

**Rapport annuel 2018 de l'Unité de
Recherche Halieutique Manche Mer du
Nord (HMMN)**

Introduction

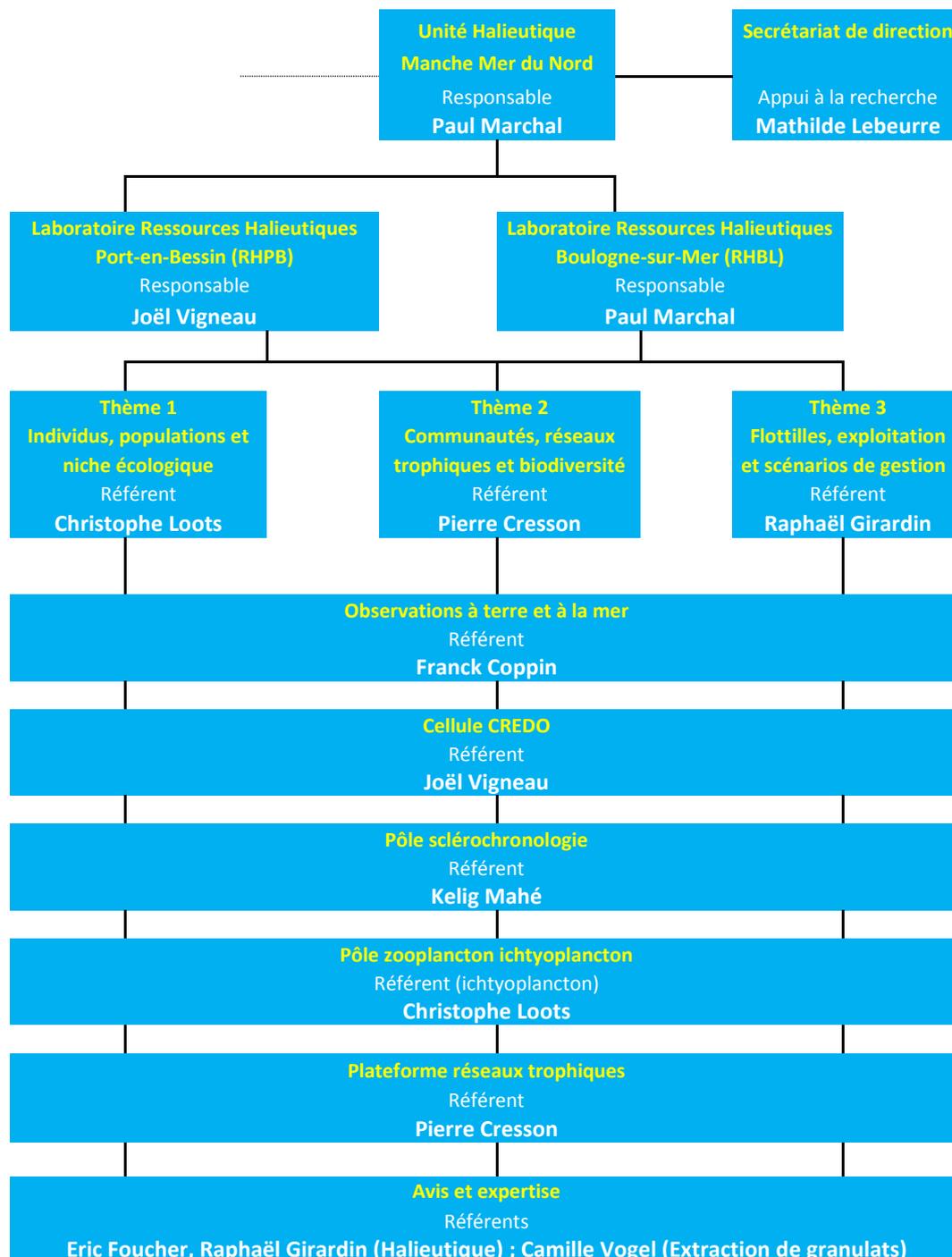
L'Unité HMMN développe ses activités scientifiques au sein d'un continuum Observation-Recherche-Expertise dans un contexte de recherche finalisée. Les missions de service public d'observation et d'expertise nourrissent les questionnements scientifiques qui sous-tendent les travaux de recherche ainsi développés. Les résultats en retour permettent à l'Unité, et plus globalement à l'Ifremer, d'adapter ses techniques d'observation et d'améliorer ses compétences en termes d'expertise afin d'exercer au mieux sa mission de service public. L'Unité HMMN est depuis 2013 structurée en trois grands thèmes de recherche :

