



UNIVERSITE BRETAGNE SUD

FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR

MASTER MENTION : Sciences de la Terre, Planètes, Environnement

SPECIALITE : Ingénierie et Gestion des Ressources Côtières et Littorales (IGREC-L)

2^{ème} ANNEE



Harmonisation des suivis de la mégafaune invertébrée benthique sur les campagnes halieutiques de l'Ifremer

Gaëtan HAZEVIS

Mémoire présenté le 2 septembre 2019

Organisme d'accueil :

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)

Encadrant de stage : **Jérôme BAUDRIER**

Tuteur UBS du stage : **Philippe MAES**

Année Universitaire 2018-2019

Remerciements

Je tiens tout particulièrement à remercier mon maître de stage, Jérôme Baudrier, pour son accueil et son accompagnement durant ces 6 mois.

Je souhaite aussi exprimer ma gratitude à Sandrine Vaz, pour sa précieuse aide tout au long de mon stage notamment dans le traitement de données.

Mes remerciements s'adressent également à Anik Brind'Amour, Damien Delaunay et Pascal Laffargue pour leur aide dans la rédaction du protocole, de ce rapport, de la présentation effectuée durant le RETEX ainsi que du poster élaboré à l'occasion des journées Scientifiques et Techniques Mer de l'Agence Française pour la Biodiversité.

Je remercie sincèrement toutes les personnes que j'ai rencontrées au cours de mon stage et qui m'ont aidé. Elles sont tellement nombreuses que je leur ai consacré une annexe (Annexe XII).

Je souhaite aussi témoigner ma reconnaissance à l'ensemble du service VIGIES pour leur accueil et leur sympathie.

Je remercie Monsieur Philippe Maes qui a été mon tuteur de l'Université de Bretagne Sud de Vannes.

Enfin, j'ai une pensée toute particulière pour Jérôme Quinquis qui nous a malheureusement quitté subitement. Merci à toi de m'avoir permis d'embarquer durant 5 jours sur la campagne COMOR et de vivre cette expérience incroyable. L'annonce de ta disparition m'a beaucoup attristé. Je retiens tous ses bons moments passés avec toi sur le bateau et en dehors ainsi que ta gentillesse et ta générosité qui m'ont particulièrement touché. Je t'en suis sincèrement reconnaissant.

Table des matières

Introduction.....	1
1. Etat de l'art des campagnes.....	5
1.1 Campagnes nourriceries.....	6
1.2 Campagnes DCF et exploratoires.....	9
1.3 COMOR et ORHAGO.....	12
1.4 Protocole utilisé à bord des campagnes.....	13
1.5 Campagnes européennes.....	15
2. Matériel et méthodes.....	16
2.1 Harmonisation du protocole.....	16
2.2 Détermination des taxons clés et du niveau minimal d'identification.....	16
3. Résultats.....	19
3.1 Harmonisation du protocole.....	19
3.2 Résultat des essais en mer.....	22
3.3 Détermination des taxons clés et du niveau minimal d'identification.....	24
4. Discussion.....	27
Conclusion.....	30
Bibliographie.....	31
Annexes.....	34
Annexe I : Fiches de terrain – Fiche Passerelle.....	34
Annexe II : Fiches de terrain – Fiche Benthos.....	35
Annexe III : Fiches de terrain – Fiche Mensurations.....	36
Annexe IV : Traitement des oursins.....	37
Annexe V : Traitement des turrnelles.....	38
Annexe VI : Traitement des espèces fixées, coloniales et encroûtantes.....	39
Annexe VII : Tableau détaillé des résultats du traitement de données pour la campagne NOURSEINE.....	40
Annexe VIII : Niveau minimal d'identification défini par le traitement de données de la campagne NOURSEINE.....	42
Annexe IX : Extrait du tableau illustrant le niveau minimal défini par le traitement de données en bleu et par le retour d'expérience de terrain en vert pour la campagne NOURSEINE.....	43
Annexe X : Poster présenté aux Journées Scientifiques et Techniques Mer organisées par l'AFB à Brest les 11 et 12 juin 2019.....	44
Annexe XI : Illustrations de quelques espèces évoquées dans ce rapport.....	45
Annexe XII : Liste des personnes constitutives du groupe de travail sur les protocoles liés à la méga-faune invertébrée benthique.....	46

Table des figures

Figure 1. Sous régions marines françaises (sources : SHOM, Ifremer ; © Ifremer – G. Hazevis, carte réalisée avec le logiciel QGIS, 2019).....	1
Figure 2. Définition d'un Plan d'Action pour le Milieu Marin (Directive 2008/56/CE du Parlement Européen et du Conseil). © Ifremer - G. Hazevis, 2019	3
Figure 3. Localisation des campagnes halieutiques contribuant à l'échantillonnage de la mégafaune invertébrée benthique (sources : Ifremer, SHOM ; ©Ifremer – G. Hazevis, Carte réalisée sous QGIS, 2019).....	5
Figure 4. Chronologie des campagnes (© Ifremer - G. Hazevis, 2019).....	7
Figure 5. Schéma synthétique et récapitulatif du protocole benthos (© Ifremer - G. Hazevis, 2019) ..	14
Figure 6. Chronologie utilisée pour le traitement de données (© Ifremer - G. Hazevis, 2019)	17
Figure 7. Exemple du traitement de données pour l'espèce <i>Pecten maximus</i> sur la campagne NOURSEINE (© Ifremer - G. Hazevis, 2019).....	18
Figure 8. Pyramide représentant les différents niveaux taxonomiques (© Ifremer – G. Hazevis, 2019)	18
Figure 9. Traitement de la capture (a : arrivée sur le pont ; b : tri, identification et dénombrement ; c : pesée ; d : mensuration) © Ifremer - J. Baudrier	23
Figure 10. Niveau minimal d'identification requis pour la campagne NOURSEINE (extrait de la liste). © Ifremer - G. Hazevis, 2019.....	25
Figure 11. Résultats du traitement de données (© Ifremer - G. Hazevis, 2019)	26

Table des tableaux

Tableau I. Tableau récapitulatif des campagnes (orange : navires professionnels, bleu : navires océanographiques). Les sigles utilisés dans la colonne « Engin » sont explicités dans le glossaire. Sources : © Ifremer - L. Lehmann , 2018, G. Hazevis, 2019.....	6
--	---

Glossaire

BEE : Bon Etat Ecologique	NOURMED : NOURriceries MEDiterranée
CAMANOC : CAMpagne MANche OCcidentale	NOURMONT : NOURriceries Baie du MONT Saint Michel
CGFS : Channel Ground Fish Survey	NOURSEINE : NOURriceries Baie de SEINE
CP1,5(r)M : Chalut à Perche d'ouverture horizontale de 1,5 Mètres (avec racasseur)	NOURSOM : NOURriceries Baie de SOMme
CP2(r)M : Chalut à Perche d'ouverture horizontale de 2 Mètres (avec racasseur)	NOURVEYS : NOURriceries Baie de VEYS
CP3(r)M : Chalut à Perche d'ouverture horizontale de 3 Mètres (avec racasseur)	NURSE : NURSEry
CP4(r)M : Chalut à Perche d'ouverture horizontale de 4 Mètres (avec racasseur)	ORHAGO : Observation des Ressources HALieutiques benthiques du GOLfe de Gascogne
COLMATAGE : COupLage bio-Morpho- sédimentAires et dynamique à long Terme des hAbitats et peuplements benthiques et ycthioloGiquEs en Seine Aval	PAMM : Plan d'Action pour le Milieu Marin
COMOR : COquille Manche ORientale	PCP : Politique Commune des Pêches
DATRAS : DAtabase of TRAwl Surveys	PdS : Programme de Surveillance
DCF : Data Collection Framework	PELGAS : PELagiques golfe de GAScogne
DCSMM : Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin	PELMED : PELagiques MEDiterranée
EDF : Electricité De France	REFTAX : REFérentiel TAXonomique
EMR : Energie Marine Renouvelable	RETEX : RETour d'EXpérience sur la collecte de données environnementales déployée à bord des campagnes halieutiques au titre du programme de surveillance DCSMM
EPIBENGOL : EPIfaune BENThos GOLfe du Lion	SAUM : Schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer
EVHOE : EValuation des ressources Halieutiques de l'Ouest Europe	SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
GOC : chalut à Grande Ouverture Carrée	SMAC : Sole de MANche Est
GOV : chalut à Grande Ouverture Verticale	SRM : Sous Région Marine
IBTS : International Bottom Trawl Survey	VIGIES : Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance
ICES : International Council for the Exploration of the Sea	WGIBTS : Working Group International Bottom Trawl Survey
IGA : Impact des Grands Aménagements	WWF : World Wildlife Fund
MEDITS : MEDiterranean Trawl Survey	ZEE : Zone Economique Exclusive
N/O : Navire Océanographique	
NOURCANCHE : NOURriceries baie de CANCHE et d'Authie	

Résumé

L'Ifremer mène de nombreuses campagnes halieutiques dédiées aux peuplements benthiques et démersaux (invertébrés et poissons commerciaux / non-commerciaux). Depuis plusieurs années, en application de l'approche écosystémique, l'ensemble de la faune invertébrée benthique collectée dans les engins de pêche est suivi de manière systématique. Ces données complémentaires sont parfois recueillies à la seule initiative des équipes embarquantes, sans coordination méthodologique particulière entre les campagnes. Leur collecte ne fait souvent l'objet d'aucune obligation contractuelle alors qu'elles sont de plus en plus utilisées dans le cadre de travaux de recherche ou en appui aux politiques publiques.

Ainsi, des disparités dans la mise en œuvre du protocole d'échantillonnage et dans la précision de l'identification des taxons sont observées entre les campagnes, notamment en fonction des navires utilisés (protocole de tri, nombre de personnel en mer, capacité de stockage des échantillons, matériel à bord, expertise taxonomique à bord et à terre...). Une harmonisation de ces pratiques s'avère donc nécessaire et fait l'objet de la présente étude. Elle vise à produire un document de recommandations dédié à la standardisation de l'observation de la mégafaune invertébrée benthique et des pratiques de sous-échantillonnage mises en œuvre au cours de ces campagnes.

En complément, les principaux taxons régulièrement présents ont été listés pour chaque zone de suivi sur la base des données déjà disponibles et d'analyses statistiques. Un niveau minimal d'identification en mer a été défini pour chacun d'entre eux. Ces listes faciliteront l'identification des individus échantillonnés à bord des navires durant les campagnes et permettront d'améliorer la formation des scientifiques embarqués.

Abstract

Ifremer conducts many fisheries surveys dedicated to benthic and demersal populations (commercial/non-commercial fishes and invertebrates). For several years, in accordance with the ecosystem approach, all benthic invertebrate fauna collected in fishing gear have been systematically monitored. These additional data are sometimes collected at the initiative of the teams, without particular methodological coordination between the surveys. Their collection is often not subjected to any contractual obligation while they are increasingly used in research or in support to public policies.

Thus, disparities in the implementation of the sampling protocol and in the precision of the identification of the taxa are observed between surveys, particularly as a function of the vessels used (sorting protocol, number of personnel at sea, storage capacity of the samples, equipment on board, taxonomic expertise on board and on land ...). Harmonization of these practices is therefore necessary and is the subject of this study. It aims to produce a document of recommendations dedicated to the standardization of benthic megafauna invertebrate observation and subsampling practices used during these surveys.

In addition, the main taxa regularly present were listed for each monitoring area based on the data already available and statistical analysis. A minimum level of identification at sea has been defined for each of them. These lists will facilitate the identification of sampled individuals aboard ships during the surveys and will improve the training of onboard scientists.

Introduction

« Le milieu marin fait partie du patrimoine commun de la Nation. Sa protection, la conservation de sa biodiversité et son utilisation durable par les activités maritimes et littorales dans le respect des habitats et des écosystèmes marins sont d'intérêt général » (Code de l'environnement, Article L219-7).

L'état du milieu marin se dégrade sous les nombreuses pressions auquel il est sujet (réchauffement climatique, pressions anthropiques, *etc.*). En 2008, le Parlement européen a donc décidé d'agir en instaurant un outil réglementaire pour le préserver : la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM ; Directive 2008/56/CE du Parlement Européen et du Conseil). Avant cela, une politique maritime et environnementale était déjà en vigueur en Europe mais celle-ci n'était pas à l'échelle écosystémique. Cette mesure s'applique de la côte jusqu'aux limites des ZEE¹ qui se trouvent à environ 200 milles. Les Etats membres de l'Union européenne ont pour obligation « de prendre toutes les mesures nécessaires pour réaliser ou maintenir un Bon Etat Ecologique (BEE) du milieu marin au plus tard en 2020 » (European commission, 2008). En France, la DCSMM est transposée dans le code de l'environnement et s'applique dans les 4 sous-régions marines qui l'entourent : **Manche – mer du nord**, **Mers celtiques**, **golfe de Gascogne** et **Méditerranée occidentale** (Figure 1) (Satra-Le Bris et al, 2018).

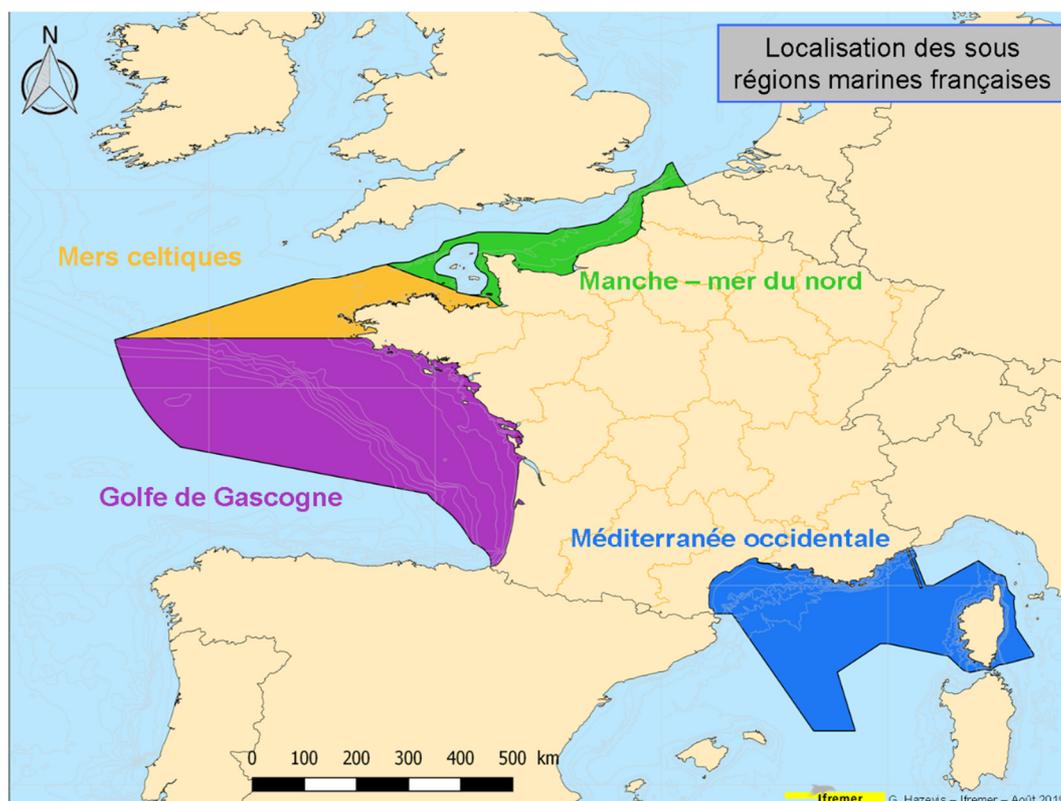


Figure 1. Sous régions marines françaises (sources : SHOM, Ifremer ; © Ifremer – G. Hazevis, carte réalisée avec le logiciel QGIS, 2019)

¹ Zones Economiques Exclusives

Dans chacune de ces zones, un Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) est mis en place. Chaque PAMM comporte 5 volets qui doivent être révisés tous les 6 ans (Figure 2). Ils définissent ainsi des cycles (Satra-Le Bris et al, 2018 ; Baudrier, 2019). Le premier cycle a débuté en 2012 avec la mise en œuvre des trois premiers volets : évaluation initiale, définition du bon état écologique et définition des objectifs environnementaux.

L'évaluation initiale permet d'établir un état de référence écologique des eaux marines et des activités anthropiques.

Le bon état écologique est caractérisé par 11 descripteurs² qui caractérisent le bon fonctionnement des écosystèmes.

Les objectifs environnementaux donnent « une description qualitative ou quantitative de l'état souhaité pour les différents composants des eaux marines et les pressions et impacts qui s'exercent sur celles-ci » (Code de l'environnement, Article L219-8).

L'adoption du programme de surveillance (PdS), 4^{ème} volet des PAMM, initialement prévue en 2014 a finalement eu lieu en 2015. Ce programme définit un cycle de surveillance qui sera révisé en 2020 (Vaz et al, 2019). Le PdS est divisé en 13 programmes thématiques qui correspondent chacun à un descripteur du bon état écologique. Cependant, il existe une exception pour les programmes liés aux descripteurs biodiversité (D1), réseaux trophiques (D4) et intégrité des fonds (D6) qui ont été séparés en composantes de l'écosystème : Oiseaux ; Mammifères marins et tortues ; Poissons et céphalopodes ; Intégrité des fonds marins ; Habitats Pélagiques. Les 8 autres programmes thématiques correspondent chacun à un descripteur de pression du BEE : Espèces non indigènes (D2) ; Espèces commerciales (D3) ; Eutrophisation (D5) ; Changements hydrographiques (D7) ; Contaminants (D8) ; Questions sanitaires (D9) ; Déchets marins (D10) ; Bruit (D11) (Baudrier, 2019).

Enfin, le 5^{ème} et dernier volet désigne les programmes de mesures. Leur adoption, prévue en 2015, a aussi été retardée d'une année. Ces programmes ont pour objectifs de mettre en place des mesures afin d'atteindre ou de maintenir le bon état écologique. La révision des objectifs environnementaux et du BEE, programmée en 2018, est en cours et devrait être réalisée cette année (J. Baudrier, comm. pers. 2019).

