

REVISIONS

Version	Date	Description	Auteurs	Relecteur
1.0	29/06/2023	Première édition	G. ALLAIN Y. PATRY	S. MARMIN
2.0	26/07/2023	Prise en compte des remarques des AMOs, du CS et de l'Ifremerr	G. ALLAIN	P. BORNENS
3.0	07/02/2024	Mise à jour du document	G. ALLAIN	Y. PATRY

COORDONNEES

Siège social	Directrice 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 Directrice de projet ZA La Grande Halte 29940 LA FORET FOUESNANT France Tél +33 (0)2 98 51 47 73 Mob. +33 (0)7 89 82 83 25 stella.marmin@setec.com

Table des matières

1. Objectif	5
1.1 Principe	5
1.2 Stratégie d'échantillonnage envisagée	5
1.3 Périodes et fréquences d'acquisition	6
1.4 Plans d'échantillonnage	7
1.4.1 Ichtyoplancton	7
1.4.2 Chalut de fond	9
1.4.3 Casiers à crustacés	10
1.4.4 Espèces pélagiques	10
2. Moyens nautiques	12
3. Moyens matériels	13
3.1 Ichtyoplancton	13
3.1.1 Engins	13
3.1.2 Déroulement d'une campagne	13
3.1.3 Métadonnées	14
3.1.4 Analyses taxonomiques	14
3.2 Chalut de fond	15
3.2.1 Engins	15
3.2.2 Déroulement d'une campagne	15
3.2.3 Métadonnées	15
3.2.4 Paramètres hydrologiques	16
3.2.5 Traitement des captures	16
3.2.6 Traitement des données	16
3.3 Casiers à crustacés	17
3.3.1 Engins	17
3.3.2 Déroulement d'une campagne	17
3.3.3 Métadonnées	17
3.3.4 Paramètres hydrologiques	18
3.3.5 Traitement des captures	18
3.3.6 Traitement des données	19
3.4 Espèces pélagiques	19
3.4.1 Engins	19
3.4.2 Déroulement d'une campagne	20
3.4.3 Paramètres hydrologiques	21
3.4.4 Traitement des données	21

Liste des figures

Figure 1 : Représentation des périodes pouvant être ciblées pour l'échantillonnage de l'ensemble des poissons, mollusques et crustacés. Les périodes cibles seront définies par une période de quelques semaines considérées comme propice à l'acquisition des données.....	6
Figure 2 : Localisation des stations d'échantillonnage « Ichtyoplancton ». 4 stations sont localisées dans le périmètre proche, 4 stations sont positionnées à l'extérieur. Le plan d'échantillonnage « Ichtyoplancton » est identique à celui appliqué pour le suivi de la « qualité de l'eau » et du « phyto/zooplancton » afin de permettre une interprétation intégrative des données collectées.....	8
Figure 3 : Localisation des 34 stations d'échantillonnage « Chalut de fond ».....	9
Figure 5 : Localisation des stations d'échantillonnage « Casiers à grands crustacés ». Pour chaque station, les engins de pêche seront relevés durant 3 jours consécutifs.	10
Figure 6 : Stratégie d'échantillonnage appliquée pour le suivi des espèces pélagiques	11
Figure 7 : A) Double filet Bongo auquel un dépresseur est ajouté pour créer une portance négative supplémentaire. Un débitmètre est positionné dans l'embouchure d'un des deux filets pour mesurer le volume effectivement filtré par l'engin. B) Fixation d'une sonde (T°C, S‰, Profondeur) sur le cadre métallique pour restituer objectivement la trajectoire effectuée par l'engin au sein de la masse d'eau. C) Filet bongo déployé (source : SEE).....	13
Figure 8 : Illustration d'un chalut de fond à panneau, caractéristiques et gréements (https://nourdem.ifremer.fr/).	15
Figure 10 : Illustration du matériel de pêche « casiers à crustacés ». Des casiers de type hémicylindrique sont montés en filière.	17
Figure 11 : Représentation graphique des règles de mensuration selon l'espèce considérée (extrait de Dorel D. et al. 2000).	18
Figure 12 : Illustration du matériel qui sera déployé (2 transducteurs 38 et 200 kHz) et de son intégration sur le navire MINIBEX.	20

1. OBJECTIF

L'objectif des acquisitions de données liées au compartiment « Poissons, Mollusques et Crustacés » est de caractériser qualitativement et quantitativement ce compartiment et sa variabilité dans le temps. Il s'agira de caractériser la présence d'espèces (commerciales et non commerciales), la diversité spécifique, la structure des peuplements, l'abondance, leur utilisation des habitats, la fonctionnalité de la zone et l'état de conservation des espèces recensées.

Les campagnes d'échantillonnage seront dédiées à récolter les données suivantes :

- Connaissances sur les peuplements ichtyologiques (structures des peuplements, diversité, évolution saisonnière) ;
- Répartition et abondance apparente des poissons, mollusques et crustacés ;
- Indices d'abondance par groupe de taille des principales espèces recensées ;
- Caractérisation des fonctions apportées par l'habitat envers les espèces (nourriceries, site de reproduction, aire d'alimentation) ;
- Données hydrologiques (température, salinité et oxygène dissous).

L'objectif est également de valoriser l'état initial dans l'état de référence. Ainsi, en plus des stations de référence, des stations témoins sont positionnées à l'extérieur de la zone d'étude immédiate (en dehors de la zone d'influence présumée du projet) dans les plans d'échantillonnage proposés ci-après.

Les protocoles proposés sont construits autant que possible en suivant une approche de type BAG (Before after Gradient) et par défaut (*i.e.* filet bongo pour l'ichtyoplancton) en appliquant le principe BACI (Before After Gradient Impact).

C'est-à-dire que dans le premier cas, les stations d'échantillonnage sont situées à distance graduelle du lieu d'implantation des turbines. Cette approche permet d'éliminer entièrement le besoin d'identifier des stations de contrôle appropriées. Cela permet d'éviter de concentrer l'effort d'échantillonnage sur un lieu de contrôle qui ne serait pas vraiment représentatif de l'emplacement des stations de suivi. L'effort d'acquisition est alors concentré sur l'échantillonnage d'un gradient spatial.

Dans le second cas, une approche BACI implique que les points d'échantillonnage sont davantage décrits au travers de leur appartenance à une enveloppe spatiale : les stations de suivi des impacts du parc, situées à l'intérieur de la zone d'impact présagée, sont opposées aux stations dites témoin, situées à l'extérieur (proches et/ou éloignées). La difficulté réside alors dans l'identification précise de ces dernières parce qu'elles doivent impérativement présenter des caractéristiques (habitat, bathymétrie, etc.) identiques, à défaut comparables.

