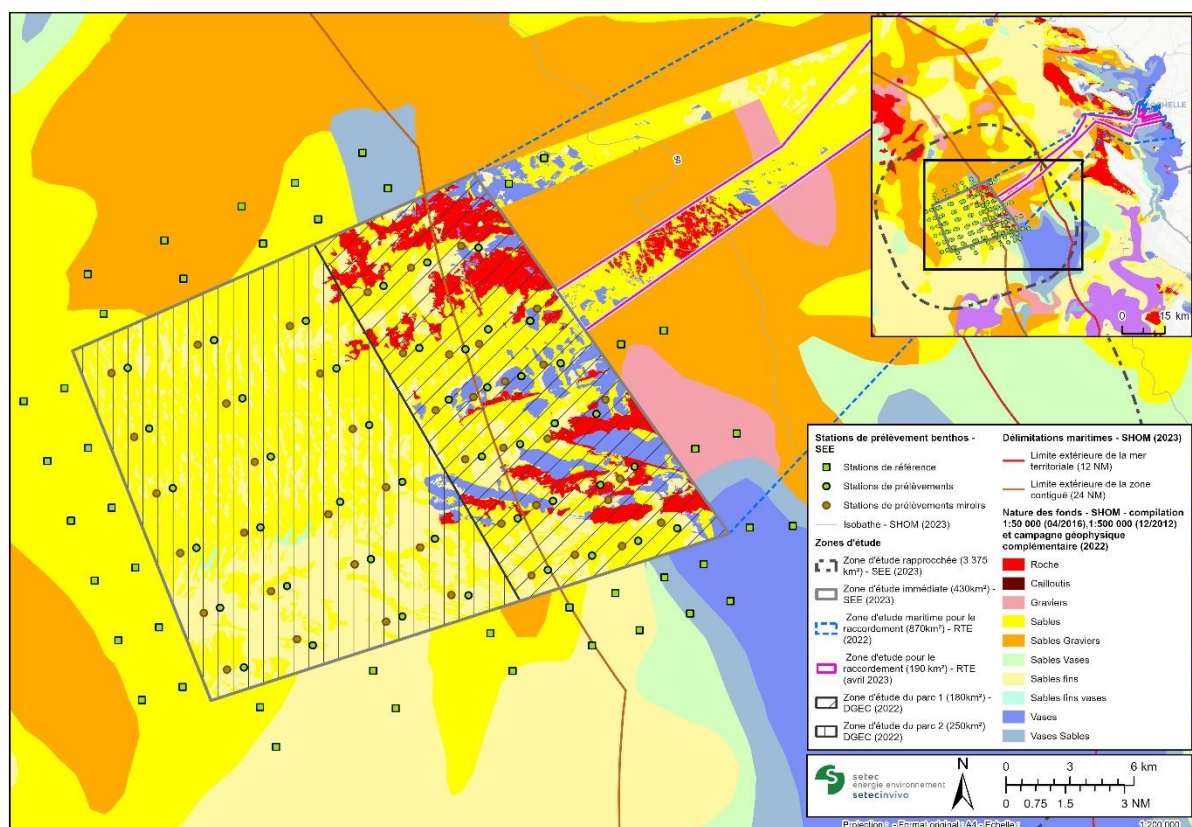


Figure 2 : Plan d'échantillonnage « suivi des habitats et peuplements benthiques – substrat meuble »

2.4.3 Prélèvements et mesures

La sonde multiparamètres sera placée sur un support et lestée afin d'assurer une verticalité des mesures. Elle sera ensuite mise à l'eau, descendue jusqu'à proximité du fond avant d'être remontée en surface.

Le contenu des bennes sera tamisé séparément à bord sur un tamis de 1 mm laissant passer les sédiments les plus fins. Le refus de tamis sera ensuite fixé à l'alcool. Les échantillons sont alors conditionnés avec un double étiquetage intérieur et extérieur.

Une fiche de prélèvement par station sera ainsi complétée et des photographies de chaque prélèvement (taxons et sédiments) seront prises.



Photo 2 : Utilisation de la benne Day lestée (type Van Veen) (source : setec énergie environnement, 2022)

2.4.4 Traitement des échantillons (granulométrie / faune)

Le protocole de prélèvement et traitement des échantillons est issu du document de référence de la DCE (Garcia et al., 2014) qui s'appuie lui-même sur les documents du REBENT (Grall and Hily, 2003) et de la norme NF en ISO 16665 (2014).

L'acquisition des données sédimentaires s'effectue grâce à un prélèvement dédié par station. Ces échantillons (~ 1 L) sont conservés dans des contenants en verre ambré. De retour à terre, une fraction de cet échantillon est prélevée pour effectuer les analyses granulométriques au laboratoire et le reste de l'échantillon est envoyé au laboratoire d'analyses pour les mesures de matière organique. Les échantillons bruts sont photographiés, rincés à l'eau douce et tamisés afin de séparer la fraction fine qui est mise à décanter pendant 24h, puis les deux grandes fractions sont mises à l'étuve pour séchage à 60°C pendant 48h. Les échantillons sont ensuite tamisés sur une colonne de tamis afin de les séparer en fractions plus précises (<63 µm, 63-125 µm, 125-250 µm, 250-500 µm, 500-1000 µm, 1-2 mm, 2-4 mm, >4mm). Pour finir, les fractions granulométriques obtenues sont pesées.

L'acquisition des données faunistiques de macrofaune benthique, quant à elle, s'effectue grâce à cinq prélèvements par station à la benne Day type Van Veen (e.g. 5 répliques de 0,1m²). Les échantillons récoltés sont directement tamisés sur le pont du bateau sur un tamis de maille 1mm. Les organismes vivants ainsi que le refus minéral de tamis sont récupérés et conservés dans de l'éthanol à 90° jusqu'à leur traitement. Au laboratoire, ces échantillons sont rincés à l'eau douce. Les organismes sont ensuite triés et récoltés par grands embranchements (Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Mollusca, ...) puis conservés dans de l'éthanol à 70°. L'identification des organismes est réalisée sous loupe binoculaire et/ou microscope jusqu'à l'espèce ou jusqu'au rang taxonomique le plus précis possible. La vérification de la validité de chaque nom d'espèce est effectuée sur le World Register of Marine Species ([WoRMS](#)) ou sur le référentiel taxonomique national des organismes de France métropolitaine et outre-mer ([TaxRef](#)). Les individus sont enfin dénombrés par espèce grâce aux têtes, partie postérieure ou disques centraux pour les échinodermes. Dans la mesure du possible, chaque taxon sera identifié jusqu'à l'espèce.

Toutefois, certains individus abîmés lors des différentes manipulations ou de trop petite taille ne pourront faire l'objet d'une telle précision. Conformément à la norme NF en ISO 16665 (2014), pour l'identification des organismes incrustants présents en très grand nombre, par exemple les balanes, ceux-ci pourront être sous-échantillonnés.