² Biodiversité (D1), Espèces non indigènes (D2), Espèces exploitées (D3), Réseaux trophiques (D4), Eutrophisation (D5), Intégrité des fonds (D6), Conditions hydrographiques (D7), Contaminants (D8), Questions sanitaires (D9), Déchets marins (D10) et Energies sonores (D11)

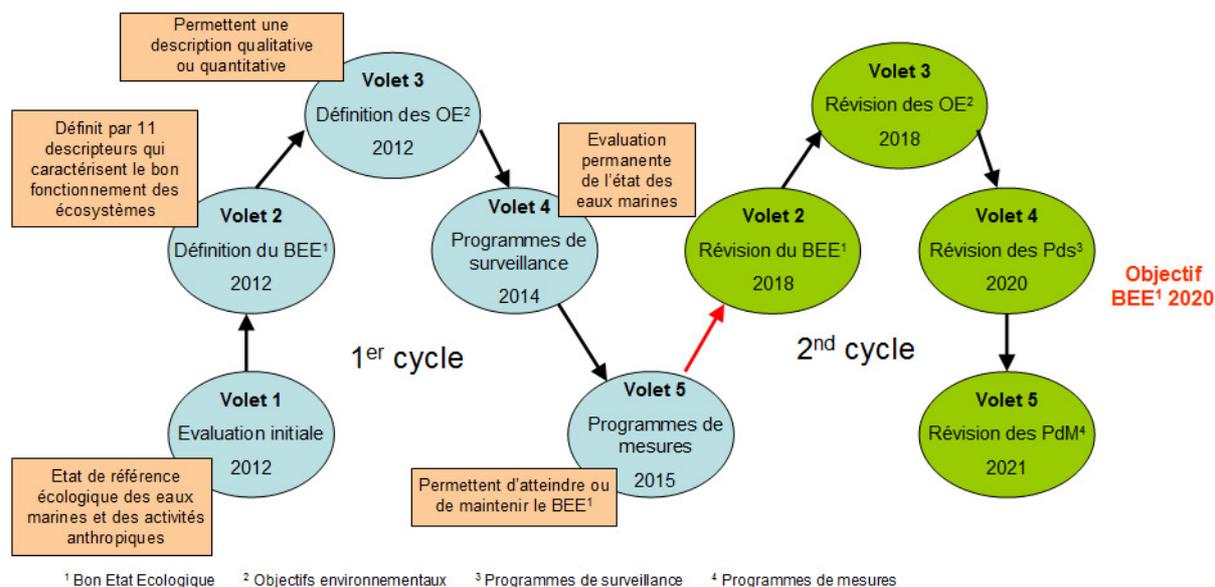


Figure 2. Définition d'un Plan d'Action pour le Milieu Marin (Directive 2008/56/CE du Parlement Européen et du Conseil). © Ifremer - G. Hazevis, 2019

L’Ifremer coordonne les programmes de surveillance « Poissons et céphalopodes », « Espèces commerciales » et « Contaminants ». Dans ce cadre, des données sont récoltées pour la DCSMM lors des campagnes halieutiques dédiées aux peuplements benthiques et démersaux (invertébrés et poissons commerciaux / non commerciaux). Certaines d’entre elles sont déployées pour répondre aux objectifs de la Politique Commune des Pêches (PCP) qui visent à préserver les stocks exploités. Depuis plusieurs années, la faune invertébrée benthique (résumée sous le terme de « benthos » dans ce rapport) collectée est suivie de manière systématique. Cependant, la coordination méthodologique entre les campagnes pour le recueil de ces données doit être améliorée.

Ainsi, des disparités sont observées entre les campagnes, notamment en fonction des navires utilisés (navire océanographique ou professionnel, protocole de tri, nombre de personnel en mer, capacité de stockage des échantillons, matériel à bord, expertise taxonomique en mer et à terre...). Une standardisation des pratiques d’échantillonnage et d’identification s’avère donc nécessaire et fait l’objet de la présente étude (Hazevis et al, 2019). Cette harmonisation concerne les campagnes côtières dites « nourriceries » (NOURSOM³, NOURSEINE⁴, NURSE⁵, NOURMONT⁶, NOURCANCHE⁷, NOURVEYS⁸ et NOURMED⁹), les campagnes « DCF »¹⁰ (IBTS¹¹, CGFS¹², EVHOE¹³ et MEDITS¹⁴),

³ NOURriceries Baie de SOMme

⁴ NOURriceries Baie de SEINE

⁵ NURSEry

⁶ NOURriceries Baie du MONT Saint Michel

⁷ NOURriceries Baie de CANCHE et Authie

⁸ NOURriceries Baie de VEYS

⁹ NOURriceries MEDiterranée

¹⁰ Data Collection Framework : Protocole commun aux états membres de l’Union Européenne pour collecter et gérer les données nécessaires à l’application de la PCP

¹¹ International Bottom Trawl Survey

¹² Channel Ground Fish Survey

¹³ Evaluation des ressources Halieutiques de l’Ouest de l’Europe

¹⁴ MEDiterranean Trawl Survey

les campagnes exploratoires CAMANOC¹⁵ et EPIBENGOL¹⁶, la campagne « coquille » COMOR¹⁷ ainsi que la campagne ORHAGO¹⁸.

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre des conventions avec les agences de l'eau¹⁹ qui sont les nouveaux financeurs des campagnes nourriceries. Ils représentent aussi la continuité du travail débuté en 2018 sur la standardisation des protocoles DCSMM déployés au cours des campagnes nourriceries (Delaunay et Brind'Amour, 2018). Ce stage a été effectué au sein du service VIGIES²⁰ de l'Ifremer durant 6 mois (du 18 février au 14 août 2019) afin de poursuivre les réflexions sur la faune invertébrée benthique. L'échantillonnage de ces espèces est inscrit dans le protocole de la campagne MEDITS réalisée en coopération avec plusieurs pays méditerranéen (MEDITS Working Group, 2017). Une réflexion sur l'harmonisation des pratiques d'échantillonnage du benthos²¹ est actuellement en cours au niveau international (Massi et al, 2019). Les présents travaux contribueront à la standardisation des suivis menés par les pays concernés.

La réalisation d'un état de l'art des différentes campagnes a constitué la première étape de ce stage. Ce travail a ensuite permis d'observer les disparités entre les suivis et de réfléchir à l'harmonisation des pratiques d'échantillonnage. Enfin, la dernière étape a permis d'élaborer et de tester le protocole standardisé. En parallèle, une analyse statistique des données historiques de benthos a permis d'identifier les principaux taxons échantillonnés et de définir leur niveau minimum d'identification en mer.

¹⁵ Campagne MANche OCcidentale

¹⁶ EPIfaune BENthos Golfe du Lion

¹⁷ COquille de Manche ORientale

¹⁸ Observation des Ressources HALieutiques benthiques du GOLfe de Gascogne

¹⁹ Etablissement public du ministère chargé du développement durable qui a vocation à réduire la pollution et protéger les ressources en eau et les milieux aquatiques

²⁰ Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance

²¹ Désigne la faune invertébrée benthique

1. Etat de l'art des campagnes

L'Ifremer mène de nombreuses campagnes d'observations halieutiques. Leur l'objectif est de produire des indices biologiques pour caractériser l'état et l'évolution à moyen terme des espèces exploitées ainsi que des peuplements d'intérêt halieutique (Talidec et al, 2013). Elles sont déployées dans les 4 sous-régions marines françaises (Figure 3). Les campagnes concernées par cette étude ciblent les communautés benthodémersales²² et se décomposent en 2 catégories :

- Des campagnes de chalutage de fond à Grande Ouverture Verticale (GOV) ou à Grande Ouverture Carrée (GOC) déployées pour observer les populations et les communautés sur les plateaux et le haut des talus (Bertrand et al, 2016).
- Des campagnes s'intéressant à des espèces benthiques tels que les coquilles Saint-Jacques (campagnes de dragage) ou les juvéniles de poissons plats (chalut à perche dans les zones côtières) (Bertrand et al, 2016 ; Delaunay et Brind'Amour, 2018).

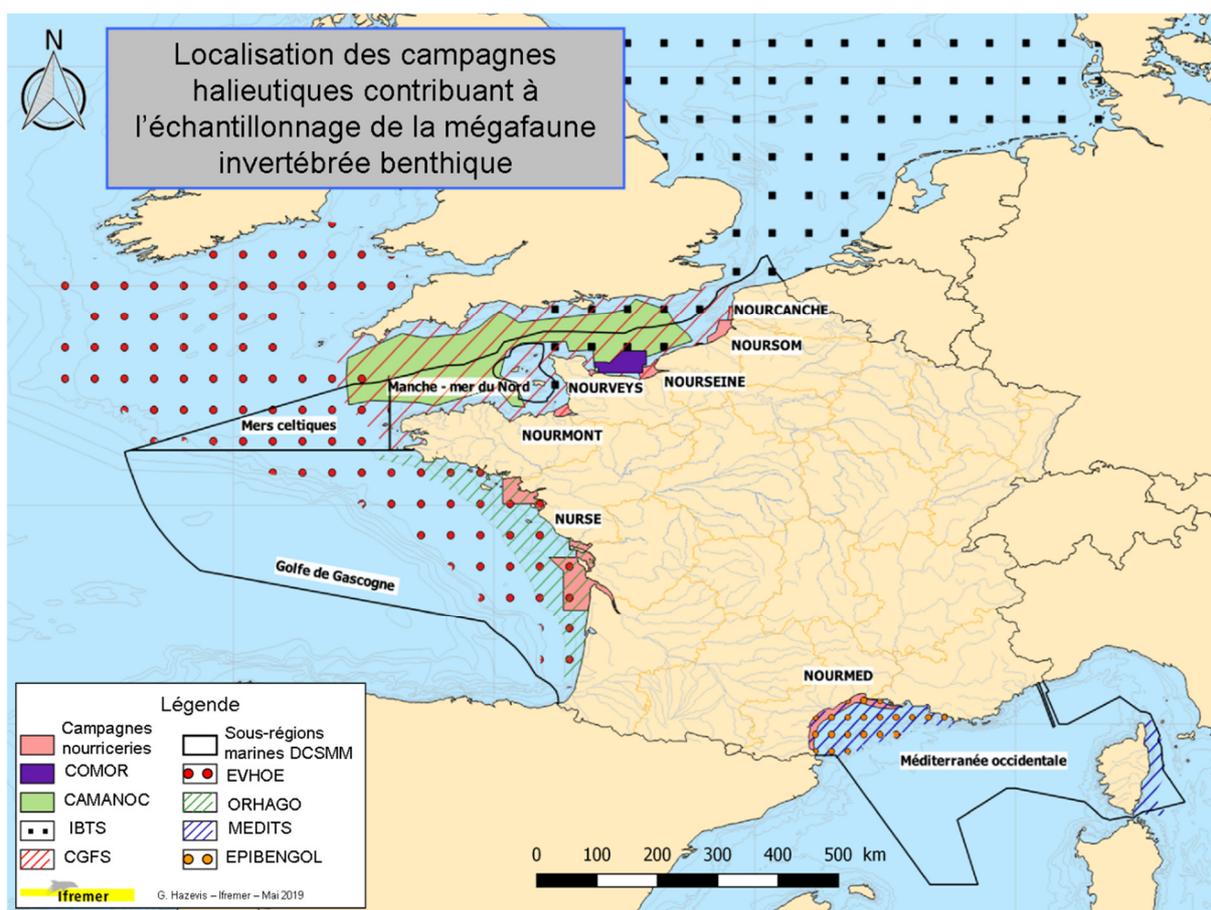


Figure 3. Localisation des campagnes halieutiques contribuant à l'échantillonnage de la mégafaune invertébrée benthique (sources : Ifremer, SHOM ; ©Ifremer – G. Hazevis, Carte réalisée sous QGIS, 2019)

²² Espace situé au-dessus de la zone benthique

1.1 Campagnes nourriceries

Les campagnes nourriceries sont réalisées à l'aide d'un chalut à perche de 2 ou 3 mètres d'ouverture horizontale. Celui-ci peut parfois être muni d'un racasseur²³ (Tableau I). L'échantillonnage est réalisé sur des fonds meubles inférieurs à 40 mètres (Delaunay et Brind'Amour, 2018). Aujourd'hui, il en existe 7 réparties sur l'ensemble des façades métropolitaines : NOURSOM, NURSE, NOURSEINE, NOURMONT, NOURCANCHE, NOURVEYS et NOURMED. Elles ont lieu tous les ans (à l'exception de NOURCANCHE et NOURVEYS qui sont biennuelles) à la fin de l'été ou au début de l'automne ce qui permet d'obtenir un échantillonnage représentatif de la population des groupes d'âge 0 et 1 arrivés la même année sur la nourricerie (Delaunay et Brind'Amour, 2018). NURSE et NOURMED sont réalisées sur des navires océanographiques tandis que les autres ont lieu sur des navires professionnels. Entre 2008 et 2010, NOURSEINE a été effectuée sur un navire océanographique.

Tableau I. Tableau récapitulatif des campagnes (orange : navires professionnels, bleu : navires océanographiques). Les sigles utilisés dans la colonne « Engin » sont explicités dans le glossaire. Sources : © Ifremer - L. Lehmann , 2018, G. Hazevis, 2019

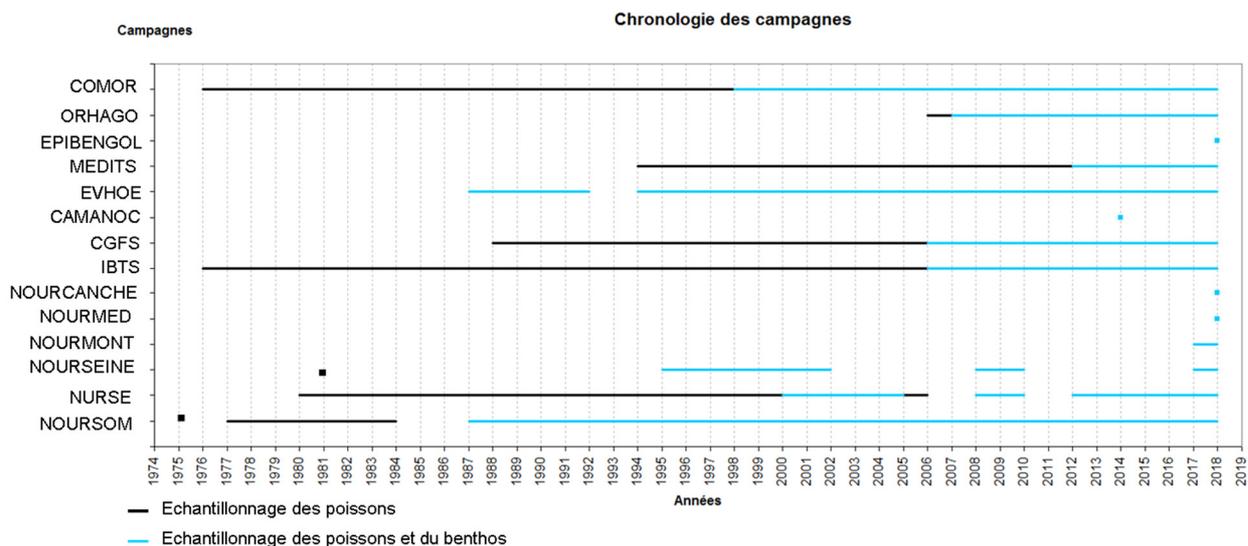
Campagnes	Sous régions marines	Saison	Equipage scientifique	Engin	Maillage étirée
NOURCANCHE	Manche – Mer du Nord	Automne	2	CP3rM	20 mm
NOURSOM	Manche – Mer du Nord	Automne	2	CP3rM CP3M CP2rM	20 mm
NOURSEINE	Manche – Mer du Nord	Automne	4	CP3rM CP2rM	20 mm
NOURMONT	Manche – Mer du Nord	Automne	2	CP3rM	20 mm
NURSE	Golfe de Gascogne	Automne	5	CP1,5M CP3M	20 mm
NOURMED	Méditerranée occidentale	Automne	8	CP3rM	20 mm
IBTS	Manche – Mer du Nord Mers celtiques	Hiver	25	GOV	20 mm
CGFS	Manche – Mer du Nord	Automne	25	GOV	20 mm
CAMANOC	Manche – Mer du Nord	Automne	25	GOV	20 mm
EVHOE	Golfe de Gascogne Mers celtiques	Automne	25	GOV	20 mm
MEDITS	Méditerranée occidentale	Été	8	GOC	20 mm
COMOR	Manche – Mer du Nord	Été	5	Drague à volet	50 mm 72 mm
ORHAGO	Golfe de Gascogne	Automne	5	CP4rM	40 mm

La toute première campagne nourricerie a été réalisée dans le cadre d'une étude « d'avant-projet » d'implantation d'une centrale nucléaire sur le site de Penly au sud de la baie de Somme en 1975 et en 1977 (Schlaich et al, 2018). Elle a ensuite été poursuivie en 1978 et 1980 pour l'étude de projet afin d'établir un état de référence avant son implantation. Entre 1980 et 1983, une phase complémentaire a été financée par le porteur de projet EDF²⁴ pour continuer le suivi sur les nourriceries de poissons plats

²³ Chaîne permettant de racler le fond pour améliorer la capturabilité de l'engin de pêche

²⁴ Electricité De France

(Programme IGA²⁵). Depuis 1987, une étude de surveillance nommée « NOURSOM » a lieu tous les ans afin d’observer les impacts ou non de la centrale (Figure 4) (Cochard, 2002 ; Schlaich et al, 2018). Le protocole initial ne traitait que des espèces commerciales puis a ensuite été étendu au suivi de l’ensemble de la capture. Sur la Figure 4, l’échantillonnage des seules espèces commerciales est représenté en noir. Le trait apparaît en bleu lorsque tous les invertébrés benthiques sont traités. Les campagnes sont réalisées par l’Ifremer sous la direction d’EDF qui est le maître d’ouvrage. Ainsi, des restrictions concernant l’utilisation des données sont mises en place.



En parallèle, la campagne NURSE est apparue dans le golfe de Gascogne en 1980 (Tableau I, Figure 4). A l’origine, son objectif était de suivre l’évolution de la sole commune *Solea solea* (Delaunay et Brind’Amour, 2018). Elle s’est ensuite étendue à l’ensemble des poissons et céphalopodes ainsi qu’au benthos afin de mieux connaître le fonctionnement et l’état de santé des nourriceries côtières (Désaunay et Guérault, 2002 ; Baudrier et Brind’Amour, 2017). Initialement, trois secteurs étaient étudiés : la baie de Vilaine, l’estuaire de la Loire et la baie de Bourgneuf. Aujourd’hui, la zone de recherche a été agrandie aux pertuis Breton et d’Antioche ainsi qu’à l’estuaire externe de la Gironde. Cependant, seule la baie de Vilaine est prospectée tous les ans tandis que les 5 autres sites sont suivis en alternance (Delaunay et Brind’Amour, 2018). L’échantillonnage annuel en baie de Vilaine permet d’étudier des processus précis liés aux variations fines (*e.g.* variations de débit, année exceptionnelle, *etc.*) tandis que la fréquence biannuelle sur les autres sites a pour but d’obtenir des informations sur une échelle relativement fine tout en maximisant le nombre de secteurs visités (Baudrier et Brind’Amour, 2017).