- THEME 1 : Individus, populations et niche écologique,
- THEME 2 : Communautés, réseaux trophiques et biodiversité,
- THEME 3 : Flottes, exploitations et scénarios de gestion,

partageant les outils d'observations – Observations à terre et à la mer, Pôle de Sclérochronologie, Pôle Zooplancton-Ichtyoplancton, Plateforme Réseaux Trophiques, cellule CREDO – et la mission d'avis et expertise. Cette structuration des thèmes de recherche permet (i) d'explicitement clairement les interactions réciproques entre l'exploitation et les différentes échelles biologiques, de (ii) mettre en évidence les facteurs de changement communs aux trois composantes et (iii) de répartir de manière plus homogène l'effort de recherche entre thèmes. Forte de sa pluridisciplinarité en termes de compétences mais également de missions, l'Unité HMMN projette de poursuivre ses activités de recherche en soutien à la mise en place d'une approche écosystémique des pêches et plus généralement des activités maritimes humaines. Le projet développé par l'Unité vise donc à (i) acquérir des connaissances amont sur l'écologie des espèces halieutiques, le fonctionnement de leurs écosystèmes et la dynamique des pêcheries et des filières associées; (ii) appliquer ces connaissances pour prédire l'impact de la pêche, des nouveaux usages, de l'environnement et du changement global sur les différents compartiments des écosystèmes marins, dont les espèces exploitées, ainsi que l'impact de la réglementation, de l'économie et du changement global sur les pêcheries et les filières qui en dépendent; et (iii) évaluer pour ensuite proposer des modes de gestion des activités humaines qui permettent à la fois la conservation des ressources halieutiques et des écosystèmes marins et le maintien de la rentabilité et la durabilité des activités humaines. Les résultats des recherches de l'Unité HMMN et leurs produits en termes d'applications et d'expertises concernent aussi bien le monde de la recherche en écologie marine et en sciences halieutiques, que les pouvoirs publics responsables des Politiques Maritimes Européennes (Politique Commune des Pêches, PCP, et Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin, DCSMM) mais également à l'échelle nationale (DPMA, code minier) et régionale (services déconcentrés de l'Etat) et les acteurs socio-économiques que sont l'industrie de la pêche, de la transformation des produits de la mer, de l'extraction des granulats marins ou des énergies marines renouvelables.

Les principaux concepts examinés et/ou développés par l'équipe de l'Unité HMMN sont synthétisés dans les Figures 0.1-0.2.

suivi et l'évaluation des ressources halieutiques, des écosystèmes marins, des flottilles françaises et d'autres secteurs d'activité (extractions de granulats marins, fermes d'éoliennes). L'Unité HMMN est composée de deux laboratoires Ressources Halieutiques, situés à Boulogne (LRHBL) et Port-en-Bessin (LRHPB), dont les activités sont depuis 2013 structurées selon trois grands thèmes interconnectés : Individus, populations et niches écologiques (Thème 1) ; communautés, réseaux trophiques et biodiversité (Thème 2) ; flottilles, exploitation et scénarios de gestion (Thème 3). En termes de suivi en amont, et outre la collecte de données à terre et en mer coordonnée par le programme SIH, l'UR HMMN dispose de trois plateaux techniques dédiés à l'observation: un pôle national de sclérochronologie, une plateforme dédiée à l'écologie trophique et un pôle national de taxonomie du zooplancton, ainsi que d'une cellule nationale centralisant les réponses aux appels à données nécessaires à l'évaluation des ressources halieutiques (cellule CREDO).