1.1 PRINCIPE

Considérant l'hétérogénéité de la zone d'étude en termes de faciès sédimentaires (e.g. meuble vs rocheux, benthique vs pélagique), l'objectif fixé induit le besoin de recourir à des engins de pêche et des méthodes de prélèvements multiples pour collecter des informations sur l'ensemble :

- de la colonne d'eau (zones pélagique, démersale et benthique) ;
- des espèces en présence (poissons, crustacés et céphalopodes) ;
- des stades de vie (adultes, juvéniles, larves et œufs).

1.2 STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE ENVISAGEE

La stratégie d'acquisition de données comporte trois volets :

- Un premier volet dédié à l'acquisition de données sur le compartiment ichtyoplanctonique (ensemble des œufs, larves et juvéniles de poissons et crustacés vivant dans la colonne d'eau).

- Un second volet porte sur l'échantillonnage du compartiment benthodémersal, couvrant les stades adultes et juvéniles des poissons, mollusques et crustacés en s'appuyant sur deux catégories d'engins, complémentaires l'un de l'autre : les arts trainants (chaluts de fond) et les arts dormants (casiers à crustacés). Les premiers présentent l'avantage d'être moins sélectifs et fournissent une vision plus complète des assemblages d'espèces présents sur le site. Les seconds sont proposés en complément des arts trainants parce qu'ils permettront de cibler une espèce ou un groupe d'espèces en particulier (e.g. crustacés) ou parce qu'ils donnent accès à l'échantillonnage de faciès rocheux et d'espèces non échantillonnées ou mal échantillonnées au chalut.
- Un troisième volet portera sur l'échantillonnage du compartiment pélagique, couvrant les stades juvéniles et adultes des poissons vivant dans la colonne d'eau. Il reposera sur l'adaptation du protocole déployé par l'IFREMER dans le cadre des campagnes PELGAS, en s'appuyant sur les méthodes d'acoustique active (sonar) couplées à des prélèvements au chalut pélagique.

Enfin, ce protocole standardisé vise à limiter tous les biais d'échantillonnage et garantir le respect du principe de continuité tout au long du processus d'acquisition des données. Ceci sera primordial dans la mesure où ces suivis sont pressentis pour être réalisés sur des échelles de temps longues. Dans ce but, les engins de pêche, mais aussi les navires dans le cas des arts trainants, devront être maintenus les plus constants possibles pendant toute la durée du projet.

1.3 PERIODES ET FREQUENCES D'ACQUISITION

Sur ce compartiment, l'effort d'échantillonnage visera à couvrir l'ensemble d'un cycle annuel en collectant une donnée à une fréquence saisonnière pour les adultes et juvéniles (chalut /casiers/sondeur) et mensuelle pour les plus jeunes stades (ichthyoplancton/filet Bongo). Le planning d'intervention théorique sur un an est présenté dans le tableau suivant :

Compartiment	Métier	Hiver			Printemps			Été			Automne		
		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Pélagique	Ichthyoplancton	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Espèces pélagiques	x			x			x			x		
Benthodémersal	Chalut de fond	x			x			x			x		
	Casiers à crustacés				x						x		

x : 1 campagne d'échantillonnage

Figure 1 : Représentation des périodes pouvant être ciblées pour l'échantillonnage de l'ensemble des poissons, mollusques et crustacés. Les périodes cibles seront définies par une période de quelques semaines considérées comme propice à l'acquisition des données.

Le compartiment ichthyoplanctonique sera suivi à une fréquence mensuelle durant toute l'année (12 mois). Les données bibliographiques relatent des périodes de reproduction variées entre les espèces couvrant une large période de l'année (septembre à juillet). A cela s'ajoute le fait que l'éclosion des œufs est suivie d'une phase larvaire pélagique qui peut durer de quelques semaines à plusieurs mois, justifiant le calendrier d'intervention proposé. Cet effort d'échantillonnage sera conduit en condition nocturne sur une durée de deux ans (novembre 2023 à octobre 2025)

Les adultes et juvéniles de poissons, suivis à l'aide de chaluts, seront échantillonnés une fois par saison. Cette fréquence d'acquisition répond aux préconisations formulées par l'IFREMER¹ pour mesurer les effets de la variabilité saisonnière sur les assemblages (groupe d'espèces). Outre les assemblages d'espèces, cette variabilité saisonnière permettra également de préciser les processus comportementaux tels que la migration et la reproduction. En complément des campagnes « chalut de fond » qui seront réalisées en condition diurne, deux campagnes nocturnes seront également réalisées en automne et en hiver, lors des

¹ Protocole conseillé pour la description de l'état initial et le suivi des ressources halieutiques dans le cadre d'une exploitation de granulats marins (IFREMER, 2011)

périodes les plus propices à la capture des soles communes (fort intérêt halieutique local). Cet effort d'échantillonnage sera conduit sur une durée de deux ans (de l'hiver 2024 à l'automne 2025).

Selon les recommandations de l'IFREMER, les crustacés suivis à l'aide de casiers à grands crustacés seront échantillonnés deux fois par an, au printemps et en fin d'été/automne, et chaque campagne sera composée de trois relèves successives. Ces deux fenêtres temporelles sont décrites comme étant les périodes de l'année où les CPUE présentent des maxima, révélateurs de la dynamique locale pour l'année considérée. Parallèlement, l'échantillonnage produit au travers de 3 relèves successives permettra i) d'obtenir des indicateurs robustes (mesure de la variabilité journalière) ii) de produire un effort d'échantillonnage conséquent iii) de couvrir une large surface au cours d'une seule et même campagne en déplaçant les engins de pêche chaque jour. Cet effort d'échantillonnage sera conduit sur une durée deux ans (du printemps 2024 à l'automne 2025).

Quant aux campagnes « espèces pélagiques », celles-ci visent à décrire la répartition spatiale estimer des biomasses de poissons mais aussi à décrire la composition des peuplements observés en couplant les données apportées par acoustique (sondeur) à des prélèvements au chalut pélagique. Des campagnes saisonnières sont ici envisagées. Afin de considérer la forte variabilité journalière des données qui pourront être collectées (espèces grégaires et fortement mobiles), chaque saison sera décrite par 3 jours d'acquisition si possible consécutifs (suivant aléas météo, disponibilité des navires). Il s'agira alors de restituer une image plus fiable de la répartition de l'abondance saisonnière des espèces sur le site d'étude. Cet effort d'échantillonnage sera conduit sur une durée deux ans (de l'hiver 2024 à l'automne 2025).

1.4 PLANS D'ÉCHANTILLONNAGE

Les plans d'échantillonnage appliqués pour chaque métier sont présentés dans les cartes suivantes.

1.4.1 Ichtyoplancton

Pour l'échantillonnage de l'ichtyoplancton, la stratégie suivante est envisagée :

- 2 stations dans la zone d'étude immédiate au sein de la zone d'implantation (AO7) ;
- 2 stations dans la zone d'étude immédiate au sein de la zone d'extension ;
- 4 stations dans la zone d'étude rapprochée (distante de 10 km de la zone d'étude immédiate).