Photo 3 : Tri, identification et dénombrement au laboratoire des espèces récoltées (source : setec énergie environnement, 2022)

2.4.5 Analyses des données

L'exploitation des données sédimentaires consistera à attribuer chaque station à un faciès granulométrique d'après l'échelle de Wentworth et à calculer un certain nombre de paramètres (mode, médiane, fraction fine, ...) afin de caractériser le point de prélèvement.

Les taux de carbone organique total (COT), qui est un indicateur de la quantité de matière organique, sont mesurés pour chaque station.

L'exploitation des données benthiques visera à décrire la communauté benthique observée sur chacun des points de prélèvement. Cette analyse s'appuiera sur :

- La caractérisation de la structure spécifique de la communauté ;
- La caractérisation de la structure fonctionnelle de la communauté ;
- La caractérisation de l'état général de ces communautés et de leur sensibilité (espèces indicatrices) ;
- La description des habitats en présence ;
- La comparaison avec les données biologiques et bibliographiques disponibles sur les zones marines proches et les résultats des suivis précédents.

La diversité spécifique sera notamment décrite grâce aux abondances, aux densités et à la richesse spécifique des différents groupes zoologiques. À chaque station, la diversité alpha ou diversité locale, sera caractérisée grâce au calcul de différents indices de diversité (Shannon-Weaver, équitabilité de Pielou, Simpson).

La diversité fonctionnelle sera décrite en utilisant les traits fonctionnels des espèces en présence à partir desquels des indices de diversité fonctionnelle (richesse, régularité, divergence, entropie quadratique de Rao) ainsi que les valeurs moyennes des traits pondérés (CWM) peuvent être calculés.

Les structures spatiales spécifiques et fonctionnelles (analyse des similarités) seront produites par Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), complétées d'une analyse Multidimensionnelle non-métrique (nMDS). L'analyse des données quantitatives (continues ou discrètes) seront analysées au travers des corrélations entre les variables de pression exprimées et les stations (test ACP).

Les analyses statistiques seront produites au travers de tests non-paramétriques et paramétriques pour décrire les structures observées et les assemblages (Kruskal-Wallis, Mann-Witney, Khi2, ANOVA, etc.).

La caractérisation de l'état général et la sensibilité de la communauté sera basé sur une analyse et une reconnaissance des groupes écologiques ainsi que sur le calcul d'indices basés sur ces groupes (AMBI, M-AMBI).

Les résultats seront illustrés sous forme de graphes et de planches cartographiques.

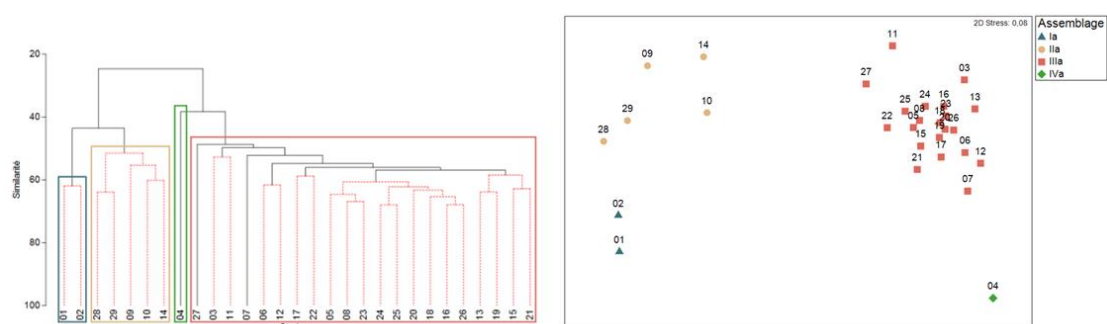


Figure 3 : Illustration de graphes représentant le résultat d'analyses statistiques pouvant être réalisées

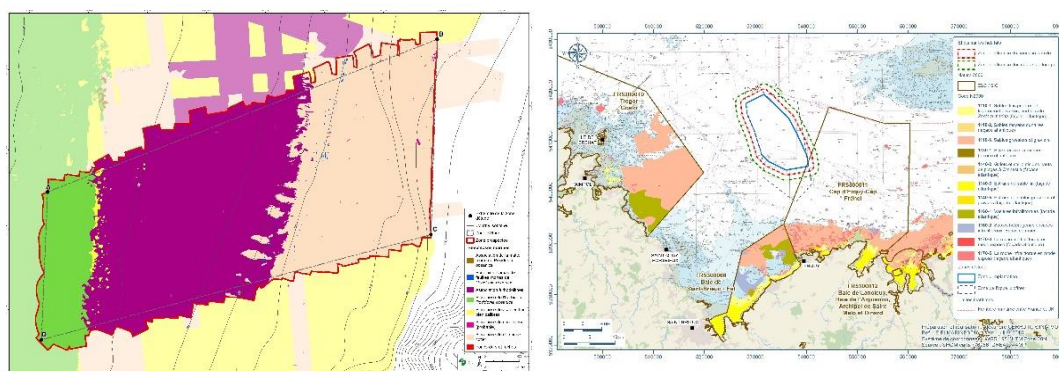


Figure 4 : Exemples de rendu cartographique pouvant être produit

La description des habitats sera réalisée selon la typologie nationale des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique NatHab (Michez et al., 2019) et en s'appuyant sur les fiches descriptives de ces habitats (La Riviere et al., 2022). La correspondance avec la typologie Eunis 2022 sera également indiquée à l'aide du référentiel en ligne HABREF V7 et du guide méthodologique associé (Gaudillat et al., 2023).

2.5 SUBSTRATS ROCHEUX

2.5.1 Matériel

Les substrats rocheux seront investigués à l'aide de moyens vidéos de type ROV. Ce type de moyen d'investigation permet :

- une acquisition de données sécurisée (au vu des profondeurs, courant et/ou turbidité) ;
- une optimisation des missions (nb de station et surface échantillonnées sur une journée) ;
- un retour sur les données (réanalyse des vidéos).

Le navire support, le Minibex dispose d'un poste de contrôle dédiée aux opérations ROV. Celle-ci permet de visualiser en direct le retour surface des vidéos et de contrôler la trajectoire et la vitesse du ROV. De plus, un poste informatique dédié permet la saisie de notes pendant l'acquisition tout en intégrant les métadonnées de la plongée du ROV (date, heure, cap, profondeur, coordonnées GPS...).



Photo 4 : Poste de contrôle ROV du MINIBEX (source : setec énergie environnement, 2022)

Le ROV utilisé sera de type SUPER ACHILLE. Ce dernier dispose d'une caméra orientable dédiée à la navigation. A ceci s'ajouteront une caméra HD permettant de réaliser les transects vidéo et un module Hydro300 permettant de réaliser la photogrammétrie.

Transects vidéo :

La caméra HD (1440 x 1080 pi) fixe est équipée d'un zoom avec mise au point et permet également de réaliser des prises de vues pendant l'acquisition vidéo. Le dispositif est complété d'un système d'éclairage de 12 000 Lumens dont la puissance peut être réglée en cours de plongée. Un dispositif de 2 pointeurs laser parallèles permettra d'établir une échelle de mesure.