1.2. Effectifs

Tableau de synthèse des personnels de l'unité

Personnel permanent* (dont 0 % en UMR)	29
Scientifique et technologique	
- animation scientifique et technique	2(dont 1 HDR)
- chercheurs (dont ayant une HDR)	7
- ingénieurs recherche et développement	6
Soutien à la recherche	
- ingénieur	
- technicien	13
- appui opérationnel	
Fonctions support	
- gestionnaire	1
- direction	
Personnel non permanent* (dont 0 % en UMR)	En ETP : 13
- CDD	7
- Doctorants (dont étrangers)	5 (dont 1 étranger)
- Post-doctorants (dont étrangers)	1 (dont 1 étranger)
- Chercheurs étrangers invités	

* présents à la date du rapport

Tableau de l'évolution des effectifs

Nom	date de départ	date d'arrivée	raison du mouvement (retraite, MI, CSS, recrutement...)	catégorie	compétence(s)
TRAVERS Morgane	01/2018		MI	chercheur	Modélisation écosystémique
COUVREUR Clémence		06/2018	recrutement	technicienne	Réseaux trophiques

Liste nominative par catégorie

1. Personnel permanent Ifremer (au 31/12/2018)

Nom	Prénom	Service	Poste
Auber	Arnaud	LRHBL	Chercheur en écologie/environnement
Bled-Defruit	Geoffrey	LRHBL	Technicien spécialisé en sclérochronologie
Caboche	Josselin	LRHBL	Technicien spécialisé dans l'ichtyoplancton
Chantre	Celina	LRHBL	Technicienne spécialisée en sclérochronologie
Cochard	Marie-Laure	LRHPB	Ingénieure en halieutique
Coppin	Franck	LRHBL	Ingénieur en halieutique
Couvreur	Clémence	LRHBL	Technicienne Réseaux Trophiques
Cresson	Pierre	LRHBL	Chercheur en écologie/environnement
Denamiel	Margaux	LRHBL	Technicienne Réseaux Trophiques
Dubroca	Laurent	LRHPB	Ingénieur en statistiques

Dufour	Jean-Louis	LRHBL	Technicien biologie
Elleboode	Romain	LRHBL	Technicien spécialisé en sclérochronologie
Ernande	Bruno	LRHBL/DS	Chercheur en écologie/environnement
Foucher	Eric	LRHPB	Chercheur en halieutique
Giraldo	Carolina	LRHBL	Chercheuse en écologie/environnement
Girardin	Raphael	LRHBL	Chercheur en écologie/environnement
Goascoz	Nicolas	LRHPB	Technicien halieute
Lazard	Coline	LRHBL	Technicienne halieute
Lebeurre	Mathilde	LRHBL	Assistante de Direction
Lefebvre	Valerie	LRHBL	Technicienne spécialisée dans l'ichtyoplancton
Loots	Christophe	LRHBL	Chercheur en écologie/environnement
Mahé	Kélig	LRHBL	Ingénieur en halieutique/Doctorant
Marchal	Paul	HMMN	Responsable HMMN et LRHBL
Parrad	Sophie	LRHPB	Technicienne halieute
Quinquis	Jerome	LRHPB	Technicien halieute
Schlaich	Ivan	LRHPB	Ingénieur en halieutique
Tribouilloy	Karine	LRHBL	Technicienne spécialisée en sclérochronologie
Vérin	Yves	LRHBL	Ingénieur en halieutique
Vigneau	Joel	LRHPB	Responsable LRHBL
Vogel	Camille	LRHPB	Ingénieure en halieutique