Cet agencement (*cf.* Figure 2) a pour objectif de représenter un réseau de stations de suivi quadrillant l'ensemble des gradients attendus qu'ils soient cote/large ou NO/SE (axe des courants principaux). Celui-ci vise également à couvrir toutes les zones d'études (rapprochée, témoin).

Ce plan d'échantillonnage est par ailleurs identique à celui proposé pour suivre les compartiments « qualité de l'eau » et « zooplancton » auxquels l'ichtyoplancton est intimement lié et dépendant (qualité du milieu, qualité du réseau trophique, etc.). Les données provenant de ces différentes sources pourront ainsi être rassemblées pour des besoins analytiques et permettront une interprétation intégrative des résultats.

Le protocole appliqué pour l'étude et le suivi de l'ichtyoplancton applique la méthode BACI (les caractéristiques de la colonne d'eau aux différentes stations étant a priori comparables). Les stations de suivi des impacts du parc, localisées à l'intérieur des zones d'implantation et d'extension, sont opposées aux stations témoins, localisées à l'extérieur de cette enveloppe et positionnées à une distance significative de celle-ci (> 5 NM).

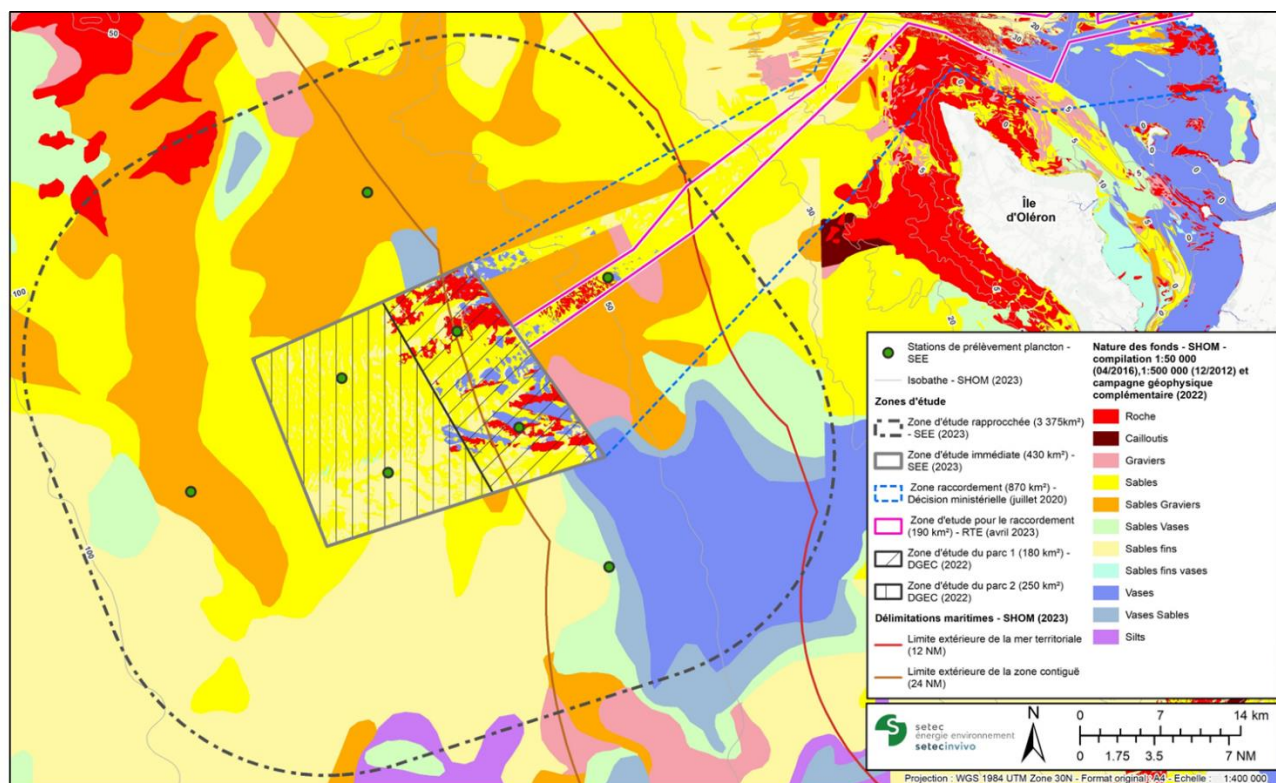


Figure 2 : Localisation des stations d'échantillonnage « Ichtyoplancton ». 4 stations sont localisées dans le périmètre proche, 4 stations sont positionnées à l'extérieur. Le plan d'échantillonnage « Ichtyoplancton » est identique à celui appliqué pour le suivi de la « qualité de l'eau » et du « phyto/zooplancton » afin de permettre une interprétation intégrative des données collectées.

1.4.2 Chalut de fond

Pour l'échantillonnage des espèces benthodémersales au chalut de fond à panneaux, adapté pour les fonds meubles, la stratégie suivante est envisagée :

- 13 stations dans la zone d'étude immédiate ;
- 21 stations dans la zone d'étude rapprochée (buffer de 20 km autour de la zone d'étude d'immédiate).

Cet agencement (cf. Figure 3) a pour objectif de représenter un réseau de stations couvrant toutes les zones d'étude (rapprochée, éloignée, témoin). Les stations extérieures sont positionnées dans l'espace pour décrire des gradients de distance vis-à-vis de la zone d'impact potentiel (application d'un protocole de type BAG). La présence de faciès rocheux au sein de la zone ne permet pas de couvrir la totalité de l'espace avec cet engin de prélèvement mais à l'inverse, impose de concentrer les stations de suivi sur les fonds meubles. Le positionnement des traits de chalut vise également à prospecter les mêmes stations que celles inventoriées dans le cadre du suivi des habitats benthiques (benne). Cette superposition des plans d'échantillonnage a pour but de permettre *in fine*, une analyse intégrative des données de ces deux campagnes.