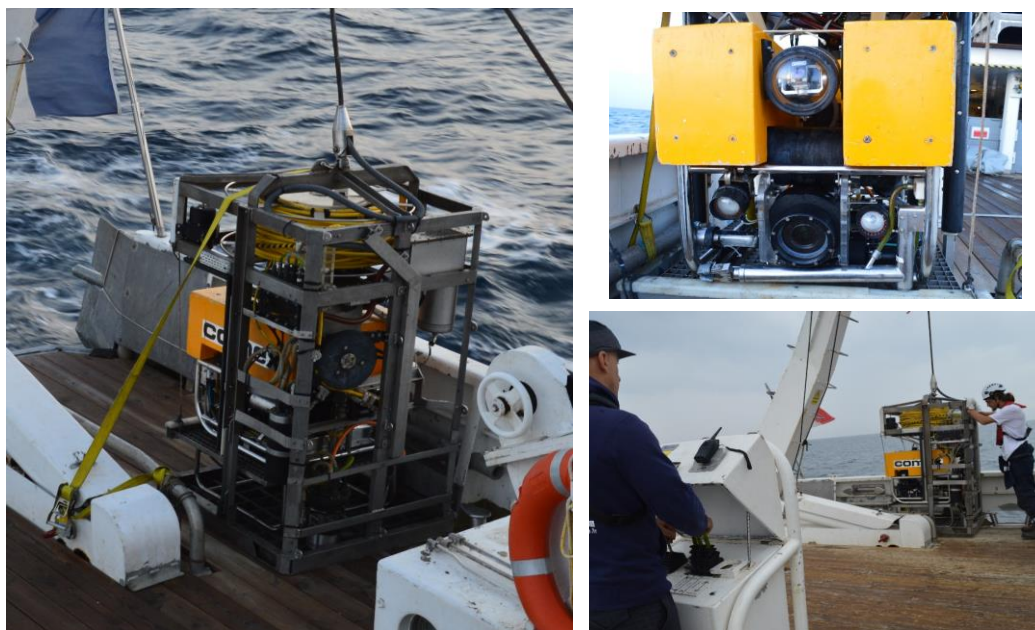


Photo 5 : Vue du ROV Super Achille (source : setec énergie environnement, 2022)

En cas de mauvaise visibilité, la caméra HD pourra être remplacée par une caméra de type Orphie I2S (1080p / 20 fps) assurant une meilleure qualité d'image grâce à un algorithme de traitement de l'image.

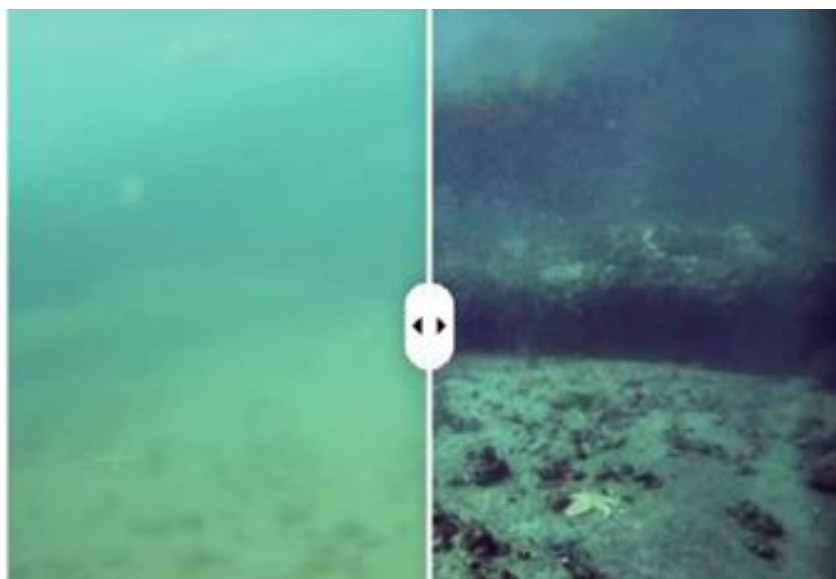


Photo 6 : Amélioration d'image par la caméra Orphie I2S

Les vidéos seront acquises de manière à filmer le fond sur une largeur comprise entre 0.5 et 1 m, ce qui représente un bon compromis pour identifier et estimer l'abondance des organismes. Le long du parcours, des photos seront prises en cas d'intérêt particulier (rencontre nouvel habitat, topographie particulière, changement important de densité des organismes...). Ces données permettront de disposer d'une vue d'ensemble des communautés benthiques des substrats durs présentes dans la zone investiguée.

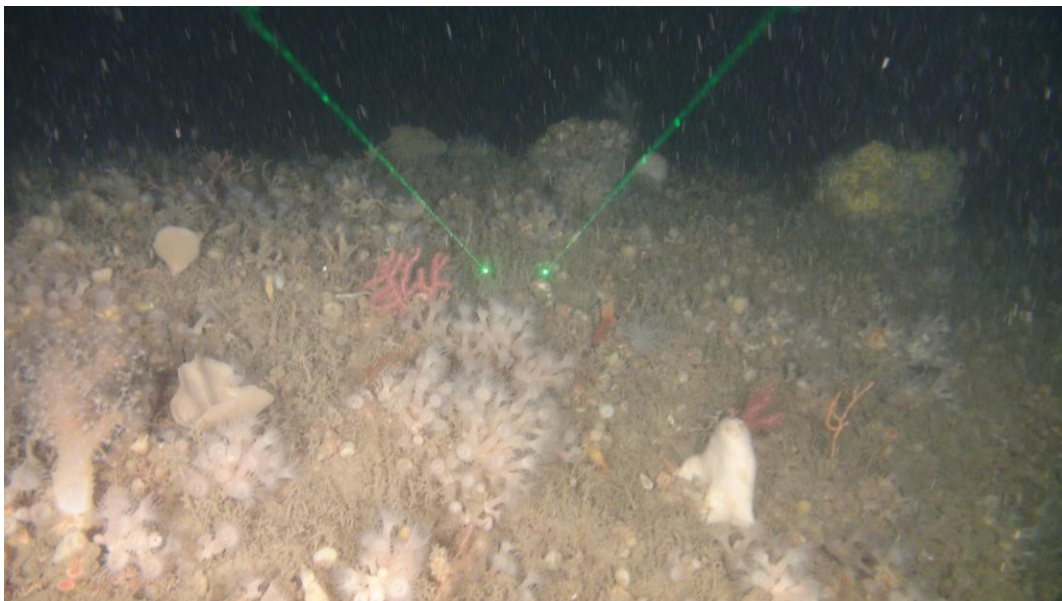


Photo 7 : Capture d'écran extraite d'une séquence vidéo (source : setec énergie environnement, 2022)

Photogrammétrie :

Cette technique permet de reconstituer un modèle 3D à l'échelle à partir d'une multitude d'images. Le système Hydro 300 intégré au ROV présente de nombreux avantages dont :

- La reconstitution d'un modèle simplifié lors de l'acquisition permettant de s'assurer de la complétude de l'échantillonnage et limite les temps de post-traitements ;
- Une précision infra-millimétrique et un rendu photo-réaliste ;
- Une qualité de rendu 3 fois supérieure par rapport aux technologies employant la vidéo.