2. Personnel temporaire Ifremer en CDD, hors post-doc (au 31/12/2018)

Nom	Prénom	Service	Poste
Bracis	Chloe	LRHBL	Post-doctorante
Champagnat	Juliette	LRHPB	Cadre halieute
Di Pane	Julien	LRHBL	Doctorant
Dussuel	Antoine	LRHBL	Technicien sclérochronologie
Fontaine	Virginie	LRHBL	Contrat alternance
Joly	Léa	LRHBL	Doctorante
Lebon	Fabien	LRHBL	Technicien réseaux trophiques
Mc Lean	Matthew	LRHBL	Doctorant
Morell	Alaia	LRHBL	Doctorante
Osmond	David	LRHBL	Technicien halieute
Pernak	Michele	LRHBL	Contrat alternance
Quemar	Thibaud	LRHPB	Technicien halieute
Timmerman	Charles-André	LRHBL	Doctorant

3. Accueil de personnels d'autres organismes

Nom	Prénom	Titre
Lefebvre	Sébastien	Prof. U. Lille – Accueil en délégation

1.3. Equipements, moyens matériels

1.3.1. La cellule CREDO

La cellule de Réponse aux appels à données (CREDO) a été créée par le COPIL du SIH (novembre 2012) sur proposition de HMMN. La cellule CREDO a pour vocation d'organiser l'expertise Ifremer de traitement statistique des données collectées dans le cadre du règlement européen DCF et ainsi mieux répondre aux besoins exprimés des organisations régionales de gestion des pêches et des instances scientifiques internationales, conformément aux obligations internationales de la Communauté et de ses États membres. L'objectif est également de libérer du temps aux experts évaluateurs de stocks pour la préparation des analyses et modèles avant leur participation aux réunions internationales d'expertise. La cellule CREDO est coordonnée par l'Unité HMMN (1 cadre à 20% de son temps et un ingénieur CDI à temps plein), capitalisant sur l'expérience acquise dans le développement d'outils dédiés au traitement de la donnée (librairies COST). En 2018, le réseau CREDO, aidé d'experts dans tous les laboratoires halieutiques de l'Ifremer a pu traiter dans les temps impartis par les demandeurs, près de 100 appels à données, correspondant à l'envoi de données et d'estimations de volumes de capture et structures démographiques aux formats demandés et dans les temps impartis par les utilisateurs pour plus de 150 stocks.

En fin d'année 2018 la coordination opérationnelle de la cellule CREDO a été transférée au STH/LBH suite au recrutement d'une ingénieure en appui du processus de réponses aux demandes et appels à données et avec pour objectifs de généraliser le processus CREDO à toutes les demandes de données du SIH, coordonner l'instruction et le suivi des demandes, assurer la traçabilité et l'optimisation de la préparation des jeux de données et le développement de contrôles qualité. HMMN continuera de jouer un rôle central dans CREDO dans la coordination scientifique et la réflexion sur les futurs développements, ainsi que l'ingénierie et le traitement des données de type Obsmer, Obsventes et paramètres biologiques.

1.3.2. Les campagnes à la mer

L'unité HMMN joue un rôle moteur dans la planification et l'organisation des campagnes halieutiques, que ce soit dans le cadre national du SIH-Campagnes ou de la Commission Nationale de la Flotte Côtière (CNFC), ou dans le cadre international du Groupe de Travail du CIEM WGIBTS. L'Unité HMMN intervient en tant qu'animateur logistique des campagnes, et participe au soutien des responsables de campagnes dans l'analyse et le traitement de leurs données, à l'assistance à la maîtrise d'ouvrage dans la mise en place de logiciels centralisés, et aux développements et la maintenance d'outils de gestion et de restitutions. De plus, pour les campagnes qu'elle pilote, l'équipe de l'unité HMMN participe activement à la production d'indicateurs de communauté et de populations au travers des travaux menés dans le cadre du projet «Indicateurs écosystémiques » de l'IFREMER. En 2018, l'Unité HMMN a piloté, comme au cours des années précédentes, cinq campagnes récurrentes financées par la DCF (CGFS, IBTS), le FEAMP (COMOR), et IGA (CRUSTAFLAM, NOURSOM). A ces cinq campagnes historiques sont venues se rajouter trois campagnes DCSMM (NOURCANCHE, NOURMONT, NOURSEINE). Toutes ces campagnes se sont déroulées en Manche et mer du Nord.