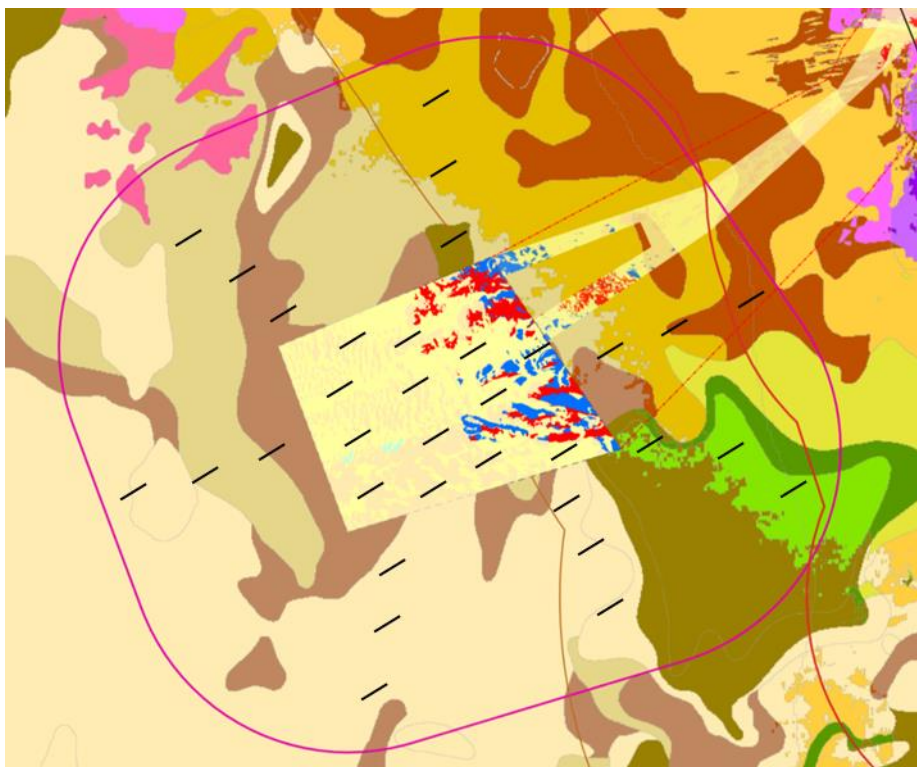


Figure 3 : Localisation des 34 stations d'échantillonnage « Chalut de fond ».

1.4.3 Casiers à crustacés

Pour l'échantillonnage des grands crustacés à l'aide de casiers, la stratégie suivante est envisagée :

- 4 stations dans la zone d'étude immédiate ;
- 5 stations dans la zone d'étude rapprochée (buffer de 20 km autour de la zone d'étude d'immédiate).

La matrice rocheuse présente au sein de la zone d'étude sera prospectée au travers des stations de suivi. Chacune de ces stations sera échantillonnée à l'aide d'une filière composée de 10 à 15 casiers. Ces engins seront relevés à intervalle de temps régulier (24h) durant 3 jours consécutifs. Le point de pose des engins sera décalé chaque jour, sur des distances en adéquation avec ce qu'autorise la configuration du secteur prospecté. La localisation des stations témoins, extérieures au périmètre AO7, reste incertaine en l'état des connaissances. En l'absence de données exactes sur la nature des fonds au sein de cette enveloppe, 5 stations sont ici pré-positionnées dans la continuité des faciès rocheux cartographiés par le Shom en 2022. Ces fonds durs sont vraisemblablement peu présents au sein de l'enveloppe externe, ce qui peut contraindre fortement le déploiement de stations le long de gradients de distance. Les connaissances et informations qui seront apportées par les professionnels seront importantes pour adapter et améliorer ce plan d'échantillonnage. Idéalement il s'agira de pouvoir respecter une méthode de type BAG. A ce stade et par défaut, une méthode de type BACI est envisagée pour ces campagnes.

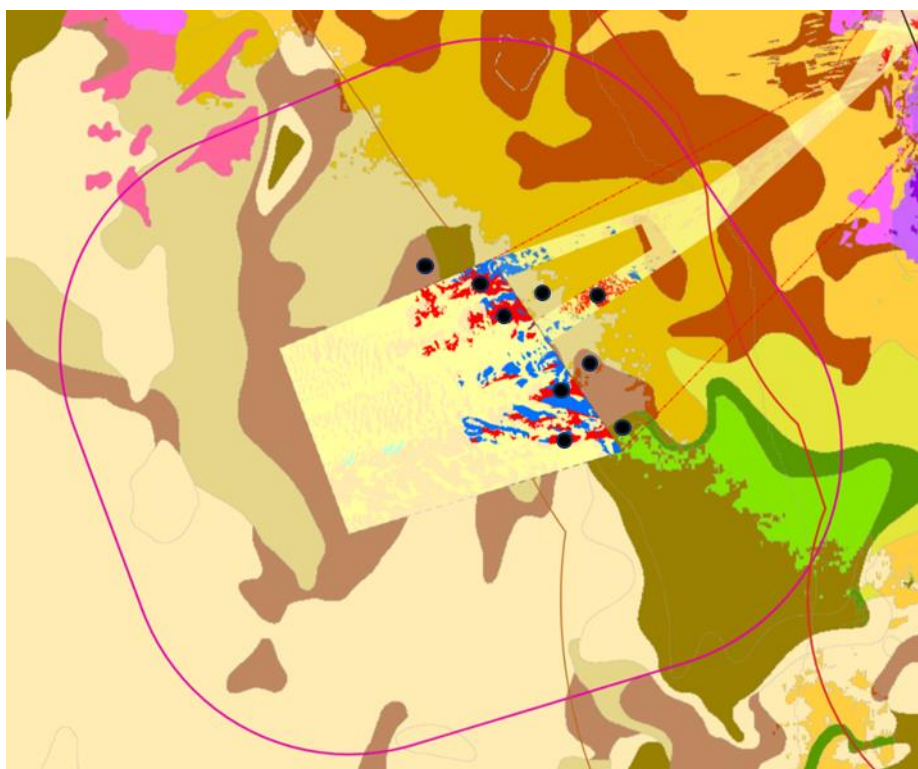


Figure 4 : Localisation des stations d'échantillonnage « Casiers à grands crustacés ». Pour chaque station, les engins de pêche seront relevés durant 3 jours consécutifs.

1.4.4 Espèces pélagiques

Le plan d'échantillonnage envisagé est construit en intégrant la nécessité de devoir couvrir l'ensemble des radiales au cours d'une seule et même journée et en condition diurne, et ce même en période hivernale lorsque la durée d'ensoleillement est courte (<9h).

La Figure 5 présente l'effort d'échantillonnage qui sera produit lors de chaque campagne d'acquisition. Celui-ci repose sur le parcours de 4 radiales de 27 km distantes de 5,15 km (distance cumulée : 123.5 km). Elles sont positionnées perpendiculairement aux isobathes pour échantillonner un maximum d'habitats différents et sont centrées sur la zone AO7.