Un an après la création de NURSE, un suivi a été instauré en baie de Seine dans le cadre du « SAUM²⁶ Baie de Seine ». Un échantillonnage mensuel a été réalisé entre juin et novembre 1981 (Morin et al, 1999). D’autres missions ont ensuite eu lieu annuellement entre 1995 et 2002 ainsi qu’entre 2008 et 2010 dans le cadre de divers programmes de recherches (projet d’extension du port du Havre,

²⁵ Impact des Grands Aménagements

²⁶ Schéma d’Aptitude et d’Utilisation de la Mer qui a pour vocation d’aménager le littoral afin de la valoriser

projet Seine-Aval²⁷ et projet Seine Aval 4 COLMATAGE²⁸) (Morin et al, 2015). Ces deux séries d'échantillonnages ont permis de démontrer l'impact sur l'écosystème de l'agrandissement du port du Havre (Port 2000) construit en 2006 (Talidec et al, 2013). Le suivi a été repris en 2017 dans le cadre du projet NOURSEINE (Figure 4) (Delaunay et Brind'Amour, 2018). Celui-ci est prévu, pour l'instant, jusqu'en 2019. Ces trois années supplémentaires vont permettre d'observer les communautés de juvéniles avant l'implantation en 2020 du site EMR²⁹ de Courseulles-sur-mer dans la partie ouest de la zone de suivi (Baudrier et al, 2016).

Par la suite, avec la mise en œuvre de la DCSMM, une surveillance pérenne et opérationnelle dans les 4 sous-régions marines françaises a été mise en place. C'est pourquoi l'Ifremer a créé de nouvelles campagnes nourriceries. En raison de l'absence de suivi en Manche ouest, la campagne NOURMONT a été instaurée dans la baie du Mont St Michel en 2017 (Baudrier et al, 2016). En 2018, ce sont deux nouvelles campagnes qui ont été créées, NOURMED dans le golfe du Lion et NOURCANCHE en baie d'Authie et de Canche (Tableau I, Figure 4). En 2019, la campagne NOURVEYS, située dans la baie des Veys, aura lieu pour la première fois. Les campagnes NOURMONT et NOURMED sont prévues pour être réalisées chaque année. En revanche, NOURCANCHE et NOURVEYS sont effectuées en alternance une année sur deux. Le but de celles-ci est de compléter la couverture spatiale en Manche orientale dans des zones qui étaient suivies dans le cadre du projet SMAC³⁰ (Baudrier et al, 2016).

La faune invertébrée benthique est échantillonnée de manière rigoureuse sur :

- NOURSOM : depuis 2000 (I. Schlaich, comm. pers., 2019)
- NURSE : depuis 2000 (A. Brind'Amour, comm. pers., 2019)
- NOURSEINE : depuis la première série de campagne en 1995 (à l'exception de 1999 où seuls les invertébrés commerciaux ont été échantillonnés)
- NOURMONT : depuis le début de la série en 2017
- NOURCANCHE et NOURMED : depuis le début de la série en 2018

²⁷ www.seine-aval.fr

²⁸ COupLage bio-Morpho-sédimentaires et dynamique à long Terme des habitats et peuplements benthiques et ychtiologiques en Seine Aval

²⁹ Energie Marine Renouvelable

³⁰ Sole de MANche Est

1.2 Campagnes DCF et exploratoires

Il existe aussi des suivis halieutiques de communautés benthodémersales plus au large des côtes. Ces campagnes, parfois réalisées en coopération avec les pays frontaliers, s'effectuent au chalut de fond à GOV ou GOC³¹ avec pour objectif de mesurer l'abondance et la distribution spatiale des populations exploitées (Lorance et al, 2014 ; Bertrand et al, 2016). Elles permettent aussi de collecter des paramètres biologiques et environnementaux. Elles sont toutes effectuées à bord de navires océanographiques. Des suivis pélagiques sont aussi déployés en Atlantique (PELGAS³²) et en Méditerranée (PELMED³³) mais n'échantillonnent pas la faune invertébrée benthique. Ils n'ont donc pas été pris en compte dans cette étude.

En 1960 et 1961, une série de 4 grandes campagnes internationales réalisées au chalut a été organisée par l'ICES³⁴ afin de cartographier la répartition du hareng juvénile *Clupea harengus* en mer du Nord. Cette campagne, aujourd'hui nommée « International Bottom Trawl Survey (IBTS) », était menée par des chercheurs hollandais (Verin et Dufour, 1999). Progressivement, de plus en plus de pays se sont associés à ce programme : le Danemark, l'Angleterre, la France, l'Allemagne, les Pays-Bas, la Norvège, l'Ecosse et la Suède. La France a participé pour la première fois en 1976 (Figure 4) (Verin et Dufour, 1999). Au début, l'échantillonnage était restreint aux parties sud et centrales de la mer du Nord. Il s'est étendu au Skagerrak et au Kattegat début 1969 et au nord de la Mer du Nord en 1974 ce qui a permis d'étudier d'autres espèces (Verin et Dufour, 1999 ; ICES, 2015). En France, depuis 1997, une seule campagne a lieu chaque année en hiver (Tableau I). Depuis cette date, l'utilisation du chalut à Grande Ouverture Verticale (GOV) est standardisée (ICES, 2015). Le groupe de travail IBTS (WGIBTS), historiquement fondé lors de la mise en place de ces campagnes garantit la standardisation des protocoles et la qualité des données acquises.

La deuxième campagne historique est CGFS (Channel Ground Fishery Survey) qui a lieu annuellement en octobre depuis 1988 dans l'est de la Manche (Tableau I, Figure 4). Les plies, les rougets, les bars et les seiches étaient les principales communautés étudiées à l'origine (Auber et al., 2015). En 1997, l'effort d'échantillonnage a augmenté dans les potentielles zones de frayères (zones de ponte) de merlan en baie de Seine, baie des Veys et baie de Rye (Coppin et al, 2009). Organisée par la même équipe que IBTS, cette campagne a bénéficié dès le début des efforts de standardisation entrepris par le WGIBTS.

La troisième campagne hauturière en Manche-Mer du nord, du nom de CAMANOC (CAmpagne MANche OCCidentale), a eu lieu uniquement au début de l'automne 2014 (Tableau I, Figure 4). Son objectif était de tester une extension de CGFS en Manche ouest et de réaliser un état de

³¹ Grande Ouverture Verticale ou Grande Ouverture Carrée

³² Suivi des petits poissons PELagiques dans le golfe de GAScogne

³³ PELagiques MEDiterranée

³⁴ International Council for the Exploration of the Sea

l'art de l'écosystème dans cette zone (Baudrier, 2019). Pour cela, elle a récolté des informations sur l'ensemble des composantes de l'écosystème : hydrologie, compartiments planctoniques, invertébrés, poissons et céphalopodes benthiques et démersaux, faune et flore pélagique, oiseaux et mammifères marins (Travers-Trolet et Verin, 2014).

Sur la façade Atlantique, une campagne DCF appelée EVHOE a débuté en 1987 (Figure 4). La mission est réalisée chaque année en automne à l'exception de 1988 où il y en a eu deux (une au printemps et une à l'automne). En 1993, elle a été annulée pour raison budgétaire (Mahé et Poulard, 2005). A l'origine, elle ne couvrait que le golfe de Gascogne puis elle a été étendue à une partie des mers celtique en 1990 (Tableau I). Depuis 1994, la campagne EVHOE est également coordonnée par le WGIBTS (Mahé et Poulard, 2005).

En Méditerranée, la campagne MEDITS existe depuis 1994 (Figure 4). Celle-ci a été créée à la suite d'un projet regroupant la France, l'Italie, l'Espagne et la Grèce. Le but est de réaliser une campagne commune au chalut de fond avec un seul et unique protocole d'échantillonnage. Elle permet de récolter des informations sur la structure démographique ainsi que sur la distribution des communautés benthiques et démersales de la Méditerranée (MEDITS Working Group, 2017). Le protocole (inspiré initialement de celui de la campagne IBTS) a évolué au fur et à mesure des années. Les deux premières missions ont été menées sur les côtes françaises, espagnoles, italiennes et grecques avant d'être élargies à la mer Adriatique (Slovénie, Croatie et Albanie) en 1996. La zone d'étude s'est ensuite étendue en 1999 au sud de la mer d'Alboran (Contribution du Maroc), en 2000 aux côtes maltaises et en 2006 aux côtes chypriotes (MEDITS Working Group, 2011). La campagne MEDITS française a lieu annuellement aux alentours du mois de juin (Tableau I) (MEDITS Working Group, 2017).

En 2018, la campagne de recherche EPIBENGOL s'est déroulé en Septembre dans le Golfe du Lion sur la base du même protocole de campagne que MEDITS. L'objectif principal de cette campagne étant l'étude de compartiment benthique, la faune capturée par chalutage a fait l'objet d'identifications, dénombrements et pesées.

La faune invertébrée benthique est suivie de manière rigoureuse sur :

- IBTS : depuis 2009. En 2006, seule la présence de l'espèce était relevée. Le dénombrement et la pesée systématique a été mise en place progressivement entre 2007 et 2008 (Y. Verin, comm. pers., 2019).
- CGFS : depuis 2008. En 2006, seule la présence de l'espèce était relevée. En 2007, certaines espèces étaient dénombrées et pesées (Coppin et al, 2009).
- CAMANOC : en 2014 durant la seule année de la campagne.
- EVHOE : depuis 2008. Avant cette date, seuls les invertébrés commerciaux étaient traités (P. Laffargue, comm. pers. 2019).
- MEDITS : depuis 2012 (S. Vaz, comm.pers., 2019).

Dans le cadre de la mise en œuvre de la DCSMM, les campagnes DCF ont été optimisées en 2016 afin d'obtenir des données relatives à l'ensemble des descripteurs du BEE. Cette optimisation a permis de mettre en place des nouveaux protocoles de suivis sur les microplastiques, les macrodéchets de fond et flottants, les oiseaux, les mammifères marins, le zooplancton gélatineux, les contaminants, le réseau trophique, le bruit et l'hydrologie. En raison du nombre de place limitée à bord du N/O³⁵ l'Europe, la campagne MEDITS a seulement pu intégrer les protocoles sur les macrodéchets de fond, les contaminants, le réseau trophique, le zooplancton gélatineux et l'hydrologie (Baudrier et al, 2018).

³⁵ Navire océanographique

1.3 COMOR et ORHAGO

Deux autres campagnes se déroulant à bord de navires océanographiques permettent de collecter des données sur la faune invertébrée benthique : ORHAGO et COMOR.

La campagne ORHAGO a eu lieu pour la première fois en 2006 (Figure 4) dans le golfe de Gascogne (Tableau I). Son objectif est d'acquérir des indices d'abondances sur les communautés benthiques qui se trouvent dans les fonds de moins de 100 mètres sur le plateau continental (Coupeau et Biais, 2017). Préalablement, en 2003, deux campagnes de mise au point ont été effectuées à l'aide de chaluts jumeaux (Vacherot et Bazouvet, 2004). L'échantillonnage se fait chaque année en automne au chalut à perche de 4 mètres d'ouverture muni de racasseurs (Tableau I) (Coupeau et Biais, 2017). La faune invertébrée benthique est échantillonnée depuis 2007 (Figure 4). Entre 2007 et 2010, son traitement était réalisé directement en mer mais de manière succincte. Depuis 2011, il est plus rigoureux (Y. Coupeau, comm. pers., 2019).

La campagne COMOR (COquille de Manche ORientale) s'intéresse à l'évaluation des stocks de coquilles Saint-Jacques *Pecten maximus* en Manche orientale (Foucher, 2017). Elle a lieu annuellement depuis 1976 (Figure 4) (Vigneau et Lemoine, 1994 ; Vigneau et al, 2001). Contrairement aux autres campagnes, l'échantillonnage est réalisé à l'aide d'une drague (Tableau I). Jusqu'en 1989, l'ensemble de la Manche était échantillonné par échantillonnage systématique³⁶ (Vigneau et al, 2001). En 1992, la zone d'étude a été réduite à la baie de Seine et son Proche Extérieur (Vigneau et Lemoine, 1994 ; Vigneau et al, 2001). A partir des données récoltées, des indices d'abondances par classe d'âge et par zone sont estimés. La biomasse disponible par secteur, la structure démographique de la population ainsi que sa répartition sur le fond sont déterminées (Foucher, 2017). La faune invertébrée benthique est échantillonnée depuis 1998 (Figure 4) mais son traitement n'était pas rigoureux lors des premières années. Avant les années 2000, seules certaines espèces étaient identifiées. Depuis, avec les formations à l'identification, le niveau d'expertise taxonomique s'est amélioré rendant les déterminations plus précises (E. Foucher, comm. pers., 2019).

³⁶ Type d'échantillonnage où la distance entre chaque point de prélèvement est similaire

1.4 Protocole utilisé à bord des campagnes

L'échantillonnage est de type aléatoire stratifié³⁷ sur l'ensemble des campagnes (Morin et Schlaich, 2004 ; Mahé et Poulard, 2005 ; ICES, 2015 ; MEDITS Working Group, 2017 ; Schlaich et al, 2018 ; Brind'Amour et al, 2018) à l'exception d'ORHAGO (Talidec et al, 2013). Sur les campagnes nourriceries, afin d'éviter d'endommager le matériel, les trains connus des pêcheurs professionnels sont utilisées (Morin et Schlaich, 2004 ; Schlaich et al, 2018 ; Brind'Amour et al, 2018). Les chaluts sont équipés d'une maille étirée de 20 mm (Cochard 2002 ; Désaunay et Guérault, 2002 ; Morin et Schlaich, 2004 ; Mahé et Poulard, 2005 ; Coppin et al, 2009 ; ICES, 2015 ; MEDITS Working Group, 2017, Schlaich et al, 2018 ; Marchal et al, 2018 ; Delaunay et Brind'Amour, 2018) sauf sur ORHAGO où elle est de 40 mm (Coupeau et Biais, 2017). Sur COMOR, deux dragues classiques à volet de mailles 50 mm et 72 mm sont utilisées (Foucher, 2017).

Le nombre de traits³⁸ varie selon les besoins de la campagne et la superficie des strates. Cependant, ils sont uniquement réalisés de jour. Leur durée est de 15 minutes à une vitesse d'environ 2,5-3 nœuds sur les campagnes nourriceries (Cochard, 2002 ; Désaunay et Guérault, 2002 ; Morin et Schlaich, 2004 ; Baudrier et Brind'Amour, 2017 ; Baudrier et Schlaich, 2017 ; Schlaich et al, 2018 ; Marchal et al, 2018) et de 30 minutes à une vitesse comprise entre 2,5 et 4 nœuds sur les campagnes DCF et exploratoires (Verin et Dufour, 1999 ; Mahé et Poulard, 2005 ; Coppin et al, 2009 ; ICES, 2015). Sur MEDITS, les traits varient en fonction de la bathymétrie : 30 minutes pour une profondeur inférieure à 200 mètres et 60 minutes dans le cas inverse (MEDITS Working Group, 2017). Sur ORHAGO, les traits sont réalisés sur 2,5 milles à une vitesse d'environ 5 nœuds (Coupeau et Biais, 2017) tandis que sur COMOR, ils le sont sur un demi ou un quart de mille à une vitesse d'environ 3 nœuds (Foucher, 2008). Ils sont systématiquement réalisés face au courant à l'exception de NOURSOM où ils sont effectués avec le courant dans le dos (Cochard et Goascoz, 2013).

A la fin de chaque trait, la capture totale est pesée. Cette étape n'est pas systématiquement effectuée sur les navires professionnels en raison du manque de place et de personnel à bord (C. Vogel et S. Parrad, comm. pers., 2019). Les poissons et les invertébrés benthiques sont séparés et traités distinctement. En cas de sous-échantillonnage, les individus remarquables sont extraits pour être traités en « Hors Vrac » (Mahé et Poulard, 2005 ; Delaunay et Brind'Amour et al, 2018). Les individus sont ensuite triés, identifiés, dénombrés et pesés par espèce soit sur l'ensemble de la capture soit sur un sous échantillon. Lorsque l'identification est incertaine, les taxons sont conservés et ramenés au laboratoire (Figure 5. Schéma synthétique et récapitulatif du protocole benthos) (Verin et Dufour, 1999 ; Cochard, 2002 ; Désaunay et Guérault, 2002 ; Morin et Schlaich, 2004 ; Mahé et Poulard, 2005 ; Coppin et al, 2009 ; ICES, 2015 ; Schlaich et al, 2018). De plus, si une espèce soumise à des mesures de

³⁷ Les points de prélèvements sont choisis aléatoirement dans chaque sous zone d'échantillonnage (strate)

³⁸ Un trait représente un point d'échantillonnage. Il débute lorsque que l'engin de pêche est mis à l'eau et se termine lorsqu'il est remonté

conservation est capturée, son traitement doit être réalisé rapidement afin de la remettre à l'eau au plus vite pour maximiser ses chances de survie (MEDITS Working Group, 2017).

Toutes les espèces d'intérêt commercial (poissons, céphalopodes et invertébrés) sont mesurées (Mahé et Poulard, 2005 ; Coppin et al, 2009). Selon les besoins des campagnes et pour certaines espèces, le sexe et un indice de maturité sont déterminés. Les otolithes sont parfois prélevés afin de déterminer l'âge (Figure 5. Schéma synthétique et récapitulatif du protocole benthos) (Cochard, 2002 ; Désaunay et Guérault, 2002 ; Morin et Schlaich, 2004 ; Mahé et Poulard, 2005 ; Coppin et al, 2009 ; ICES, 2015 ; Delaunay et Brind'Amour et al, 2018). Sur les recommandations du groupe de travail MEDITS, l'ensemble de la capture vivante est désormais identifié, dénombré et pesé sur la campagne MEDITS depuis 2012. Pourtant, sur les campagnes hauturières, il n'existe pas d'approche standardisée pour le traitement de la faune invertébrée benthique car le niveau d'expertise taxonomique sur les bateaux est variable (ICES, 2015).

Toutes les campagnes saisissent et stockent leurs données via l'outil Allegro Campagnes dans la base de données Harmonie (Système d'Information Halieutique de l'Ifremer) à l'exception de NOURSOM et NOURSEINE qui devraient passer, respectivement en 2019 et 2020, à ce format (S. Parrad et C. Vogel, comm. pers., 2019). Les mêmes outils sont utilisés sur les autres campagnes (IBTS, CGFS, CAMANOC, MEDITS, EPIBENGOL, COMOR, ORHAGO, EVHOE) où les données « historiques » bancarisées sous Access sont progressivement intégrées à Harmonie.