Figure 5 : Photogrammétrie : système Hydro300 et exemple de modèle 3D (source : setec énergie environnement, 2023)

2.5.2 Plan d'échantillonnage

L'objectif de cette campagne sera de recenser les différents habitats rocheux et espèces au sein de la zone d'implantation du parc en s'appuyant sur les données qualitative et semi quantitative (transects vidéo) et quantitatives (photogrammétrie). Ceci permettra de vérifier la présence d'habitats et/ou espèces présentant des enjeux particuliers vis-à-vis du projet. Le choix des stations d'échantillonnage s'appuie sur une approche BACI (Before, After, Control, Impact) nécessitant des stations positionnées à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre du parc.

L'objectif premier étant de caractériser les communautés benthiques des fonds rocheux de la zone d'étude, les transects ont été définis afin de :

- Couvrir l'ensemble de la zone avec des transects ;
- Caractériser la diversité des communautés en étudiant aussi des biotopes particuliers tels que des fonds rocheux en limite sédimentaire (sable, graviers ou vase) ainsi que les reliefs particuliers (failles, tombants...). En effet, ces zones peuvent être propice à l'installation de communauté spécifiques ;
- Caractériser les communautés sur les fonds rocheux extérieurs au parc, ceci afin de vérifier qu'ils sont comparables à ceux situés à l'intérieur. L'objectif est ici de valider la pertinence d'un suivi ultérieur sur ces stations représentant des stations de référence et, pour certaines, un gradient d'éloignement.

Ainsi, la description des communautés des fonds rocheux (en privilégiant la roche non recouverte par le sédiment) s'appuiera sur 26 transects vidéo de 300 m à 400 m de longueur. Cet effort échantillonnage a été défini sur la base de l'expérience acquise sur le projet AO5. Il est dimensionné pour assurer une bonne couverture de la zone d'étude et une bonne représentation des biocénoses présentes.

Ainsi, les 26 transects sont répartis de la manière suivante :

- 16 transects (dont 13 dans le parc 1 et 3 dans le parc 2) répartis dans les différents secteurs rocheux du parc ;
- 10 transects à l'extérieur du parc qui serviront de référence. Certains transects sont positionnés dans de manière à disposer d'un gradient d'éloignement vis-à-vis du parc. De plus, l'orientation des transects permettra également de définir 2 stations d'échantillonnage quantitatif éloigné de 400m (longueur des transect) au maximum.

Pour chaque transect, 2 stations présentant des caractéristiques homogènes (roche mère à faible relief) seront définies. Sur chacune de ces stations, 5 ortho-quadrats (50cm x 50cm) au minimum seront reconstitués par photogrammétrie afin de décrire quantitativement les communautés. L'échantillonnage de 2 stations par transect permettra :

- d'assurer la continuité du suivi en cas d'implantation de structure sur l'une ou l'autre des stations ;
- de représenter un gradient d'éloignement vis-à-vis du parc et/ou des structures (au sein du parc).

En cas d'observation d'habitats particuliers lors de la première campagne, des reconstitutions photogrammétriques à large échelles (plusieurs dizaines de m²) pourront être réalisées sur les campagnes suivantes afin de les documenter (Biotope et biocénose associée).

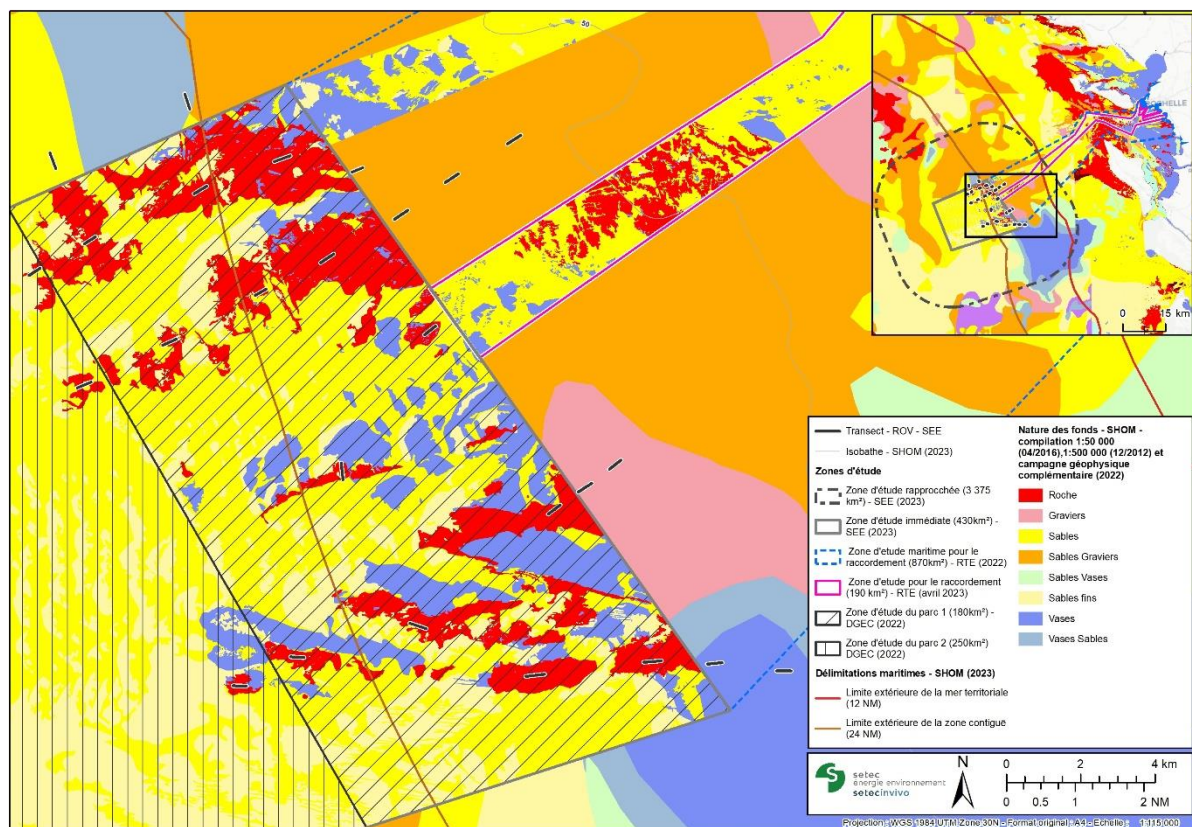


Figure 6 : Localisation des 26 transects prospectés par ROV (vidéo) pour l'état initial du parc

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des campagnes prévues sur substrats rocheux au sein du parc :