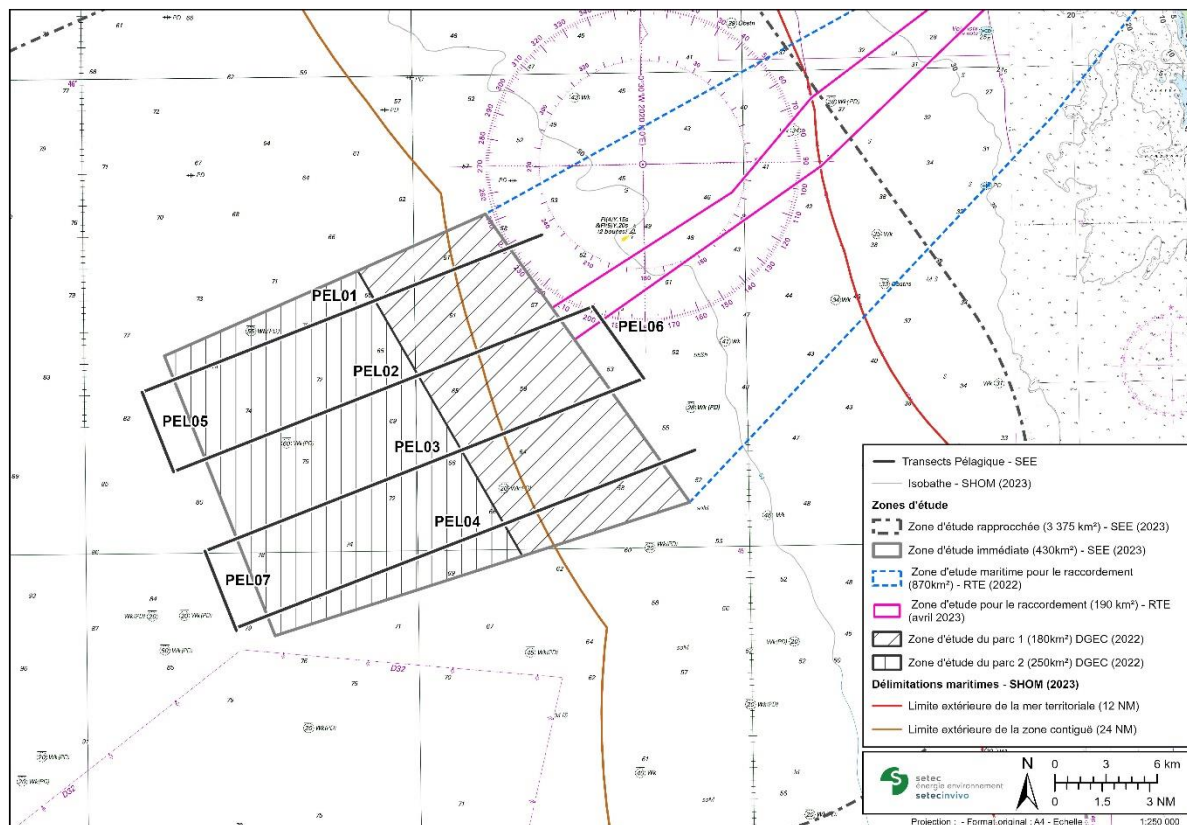


Figure 5 : Stratégie d'échantillonnage appliquée pour le suivi des espèces pélagiques

2. MOYENS NAUTIQUES

Les campagnes de prélèvements « chalut de fond », « casiers à grands crustacés » et « filets trémail » seront toutes réalisées via l'affrètement de navires de pêche professionnels. Nous interviendrons à bord en adaptant le matériel des professionnels aux besoins des campagnes de pêches scientifiques. Le choix du bateau à affréter se fera en concertation avec le comité des pêches sur la base de l'adéquation du métier pratiqué, du secteur prospecté et des connaissances du patron-pêcheur de la zone à échantillonner. Un point de vigilance sera porté sur le navire sélectionné au démarrage des études pour les arts trainants (chalut de fond) en veillant à permettre son implication pendant toute la durée du projet.

Les campagnes de prélèvements « ichtyoplancton » seront quant à elles réalisées via l'affrètement du navire Minibex de la société SAAS (Ship As A Service). Ce navire hauturier présente l'équipement nécessaire en termes de navigation, de sécurité et d'équipements techniques pour la réalisation de ces missions.



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

3. MOYENS MATERIELS

3.1 ICTHYOPLANCTON

3.1.1 Engins

L'engin de prélèvement sera celui classiquement utilisé dans un tel cadre d'étude : un double filet Bongo de maillage 500 μm . L'engin sera équipé i) d'un débitmètre placé en son centre pour mesurer précisément le volume d'eau filtré à la chaque opération et ii) d'une sonde CTD fixée sur son cadre restituant les informations physicochimiques observées tout au long de l'échantillonnage ($T^{\circ}\text{C}$, $S_{\text{‰}}$, Profondeur).



Figure 6 : A) Double filet Bongo auquel un dépresseur est ajouté pour créer une portance négative supplémentaire. Un débitmètre est positionné dans l'embouchure d'un des deux filets pour mesurer le volume effectivement filtré par l'engin. B) Fixation d'une sonde ($T^{\circ}\text{C}$, $S_{\text{‰}}$, Profondeur) sur le cadre métallique pour restituer objectivement la trajectoire effectuée par l'engin au sein de la masse d'eau. C) Filet bongo déployé (source : SEE).

3.1.2 Déroutement d'une campagne

L'ichtyoplancton n'est pas inféodé à une couche d'eau en particulier, mais à l'inverse, il réalise des migrations verticales. Il privilégie des déplacements vers la surface pendant la nuit pour s'alimenter et se dirige vers les couches plus profondes le jour pour se soustraire des prédateurs. Dans l'objectif d'optimiser les conditions de captures, ces campagnes d'échantillonnage seront réalisées en condition nocturne. Le nombre de

stations de suivi (8) ne permet pas de concentrer l'effort d'échantillonnage sur un moment de marée en particulier. En revanche, il sera toujours privilégié une intervention lors de coefficients de marée inférieurs à 90 pour éviter des situations d'échantillonnage atypiques et permettre des interventions tout au long de la vie du projet dans des conditions de marée similaires et comparables.

L'opération d'échantillonnage sera réalisée en tractant l'engin sur une durée de 10 à 15 minutes, face au courant. Pour ne pas échantillonner arbitrairement que la couche superficielle, des traits obliques seront appliqués (0 – 30m). A la remontée de l'engin, le plancton sera concentré dans les collecteurs. L'échantillon sera alors fixé dans de l'eau de mer avec une solution de formol à 3%, pour être livré dès la fin de la mission au laboratoire du MNHN de Concarneau en charge des analyses taxonomiques. L'échantillon biologique ainsi fixé ne nécessite pas de point de vigilance particulier et peut être stocké à température ambiante jusqu'à la fin de la campagne terrain.

3.1.3 Métadonnées

Les métadonnées suivantes seront renseignées pour chaque traine :

- Enregistrement de la traine réalisée, les coordonnées de la trace et la distance parcourue ;
- L'heure de filage et l'heure de virage ;
- Le nombre de tours effectués par les engrenages du débitmètre ;
- Le navire utilisé ;
- Les personnes réalisant les échantillonnages ;
- Les conditions météo-océaniques et les conditions de marée ;
- La profondeur maximum atteinte ;
- Toute autre information jugée pertinente (phénomène de colmatage, présence de gélatineux, adaptation du temps de traine, etc.)