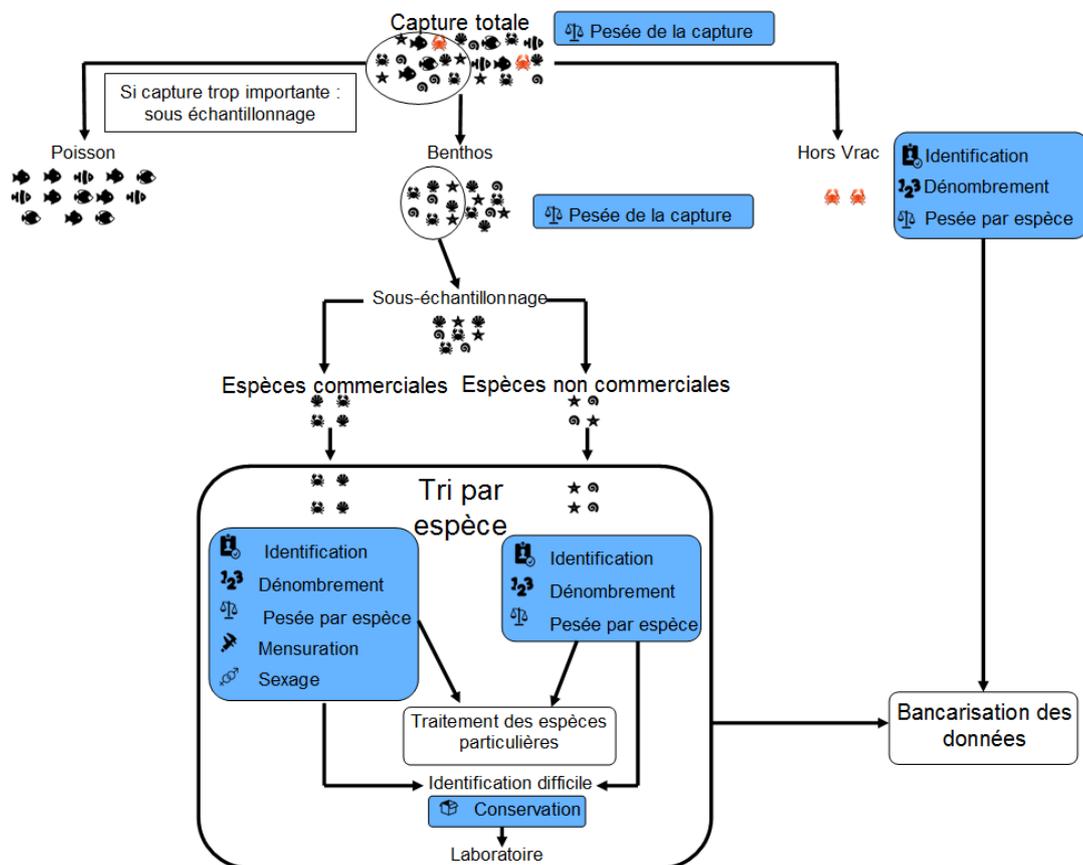


Figure 5. Schéma synthétique et récapitulatif du protocole benthos (© Ifremer - G. Hazevis, 2019)

1.5 Campagnes européennes

D'autres suivis du même type sont menés par les autres pays européens. Par exemple, le Royaume-Uni réalise chaque année 4 campagnes sur lesquelles sont collectées des données sur la faune invertébrée benthique (G. Burt, comm. pers., 2019) :

- Q1SWECOS Western English Channel / Celtic Sea Survey (Q1SWBEAM) : cette campagne a lieu en février / mars en mers celtiques et Manche ouest et est réalisée à l'aide de deux CP4M³⁹, l'un muni d'un racasseur, l'autre non. Toutes les espèces sont pesées. Les espèces coloniales sont en plus dénombrées tandis que les coquillages sont mesurés au cm inférieur. Initialement, seules les espèces sentinelles étaient traitées (identifiées et uniquement pesées ou pesées et dénombrées).
- Eastern English Channel and southern North Sea Beam Trawl survey (7DBTS) : cette campagne utilise un chalut à perche muni d'un racasseur à des stations fixes. Elle a lieu en juillet en Manche Est et au sud de la mer du Nord. Les coquillages sont pesés et mesurés à chaque station. L'épibenthos⁴⁰ est toujours traité (identifié et uniquement pesé ou pesé et dénombré).
- North Sea Groundfish survey (IBTS3E) : L'échantillonnage s'effectue, au mois d'août, par un chalut à GOV sur des stations fixes. Une quantité limitée d'épibenthos est capturée. Les coquillages sont pesés et mesurés. L'épibenthos est toujours traité (identifié et uniquement pesé ou pesé et dénombré).
- Irish Sea Beam Trawl survey (NWGFS) : Cette dernière campagne a lieu en mer d'Irlande en septembre. Le protocole est identique à 7DBTS.

L'ensemble des données (au moins pour les espèces commerciales) sont bancarisées, à l'exception de celles de Q1SWBEAM, dans la base de données DATRAS⁴¹ (G. Burt, comm. pers., 2019).

³⁹ Chalut à perche de 4 mètres d'ouverture horizontale

⁴⁰ Organisme vivant à la surface du substrat en zone benthique

⁴¹ DAtabase of TRAwl Surveys

2. Matériel et méthodes

2.1 Harmonisation du protocole

La réalisation d'une synthèse bibliographique sur les protocoles déployés au cours des campagnes étudiées a constitué la première étape de ce travail d'harmonisation. Celle-ci a permis d'observer les disparités et d'identifier les points majeurs à harmoniser. Un questionnaire a ainsi été constitué et soumis aux équipes scientifiques des différentes campagnes. Afin d'obtenir plus d'informations sur les spécificités des campagnes se déroulant sur des navires professionnels, une réunion a été organisée à la station Ifremer de Port en Bessin. Les principaux points du questionnaire y ont été discutés avec les responsables de campagnes et le personnel impliqué dans les suivis de la mégafaune benthique. À la suite de cela, un premier protocole avec des propositions d'harmonisation a été rédigé et envoyé aux différents partenaires concernés (*c.f.* Annexe XII). Le document a ensuite été revu en fonction des retours. Fin juin, au cours d'une réunion regroupant la majorité des responsables de campagnes et des benthologues, des décisions ont été prises. Chaque proposition a été passée en revue afin de trouver la meilleure méthode d'harmonisation. Le nouveau protocole a ensuite été testé sur la campagne COMOR début juillet. Cet embarquement a permis de valider les principaux points liés à la faisabilité de la mise en œuvre du protocole en mer.

2.2 Détermination des taxons clés et du niveau minimal d'identification

Une analyse a été réalisée pour déterminer les taxons clés des biocénoses couvertes par les emprises spatiales des différentes campagnes halieutiques. Pour cela, les jeux de données ont été « nettoyés » afin d'obtenir des fichiers harmonisés sans erreurs. Dans le REFTAX⁴², chaque taxon est associé à un code (*e.g.* MYTIEDU pour la moule *Mytilus edulis*). Cependant, ce référentiel évolue régulièrement et il peut arriver que ce code change. Celui employé dans la série historique de la campagne n'est alors plus à jour. Une actualisation de ces codes a donc été réalisée pour chaque jeu de données correspondant aux différentes campagnes. Chaque taxon détient aussi un code permanent qui lui n'évolue jamais, mais en l'absence de celui-ci sur les fichiers, la fusion a été effectuée à partir du code non permanent. Cette étape est primordiale puisqu'elle permet par la suite de fusionner le jeu de données avec le REFTAX. Cette fusion permet d'obtenir un seul fichier regroupant les caractéristiques du taxon capturé ainsi que sa taxonomie.

Les campagnes NOURCANCHE et NOURMED contiennent une seule année d'échantillonnage. Le but de l'analyse étant d'identifier les taxons régulièrement capturés sur les séries historiques, elles n'ont pas été prises en compte. Les jeux de données des campagnes CAMANOC et EPIBENGOL ne contiennent, eux aussi, qu'une seule année de suivi. Cependant, leur zone d'échantillonnage est complémentaire de celles réalisées sur IBTS / CGFS (pour CAMANOC) et MEDITS (pour

⁴² REFérentiel TAXonomique utilisé par l'Ifremer qui recense tous les taxons observés lors des campagnes avec leur taxonomie

EPIBENGOL). Les jeux de données ont ainsi été fusionnés : IBTS, CGFS et CAMANOC ont été traitées ensemble tout comme MEDITS et EPIBENGOL.

Cette étude étant spécifique à la faune invertébrée benthique, les poissons et les scyphozoaires (méduses) ont été retirés des jeux de données. Seul le benthos et les céphalopodes ont été conservés.

Un échantillonnage spécifique a été réalisé sur la campagne NURSE de 2006. En effet, tous les invertébrés benthiques capturés n'ont pas été traités. Afin de ne pas minimiser la biodiversité, cette année n'a donc pas été conservée pour le traitement. D'autre part, il n'y a pas eu de campagnes en 2007 et 2011. Le chalut utilisé en 2013 a été légèrement modifié, l'année correspondante a été exclue afin de ne conserver que des pratiques d'échantillonnage identique.

En 1999, sur NOURSEINE, seuls les poissons et les invertébrés commerciaux ont été échantillonnés ce qui a amené à ne pas prendre en compte cette année dans l'analyse.

Les identifications sur la campagne COMOR n'étant pas jugées très précises lors des premiers suivis, les espèces du genre *Pagurus* ont été remontées avant l'analyse au niveau du genre. Le même traitement a été réalisé sur les espèces du genre *Liocarcinus*.

La série temporelle utilisée pour chaque campagne dans cette étude est représentée en rouge dans le graphique ci-dessous (Figure 6).

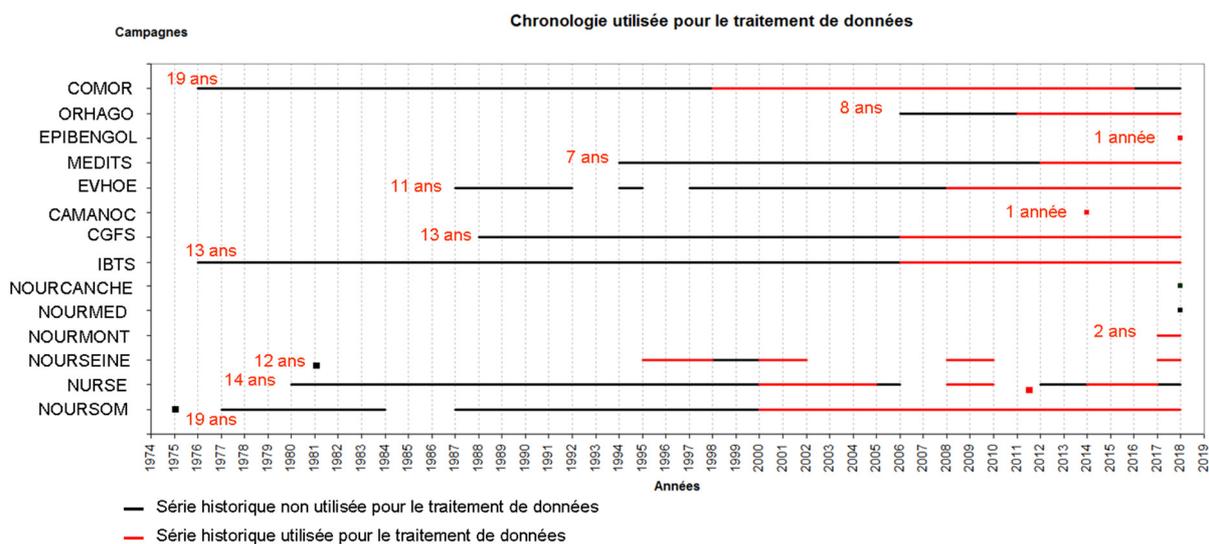


Figure 6. Chronologie utilisée pour le traitement de données (© Ifremer - G. Hazevis, 2019)

Une fois cette étape d'épuration des jeux de données terminée, le traitement peut débuter. Celui-ci consiste à identifier, à l'aide du logiciel R, les taxons capturés fréquemment sur chaque campagne. Le traitement employé est le même que celui utilisé dans l'étude de Foveau et al, 2017. L'analyse identifie les taxons qui apparaissent de manière récurrente sur les séries disponibles ou les regroupe à des niveaux taxonomiques moins précis si cela n'est pas le cas. Un taxon est jugé comme étant capturé fréquemment si son occurrence est supérieure à 90 %, c'est-à-dire s'il apparaît sur au moins durant 90

% des années étudiées. Les jeux de données de MEDITS/EPIBENGOL et ORHAGO contenant moins de 10 années de suivis, l'occurrence a été abaissée à 70%. Enfin, l'occurrence utilisée pour la campagne NOURMONT est de 50% car seules deux années de suivis sont disponibles.

Afin de mieux comprendre le traitement, un exemple concret peut être décrit avec l'espèce *Pecten Maximus* (Coquille Saint-Jacques, Annexe XI - a) sur NOURSEINE. La série intégrant des données d'invertébrés benthiques comporte 12 années d'étude. Pour rappel, l'analyse cherche à identifier les taxons qui ont au moins 90 % d'occurrence soit au minimum 11 années d'apparition dans cet exemple. Or, l'espèce *Pecten maximus* a été capturée sur 10 années différentes ce qui n'est pas suffisant. L'analyse la remonte donc théoriquement au niveau taxonomique supérieur : le sous-genre (Figure 8). Cependant, cette espèce n'a pas de sous-genre, elle est donc agrégée au niveau du genre : *Pecten*. Ce nouveau taxon regroupe toutes les espèces du genre *Pecten* qui ont moins de 90 % d'occurrence. Néanmoins, l'occurrence reste à 10 années donc toujours inférieure à 90 %. Le taxon est donc de nouveau remonté au niveau taxonomique supérieur jusqu'à atteindre au minimum 11 années. C'est au niveau de la famille *Pectinidae* que l'occurrence de 90 % est atteinte. Le taxon initial *Pecten maximus* a donc pour taxon final *Pectinidae* (Figure 7).

freq_Espèce	freq_sous_genre	freq_Genre	freq_Tribu	freq_Sous.famille	freq_Famille
10	10	10	10	10	12

Figure 7. Exemple du traitement de données pour l'espèce *Pecten maximus* sur la campagne NOURSEINE (© Ifremer - G. Hazevis, 2019)

Cette analyse a aussi pour objectif de définir le niveau minimal d'identification sur le terrain. Le but étant de simplifier le travail en mer, notamment sur les navires professionnels, le nom de taxon final déterminé par le traitement définit le niveau minimal d'identification à instaurer au cours des campagnes halieutiques. Cependant, cette analyse est très théorique et ne se base pas sur l'expérience de terrain. Les résultats ont donc été transmis aux responsables de campagne et aux scientifiques embarquant régulièrement afin d'affiner le niveau d'identification. A titre d'exemple, l'espèce *Pecten maximus* peut être identifiée très facilement sur le terrain, il n'est donc pas nécessaire de l'agréger jusqu'au niveau de la famille. Le niveau minimal d'identification décidé de manière concertée pour la campagne NOURSEINE est donc finalement *Pecten maximus* et non *Pectinidae*.

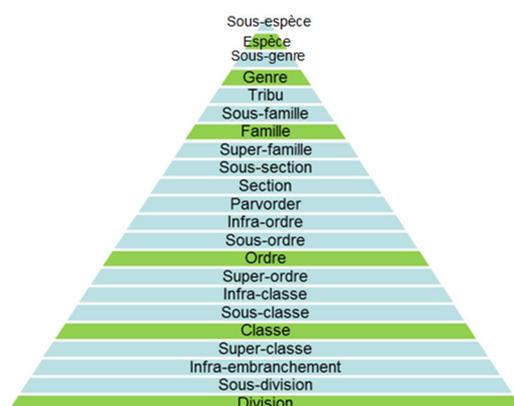


Figure 8. Pyramide représentant les différents niveaux taxonomiques (© Ifremer – G. Hazevis, 2019)

3. Résultats

3.1 Harmonisation du protocole

De nombreux points divergeaient lors de l'utilisation du protocole sur chaque campagne. Ceux-ci sont désormais standardisés. Les aspects suivants ont été harmonisés :

- Allègement du protocole sur certaines campagnes : le protocole benthos peut être allégé en raison du manque de place et de personnel à bord des navires professionnels et sur la campagne COMOR. Les invertébrés benthiques ne sont pas traités à chaque trait. Cependant, le plan d'échantillonnage du benthos doit être défini en amont de la campagne afin de couvrir l'ensemble de la zone étudiée.
- Fiches de terrain : les fiches passerelles, benthos et mensurations ont été homogénéisées afin de faciliter leur utilisation (Annexes I à III).
- Récupération de la capture : celle-ci est vidée dans des paniers pour faciliter la pesée. Si elle est trop importante, elle est déversée directement sur le pont.
- Traitement des éléments grossiers inertes : les fragments grossiers non vivants (morceaux de bois, pierres *etc.*) ainsi que la faune fixée dessus ne sont pas pris en compte, ils sont rejetés à l'eau.
- Rinçage de la capture : celui-ci s'effectue désormais directement dans les paniers à la manche à eau. L'utilisation de tamis n'est pas nécessaire. Les individus s'échappant par les trous du panier ne sont pas pris en compte car ils sont plus petits que le maillage de l'engin de pêche et ne sont donc pas considérés comme la cible de l'étude.
- Sous échantillonnage : cette étape est réalisée en cas de capture trop importante. Si celle-ci a pu être déversée dans les paniers, seul l'un d'entre eux est traité. Sinon, elle est fractionnée sur le pont et une seule partie est traitée. Le poids de la capture totale ainsi que celui du sous échantillon sont notés afin de pouvoir élever les informations collectées (nombre et poids).
- Traitement de la capture : une fois la capture pesée, les individus sont triés, identifiés, dénombrés et pesés par espèce. Seuls les individus vivants supérieurs à 1 cm dans leur plus grande dimension sont pris en compte. Ce point reste à débattre puisque des désaccords ont lieu concernant les individus inférieurs à 1 cm. Certains voudraient les traiter en présence/absence tandis que d'autres pensent qu'il ne faut pas les traiter. La mensuration n'est obligatoire que pour les espèces spécifiquement identifiées dans le protocole de chaque campagne (invertébrés commerciaux principaux ou objets d'étude spécifiques) ainsi que pour les céphalopodes. Pour ces espèces, d'autres mesures, tel le sexe ou l'évaluation de la maturité sexuelle, peuvent également être requis.
- Pesée des individus légers : suivant les conditions météorologiques, la précision de la balance pour la pesée des individus inférieurs à 10 g peut être très mauvaise. Le poids est alors estimé manuellement et visuellement en se basant sur des référentiels déterminés au laboratoire.