Tableau 1 : Synthèse des campagnes ROV sur substrats rocheux pour le parc

Objectif	Campagne	Transects	Nombre de transects	Moyens techniques	Type d'analyses
Caractérisation des communautés	4 campagnes (2 fin d'été et 2 fin d'hiver)	T01 à T26	26	Caméra HD et pointeurs lasers	Localisation des habitats ; Inventaire semi-quantitatif des espèces
Suivi des communautés	4 campagnes (2 fin d'été et 2 fin d'hiver)	T01 à T26 (2 stations par transect x 5 répliques par station)	26	Photogrammétrie Hydro-300	Abondance des organismes sur photo-quadrats reconstitués par photogrammétrie

2.5.3 Analyses des données

Transects vidéo :

Le traitement des données sera réalisé en 2 séquences. Pendant la mission, la présence des habitats et espèces identifiés sera saisie en direct sur une base de données avec intégration des coordonnées géographiques du ROV (USBL). En post traitement, un visionnage des vidéos permettra de compléter les résultats afin de décrire la nature du substrat, la géomorphologie, de réaliser un inventaire semi quantitatif des espèces et de caractériser les habitats.



Photo 8 : Vue des écrans de contrôle à bord du navire de survey (source : setec énergie environnement, 2022)

En cas de survol de zone sédimentaire, les espèces épibenthiques et bioturbatrices visibles (Pagures, Cerianthidae, Pennatulacea, Spirographe, poissons...) rencontrées seront également inventoriées. A noter que les espèces bioturbatrices étudiées dans le cadre du compartiment halieutique font l'objet d'un protocole spécifique (cf. protocole relatif au compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés » - Espèces bioturbatrices). De plus, un protocole spécifique dédié à l'étude de la faune épibenthique des substrats meubles par vidéo (cf. paragraphe 2.6) permettra également d'approfondir l'étude des peuplements benthiques des substrats meubles. Ces compléments apporteront des éléments sur certaines espèces aux distributions diffuses ou présentes sur des zones de transitions roche-sédiment où à faible épaisseur sédimentaire difficiles à échantillonner à l'aide des méthodes conventionnelles (prélèvement à la benne).



Photo 9 : Observations d'espèces bioturbatrices et épibenthiques sur substrat meuble (source : setec énergie environnement, 2022)

Les organismes de la mégafaune benthique seront identifiés au niveau taxonomique le plus précis possible (basée sur le référentiel WoRMS avec indication de l'aphialD) mais l'identification des individus de petite taille <5cm sera très probablement limitée (López-Garrido et al., 2020). Les organismes dont la faune semi vagile (échinodermes, décapodes...) et les substrats observés seront classés selon la typologie CATAMI (Althaus et al., 2015) adaptée aux caractérisations à partir de vidéos. Cette typologie assure une comparaison robuste des données (limitation du biais observateur sur la durée d'exploitation du parc, incertitude sur certaines observations) tout en garantissant un niveau de description des communautés suffisant pour mettre en évidence des différences (Taormina et al., 2020).

Concernant la description des habitats rocheux, celle-ci sera réalisée selon la typologie nationale des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique NatHab (Michez et al., 2019) et en s'appuyant sur les fiches descriptives de ces habitats (La Riviere et al., 2022). La correspondance avec la typologie Eunis 2022 sera également indiquée à l'aide du référentiel en ligne HABREF V7 et du guide méthodologique associé (Gaudillat et al., 2023). Le code habitat unique CD-HAB sera également renseigné afin de garantir la pérennité des données. Les macrodéchets feront également l'objet d'un inventaire.

Classification

- ➊ D1 - Roches ou blocs du circalittoral du large
 - ➋ D1-4 - Faune des tombants circalittoraux du large
 - D1-4.1 - Tombants circalittoraux du large à *Alcyonium digitatum* et faune encroûtante
 - D1-4.2 - Tombants circalittoraux du large avec *Ophiothrix fragilis*
 - D1-4.3 - Tombants circalittoraux du large avec *Parazoanthus axinellae* et *Alcyonium coralloides*
 - D1-4.4 - Parois verticales circalittorales du large à spongiaires et anémones

Photogrammétrie :

Le résultat de la reconstitution photogrammétrique permettra d'extraire des surfaces de 0,25 m² à partir des orthomosaïques. Ces extractions seront ensuite analysées à l'aide de logiciels spécifiques tels que PhotoQuad (Trygonis and Sini, 2012) ou CPCe (Coral Point Count estimation) (Kohler and Gill, 2006). Ces logiciels permettront de quantifier les pourcentages de recouvrement des taxons en identifiant les espèces sur une grille de points distribués sur une surface de 0,25 m² (projection aléatoire stratifiée de 196 points).

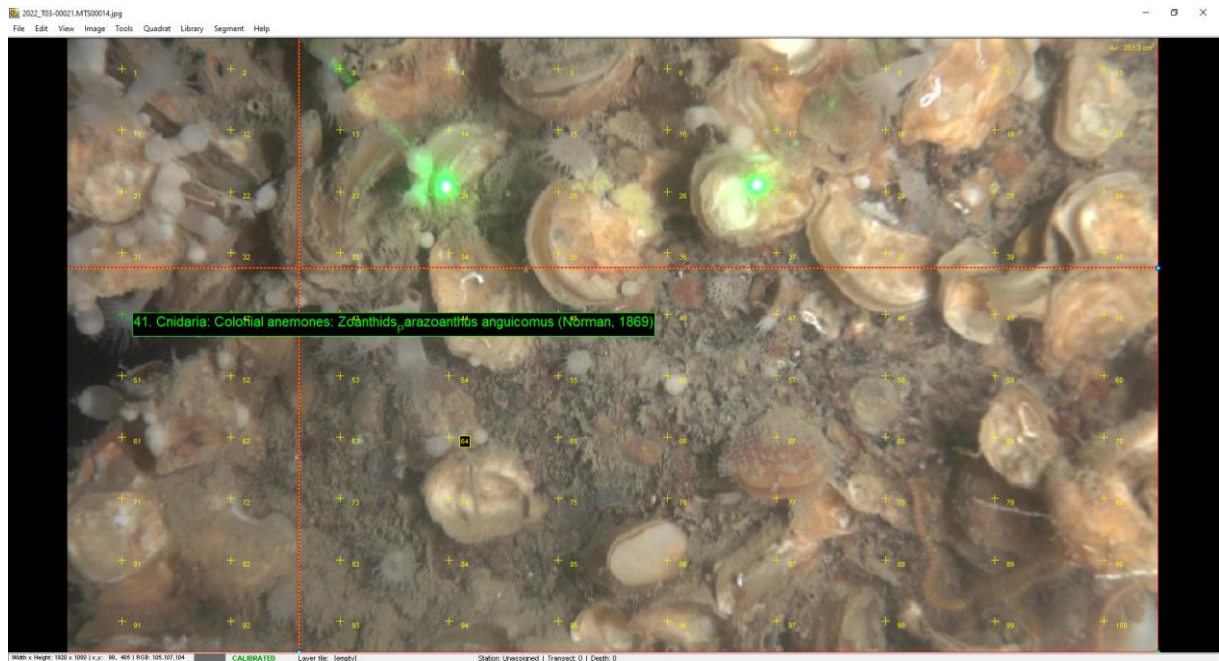


Figure 7 : Exemple de grille de points stratifiées (0.4 points/cm²) sur une surface de 250cm² sous photoQuad

Les organismes de la mégafaune benthique seront identifiés au niveau taxonomique le plus précis possible mais l'identification des individus de petite taille <5cm sera très probablement limitée (López-Garrido et al., 2020). Les organismes dont la faune semi vagile (échinodermes, décapodes...) seront identifiés au niveau taxonomique le plus précis possible et classés selon la typologie CATAMI (Althaus et al., 2015).