SIH-Campagnes et Commission Nationale de la Flotte Côtière

La CNFC (Commission Nationale Flotte Côtière) est avec la CNFH (Commission Nationale Flotte Hauturière) l'une des deux commissions nationales chargées de l'évaluation scientifique (demandes, suivi et valorisation) des campagnes à la mer sur les navires de la Flotte

Océanographique Française (FOF). La CNFC a compétence sur les navires côtiers, La Thalia, L'Europe et l'Haliotis de l'Ifremer, l'Antéa et l'Alis de IIRD et le Thétys et le Côte de la Manche de l'INSU. Elle s'occupe également des navires de stations marines (Sépia à Wimereux, Albert Lucas à Brest, Antédon à Villefranche ...). La CNFC est composée de scientifiques utilisateurs de la FOF, nommés par leurs instituts ou universités d'origine, et représentant l'ensemble des thématiques scientifiques relevant de la recherche en milieu marin. L'unité HMMN était directement impliquée au sein de la CNFC depuis plusieurs années, avec la participation d'un chercheur du laboratoire de Port-en-Bessin, nommé par la Direction Scientifique de l'Ifremer, comme Vice-Président de la CNFC, et Co-Président en 2018. Le travail du bureau de la CNFC se déroule tout au long de l'année, avec dans un premier temps l'organisation et le lancement de l'Appel d'Offre pour les navires côtiers (demande l'année N pour programmation l'année N+1), réception et évaluation de la recevabilité des demandes, envoi pour expertise vers des experts extérieurs, et évaluation scientifique en plénière des demandes. Une évaluation complémentaire est effectuée chaque année pour les demandes anticipées proposées lors des dépôts de dossier à l'ANR. La seconde partie de la mission de la CNFC est de s'assurer que chaque campagne, effectuée sur des moyens de la TGIR (Très grande infrastructure de recherche), s'est bien déroulée selon le protocole scientifique proposé lors de la demande, et qu'elle a conduit à une valorisation scientifique d'excellence. Le mandat du représentant de HMMN s'est achevé en décembre 2018, et n'a pas été renouvelé (limite imposée de 2 mandats successifs atteinte).

Groupe de Travail CIEM WGIBTS

Le groupe de travail IBTS (International Bottom Trawl Survey) a tenu sa réunion annuelle au Marine Institute de Galway (Oranmore, Irlande) du 19 au 23 mars 2018. Le groupe est chargé de coordonner les campagnes de chalutage de fond réalisées depuis l'ouest Ecosse jusqu'aux côtes Ibériques, en mer du Nord et dans le Skagerrak. Les objectifs sont de standardiser les méthodes de travail, coordonner les actions engagées, et d'intégrer l'ensemble des données dans une même base internationale. Toutes les campagnes d'évaluation au chalut de fond réalisées dans ces zones sont ainsi coordonnées directement par le CIEM. La participation française concerne les campagnes annuelles en mer du Nord, en Manche, en mer Celtique et dans le Golfe de Gascogne (IBTS, CGFS, EVHOE, respectivement). Pour cette réunion, 7 termes de références ont été adoptés :

- a. Coordination et bilan des campagnes réalisées depuis le dernier groupe de travail (2017) et planification des campagnes en mer du Nord et Nord-Est Atlantique en 2018
- b. Révision des manuels IBTS, mise à jour et amélioration du plan d'échantillonnage et de la standardisation.
- c. Révision et amélioration de la base Internationale DATRAS
- d. Production d'indices d'abondance en mer du Nord basés sur la surface chalutée (au lieu d'un indice basé sur l'heure de chalutage) en collaboration avec le WGISDAA
- e. Standardisation des engins de pêche
- f. Evaluer l'échantillonnage actuel des données biologiques (dont l'âge)
- g. « Survey design ». Evaluation du plan d'échantillonnage actuel, proposition des modifications et des améliorations

ToR a (Bilan des campagnes annuelles 2017/2018) : Chaque année, deux campagnes internationales sont réalisées en mer du Nord et Skagerrak au premier (IBTS-Q1) et troisième trimestre (IBTS-Q3). Comme chaque année, les principaux résultats de la campagne 2018 ont été présentés, qu'il s'agisse d'IBTS-Q1 ou d'IBTS-Q3 par les coordinateurs respectifs.