- Processus de conservation : les taxons non identifiés en mer doivent être ramenés à terre. Si les moyens du bord le permettent, ils sont congelés. Dans le cas contraire, leur conservation se fait dans de l'alcool à 70°. La congélation peut dégrader l'état de certains taxons (e.g. crevettes). Il est alors préférable de les conserver dans de l'alcool. Ils sont ensuite stockés dans des sacs congélation ou des piluliers avec une étiquette sur laquelle est écrit le nom de la campagne, le numéro du trait, la date ainsi qu'un code explicite (e.g. crabe sp1, crevette sp3). Une fois à terre, en cas de long déplacement, les individus peuvent être décongelés et conservés dans l'alcool si leur nature le permet.
- Traitement des espèces ne pouvant être dénombrées et/ou pesées : les animaux coloniaux ne peuvent pas toujours être dénombrés car ils sont agglutinés. Lorsqu'il est possible de le faire, c'est le nombre de colonies qui est compté. Certaines espèces fixées ne peuvent être détachées de leur substrat ce qui rend leur pesée impossible (e.g. *Alcyonium digitatum*, *Pentapora fascialis*, Annexe XI – b et c). Elles sont alors seulement dénombrées. Cependant, le logiciel de bancarisation des données « Tutti » ne réalise les élévations à la capture totale qu'à partir du poids. Des discussions sont encore en cours afin de résoudre ce problème. Il a été proposé de définir un poids moyen par individu. Le poids total de l'espèce pourrait donc être retrouvé en multipliant ce poids par le nombre d'individus capturés sur le trait. Ceci permettrait au logiciel Tutti de réaliser l'estimation des captures totales. Une seconde solution serait de peser l'individu avec son substrat et d'estimer le poids du support afin de le soustraire au poids total.
- Traitement des espèces particulières et des individus cassés :
 - Les pagures doivent systématiquement être pesés avec leur coquille. Cependant, il peut arriver que des individus soient retrouvés « nus ». Dans ce cas, ils sont pesés avec la coquille d'un autre individu de taille approximativement similaire.
 - Certaines espèces font l'objet de traitements particuliers. C'est le cas des espèces *Adamsia palliata* et *Calliactis parasitica* qui vivent sur les coquilles de *Pagurus prideaux* (Annexe XI – d et e). Celles-ci ne pouvant être détachées de la coquille, l'ensemble est pesé. Un tiers du poids total représente le poids d'*Adamsia palliata*, les deux tiers restants celui du *Pagurus prideaux*. C'est l'inverse pour *Calliactis parasitica* qui représente les deux tiers du poids contre un tiers pour le *Pagurus prideaux*. Les *Sabellaria* et les *Maldanidae* sont des vers marins qui vivent dans des tubes composés de sédiments ou dans des pelotes. Souvent, ceux-ci sont vides lorsqu'ils arrivent sur le pont. Le protocole prévoyant de ne traiter que les individus vivants, les tubes ou les pelotes ne sont pas pris en compte si aucun individu se trouve à l'intérieur.
 - Le traitement des oursins, du fait de leur fragilité, est aussi particulier. Ils sont dénombrés en fonction du nombre d'individus entiers et de lanternes d'Aristote comptés. Tout d'abord, le poids total (individus entiers, morceaux d'individus et lanternes d'Aristote) est relevé. Ensuite, seuls les individus entiers sont pesés. Le poids total de l'espèce se retrouve par la formule suivante (Annexe IV) :

$$\text{poids des entiers} + \frac{\text{poids des entiers}}{\text{nombre d'entiers}} \times \text{nombre de cassés}$$

- Pour distinguer les turrnelles des siponcles (Annexe XI - f et g), il peut être nécessaire de casser la coquille (S. Vaz, comm. pers., 2019). Pour ce faire, il est recommandé de récupérer un échantillon de 60g (ce qui correspond à environ une soixantaine d'individus). Les individus vivants sont séparés des morts. Une fois la coquille cassée, les turrnelles sont distinguées par une bouillie jaune et molle tandis que celle des siponcles est plus foncée et rigide. Un taux d'individus vivants est ensuite calculé en divisant le poids des individus vivants par le poids total de l'échantillon (soit environ 60 g). Le poids total d'individus vivants est ensuite retrouvé en multipliant ce taux d'individus vivants par le poids total de l'espèce (Annexe V).
- Les individus cassés ayant encore le corps entier sont dénombrés et pesés : le dénombrement se base sur le céphalothorax ou la carapace chez les crustacés, au moins 50 % de la coque et de l'appareil digestif chez les échinodermes, le disque central presque entier chez les ophiures, le corps central et 1 bras et demi chez les astérides, le calice central chez les crinoïdes (Massi et al, 2019). Le poids total de l'ensemble des morceaux d'une espèce est mesuré.
- Il peut arriver que deux individus d'espèces différentes soient fixés ensemble ou sur le même substrat. Dans ce cas, il est conseillé de dénombrer tous les individus de la première espèce puis de mettre ceux fixés ensemble avec la deuxième espèce afin de ne pas oublier de les compter.
- Enfin, toutes les coquilles vides doivent être vérifiées afin de s'assurer qu'aucun animal ne soit resté caché à l'intérieur.

Cette proposition de protocole harmonisé constitue le minimum requis à effectuer sur chaque campagne, mais il est bien évidemment possible de collecter des informations complémentaires pour les besoins propres à chaque zone suivie (mensurations, sexages, prélèvements...).

3.2 Résultat des essais en mer

L'embarquement sur la mission COMOR du 3 au 7 juillet en Manche orientale à bord du navire océanographique *Thalia* a été l'occasion de tester le nouveau protocole benthos harmonisé. La mégafaune invertébrée benthique n'a été traitée que sur certains traits définis au préalable. Ce choix s'est révélé positif vis-à-vis de la qualité du suivi. La COMOR présente quelques particularités par rapport aux autres campagnes visées par cette étude. En effet, elle utilise une drague (et non pas un chalut) dédiée à l'évaluation du stock de coquilles Saint-Jacques de la baie de Seine.

L'embarquement a permis de valider les principaux points liés à la faisabilité de la mise en œuvre du protocole en mer : espèces remarquables traitées en Hors Vrac, sous-échantillonnage réalisé en séparant la capture directement sur le pont, traitement spécifique des invertébrés benthiques (tri, identification, pesée par espèces), mensurations des espèces commerciales (Figure 9). Le traitement d'espèces particulières telles que l'ensemble *Adamsia* / *P. prideaux* a été respecté. Le traitement des individus fixés, source de nombreuses discussions lors de l'harmonisation du protocole, a été évoqué. L'expérience de terrain confirme que la détermination du poids moyen par individu sur chaque trait permettrait d'élever au poids total de l'espèce en dénombrant le nombre d'individus capturés dans les différentes opérations de pêche. La question de la sélectivité de l'engin de pêche a aussi été abordée. Des essais ont été effectués à l'aide d'une plaque percée de cercles de 1 cm de diamètre afin de ne conserver que les gros individus. Un cas de figure non évoqué dans le protocole s'est aussi présenté : le traitement d'espèces fixées sur d'autres organismes vivants. Un paragraphe décrivant ce traitement a été rajouté dans le protocole. Ces différentes alternatives seront discutées avec le groupe de travail constitué lors de la présente étude (Annexe XII) et pourront être validées au cours des prochaines campagnes nourriceries (septembre 2019). Le protocole harmonisé sera donc finalisé avant la fin de l'année.



Figure 9. Traitement de la capture (a : arrivée sur le pont ; b : tri, identification et dénombrement ; c : pesée ; d : mensuration) © Ifremer - J. Baudrier

La mission COMOR a aussi été l'opportunité d'examiner les fiches de terrain harmonisées. Celles-ci, satisfaisantes dans l'ensemble, ont été retravaillées en fonction des commentaires émis. L'embarquement a permis de mettre en exergue la nécessité du lien entre la collecte et le traitement des données. Un retour vers le personnel embarquant sur les objectifs des suivis permettrait d'améliorer la collecte d'informations sur les navires. Un travail est à programmer afin de rapprocher ce qui est effectué en mer et à terre.

3.3 Détermination des taxons clés et du niveau minimal d'identification

Par souci de limitation de pages pour ce rapport, les résultats de chaque campagne ne peuvent être exposés. Un exemple va être décrit avec la campagne NOURSEINE. La méthodologie utilisée est la même sur l'ensemble des campagnes, seuls les listes de taxons et les niveaux d'identifications définis diffèrent.

Sur NOURSEINE, lors des 12 années d'échantillonnages étudiées, 103 taxons différents ont été capturés. Après le traitement, 82 des taxons d'origine ont été agrégés jusqu'à atteindre au moins 90 % d'occurrence. Les 21 taxons restants ont été réunis jusqu'au niveau de la division et n'ont pas atteint une occurrence supérieure à 90 % (Annexe VII). Après le traitement, les 103 taxons d'origine ont été regroupés en 35 taxons. 27 de ces 35 taxons, dont 14 espèces, ont une occurrence supérieure à 90 % et 8 ont une occurrence inférieure à 90 % (Annexe VIII).

Ces noms de taxons après regroupement représentent le niveau minimal d'identification à assurer sur chaque campagne. Cependant, l'analyse étant très théorique, les résultats ont été envoyés aux responsables de campagnes et aux personnes embarquant régulièrement afin d'affiner le niveau de détermination. En effet, certaines espèces sont facilement identifiables en mer et il n'est pas nécessaire dans ce cas de les remonter à des niveaux taxonomiques supérieurs. À la suite de ces retours, un tableau général a été élaboré pour chaque campagne en reprenant la taxonomie de chaque taxon capturé. Le niveau d'identification défini par le traitement de données a été surligné en bleu tandis que celui défini par le retour d'expérience de terrain apparaît en vert. L'expérience de terrain est en accord avec le traitement de données lorsqu'un taxon ne contient uniquement qu'un niveau surligné en vert (Annexe IX).

Ce tableau permet d'observer les différences entre les niveaux définis de manière théorique et ceux définis par l'expérience en mer. Le niveau à conserver est celui défini par l'expérience du personnel Ifremer sollicité au cours de cette étude. Les résultats ont été synthétisés pour chaque campagne dans un tableau reprenant le nom du taxon d'origine avec le niveau minimal d'identification qui lui est associé (Figure 10).

NumSys	C VALIDE	Taxon d'origine	Niveau minimal d'identification	Niveau taxonomique
14500000	MBPORIF	Porifera	Porifera	Division
14910100	PACMJOH	Pachymatisma johnstonia	Pachymatisma johnstonia	Espèce
30821200	ALCYDIG	Alcyonium digitatum	Alcyonium digitatum	Espèce
31563330	EPZAINC	Epizoanthus incrustatus	Epizoanthus incrustatus	Espèce
31655120	ATIAECH	Actinia equina	Actiniidae	Famille
31655140	ATIAFRA	Actinia fragacea	Actiniidae	Famille
32250000	MNEMLEI	Mnemiopsis leidyi	Mnemiopsis leidyi	Espèce
38101110	APHRACU	Aphrodita aculeata	Aphrodita aculeata	Espèce
39356260	PECPBEL	Pectinaria (Pectinaria) belgica	Pectinaria (Pectinaria) belgica	Espèce
39361510	OWENFUS	Owenia fusiformis	Polychaeta	Classe
39369557	BISPVOL	Bispira volutacornis	Polychaeta	Classe
39369640	HYPIPHA	Hypsicomus phaeotaenia	Polychaeta	Classe
39369652	JASMCAU	Jasmineira caudata	Polychaeta	Classe
39369654	JASMELE	Jasmineira elegans	Polychaeta	Classe
39369750	SABEPAV	Sabella pavonina	Polychaeta	Classe
39369780	SABESPA	Sabella spallanzanii	Polychaeta	Classe
56900050	ALCDDIA	Alcyonidium diaphanum	Alcyonidium diaphanum	Espèce
61111100	GIBBMAG	Gibbula magus	Gastropoda	Classe
61111200	GIBBCIN	Gibbula cineraria	Gastropoda	Classe
61111300	GIBBPEN	Gibbula pennanti	Gastropoda	Classe
61111400	GIBBTUM	Gibbula tumida	Gastropoda	Classe
61111500	GIBBUMB	Gibbula umbilicalis	Gastropoda	Classe
63000100	EPITCLU	Epitonium clathrus	Epitoniidae	Famille
65500000	CREPFOR	Crepidula fornicata	Crepidula fornicata	Espèce
66802000	EUSPCAT	Euspira catena	Euspira	Genre
66850000	EUSPNIT	Euspira nitida	Euspira	Genre
70600000	BUCCOND	Buccinum undatum	Buccinum undatum	Espèce
71605000	NASSLIM	Nassarius lima	Nassarius	Genre
73410000	PHILAPE	Philine aperta	Gastropoda	Classe
77221300	DORSPSD	Doris pseudoargus	Doris	Genre
78600100	NUCUNIT	Nucula nitidosa	Bivalvia	Classe
78600200	NUCUNUC	Nucula nucleus	Bivalvia	Classe
78700000	NUCUSUL	Nucula sulcata	Bivalvia	Classe
78700100	NUCUTUR	Nucula turgida	Bivalvia	Classe
81500000	MYTIEDU	Mytilus edulis	Mytilus edulis	Espèce
83665350	OSTAEDU	Ostrea edulis	Ostrea edulis	Espèce
84656100	PECTMAX	Pecten maximus	Pecten maximus	Espèce
84700160	AEQUOPE	Aequipecten opercularis	Aequipecten opercularis	Espèce
84706900	MIMAVAR	Mimachlamys varia	Mimachlamys varia	Espèce
94400000	ACANACU	Acanthocardia aculeata	Acanthocardia	Genre
94500000	ACANECH	Acanthocardia echinata	Acanthocardia	Genre
94600000	ACANPAU	Acanthocardia paucicostata	Acanthocardia	Genre
94700000	ACANTUB	Acanthocardia tuberculata	Acanthocardia	Genre
94800000	ACANSPI	Acanthocardia spinosa	Acanthocardia	Genre
95000000	CERSEDU	Cerastoderma edule	Cerastoderma edule	Espèce
95360000	LAEVCRA	Laevicardium crassum	Laevicardium crassum	Espèce
96500000	MACTSTU	Mactra stultorum	Mactra	Genre
96700000	SPISELL	Spisula elliptica	Spisula	Espèce
96800000	SPISSOL	Spisula solida	Spisula	Espèce
96900000	SPISSUB	Spisula subtruncata	Spisula	Espèce
97200000	LUTRLUT	Lutraria lutraria	Mactridae	Famille
98850000	MACM	Macoma	Tellinoidea	Super-famille
99700000	TELLNUI	Tellina tenuis	Tellinoidea	Super-famille
100100000	DONASEM	Donax semistriatus	Tellinoidea	Super-famille
100200000	DONATRU	Donax trunculus	Tellinoidea	Super-famille
100280000	DONAVAR	Donax variegatus	Tellinoidea	Super-famille
100300000	DONAVEN	Donax venustus	Tellinoidea	Super-famille

Figure 10. Niveau minimal d'identification requis pour la campagne NOURSEINE (extrait de la liste). © Ifremer - G. Hazevis, 2019

L'ensemble des résultats des différentes campagnes a été regroupé de manière synthétique dans la Figure 11. Celle-ci illustre la différence entre le nombre de taxons avant traitement (histogramme bleu) et après traitement (histogramme orange). Cette différence est plus ou moins marquée selon les campagnes. Elle semble plus importante lorsque le nombre de taxons capturés est plus élevé. Parmi les taxons regroupés, le nombre d'espèces ayant une occurrence supérieure à 90 % (ou 70 % pour MEDITS/EPIBENGOL et ORHAGO, *c.f.* 2.2) est représenté en blanc. Ces espèces sont définies par le traitement de données comme étant récurrentes et donc facilement identifiables. Enfin, le dernier histogramme représente aussi le nombre d'espèces facilement identifiables mais défini cette fois par le retour d'expérience de terrain. Pour l'ensemble des campagnes, cet histogramme est plus élevé que le précédent. Le traitement de données sous-estime donc le nombre d'espèces facilement déterminables, c'est pourquoi un retour des personnes embarquant régulièrement à bord des campagnes s'est avéré nécessaire dans cette étude.

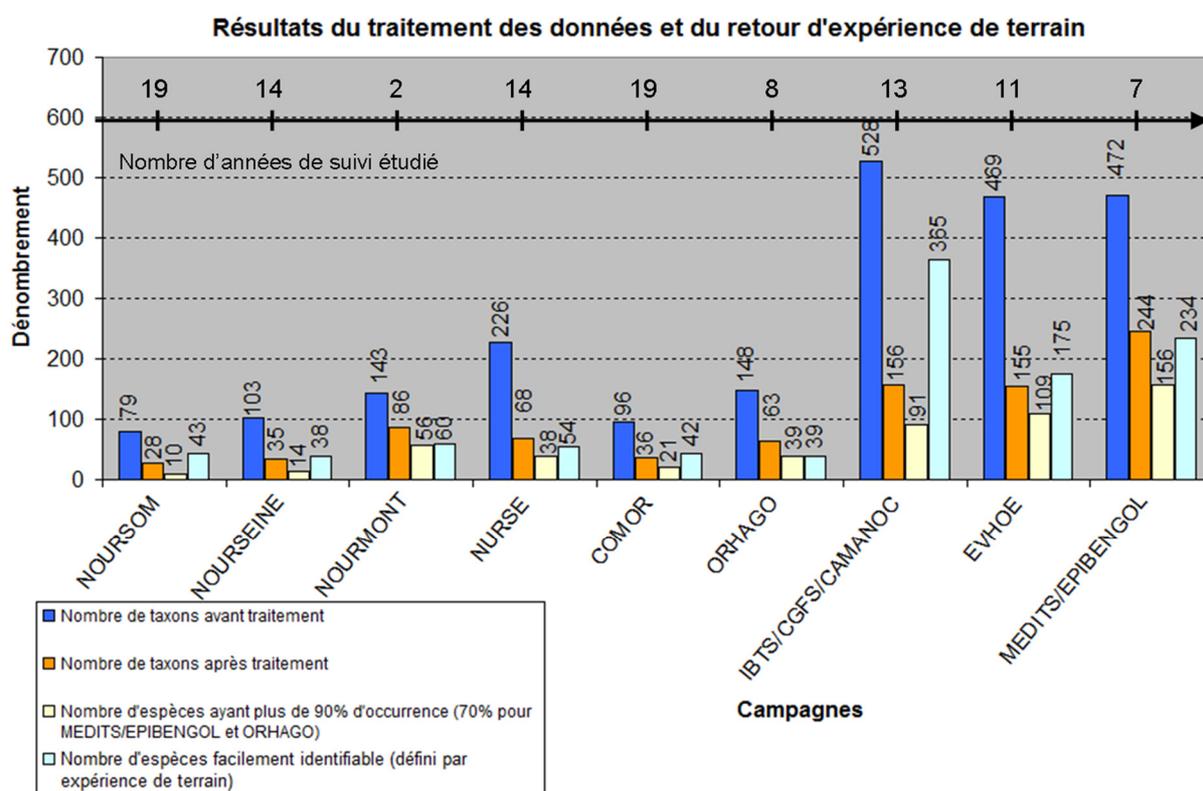


Figure 11. Résultats du traitement de données (© Ifremer - G. Hazevis, 2019)

4. Discussion

Le nouveau document de standardisation dédié à l'échantillonnage de la mégafaune invertébrée benthique a été réalisée à partir des protocoles déjà existants sur les campagnes. La révision du protocole définit des procédures standardisées qui permettront de comparer les données entre les campagnes. Les nombreux points qui divergeaient dans les différents protocoles ont été harmonisés par réflexion collégiale avec les responsables de campagnes et les benthologues. La récupération de la capture sur le pont, les techniques de rinçage et de sous-échantillonnage, le traitement de la capture et des espèces particulières ainsi que la conservation des individus ne faisaient l'objet d'aucune obligation et étaient réalisés de différentes manières selon les campagnes. Ces disparités pouvaient rendre les données peu exploitables. Par exemple, certaines campagnes pesaient les pagures avec leurs coquilles et d'autres sans.