2.5.4 Traitements

Transects vidéo

Les données acquises par analyse des transects vidéo permettront de :

- Réaliser un inventaire semi-quantitatif des espèces (classification CATAMI à minima) ;
- Inventorier et cartographier les habitats selon la typologie nationale Nathab (avec correspondance EUNIS 2022) ;
- Cartographier la localisation d'espèces à enjeux particulier (coraux, pennatules...) ;
- Quantifier la représentation des habitats pour chaque transect.

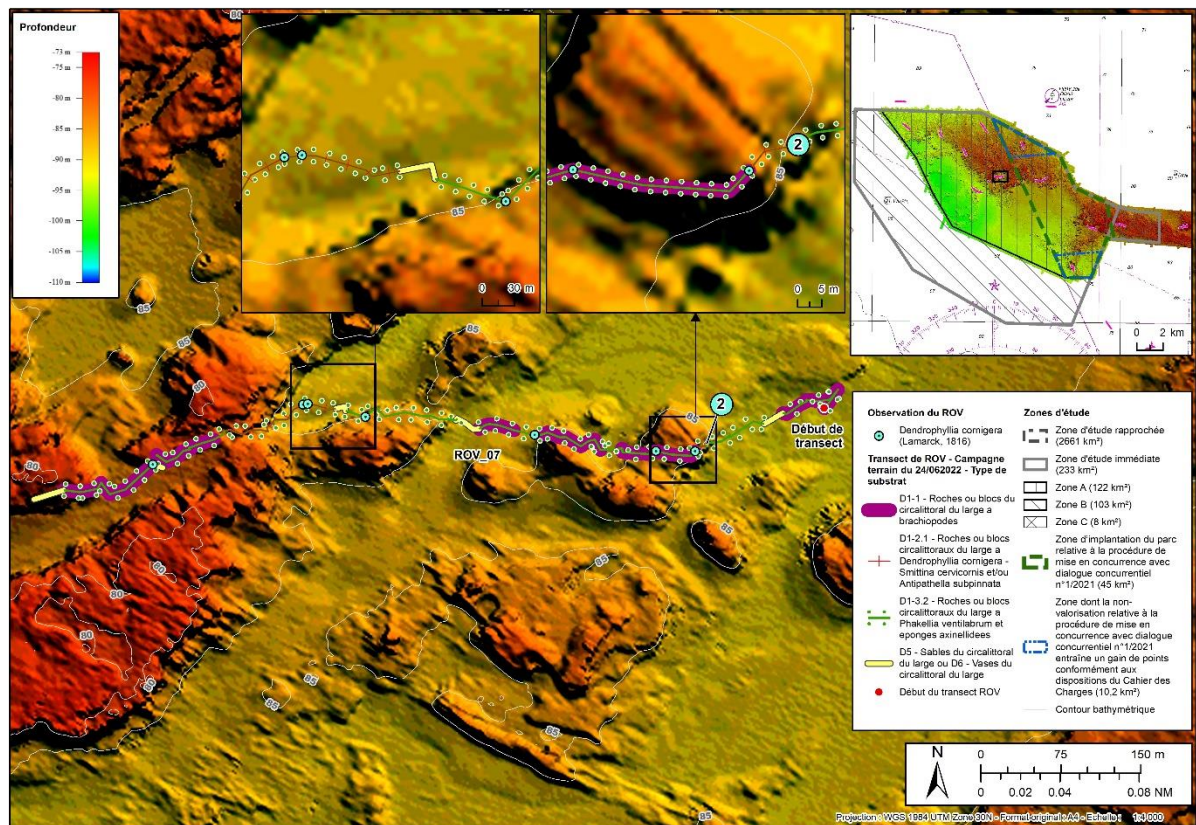


Figure 8 : Exemple de localisation des habitats et espèces à enjeux sur un transect vidéo

Ces résultats pourront être croisés avec les listes d'espèces et habitats déterminants définis par le CSRPN local.

Photogrammètrie :

Les données obtenues par analyses des orthoquadrats reconstitués par photogrammètrie permettront d'étudier :

- La richesse spécifique ;
- L'abondance et la densité (nombre d'individus par unité de surface) ;
- La dominance et les fréquences d'occurrence des espèces au sein des stations ;
- La classification taxonomique des espèces.

Les structures spatiales (analyse des similarités) seront analysées en utilisant différentes méthodes telles que la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), complétée d'une analyse Multidimensionnelle non-métrique (nMDS).

Les analyses statistiques pourront être réalisées au travers de tests non-paramétriques et paramétriques pour caractériser les évolutions au sein des assemblages (Kruskal-Wallis, Mann-Witney, Khi2, ANOVA, etc.).

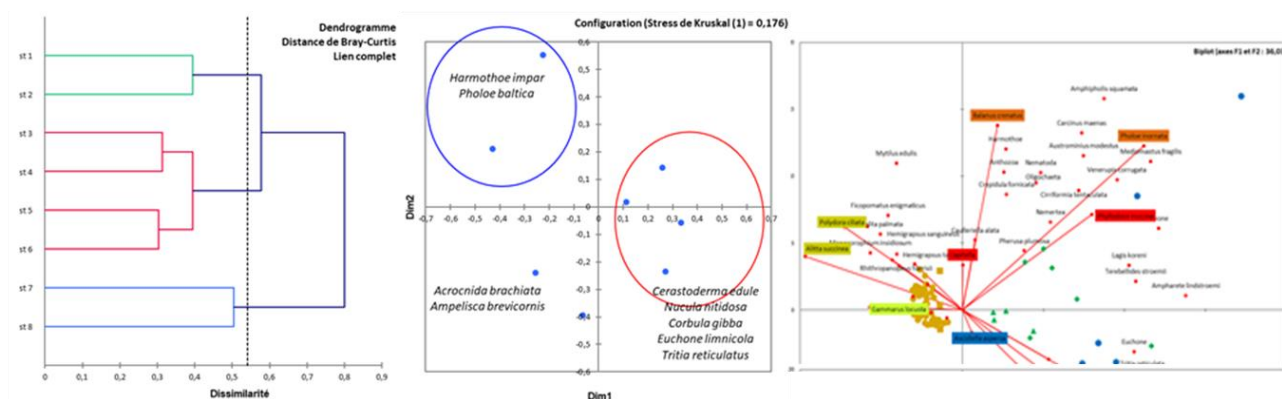


Figure 9 : Illustration d'analyses statistiques pouvant être conduites

2.6 FAUNE ÉPIBENTHIQUE DES SUBSTRATS MEUBLES

2.6.1 Matériel

L'étude de la faune épibenthique des fonds meubles sera réalisé à l'aide des mêmes moyens matériels que ceux utilisés pour la réalisation des transect vidéo sur les substrats rocheux (cf. paragraphe 2.5.1) à savoir un ROV super Achille équipée d'une caméra HD et de pointeurs laser.