3.1.4 Analyses taxonomiques

L'analyse taxonomique et le comptage seront confiés au MNHN de Concarneau (équipe de recherche dirigée par Nalanie Schnell). Ces étapes consistent en l'examen de l'échantillon ou d'une partie de l'échantillon sous loupe binoculaire pour identifier les catégories taxonomiques, jusqu'à l'espèce si cela est possible, suivant la reconnaissance de critères morphologiques. Les enjeux d'identification ne porteront pas exclusivement sur les poissons (œufs, larves et juvéniles) mais ils porteront également sur l'identification des grands crustacés d'intérêt halieutique et les autres espèces de zooplancton (e.g. copépodes). Les données collectées sur ce dernier groupe fourniront le moyen de décrire en parallèle la qualité trophique du milieu (l'absence de ressources trophiques conduit à une forte réduction de la survie des stades larvaires). Toutes les données (composition élémentaire et spécifique, stades comptés) pourront ainsi être exprimées par unité de volume.

3.2 CHALUT DE FOND

3.2.1 Engins

L'échantillonnage des espèces benthodémersales sera réalisé par l'affrètement d'un navire de la pêche professionnelle. Le matériel du navire sera modifié pour les besoins de l'étude par l'ajout d'une chaussette de 10 mm de maille de côté en cul de chalut (longueur 6m) pour permettre la capture des juvéniles et des espèces de petite taille.

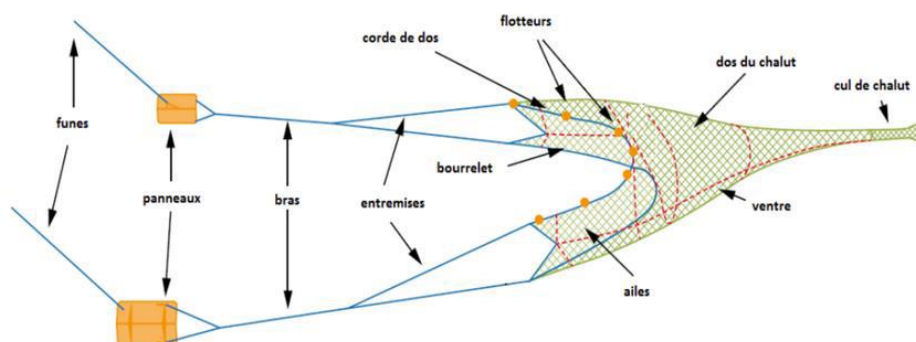


Figure 7 : Illustration d'un chalut de fond à panneau, caractéristiques et gréements (<https://nourdem.ifremer.fr/>).

3.2.2 Déroulement d'une campagne

Les campagnes saisonnières seront réalisées en condition diurne sur (si possible) des marées consécutives dans le cas où cette campagne nécessite plusieurs jours de mer. Deux campagnes complémentaires en fin d'automne et début de printemps seront réalisées en condition nocturne.

Les opérations de pêche seront toutes standardisées en durée : l'échantillonnage des stations sera effectué par la réalisation d'un trait d'une durée fixe de 20 minutes, à vitesse constante (comprise entre 3 et 4 nœuds) et dans le sens inverse du courant dominant. La trace GPS du navire, du blocage de la fune jusqu'aux opérations de virage, sera enregistrée pour toutes les stations prospectées sur ordinateur ou tablette de terrain.

En cas de changement brutal de la vitesse du navire (évitement d'un point de croche, déroutement, interruption précoce des opérations de pêche (durée inférieure à 15 minutes, etc.)) la traine en cours sera invalidée. Le navire se repositionnera et nous recommencerons l'échantillonnage.

Les périodes d'intervention privilégieront des coefficients de marée inférieurs à 90 pour éviter des situations d'échantillonnage atypiques et ainsi permettre des interventions tout au long de la vie du projet dans des conditions de marée similaires et comparables.

3.2.3 Métadonnées

Les métadonnées suivantes seront renseignées pour chaque traine :

- Enregistrement de la traine réalisée, les coordonnées de la trace et la distance parcourue
- L'heure de filage et l'heure de virage ;
- Le navire de pêche utilisé et le nom du patron pêcheur ;

- Les personnes réalisant les échantillonnages ;
- Les conditions météo-océaniques et les conditions de marée ;
- Toute autre information jugée pertinente

3.2.4 Paramètres hydrologiques

Afin de rendre compte des conditions physicochimiques observées au moment de l'échantillonnage, les paramètres hydrologiques de température, de salinité et d'oxygène dissous de la colonne d'eau seront relevés à l'aide d'une sonde multi-paramètres pour chaque station échantillonnée. Sur chacune, la mesure sera effectuée par un double profil, ascendant et descendant, parcourant l'ensemble de la colonne d'eau (surface/fond/surface). Le paramétrage de la sonde permettra l'enregistrement de ces paramètres en continu pendant son déploiement (~ 1 mesure/sec).

La sonde employée sera un modèle semblable à celle décrite dans le § « qualité de l'eau » (modèle Sambat ou WiMo de marque NKE).

3.2.5 Traitement des captures

Au virage du chalut, son contenu sera déversé intégralement dans des caisses à marée. Toutes les captures seront traitées (poissons, céphalopodes, crustacés, benthos) et tous les individus seront identifiés et triés par espèce directement à bord du bateau. A la fin du tri, le poids total par espèce sera mesuré (en g) et un dénombrement des individus sera effectué. Les individus de petite taille (< 5 cm), posant des problèmes d'identification seront ramenés à terre pour être déterminés au laboratoire.

Chaque espèce fera l'objet de mesures biométriques individuelles selon le guide de la mensuration des espèces en halieutique (Badts et Bertrand, 2012) à l'aide d'un ichtyomètre ou d'un pied à coulisse (i.e. longueur totale, longueur du manteau ou du céphalothorax). Le sexage des élasmobranches (raies, requins, roussettes) et des crustacés sera réalisé conjointement. Dans le cas où le nombre d'individus est trop important (i.e. >30), un sous échantillonnage de 30 individus sera effectué. Les résultats seront alors extrapolés à tous les individus de la population de l'échantillon. De la même manière, lorsque différentes cohortes sont capturées (p. ex. juvéniles et adultes), elles feront l'objet de pesées séparées.

Les captures seront remises à l'eau.

Toutes les informations seront notées sur des fiches « abondances » et « biométries » remplies à bord.

3.2.6 Traitement des données

Les données bancarisées seront traitées afin d'extraire :

- Des indices de diversité à l'échelle du site d'étude et au droit de chaque station (i.e. richesse spécifique, diversité fonctionnelle, etc.)
- Des indices standardisés de capture par unité d'effort (CPUE) totaux et par espèce. L'unité utilisée ici sera le nombre ou la biomasse observé par km² ou par ha. La surface échantillonnée sera calculée à partir des distances de traîne réalisées et des caractéristiques d'ouverture horizontale du chalut (estimée à partir de la longueur de la corde de dos).