Les données liées au benthos, bien que récupérées de manière opportuniste durant les campagnes, sont déjà utilisées et le seront certainement encore plus durant les années à venir. Des indicateurs pourront être calculés à partir de ces données afin d'évaluer par exemple l'impact de la pêche ou d'une autre activité sur les fonds marins. C'est pourquoi un travail d'harmonisation sur la collecte de ces données s'avère primordial. En standardisant les pratiques, l'ensemble des informations récupérées sur chaque campagne pourront être étudiées et comparées entre elles.

Avec l'optimisation des campagnes pour la collecte des données environnementales (Baudrier et al, 2018), des protocoles sont déployés en mer (faune invertébrée benthique, poissons, oiseaux et mammifères marins, déchets *etc.*). Le temps doit donc être optimisé afin de mettre en œuvre tous les suivis. Cette contrainte a donc été prise en compte dans la rédaction de ce protocole afin de permettre un échantillonnage représentatif du benthos et dans le même temps la poursuite des autres suivis de manière rigoureuse.

Ce nouveau protocole est par ailleurs adaptable à chaque campagne, qu'elle soit effectuée sur navire océanographique ou professionnel, en fonction de ce qui peut être réalisé en mer. Le but est de traiter le benthos sur le plus d'opérations de pêche possible. Cependant, sur les navires professionnels, si les moyens du bord ne le permettent pas, la stratégie d'échantillonnage peut être réduite afin de traiter le benthos de manière rigoureuse.

Un embarquement sur le premier leg de la campagne COMOR était indispensable pour tester en conditions réelles le protocole « benthos » harmonisé. Ces essais ont permis de valider et/ou corriger certaines parties du protocole en mer (phases de traitement de la capture, sous-échantillonnage, tri, pesées et identification).

Cependant, deux sujets font encore l'objet de discussions et n'ont pu être harmonisés à l'issue de ces 6 mois.

Le traitement des individus dont la taille est inférieure au maillage de l'engin de pêche ne fait pas l'unanimité. Certains pensent qu'il est trop compliqué et trop lourd de traiter tous les individus de petite taille et que ceux-ci ne sont pas concernés par les objectifs de la campagne tandis qu'à l'inverse d'autres estiment que de ne pas les prendre en compte crée un biais et sous-estime la biodiversité locale. Une solution consisterait à ne traiter les individus de petite taille qu'en présence afin de ne pas trop augmenter la charge de travail, déjà importante à bord, et de ne pas créer de biais dans l'estimation de la biodiversité. Cette proposition doit encore être débattue mais pourrait constituer un bon compromis entre les deux parties.

Le second point concerne le traitement des individus fixés. Ceux-ci ne peuvent pas toujours être détachés de leur substrat ce qui rend leur pesée difficile. A l'heure actuelle, une liste de taxons ne pouvant être dénombrés et/ou pesés a été déterminée. La première version figure en annexe VI. Or il est nécessaire de trouver une solution pour les taxons ne pouvant être pesés car l'outil de saisie Allegro Campagnes se base sur les poids pour effectuer les élévations à la capture totale. Deux propositions sont à ce jour à l'étude. La première, privilégiée, est de déterminer un poids moyen par individu en se basant sur des référentiels constitués en laboratoires. Ce poids serait multiplié par le nombre d'individus capturés afin d'obtenir un poids moyen de l'espèce. Dans la mesure du possible, afin d'être plus rigoureux, des abaques pourraient être réalisés afin de définir un poids pour chaque individu en fonction de sa taille. Cette solution nécessiterait toutefois de mesurer chaque individu capturé ou au moins estimer visuellement sa taille. La seconde solution serait de peser l'individu avec son support et d'estimer visuellement et manuellement le poids du substrat. Ce poids serait retiré à celui affiché sur la balance afin d'obtenir un poids approximatif.

Ce travail d'harmonisation a aussi permis de revoir les fiches de terrain afin de les standardiser à l'ensemble des campagnes. Sur la fiche « benthos », qui permet de noter les informations relatives à la capture des invertébrés benthiques, chaque responsable de campagne peut maintenant incorporer sa propre liste.

En parallèle du travail effectué sur le protocole, une analyse statistique sur les données historiques des campagnes visées par cette étude a été menée. Ce traitement de données ainsi que les retours des personnes embarquant a permis d'identifier les taxons capturés fréquemment et de définir un niveau minimal d'identification en mer pour chacun d'entre eux. Ces listes vont permettre de faciliter le travail en mer et d'améliorer les formations à l'identification afin de limiter le risque d'erreur de détermination. Cependant, dans la mesure du possible, les équipes impliquées sur les campagnes halieutiques doivent tout de même identifier au plus bas niveau taxonomique possible, l'idéal étant le

nom d'espèce. Les tableaux élaborés permettent de constater les différences entre le niveau défini de manière théorique et la réalité de terrain. Un autre fichier, avec le niveau minimal d'identification retenu pour chaque taxon a aussi été réalisé et transmis aux différents partenaires de l'étude.

Au cours de ce stage, le travail d'harmonisation des suivis de la mégafaune invertébrée benthique a pu être présenté deux fois à la communauté scientifique. La première fois lors de la journée RETEX « RETour d'EXpérience sur la collecte de données environnementales déployée à bord des campagnes halieutiques au titre du programme de surveillance DCSMM » le 21 mars 2019 à Nantes (Brind'Amour et al, 2019). La seconde par le biais d'un poster réalisé dans le cadre des Journées Scientifiques et Techniques Mer organisée par l'Agence Française de Biodiversité à Brest les 11 et 12 juin 2019 (Annexe X) (Hazevis et al, 2019).

Conclusion

Cette étude a débouché sur deux résultats principaux : la production d'un protocole harmonisé dédié à l'échantillonnage de la mégafaune invertébrée benthique et l'élaboration de listes de taxons régulièrement capturés avec leur niveau minimum d'identification requis sur chaque campagne.

L'échantillonnage et le traitement des invertébrés benthiques seront désormais homogénéisés sur l'ensemble des campagnes halieutiques menées par l'Ifremer qui collectent ce type de données. Cette harmonisation a été réalisée en coopération avec les responsables de campagnes et les benthologues concernés par ces suivis. L'embarquement sur la campagne COMOR a permis de tester la faisabilité de la mise en œuvre du nouveau protocole harmonisé en validant et/ou corrigeant certains points spécifiques. Le protocole sera déployé dès septembre sur les campagnes nourriceries et sera finalisé d'ici la fin de l'année à la suite des derniers essais en mer.

Cependant, certains points font encore l'objet de discussions. En effet, la question de la pesée des individus fixés reste à traiter, d'autant plus que le poids est un élément obligatoire pour pouvoir réaliser l'élévation. Le traitement des individus dont la taille est inférieure au maillage est encore en cours de réflexion.

Afin de faciliter le travail à bord des navires, un niveau minimal d'identification en mer des principaux taxons capturés a été défini. Le retour d'expérience de terrain a été primordial dans la définition de ces niveaux. Ce traitement a permis de déterminer les taxons capturés régulièrement. Grâce à ces listes, les formations à la détermination vont pouvoir être améliorées ce qui permettra de limiter les erreurs durant les missions.

Cette étude a été réalisée à l'échelle nationale. Un autre travail au niveau international est actuellement en cours et dédié à la standardisation des protocoles de la campagne MEDITS. Les résultats présentés dans ce rapport vont servir de base de travail pour cette étude.

Certaines campagnes nourriceries n'ont, à l'heure actuelle, qu'une seule ou deux années d'échantillonnage. D'ici quelques années, lorsque leur série sera plus importante, le travail de traitement de données réalisé dans cette étude pourra être renouvelé afin de mettre à jour les principaux taxons capturés sur ces campagnes. L'effort apporté au traitement de la mégafaune invertébrée marine étant de plus en plus important sur les campagnes benthodémersales de l'Ifremer, il serait aussi pertinent de procéder à l'analyse sur les autres campagnes afin de voir si les listes évoluent ou non. Enfin, les comparaisons des séries de données pourraient informer des changements de distribution dans les populations impactées par les activités humaines et contribuer ainsi à l'instauration de mesures de gestion destinées à les préserver.

Bibliographie

- Auber, A., Ernande, B., Coppin, F., Travers-Trolet, M. (2015). Intercalibration of research survey vessels: « Gwen Drez » and « Thalassa ». p.27.
- Baudrier, J. (2019). Analyse critique des programmes de surveillance DCSMM 1er cycle : « Espèces commerciales » et « poissons-céphalopodes (SP3-SP5) ». Partie 1 : Bon état écologique. p.26.
- Baudrier, J., Brind'Amour, A. (2017). Programme de surveillance DCSMM – campagne Nurse. p.21.
- Baudrier, J., Brind'Amour, A., Delaunay, D. (2016). Mise en œuvre du programme de surveillance de la DCSMM, Déploiement de campagnes côtières sur fonds meubles pour la surveillance DCSMM des poissons et céphalopodes. p.21.
- Baudrier, J., Lefebvre, A., Galgani, F., Saraux, C., Doray, M. (2018). Optimising French fisheries surveys for marine strategy framework directive integrated ecosystem monitoring. *Marine Policy*, 94, 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.04.024>
- Baudrier, J., Schlaich, I. (2017). Programme de surveillance DCSMM - Campagne NourMont. p.20.
- Bertrand, J., Berthou, P., Trenkel, V. (2016). Les campagnes de suivi halieutique pilotées par l'Ifremer en appui à la politique commune de la pêche. p.42.
- Brind'Amour, A., Delaunay, D., Hazevis, G., Laffargue, P., Baudrier, J. (2019). Benthos des campagnes nourriceries : Optimisation des protocoles et valorisation des suivis. Journée RETEX « Retour d'expérience sur la collecte des données environnementales déployée à bord des campagnes halieutiques au titre du programme de surveillance DCSMM ». 21 mars 2019, Nantes.
- Brind'Amour, A., Le Bris, H., Delaunay, D., Berthele, O., Baudrier, J. (2018). Rapport de campagnes de nourriceries côtières : Campagne Nurse 2017. p.26.
- Cochard, M.-L. (2002). Manuel des protocoles de campagne halieutique, Campagne IGA-Penly : Macrofaune halieutique. p.30.
- Cochard, M.-L., Goascoz, N. (2013). Manuel des protocoles de campagne halieutique, Campagne IGA-Penly : Macrofaune halieutique. p.34.
- Coppin, F., Le Roy, D., Schlaich, Y. (2009). Manuel des protocoles de campagne halieutique, Campagnes CGFS. p.29.
- Coupeau, Y., Biais, G. (2017). Rapport de la campagne ORHAGO 16 - (Observation des Ressources HALieutiques benthiques du GOLfe de Gascogne) - Côte de la manche du 09 novembre au 29 novembre 2016. p.30.
- Delaunay, D., Brind'amour, A. (2018). Manuel des protocoles de campagne halieutique, Campagnes « Nourriceries ». p.58.
- Désaunay, Y., Guérault, D. (2002). Manuel des protocoles de campagne halieutique, Campagnes Nourriceries Gascogne. p.31.
- European Commission (2008). Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). Official Journal of the European Union, L164, 19-40.

- Foucher, E. (2008). Evaluation de la population de Coquilles Saint-Jacques *Pecten maximus* dans la zone de prospection dite « Poweo ». p.14.
- Foucher, E. (2017). Evaluation annuelle du stock de coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*) de la baie de Seine : Résultats de la campagne COMOR 2017. p.18.
- Foveau, A., Vaz, S., Desroy, N., Kostylev, V. E. (2017). Process-driven and biological characterisation and mapping of seabed habitats sensitive to trawling. *PLOS ONE*, 12(10), p.30. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184486>
- Hazevis, G., Baudrier, J., Laffargue, P., Brind'Amour, A., Delaunay, D., Vaz, S. (2019). Harmonisation des suivis de la mégafaune invertébrée benthique sur les campagnes halieutiques de l'Ifremer. Journées scientifiques et techniques mer de l'AFB. 11 et 12 juin 2019, Brest.
- ICES (2015). Manual for the International Bottom Trawl Surveys. p.86.
- Lehmann, L. (2017) Evaluation de la faisabilité et de la pertinence des protocoles « macrodéchets de fond » et « zooplancton gélatineux » testés sur les campagnes halieutiques côtières de l'Ifremer en 2017. Rapport de stage M1, p.28.
- Lorance, P., Berthou, P., Bertrand, J., Dintheer, C., Ernande, B., Foucher, E., Huret, M., Travers-Trolet, M., Trenkel, V. (2014). Rapport du groupe de travail Campagnes halieutiques en Manche - Groupe de travail interne RBE, réflexion sur les campagnes halieutiques en Manche, février-mars 2014. p.67.
- Mahé, J. C., Poulard, J. C. (2005). Manuel des protocoles de campagne halieutique, Campagnes EVHOE. p.22.
- Marchal, P., Loots, C., Cresson, P., Girardin, R., Auber, A., Coppin, F., Ernande, B., Foucher, E., Giraldo, C., Goascoz, N., Lazard, C., Mahé, K., Savina-Rolland, M., Schlaich, Y., Travers-Trolet, M., Verin, Y., Vigneau, J., Vogel, C. (2018). Rapport annuel 2017 de l'unité Halieutique Manche – Mer du Nord (HMMN). p.115.
- Massi, D., Titone, A., Badalucco, C., Scannella, D., Falsone, F., Geraci, M., Di Maio, F. (2019). Towards a standardization of Medits benthos processing: Some proposals for a common protocol. Présenté à MEDITS Coordination Meeting, Sète.
- MEDITS Working Group (2011). MEDITS Project. Consulté 2 août 2019, à l'adresse <https://www.sibm.it/MEDITS%202011/principale%20project.htm>
- MEDITS Working Group (2017). MEDITS-Handbook. p.106.
- Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (2019). Code de l'environnement. p.2675.
- Morin, J., Brind'Amour, A., Fisson, C., Bacq, N., Boulet, M., Guillaume, D., Martin, J. (2015). Peuplements halieutiques en estuaire de Seine et baie de Seine orientale. p.74.
- Morin, J., Riou, P., Bessineton, C., Vedieu, C., Lemoine, M., Simon, S., Le Pape, O. (1999). Etude des nourriceries de la baie de Seine orientale et de l'estuaire de la Seine. Synthèse des connaissances. Identification d'une nourricerie en estuaire de Seine. Analyse de la fonctionnalité de l'estuaire comme nourricerie. p.86.
- Morin, J., Schlaich, Y. (2004). Manuel des protocoles de campagne halieutique, Campagnes Nourriceries en Estuaire de Seine (Noursei). p.26.

- Satra-Le Bris, C., Lamarche, S., Mabileau, G., Huguet, A., Baudrier, J. (2018). Evaluation 2018 de la DCSMM : le chantier de collecte des données. p.5.
- Schlaich, I., Antajan, E., Françoise, S., Lamort, L., Loots, C., Maheux, F., Rabiller E., Ropert, M., Simon, B. (2018). Surveillance écologique et halieutique du site électronucléaire de Penly - Année 2017 - Rapport Scientifique annuel. p.177.
- Talidec, C., Augris, C., Rouyer, A., Brind'Amour, A., Pitel Roudaut, M., Tanguy, N., Woillez, M., Caill Milly, N., De Casamajor, M. N., Simplet, L. (2013). Observation des ressources halieutiques par les campagnes scientifiques françaises. Façades « Bretagne » et « Sud-Gascogne ». p.154.
- Travers-Trolet, M., Verin, Y. (2014). CAMANOC Survey Report. p.4.
- Vacherot, J. P., Bazouvet, G. (2004). Mission ORHAGO 1 - Mise au point d'un gréement de chaluts jumeaux pour les campagnes halieutiques ORHAGO. p.114.
- Vaz, S., Brind'Amour, A., Delaunay, D., Baudrier, J. (2019). Rapport de campagne de nourriceries côtières : Campagne NOURMED 2018. p.56.
- Vérin, Y., Dufour, J. L. (1999). Volume 1 : Les campagnes IBTS 97 & IBTS 98. p.135.
- Vigneau, J., Fifas, S., Foucher, E. (2001). Les campagnes d'évaluation du stock de coquilles Saint-Jacques en Manche orientale : Méthodologie et estimation des indices d'abondance. p.40.
- Vigneau, J., Lemoine, M. (1994). Evaluation du stock de coquille Saint Jacques de la Manche-Est, Campagne COMOR XXIV, N.O. Thalia. p.30.

Annexes

Annexe I : Fiches de terrain – Fiche Passerelle

Campagne scientifique :	
Opérateur de saisie :	

Fiche Passerelle

Navire :		Date :	
Zone :		Station N° :	
Raison d'invalidité du trait*		<input type="checkbox"/> CD <input type="checkbox"/> CC <input type="checkbox"/> PT <input type="checkbox"/> O+ <input type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/> Autres :	
Engin	<input type="checkbox"/> Chalut à perche	<input type="checkbox"/> GOV	<input type="checkbox"/> Drague <input type="checkbox"/> Autre :
Maillage :		Gréement :	Longueur des funes :
Autres prélèvements		<input type="checkbox"/> Benne	<input type="checkbox"/> Niskin
Météo	T° extérieur :		Hydrométrie :
	Etat de mer** : 0 1 2 3 4 5		Clarté eau :

* CD : Chalut déchiré, CM : Chalut colmaté, PT : Problème technique, O+ : trop forte abondance d'ophiures, AB : absence de benthos
 ** 0 : calme/absence de vague, 1 : ridée 0-0.1m, 2 : belle 0.1-0.5m, 3 : peu agitée 0.5-1.25m, 4 : agitée 1.25-2.5m, 5 : très agité 2.5-4

Filage	Heure :		Sonde (m) :		
	Latitude	.....°.....'	T°C	Surface	Fond
	Longitude	.....°.....'	Salinité		
Virage	Heure :		Sonde (m) :		
	Latitude	.....°.....'	T°C	Surface	Fond
	Longitude	.....°.....'	Salinité		

Benne	Heure :		Niskin	Heure :	
	Sonde (m) :			Profondeur de déclenchement (m) :	
	Latitude*	.....°.....'		Latitude*°.....'
	Longitude*	.....°.....'		Longitude*°.....'