2.6.2 Plan d'échantillonnage

L'objectif de cette campagne sera de recenser les habitats et espèces au sein de la zone d'implantation du parc en s'appuyant sur les données qualitatives et semi quantitatives (transects vidéo). Ceci permettra de vérifier la présence d'habitats et/ou espèces présentant des enjeux particuliers vis-à-vis du projet. Le choix des stations d'échantillonnage s'appuie sur une approche BACI (Before, After, Control, Impact) nécessitant des stations positionnées à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre du parc. Le plan d'échantillonnage vise à couvrir l'ensemble de la zone (parc 1, parc 2 et périphérie) afin de collecter des données sur les espèces macrobenthiques présentes de manière diffuse sur les fonds sédimentaires et, de fait, sous échantillonnées via les méthodes conventionnelles (prélèvement à la benne). Pour cela, 29 transects de 100 à 200m seront réalisés lors de 4 campagnes (2 en fin d'été et 2 en fin d'hiver).

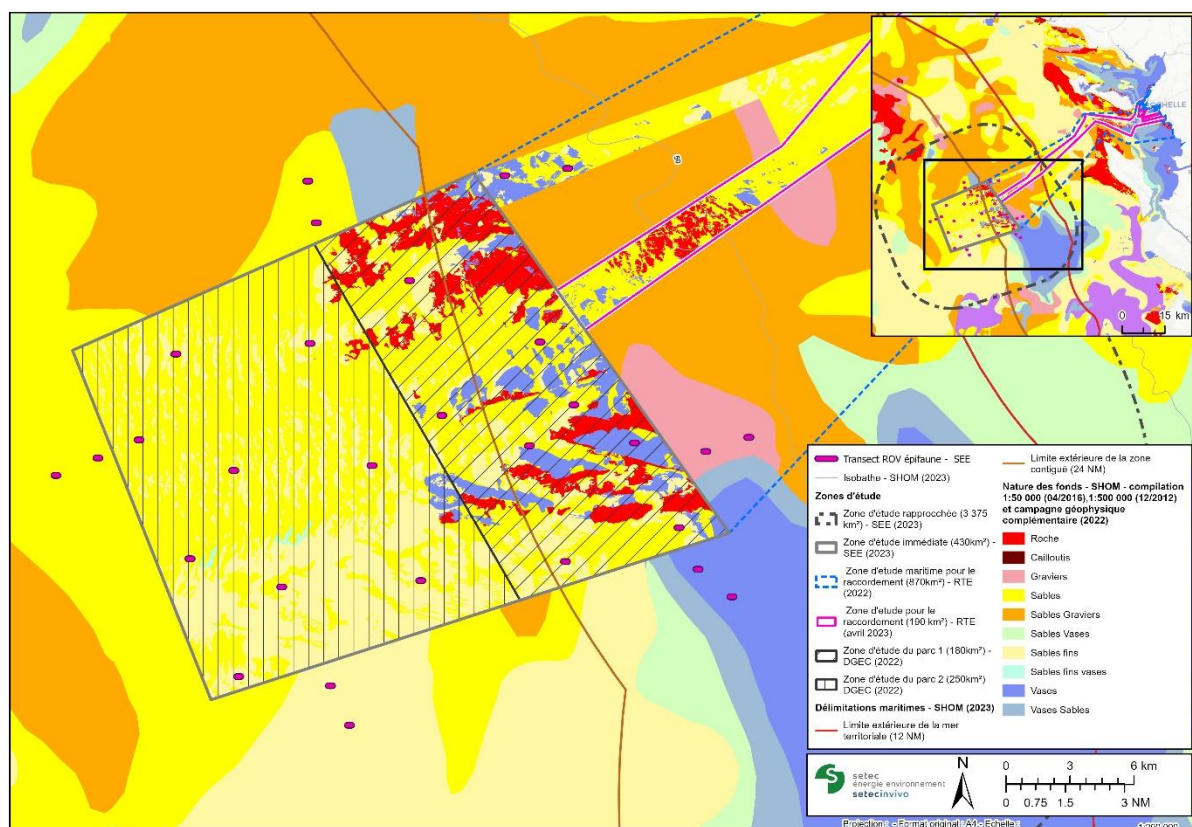


Figure 10 : Localisation des 29 transects épifaune des substrats meubles prospectés par ROV (vidéo) pour l'état initial du parc

Tableau 2 : Synthèse des campagnes ROV sur substrats meubles pour le parc

Objectif	Campagne	Transects	Nombre de transects	Moyens techniques	Type d'analyses
Etude de la faune épibenthique des substrats meubles	4 campagnes (2 fin d'été et 2 fin d'hiver)	TSM01 à TSM29	26	Caméra HD et pointeurs lasers	Localisation des habitats ; Inventaire semi-quantitatif des espèces macro épibenthique

2.6.3 Analyses des données

L'analyse des vidéos sera réalisé en 2 temps avec un premier inventaire réalisé en mer pendant l'acquisition puis un inventaire à terre plus détaillé réalisé par visionnage des vidéos. L'analyse des vidéos permettra de décrire la nature du substrat, la géomorphologie, de réaliser un inventaire semi quantitatif des espèces et de caractériser les habitats. Les informations obtenues seront géolocalisées.

Les organismes de la mégafaune benthique seront identifiés au niveau taxonomique le plus précis possible (basée sur le référentiel WoRMS avec indication de l'aphialD) mais l'identification des individus de petite taille <5cm sera très probablement limitée (López-Garrido et al., 2020). Les organismes dont la faune semi vagile (échinodermes, décapodes...) et les substrats observés seront classés selon la typologie CATAMI (Althaus et al., 2015) adaptée aux caractérisations à partir de vidéos. Cette typologie assure une

comparaison robuste des données (limitation du biais observateur sur la durée d'exploitation du parc, incertitude sur certaines observations) tout en garantissant un niveau de description des communautés suffisant pour mettre en évidence des différences (Taormina et al., 2020).

Concernant la description des habitats rocheux, celle-ci sera réalisée selon la typologie nationale des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique NatHab (Michez et al., 2019) et en s'appuyant sur les fiches descriptives de ces habitats (La Riviere et al., 2022). La correspondance avec la typologie Eunis 2022 sera également indiquée à l'aide du référentiel en ligne HABREF V7 et du guide méthodologique associé (Gaudillat et al., 2023). Le code habitat unique CD-HAB sera également renseigné afin de garantir la pérennité des données. Les macrodéchets feront également l'objet d'un inventaire.