L'analyse de ces données visera à décrire spatialement et temporellement la fréquentation du site par les espèces benthodémersales. Parallèlement, l'analyse des structures de taille des populations renseignera sur les fonctions que l'on peut associer au secteur d'étude (inclus dans l'aire de reproduction, de transit, d'alimentation, de nourricerie, d'hivernage de telle ou telle espèce) à toutes les saisons échantillonnées.

3.3 CASIERS A CRUSTACES

3.3.1 Engins

Le matériel utilisé sera celui du professionnel impliqué dans la réalisation des campagnes d'échantillonnage et autant que possible celui-ci sera d'un modèle communément employé (casiers hémicylindriques L 80cm x l 48cm x H 40 cm). Aucune modification ne sera faite sur ce matériel et seul le nombre de casiers composant chaque filière sera adapté au contexte scientifique de cette étude.



Figure 8 : Illustration du matériel de pêche « casiers à crustacés ». Des casiers de type hémicylindrique sont montés en filière.

3.3.2 Déroulement d'une campagne

Chacun des quatre secteurs rocheux de la zone A sera prospecté i) par le déploiement d'une filière composée de plusieurs casiers (10 à 15 unités) et ii) par trois relèves successives de ces engins de pêche. Les filières seront déployées pour une durée de 24h. A leur relève, les casiers seront réamorçés avant d'être repositionnés au sein du secteur prospecté en déplaçant le point de filage par rapport au point de relève précédent. Ainsi, au terme de la campagne (4 jours), le secteur d'étude aura été largement prospecté et pourra être décrit au travers un nombre de levées significatives (~270 à 405 levées/campagne).

Lors des opérations de relève, le constat d'un engin de pêche trainé, déplacé ou abimé invalidera la station. Les casiers manquant et perdu seront remplacés avant leur redéploiement.

3.3.3 Métadonnées

Les métadonnées suivantes seront renseignées pour chaque station :

- Coordonnées de pose de l'engin (début et fin),
- L'heure de filage et l'heure de virage ;
- Profondeur ;

- Le navire de pêche utilisé et le nom du patron pêcheur ;
- Les personnes réalisant les échantillonnages ;
- Les conditions météo-océaniques et les conditions de marée ;
- Toute autre information jugée pertinente

3.3.4 Paramètres hydrologiques

Afin de rendre compte des conditions physicochimiques observées au moment de l'échantillonnage, les paramètres hydrologiques de température, de salinité et d'oxygène dissous de la colonne d'eau seront relevés à l'aide d'une sonde multi-paramètres pour chaque station échantillonnée. Sur chacune, la mesure sera effectuée par un double profil, ascendant et descendant, parcourant l'ensemble de la colonne d'eau (surface/fond/surface). Le paramétrage de la sonde permettra l'enregistrement de ces paramètres en continu pendant son déploiement (~ 1 mesure/sec). La sonde employée sera un modèle semblable à celle décrite dans le § « qualité de l'eau » (modèle Sambat ou WiMo de marque NKE).

3.3.5 Traitement des captures

A la relève des filières, les casiers seront traités au fur et à mesure de leur remontée. Les captures qu'ils contiennent seront directement traitées par le scientifique embarqué : l'espèce sera renseignée et les individus seront mesurés et sexés. Les mesures des longueurs céphalothoraciques (LC), orbitaires ou transversales selon les espèces (cf. Figure 9) seront relevées au pied à coulisse au millimètre inférieur, conformément aux pratiques standardisées par l'IFREMER (guide des mensurations des espèces en halieutique). La présence d'œufs sera également une donnée biologique notée à cette étape.

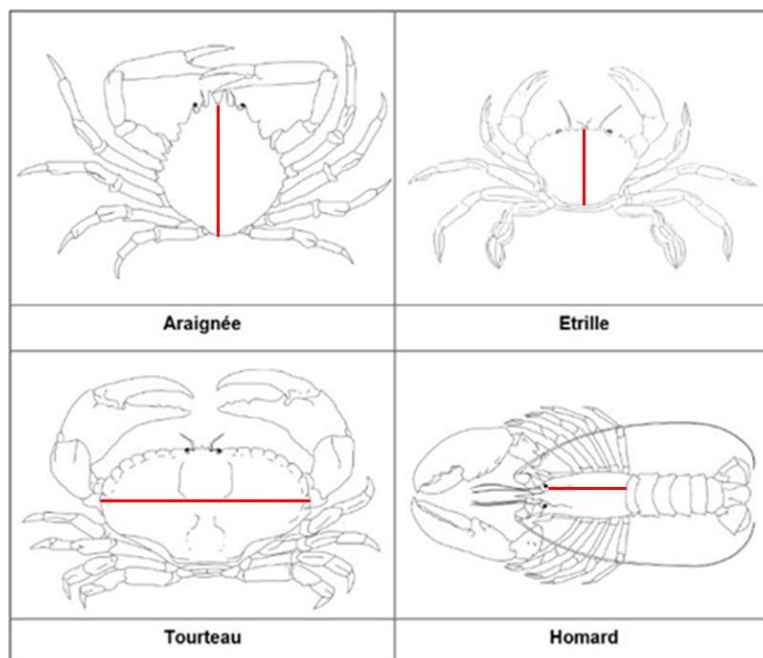


Figure 9 : Représentation graphique des règles de mensuration selon l'espèce considérée (extrait de Dorel D. et al. 2000).

Les captures seront remises à l'eau.

3.3.6 Traitement des données

Les données bancarisées seront traitées afin d'extraire :

- Des indices de capture par unité d'effort (CPUE) totaux et par espèce. L'unité utilisée sera l'abondance ou la biomasse observée par casier et par tranche de 24h.

L'analyse de ces données visera à décrire spatialement et temporellement la fréquentation du site par les espèces. Parallèlement, l'analyse des structures de taille des populations renseignera sur les fonctions que l'on peut associer au secteur d'étude (e.g. inclus dans l'aire de reproduction, de transit, d'alimentation, de nourricerie, d'hivernage de telle ou telle espèce) à toutes les saisons échantillonnées.

3.4 ESPECES PELAGIQUES

Le groupe d'espèces des poissons pélagiques comporte deux sous-groupes d'espèces présentant des caractéristiques très différentes : les petits pélagiques comme l'anchois, la sardine ou le sprat, et les grands pélagiques comme le thon ou la bonite. Si les grands pélagiques ne dépendent pas exclusivement du secteur d'étude pour accomplir leur cycle de vie, en revanche, les populations locales de petits pélagiques accomplissent entièrement leur cycle de vie dans ce secteur, même si leur répartition géographique s'étend bien au-delà. Ce groupe est suivi annuellement à l'échelle du golfe de Gascogne par l'IFREMER (Campagnes PELGAS). Les principales populations sont l'anchois, la sardine et le sprat mais d'autres espèces de petits pélagiques évoluent dans ce même secteur géographique comme le maquereau commun ou le chinchard d'Europe.