Type de fond : <input type="checkbox"/> Vase <input type="checkbox"/> Débris Coquillers <input type="checkbox"/> Sable <input type="checkbox"/> Gravier <input type="checkbox"/> Cailloux <input type="checkbox"/> Blocs <input type="checkbox"/> Maërl <input type="checkbox"/> Autres :

Trait rectiligne : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Colmatage : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
---	--

Commentaires :

* Position géographique de la 1^{ère} opération de prélèvement

(©Ifremer - G. Hazevis, 2019)

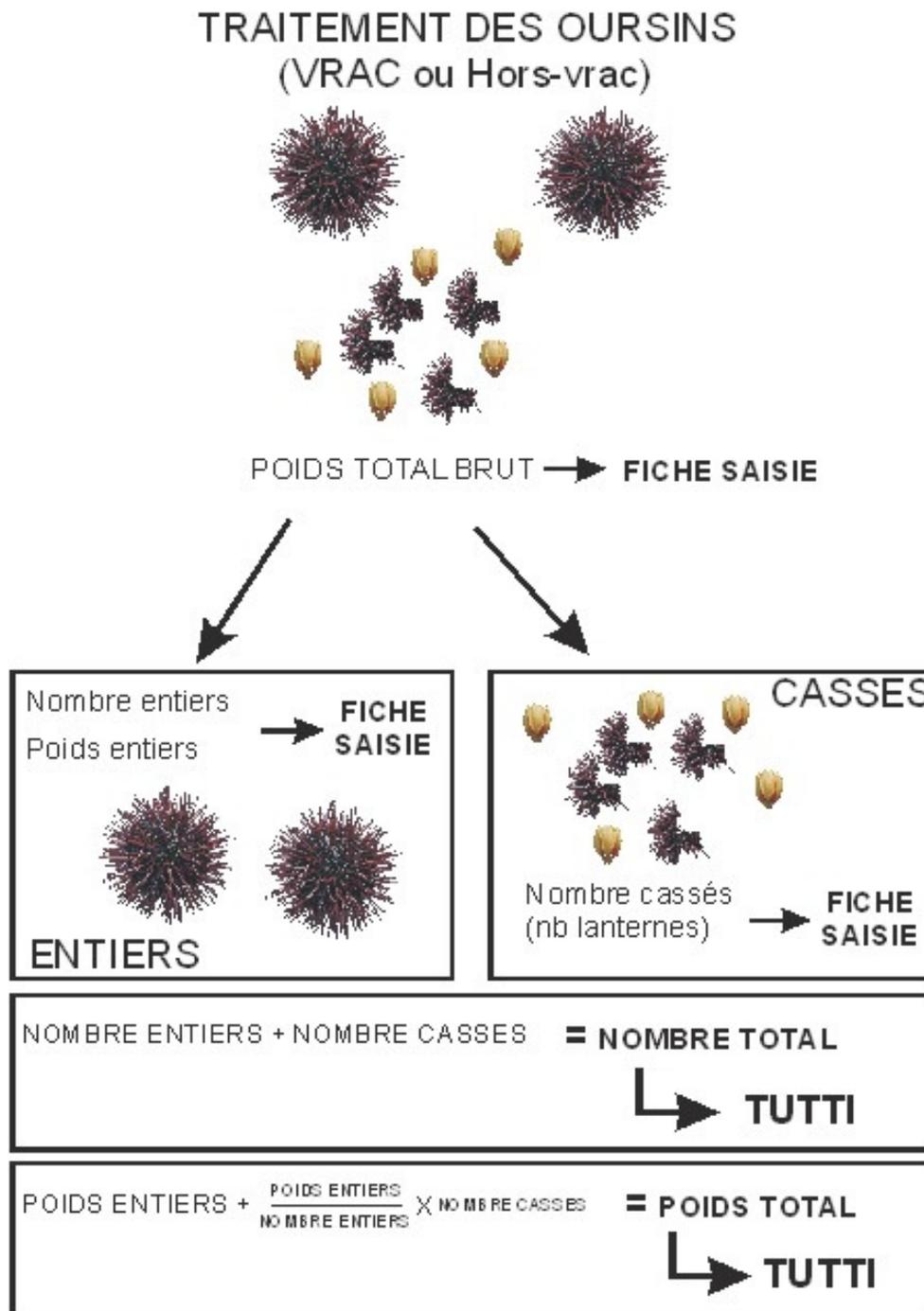
Annexe III : Fiches de terrain – Fiche Mensurations

Campagne scientifique :	 Ifremer
Navire :	
Opérateur de saisie :	
Date :	
Trait :	

Fiche Mensurations

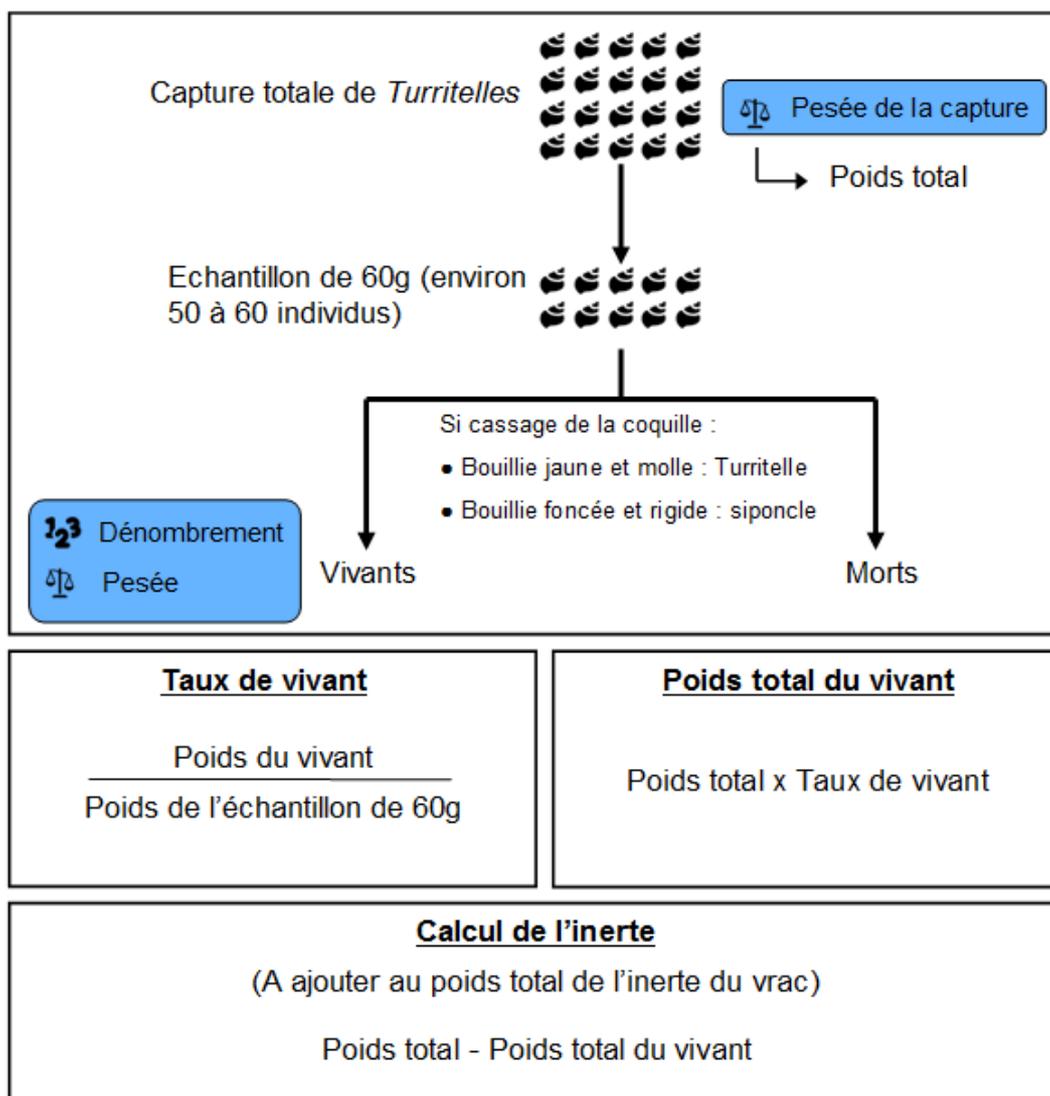
Espèce :				Espèce :			
Taille (mm)	Nombre	Taille (mm)	Nombre	Taille (mm)	Nombre	Taille (mm)	Nombre
1		51		1		51	
2		52		2		52	
3		53		3		53	
4		54		4		54	
5		55		5		55	
6		56		6		56	
7		57		7		57	
8		58		8		58	
9		59		9		59	
10		60		10		60	
11		61		11		61	
12		62		12		62	
13		63		13		63	
14		64		14		64	
15		65		15		65	
16		66		16		66	
17		67		17		67	
18		68		18		68	
19		69		19		69	
20		70		20		70	
21		71		21		71	
22		72		22		72	
23		73		23		73	
24		74		24		74	
25		75		25		75	
26		76		26		76	
27		77		27		77	
28		78		28		78	
29		79		29		79	
30		80		30		80	
31		81		31		81	
32		82		32		82	
33		83		33		83	
34		84		34		84	
35		85		35		85	
36		86		36		86	
37		87		37		87	
38		88		38		88	
39		89		39		89	
40		90		40		90	
41		91		41		91	
42		92		42		92	
43		93		43		93	
44		94		44		94	
45		95		45		95	
46		96		46		96	
47		97		47		97	
48		98		48		98	
49		99		49		99	
50		100		50		100	

(©Ifremer - G. Hazevis, 2019)



(Source : Laffargue, 2016)

Traitement des Turritelles



(©Ifremer - G. Hazevis, 2019)

Annexe VI : Traitement des espèces fixées, coloniales et encroûtantes

Taxons	Code espèce	Dénombrement	Pesée	Commentaire
Porifera	MBPORIF	Non	Oui	Il est fort probable d'avoir un amas avec pleins d'espèces. Si des espèces sont reconnaissables, elles sont extraites pour être pesées. Le reste est pesé en tant que « Porifera »
Suberites	SUBE	Oui	Oui	
<i>Tethya</i>	TETY	Oui	Oui	
Cnidaria	MBCNIDA	Oui	Oui	
Anthozoa	CLANTHO	Oui	Oui	
<i>Alcyonium digitatum</i>	ALCYDIG	Oui	Oui	Avec le support
<i>Alcyonium glomeratum</i>	ALCYGLO	Oui	Oui	Avec le support
Hydrozoa	CLHYDRZ	Non	Oui	
<i>Hydractinia echinata</i>	HYDC	Colonie	Oui	1 coquille = 1 colonie
Arthropoda	MBARTH	Oui	Oui	
<i>Serpula vermicularis</i>	SERPVER	Non	Oui	
<i>Spirobranchus</i>	SPIB	Non	Oui	
<i>Maldanidae</i>	FMMALDA	Non	Oui	Les pelotes vides ne sont pas dénombrées
<i>Sabellaria</i>	SABR	Non	Oui	Les deux espèces de <i>Sabellaria</i> ne sont souvent pas remontées par le chalut, il ne reste que le tube. On pèse le sable. Il faudrait faire de la présence/absence.
Bryozoa	MBBRYOZ	Non	Non	
Asciacea	CLASCID	Oui	Oui	
<i>Botryllus schlosseri</i>	BOTRSCH	Colonie	Oui	
<i>Ascidia</i>	ASCD	Colonie	Oui	Détacher pour peser
<i>Diazona violacea</i>	DIAZVIO	Colonie	Oui	
<i>Ciona intestinalis</i>	CIONINT	Non	Oui	

(©Ifremer - G. Hazevis, 2019)

Annexe VII : Tableau détaillé des résultats du traitement de données pour la campagne NOURSEINE

	Numéro Systématique	Taxon d'origine	Fréquence taxon d'origine	Taxon regroupé	Niveau taxonomique	Fréquence taxon regroupé
1	14500000	Porifera	1	Porifera	Division	2
2	14910100	Pachymatisma johnstonia	1	Porifera	Division	2
3	30821200	Alcyonium digitatum	2	Cnidaria	Division	7
4	31563330	Epizoanthus incrustatus	2	Cnidaria	Division	7
5	31655100	Actinia	7	Cnidaria	Division	7
6	32250000	Mnemiopsis leidyi	1	Ctenophora	Division	1
7	38000000	Polychaeta	1	Annelida	Division	6
8	38101110	Aphrodita aculeata	12	Aphrodita aculeata	Espece	12
9	39356100	Pectinaria	6	Annelida	Division	6
10	39361510	Owenia fusiformis	4	Annelida	Division	6
11	39369000	Sabellidae	1	Annelida	Division	6
12	56900050	Alcyonidium diaphanum	2	Bryozoa	Division	2
13	61111000	Gibbula	1	Mollusca	Division	11
14	63000000	Epitonium clathrus	1	Mollusca	Division	11
15	65500000	Crepidula fornicata	6	Mollusca	Division	11
16	66802000	Euspira catena	3	Euspira	Genre	11
17	66850000	Euspira nitida	9	Euspira	Genre	11
18	70600000	Buccinum undatum	12	Buccinum undatum	Espece	12
19	71600000	Nassarius	12	Nassarius	Genre	12
20	73410000	Philine aperta	2	Mollusca	Division	11
21	77221300	Doris pseudoargus	1	Mollusca	Division	11
22	78600000	Nucula	2	Mollusca	Division	11
23	81500000	Mytilus edulis	12	Mytilus edulis	Espece	12
24	83665350	Ostrea edulis	1	Mollusca	Division	11
25	84656100	Pecten maximus	10	Pectinidae	Famille	12
26	84700160	Aequipecten opercularis	6	Pectinidae	Famille	12
27	84706900	Mimachlamys varia	4	Pectinidae	Famille	12
28	94300000	Acanthocardia	11	Acanthocardia	Genre	11
29	94500000	Acanthocardia echinata	1	Acanthocardia	Genre	11
30	95000000	Cerastoderma edule	12	Cerastoderma edule	Espece	12
31	95360000	Laevicardium crassum	2	Imparidentia	Super-ordre	12
32	96500000	Mactra stultorum	11	Mactra stultorum	Espece	11
33	96600000	Spisula	7	Imparidentia	Super-ordre	12
34	96800000	Spisula solida	3	Imparidentia	Super-ordre	12
35	96900000	Spisula subtruncata	3	Imparidentia	Super-ordre	12
36	97200000	Lutraria lutraria	4	Imparidentia	Super-ordre	12
37	98850000	Macoma	7	Tellinoidea	Super-famille	11
38	99700000	Tellina	2	Tellinoidea	Super-famille	11
39	100000000	Donax	9	Tellinoidea	Super-famille	11
40	101600000	Abra alba	10	Tellinoidea	Super-famille	11
41	105501100	Venerupis corrugata	1	Imparidentia	Super-ordre	12
42	106300000	Mya	1	Imparidentia	Super-ordre	12
43	106400000	Mya arenaria	4	Imparidentia	Super-ordre	12

44	106500000	<i>Mya truncata</i>	4	Imparidentia	Super-ordre	12
45	106800000	<i>Corbula gibba</i>	2	Imparidentia	Super-ordre	12
46	107800000	<i>Pholas dactylus</i>	1	Imparidentia	Super-ordre	12
47	108002100	<i>Solen marginatus</i>	1	Imparidentia	Super-ordre	12
48	108002260	<i>Phaxas pellucidus</i>	1	Imparidentia	Super-ordre	12
49	108002400	<i>Ensis</i>	6	Imparidentia	Super-ordre	12
50	108002450	<i>Ensis directus</i>	2	Imparidentia	Super-ordre	12
51	108002480	<i>Ensis magnus</i>	1	Imparidentia	Super-ordre	12
52	110800000	<i>Antalis entalis</i>	1	Mollusca	Division	11
53	111400000	<i>Sepia officinalis</i>	12	<i>Sepia officinalis</i>	Espece	12
54	112800000	<i>Sepiola</i>	12	<i>Sepiola</i>	Genre	12
55	114000000	<i>Loligo</i>	8	Mollusca	Division	11
56	114400000	<i>Alloteuthis</i>	12	<i>Alloteuthis</i>	Genre	12
57	167100000	<i>Pandalus montagui</i>	2	Caridea	Infra-ordre	11
58	171500000	<i>Processa</i>	1	Caridea	Infra-ordre	11
59	172600000	<i>Palaemon serratus</i>	10	Caridea	Infra-ordre	11
60	172800000	<i>Palaemon longirostris</i>	3	Caridea	Infra-ordre	11
61	173800000	<i>Crangon crangon</i>	12	<i>Crangon crangon</i>	Espece	12
62	173900000	<i>Crangon allmanni</i>	4	Caridea	Infra-ordre	11
63	180300000	<i>Callianassa subterranea</i>	3	Arthropoda	Division	6
64	180600000	<i>Upogebia</i>	1	Arthropoda	Division	6
65	181100000	<i>Paguroidea</i>	3	<i>Paguroidea</i>	Super-famille	12
66	181700000	<i>Diogenes</i>	4	<i>Paguroidea</i>	Super-famille	12
67	182520000	<i>Pagurus bernhardus</i>	10	<i>Paguroidea</i>	Super-famille	12
68	182540000	<i>Pagurus cuanensis</i>	3	<i>Paguroidea</i>	Super-famille	12
69	182570000	<i>Pagurus prideaux</i>	2	<i>Paguroidea</i>	Super-famille	12
70	183700000	<i>Anapagurus hyndmanni</i>	1	<i>Paguroidea</i>	Super-famille	12
71	186000000	<i>Pisidia longicornis</i>	2	Arthropoda	Division	6
72	187700000	<i>Dromia personata</i>	1	Arthropoda	Division	6
73	188501000	<i>Ebalia</i>	1	Heterotremata	Sous-section	11
74	190000000	<i>Corystes cassivelaunus</i>	7	Heterotremata	Sous-section	11
75	191000000	<i>Cancer pagurus</i>	6	Heterotremata	Sous-section	11
76	191712000	<i>Thia scutellata</i>	1	Heterotremata	Sous-section	11
77	192300000	<i>Carcinus maenas</i>	12	<i>Carcinus maenas</i>	Espece	12
78	192405000	<i>Portumnus latipes</i>	3	Heterotremata	Sous-section	11
79	193100000	<i>Liocarcinus</i>	3	Heterotremata	Sous-section	11
80	193300000	<i>Liocarcinus depurator</i>	5	Heterotremata	Sous-section	11
81	193400000	<i>Liocarcinus holsatus</i>	12	<i>Liocarcinus holsatus</i>	Espece	12
82	193800000	<i>Liocarcinus marmoreus</i>	1	Heterotremata	Sous-section	11
83	193820000	<i>Liocarcinus vernalis</i>	4	Heterotremata	Sous-section	11
84	194100000	<i>Necora puber</i>	12	<i>Necora puber</i>	Espece	12
85	199113400	<i>Maja squinado</i>	11	<i>Maja squinado</i>	Espece	11
86	200940000	<i>Inachus</i>	5	Heterotremata	Sous-section	11
87	200943000	<i>Inachus dorsettensis</i>	1	Heterotremata	Sous-section	11
88	200960000	<i>Macropodia</i>	2	Heterotremata	Sous-section	11
89	200964000	<i>Macropodia linearesi</i>	1	Heterotremata	Sous-section	11
90	200965000	<i>Macropodia longirostris</i>	11	<i>Macropodia longirostris</i>	Espece	11
91	200966000	<i>Macropodia rostrata</i>	2	Heterotremata	Sous-section	11
92	204532100	<i>Asterias rubens</i>	12	<i>Asterias rubens</i>	Espece	12
93	208750500	<i>Henricia oculata</i>	1	Echinodermata	Division	10
94	209500000	<i>Ophiuridae</i>	11	<i>Ophiuridae</i>	Famille	12
95	209600000	<i>Ophiura</i>	2	<i>Ophiuridae</i>	Famille	12
96	209600100	<i>Ophiura ophiura</i>	3	<i>Ophiuridae</i>	Famille	12
97	209600200	<i>Ophiura albida</i>	3	<i>Ophiuridae</i>	Famille	12
98	212611000	<i>Psammechinus miliaris</i>	10	Echinodermata	Division	10
99	213161110	<i>Echinocardium cordatum</i>	12	<i>Echinocardium cordatum</i>	Espece	12
100	213500000	<i>Holothuroidea</i>	1	Echinodermata	Division	10
101	215431000	<i>Thyone fusus</i>	5	Echinodermata	Division	10
102	217600000	<i>Ascidiacea</i>	2	Chordata	Division	3
103	217800270	<i>Styela clava</i>	2	Chordata	Division	3