2.6.4 Traitements

Les données acquises par analyse des transects vidéo permettront de :

- Réaliser un inventaire semi-quantitatif des espèces (classification CATAMI à minima) ;
- Inventorier et cartographier les habitats selon la typologie nationale Nathab (avec correspondance EUNIS 2022) ;
- Cartographier la localisation d'espèces à enjeux particulier (pennatules...) ;
- Quantifier la représentation des habitats pour chaque transect.

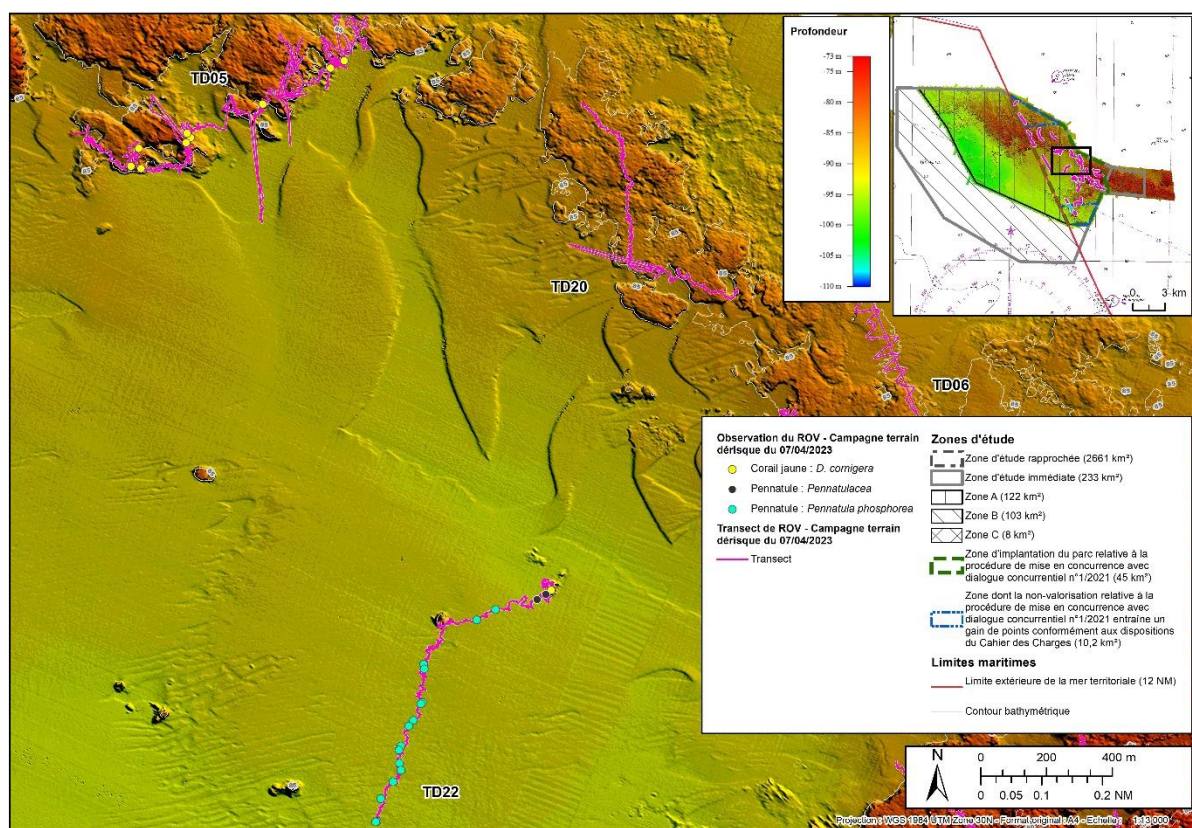


Figure 11 : Exemple de localisation d'espèces à enjeux sur des transects vidéo

3. REFERENCES

- Althaus, F., Hill, N., Ferrari, R., Edwards, L., Przeslawski, R., Schönberg, C.H., Stuart-Smith, R., Barrett, N., Edgar, G., Colquhoun, J., 2015. A standardised vocabulary for identifying benthic biota and substrata from underwater imagery: the CATAMI classification scheme. *PloS One* 10, e0141039. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141039>
- Garcia, A., Desroy, N., Le Mao, P., Miossec, L., 2014. Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidiaux et intertidaux dans le cadre de la DCE - Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF. MNHN - Ifremer, France.
- Gaudillat, V., Andres, S., Decherf, B., La Rivière, M., Vallez, E., 2023. HabRef v7. 0, référentiel des typologies d'habitats et de végétation pour la France. Guide méthodologique (PhD Thesis). PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD), Paris.
- Grall, J., Hily, C., 2003. Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales des fonds meubles (Fiche technique Rebut No. FT01-2003– 01). France.
- La Rivière, M., Delavenne, J., Janson, A.-L., Andres, S., de Bettignies, T., Blanchet, H., Decaris, F.-X., Derrien, R., Derrien-Courtel, S., Grall, J., Houbin, C., Latry, L., Le Gal, A., Lutrand, A., Menot, L., Percevault, L., Tauran, A., Thiébaud, É., 2022. Fiches descriptives des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique. PatriNat (OFB-CNRS-MNHN).
- López-Garrido, P.H., Barry, J.P., González-Gordillo, J.I., Escobar-Briones, E., 2020. ROV's video recordings as a tool to estimate variation in megabenthic epifauna diversity and community composition in the Guaymas Basin. *Front. Mar. Sci.* 7, 154. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00154>
- Michez, N., Thiébaud, É., Dubois, S.F., Le Gall, L., Dauvin, J.-C., Andersen, A., Baffreau, A., Bajjouk, T., Blanchet, H., de Bettignies, T., De Casamajor, M.-N., Derrien-Courtel, S., Houbin, C., Janson, A.-L., La Rivière, M., Lévêque, L., Menot, L., Sauriau, P.-G., Simon, N., Viard, F., 2019. Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique - version 3. Rapport PatriNat , dir. UMS PatriNat AFB-CNRS-MNHN.
- Norme NF en ISO 16665, 2014. Qualité de l'eau - Lignes directrices pour l'échantillonnage et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles. France.
- Recommandations pour le contrôle de surveillance Directive Cadre Eau (DCE) - Fiche 10 - Invertébrés, Substrats meubles, 2005. . Ifremer.
- Taormina, B., Marzloff, M.P., Desroy, N., Caisey, X., Dugornay, O., Metral Thiesse, E., Tancray, A., Carlier, A., 2020. Optimizing image-based protocol to monitor macroepibenthic communities colonizing artificial structures. *ICES Journal of Marine Science* 77, 835–845. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz249>
- Vasset, N., Dauvin, J.-C., 2012. Guide pour l'étude du macrobenthos de l'estuaire de la Seine - Stratégie d'observation à long terme. GIP Seine-Aval.