Au sein de ce protocole, nous proposons de ne nous concentrer que sur le groupe des petits pélagiques. En ce qui concerne les grands pélagiques, des informations seront apportées par les suivis nautiques et aériens réalisés mensuellement dans le cadre du suivi de la mégafaune marine (cf. protocole dédié) : les observations de requins, poissons lunes et thonidés seront intégrées aux analyses concernant le compartiment poissons-mollusques-crustacés.

Pour obtenir des informations sur l'abondance et la répartition des peuplements de poissons pélagiques qui soient fiables, il est nécessaire de s'affranchir des biais induits par un protocole qui ne reposerait que sur des prélèvements au chalut et les statistiques de captures associées. Le protocole proposé est inspiré des moyens mis en œuvre par l'IFREMER dans le cadre des campagnes PELGAS et PELMED. Ces missions visent à estimer des biomasses et des abondances par acoustique (écho-intégration).

3.4.1 Engins

Un navire scientifique sera affrété pour la réalisation de ces missions « espèces pélagiques » (Minibex de la société SAAS). Celui-ci sera équipé d'un sondeur mono-faisceau Simrad de modèle EK80 gérant deux transducteurs split-beam de fréquences 38 et 200 kHz. L'angle d'ouverture circulaire est de 7°. Ce matériel permettra de récupérer de la donnée acoustique sur toute la colonne d'eau (~100m).



Figure 10 : Illustration du matériel qui sera déployé (2 transducteurs 38 et 200 kHz) et de son intégration sur le navire MINIBEX.

Enfin, en sus du navire scientifique mobilisé, un second navire de type chalutier pélagique (à défaut un senseur) sera affrété simultanément. Celui-ci autorisera l'échantillonnage des espèces pélagiques présentes pour permettre l'identification et la validation des espèces en présence (écho-typage).

3.4.2 Déroulement d'une campagne

Les prospections se réaliseront uniquement de jour principalement parce que pendant le jour, les poissons pélagiques se positionnent plus en profondeur et s'agrègent en bancs. Ils deviennent ainsi plus facilement détectables au moyen d'un sonar. Pendant la nuit, ces poissons pélagiques effectuent une migration verticale et se retrouvent plus en surface où ils sont davantage dispersés.

Le navire, en mode acquisition, parcourra toutes les radiales définies dans le plan d'échantillonnage à vitesse rapide (~8 à 10 kt). En cas de conditions météorologiques défavorables, la vitesse de prospection sera ramenée jusqu'à 7 noeuds au minimum pour réduire les mouvements du bateau (tangage et roulis) et conserver malgré tout une bonne qualité des signaux enregistrés.

Les données acoustiques collectées seront stockées sur mémoire flash pour permettre un traitement ultérieur. Elles seront également interprétées succinctement en temps réel afin de détecter la présence de bancs. Cette lecture des sonogrammes en temps réel permettra de prendre une décision de prélèvement d'échantillons si nécessaire en transmettant les informations nécessaires au navire de pêche suiveur. Lorsque de fortes quantités de poissons sont détectées par acoustique et qu'il existe une incertitude sur l'espèce détectée (profondeur de détection atypique, forme nouvelle, etc.), une décision de chalutage sera alors prise pour permettre ensuite l'écho-typage de cette donnée. Ces prélèvements serviront en parallèle à collecter une donnée biométrique en décrivant la structure de taille des poissons en présence. A posteriori,

il sera alors également possible de calculer une biomasse halieutique par espèce, par une étape d'écho-intégration.

Ces opérations de chalutage seront menées le long des radiales en fonction de l'importance des détections rencontrées. Un échantillon représentatif des captures sera prélevé pour être pesé et trié. La taille de cet échantillon dépendra principalement de l'hétérogénéité des captures et des tailles des individus. Plus les captures seront mixtes et les tailles grandes, plus la taille de l'échantillon sera élevée. Si la capture est faible, elle sera entièrement traitée. Après le tri et l'identification des espèces, les paramètres biologiques de taille et de poids seront mesurés sur les espèces observées. Pour chaque espèce, 100 individus seront mesurés et pesés individuellement pour déterminer la relation taille-poids qui servira à la conversion des indices d'abondance en indice de biomasse. Au cas où le nombre d'individu serait inférieur à ce nombre, tout l'effectif sera mesuré. Les mensurations (Longueur Totale ; LT) seront faites à l'aide d'un ichtyomètre électronique au demi-millimètre inférieur. Les mesures de poids seront réalisées à l'aide d'une balance compensées et amarinée (précision 1 g).

3.4.3 Paramètres hydrologiques

Afin de rendre compte des conditions physicochimiques observées au moment des campagnes d'acquisition, les paramètres hydrologiques de température, de salinité, d'oxygène dissous et de biomasse chlorophyllienne seront relevés sur toute la colonne d'eau à l'aide d'une sonde multi-paramètres en début, milieu et fin de chaque transect. La sonde employée sera un modèle semblable à celle décrite dans le § « qualité de l'eau » (modèle Sambat ou WIMO de marque NKE).

3.4.4 Traitement des données

L'estimation de la biomasse et la représentation spatiale de la distribution des espèces est basée sur la technique d'intégration des échos. Il existe principalement 4 étapes pour parvenir à ce résultat final : la correction des échogrammes et l'allocation générale des énergies, l'allocation spécifique des énergies, la stratification, et enfin le calcul des indices d'abondance et de biomasse.

L'étape de correction vise à soustraire des échogrammes les échos générés par exemple par les bulles d'air en surface et l'intégration des échos du fond. Ces corrections peuvent être automatiques et/ou manuelles. L'allocation des énergies acoustiques consiste ensuite à attribuer une partie de l'énergie acoustique enregistrée par le sondeur au groupe « Poissons ». Cette étape se réalise en faisant un seuillage. L'allocation spécifique des énergies est principalement basée sur la reconnaissance visuelle des bancs et l'appui apporté par les pêches de contrôle. Les petits pélagiques se présentent habituellement en bancs bien définis, et les bancs détectés sur les échogrammes sont identifiés en fonction de leur forme (épaisseur, étendue, compacité), de leur profondeur, de leur densité, et leur intensité de réflexion. La procédure consiste alors à partitionner l'énergie acoustique totale qui a été attribuée au groupe poisson entre les espèces à partir de la composition spécifique des captures. La stratification des zones de répartition des espèces cibles et le calcul des surfaces consistent à représenter séparément sur des cartes les densités énergétiques de chaque espèce cible et à délimiter les aires de concentrations de poissons.