(©Ifremer - G. Hazevis, 2019)

Annexe VIII : Niveau minimal d'identification défini par le traitement de données de la campagne NOURSEINE

	Taxon	Niveau taxonomique	Fréquence
1	<i>Aphrodita aculeata</i>	Espèce	12
2	<i>Asterias rubens</i>	Espèce	12
3	<i>Buccinum undatum</i>	Espèce	12
4	<i>Carcinus maenas</i>	Espèce	12
5	<i>Cerastoderma edule</i>	Espèce	12
6	<i>Crangon crangon</i>	Espèce	12
7	<i>Echinocardium cordatum</i>	Espèce	12
8	<i>Liocarcinus holsatus</i>	Espèce	12
9	<i>Mytilus edulis</i>	Espèce	12
10	<i>Necora puber</i>	Espèce	12
11	<i>Sepia officinalis</i>	Espèce	12
12	<i>Macropodia longirostris</i>	Espèce	11
13	<i>Mactra stultorum</i>	Espèce	11
14	<i>Maja squinado</i>	Espèce	11
15	Ophiuridae	Famille	12
16	Pectinidae	Famille	12
17	<i>Alloteuthis</i>	Genre	12
18	<i>Nassarius</i>	Genre	12
19	<i>Sepiola</i>	Genre	12
20	Paguroidea	Super-famille	12
21	Imparidentia	Super-ordre	12
22	Mollusca	Division	11
23	<i>Acanthocardia</i>	Genre	11
24	<i>Euspira</i>	Genre	11
25	Caridea	Infra-ordre	11
26	Heterotremata	Sous-section	11
27	Tellinoidea	Super-famille	11
28	Echinodermata	Division	10
29	Cnidaria	Division	7
30	Annelida	Division	6
31	Arthropoda	Division	6
32	Chordata	Division	3
33	Bryozoa	Division	2
34	Porifera	Division	2
35	Ctenophora	Division	1

(©Ifremer - G. Hazevis, 2019)

Annexe IX : Extrait du tableau illustrant le niveau minimal défini par le traitement de données en bleu et par le retour d'expérience de terrain en vert pour la campagne NOURSEINE

Permanent code	Systematic number	Rubbin code	Phylum	Subphylum	Infrabran	Superclass	Class	Subclass	Infraclass	Superorder	Order	Suborder	Infraorder	Parvorder	Section	Subsection	Superfamily	Famly	Subfamily	Tribe	Genus	Subgenus	Species	Subspecies
7	14500000	MBPORIF	Porifera																					
4754	14910100	PACMJOH	Porifera				Demospongi	Heterosclero			Tetractinellid	Astrophorina						Geodiidae	Erylinae		Pachymatism		Pachymatisma johnstonia	
3021	30821200	ALCYDIG	Cnidaria				Anthozoa	Octocorallia			Alcyonacea	Alcyoniina						Alcyoniidae			Alcyonium		Alcyonium digitatum	
4418	31563330	EPZAINC	Cnidaria				Anthozoa	Hexacorallia			Zoantharia	Macrocronemi						Epizoanthida			Epizoanthus		Epizoanthus incrustatus	
6659	31855120	ATIAECH	Cnidaria				Anthozoa	Hexacorallia			Actiniaria	Enthemonae					Actinoidea	Actinidae			Actinia		Actinia equina	
4771	31855140	ATIAFRA	Cnidaria				Anthozoa	Hexacorallia			Actiniaria	Enthemonae					Actinoidea	Actinidae			Actinia		Actinia fragacea	
12137	32250000	MMEMLEI	Ctenophora				Tentaculata				Bobata							Bolnopsidae			Mnemopsis		Mnemopsis leidy	
155	38101110	APHRACU	Annelida				Polychaeta	Errantia			Phyllodocta	Aphroditiflor						Aphroditidae			Aphrodita		Aphrodita aculeata	
7240	39356260	PECPBEL	Annelida				Polychaeta	Canalipalpat			Terebellida	Terebellomor						Pectinariidae			Pectinaria		Pectinaria (Pectinaria)	
156	39361510	OWENFUS	Annelida				Polychaeta	Canalipalpat			Sabellida							Oweniidae			Owenia		Owenia fusiformis	
11762	39369557	BISPVOL	Annelida				Polychaeta	Sedentaria			Sabellida							Sabellidae	Sabellinae		Bispira		Bispira volutacornis	
11251	39369640	HYPHPA	Annelida				Polychaeta	Sedentaria			Sabellida							Sabellidae	Sabellinae		Hypsicomus		Hypsicomus phaeotaenia	
13423	39369652	JASMCAM	Annelida				Polychaeta	Sedentaria			Sabellida							Sabellidae	Sabellinae		Jasmineira		Jasmineira caudata	
13424	39369654	JASMELE	Annelida				Polychaeta	Canalipalpat			Sabellida							Sabellidae	Sabellinae		Jasmineira		Jasmineira elegans	
4711	39369750	SABEPAV	Annelida				Polychaeta	Sedentaria			Sabellida							Sabellidae	Sabellinae		Sabella		Sabella pavonina	
4712	39369780	SABESPA	Annelida				Polychaeta	Canalipalpat			Sabellida							Sabellidae	Sabellinae		Sabella		Sabella spallanzanii	
4627	56900050	ALCODIA	Bryozoa				Gymnolaema				Ctenostomati	Alcyoniidina						Alcyonioidi	Alcyoniidida		Alcyonidium		Alcyonidium diaphanum	
242	61111100	GIBBMAG	Mollusca				Gastropoda	Vetigastropo										Trochoidea	Trochidae	Cantharidina	Gibbula		Gibbula magus	
243	61111200	GIBBCIN	Mollusca				Gastropoda	Vetigastropo										Trochoidea	Trochidae	Cantharidina	Gibbula		Gibbula cineraria	
2451	61111300	GIBBPEN	Mollusca				Gastropoda	Vetigastropo										Trochoidea	Trochidae	Cantharidina	Gibbula		Gibbula pennanti	
7241	61111400	GIBBTUM	Mollusca				Gastropoda	Vetigastropo										Trochoidea	Trochidae	Cantharidina	Gibbula		Gibbula tumida	
2452	61111500	GIBBUMB	Mollusca				Gastropoda	Vetigastropo										Trochoidea	Trochidae	Cantharidina	Gibbula		Gibbula umbilicalis	
7237	63000100	EPITCLU	Mollusca				Gastropoda	Caenogastro			[unassigned]							Epitonioida	Epitonidae		Epitonium		Epitonium clathrus	
268	65500000	CREPFOR	Mollusca				Gastropoda	Caenogastro			Littorinimorp							Calyptraeida	Calyptraeida		Crepidula		Crepidula fornicata	
276	66802000	EUSPCAT	Mollusca				Gastropoda	Caenogastro			Littorinimorp							Naticoida	Naticidae	Polinicinae	Euspira		Euspira catena	
275	66850000	EUSPNT	Mollusca				Gastropoda	Caenogastro			Littorinimorp							Naticoida	Naticidae	Polinicinae	Euspira		Euspira nitida	
300	70600000	BUCCUND	Mollusca				Gastropoda	Caenogastro			Neogastropo							Buccinoidea	Buccinidae		Buccinum		Buccinum undatum	
12655	71605000	NASSLIM	Mollusca				Gastropoda	Caenogastro			Neogastropo							Buccinoidea	Nassaridae	Nassarinae	Nassarium		Nassarium lima	
317	73410000	PHILAPE	Mollusca				Gastropoda	Heterobranch	Opisthobran		Cephalaspid							Philioidea	Philiidae		Philine		Philine aperta	
326	77221300	DORSPSD	Mollusca				Gastropoda	Heterobranch	Opisthobran		Nudibranchia	Eucteniidiace	Doridacea					Doridoidea	Dorididae		Doris		Doris pseudoargus	
7683	78600100	NUCUNIT	Mollusca				Bivalvia	Protobranchi			Nuculida							Nuculoidea	Nuculidae		Nucula		Nucula nitidosa	
6229	78600200	NUCUNUC	Mollusca				Bivalvia	Protobranchi			Nuculida							Nuculoidea	Nuculidae		Nucula		Nucula nucleus	
4217	78700000	NUCUSUL	Mollusca				Bivalvia	Protobranchi			Nuculida							Nuculoidea	Nuculidae		Nucula		Nucula sulcata	
11837	78700100	NUCUTUR	Mollusca				Bivalvia	Protobranchi			Nuculida							Nuculoidea	Nuculidae		Nucula		Nucula turghida	
345	81500000	MYTIEDU	Mollusca				Bivalvia	Pteriomorphi			Mytilida							Mytiloidea	Mytilidae		Mytilus		Mytilus edulis	
370	83665350	OSTAEDU	Mollusca				Bivalvia	Pteriomorphi			Ostreida							Ostreoida	Ostreidae	Ostreinae	Ostrea		Ostrea edulis	
363	84666100	PECTMAX	Mollusca				Bivalvia	Pteriomorphi			Pectinida							Pectinoidea	Pectinidae	Pectininae	Pecten		Pecten maximus	
365	84700160	AEQUOPE	Mollusca				Bivalvia	Pteriomorphi			Pectinida							Pectinoidea	Pectinidae	Pedinae	Aequipecten		Aequipecten opercularis	
367	84706900	MIMAVAR	Mollusca				Bivalvia	Pteriomorphi			Pectinida							Pectinoidea	Pectinidae	Pedinae	Mimachlamys		Mimachlamys varia	
379	94400000	ACANACU	Mollusca				Bivalvia	Heterodonta	Euheterodon	Imparidentia	Cardida							Cardioidea	Cardidae	Cardinae	Acanthocard		Acanthocardia aculeata	
380	94500000	ACANECH	Mollusca				Bivalvia	Heterodonta	Euheterodon	Imparidentia	Cardida							Cardioidea	Cardidae	Cardinae	Acanthocard		Acanthocardia echinata	
3632	94600000	ACANPAU	Mollusca				Bivalvia	Heterodonta	Euheterodon	Imparidentia	Cardida							Cardioidea	Cardidae	Cardinae	Acanthocard		Acanthocardia	
381	94700000	ACANTUB	Mollusca				Bivalvia	Heterodonta	Euheterodon	Imparidentia	Cardida							Cardioidea	Cardidae	Cardinae	Acanthocard		Acanthocardia	
382	94800000	ACANSPI	Mollusca				Bivalvia	Heterodonta	Euheterodon	Imparidentia	Cardida							Cardioidea	Cardidae	Cardinae	Acanthocard		Acanthocardia spinosa	

(©Ifremer - G. Hazevis, 2019)

Annexe X : Poster présenté aux Journées Scientifiques et Techniques Mer organisées par l'AFB à Brest les 11 et 12 juin 2019



Harmonisation des suivis de la mégafaune invertébrée benthique sur les campagnes halieutiques de l'Ifremer

G. Hazevis¹, J. Baudrier¹, P. Laffargue², A. Brind'Amour², D. Delaunay¹, S. Vaz³

¹ : Ifremer Nantes, Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes, Service Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance
² : Ifremer Nantes, Département Ressources Biologiques et Environnement, Unité Ecologie et Modèles pour l'Halieutique
³ : Unité MARine Biodiversity Exploitation and Conservation Sète, Ifremer, Université de Montpellier, IRD, CNRS



Journées scientifiques et techniques Mer - 11 et 12 juin 2019 - Océanopolis, Brest

L'Ifremer mène de nombreuses campagnes halieutiques dédiées aux peuplements benthiques et démersaux (invertébrés et poissons commerciaux / non-commerciaux). Depuis plusieurs années, en application de l'approche écosystémique, l'ensemble de la faune invertébrée benthique collectée dans les engins de pêche est suivie de manière systématique. Cependant, ces données sont recueillies sans harmonisation. L'objectif poursuivi ici est donc de standardiser les pratiques d'échantillonnage¹.

Comment les données sont-elles recueillies ?

Echantillonnage de la faune marine² :

- au chalut (perche / grande ouverture verticale)
- à la drague



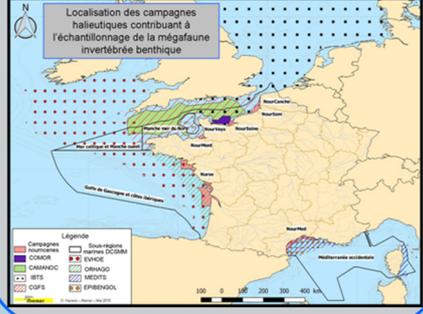
La faune marine est :

- identifiée
- triée
- dénombrée
- pesée



Les mesures sont réalisées à des fins d'évaluation des stocks, d'appui aux politiques publiques (DCSMM) ou de recherche.

Sur quelles campagnes ?



Localisation des campagnes halieutiques contribuant à l'échantillonnage de la mégafaune invertébrée benthique

Quelles sont les différences entre les campagnes ?

- Navires océanographiques / professionnels
- Matériel disponible à bord
- Nombre de personnel embarquant
- Capacité de stockage des échantillons
- Niveau d'expertise taxonomique du personnel scientifique
- Protocole de tri et d'identification



N/O Thalassa
© Ifremer - M. Guillou



Navire professionnel Rocalarnauve
© Ouest France

Harmonisation des suivis

Poursuite du travail démarré sur les campagnes nourricières³.

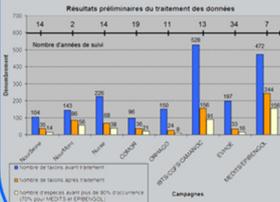
- Objectif : Produire un document de recommandations standardisé à l'observation du benthos et aux pratiques de sous échantillonnages
- Méthodologie :
 - Synthèse bibliographique
 - Réflexion collégiale : responsables de campagnes/benthologues
 - Traitement des données : identification des principaux taxons pour définir une liste minimale d'espèces à déterminer et améliorer la formation à l'identification

Création d'un protocole harmonisé

- Définition des niveaux de sous-échantillonnages
- Harmonisation :
 - du matériel
 - du traitement de la capture (rinçage, identification, tri, pesée, mensuration)
 - de l'étude des espèces particulières (espèces fixées, à coquilles...)
 - du processus de conservation
 - des fiches de saisie et des pratiques de bancarisation des données

Détermination des listes de taxons clés

- Objectif :
 - Définir une liste de taxons suivis régulièrement et de façon fiable sur chaque campagne => constitue un pré-requis de compétence taxonomique
 - Déterminer une liste minimale de taxons à identifier systématiquement s'ils sont capturés



Résultats préliminaires du traitement des données

L'analyse identifie les taxons qui apparaissent de manière récurrente sur les séries historiques disponibles ou les regroupe à des niveaux taxonomiques moins précis si cela n'est pas le cas⁴.

Bibliographie

[1] Brind'Amour et al (2019). Benthos des campagnes nourricières : optimisation des protocoles et exemples de valorisation. Journée RETEX « Retour d'expérience sur la collecte de données environnementales déployée à bord des campagnes halieutiques au titre du programme de surveillance DCSMM ». 21 mars 2019, Nantes.

[2] Lorance et al (2014). Rapport du groupe de travail Campagnes halieutiques en Manche - Groupe de travail interne RBE, réflexion sur les campagnes halieutiques en Manche, février-mars 2014. 67 p.

[3] Delaunay et Brind'Amour (2018). Manuel des protocoles de campagne halieutique, Campagnes « Nourricières », 58 p.

[4] Foveau et al (2017). Process-driven and biological characterisation and mapping of seabed habitats sensitive to trawling. PLOS ONE. 12(10). 30 p.

(Source : Hazevis et al, 2019)

Annexe XI : Illustrations de quelques espèces évoquées dans ce rapport



a : *Pecten maximus* (Source : Ifremer – J. Baudrier)



b : *Alcyonium digitatum* (Source : Ifremer – G. Hazevis)



c : *Pentapora fascialis* (Source : marlin.ac.uk)



d : *Pagurus prideaux* et *Adamsia palliata* (Source : seawater.no)



e : *Pagurus prideaux* et *Calliactis parasitica* (Source : WORMS)



f : *Turritella communis* (Source : alchetron.com)



g : *Sipunculus nudus* (Source : Flickr.com)

Annexe XII : Liste des personnes constitutives du groupe de travail sur les protocoles liés à la mégafaune invertébrée benthique

- Arnaud Auber
- Vincent Badts
- Hervé Barone
- Jérôme Baudrier
- Olivier Berthelé
- Anik Brind'Amour
- Thibault Cariou
- Yann Coupeau
- Nicolas Desroy
- Gabin Droual
- Eric Foucher
- Aurélie Foveau
- Nicolas Goascoz
- Cyrielle Jac
- Angélique Jadaud
- Pascal Laffargue
- Coline Lazard
- Patrick Le Mao
- Victor Martin-Baillet
- Luisa Metral
- Sophie Parrad
- Laurence Pennors
- Jérôme Quinquis
- Manuel Rouquette
- Ivan Schlaich
- Sandrine Vaz
- Yves Verin
- Camille Vogel