ToR b (Révision des manuels de campagne) : Les campagnes en mer du Nord et en Atlantique Nord-Est ayant chacune des spécificités propres, il existe donc deux protocoles distincts. Durant la réunion, chacun de ces deux protocoles a été mis à jour. De manière générale, aucune modification substantielle n'a été apportée cette année.

ToRs c & d (base de données Internationale DATRAS et Indices basés sur la surface chalutée) : Depuis 2018, la soumission des données dans la base DATRAS peut être automatisée. En d'autres termes, certains logiciels peuvent envoyer les données dans la base sans que l'on ait à charger les données sur le site du CIEM (Conseil International pour l'Exploration de la Mer). Ce procédé est efficace du point de vue du temps consacré au chargement des données. Une discussion a eu lieu sur l'intérêt de rajouter une information dans les jeux de données soumis afin de pouvoir identifier les traits de chaluts standards des traits annexes réalisés en supplément à des fins expérimentales (par exemple, les traits dits '15 minutes' alors que les traits standards sont de 30min).

ToR e (Standardisation des engins de pêche) : Depuis l'effort de documentation réalisé pour décrire les différents GOV utilisés par les différents pays (tous différents du GOV décrit dans le manuel), plusieurs tests ont eu lieu en mer afin d'étudier les effets de telle ou telle caractéristique technique et à terme d'utiliser un nouveau chalut. Cette année, certains de ces tests ont été présentés et ont montré que la géométrie du chalut nouvellement proposé respectait celle préconisée dans le manuel. Des tests comparant le matériau utilisé pour le chalut (nylon versus polyéthylène) ont également été faits et n'ont pas indiqué de différence notable. De nouveaux essais ont été réalisés suite à cette réunion (du 28 octobre au 8 novembre 2018), organisés par l'équipe Ecossaise, afin d'évaluer l'efficacité d'un nouveau chalut (comparaison des captures + analyse visuelle par vidéo). Un groupe de travail sur la technologie des pêches a ainsi vu le jour dans les mois qui ont suivi en lien avec l'équipe d'Ifremer Lorient. Enfin, toujours en vue de standardiser le matériel utilisé, la France a décidé d'utiliser à partir de 2018 un système de protection du chalut (tablier) bien plus respectueux de l'environnement que l'ancien système ('vahinés') qui possédait l'inconvénient de disséminer des filaments plastiques dans l'écosystème.

ToR f (protocole de prélèvement biologique) : Le groupe cherche constamment à améliorer la qualité de la donnée et les méthodes d'acquisition de ces dernières, notamment au travers de l'utilisation d'engins de mesures électroniques. Dans ce contexte, les évolutions Thalassa ont été présentées (utilisation de règles électroniques, Logiciel Tutti échantillonnage des otolithes...) et bien reçues. De nombreux pays impliqués dans le groupe envisagent un changement prochain de leur navire océanographique et pourrait être intéressés par le logiciel Tutti open source.

ToR g (Survey design) : En 2017, le groupe WGIBTS a décidé que des traits '0 minute' pourraient être réalisés par les différents pays en vue d'estimer les quantités de poissons prélevées lors de la descente et la remontée du chalut. L'idée de ces traits '0-minutes' étant de remonter le chalut dès lors qu'il est stabilisé sur le fond. Cette quantité prélevée lors du filage et du virage est en effet problématique puisqu'elle est incluse dans les indices d'abondance alors que seule la communauté benthique est ciblée. Cet effet non désiré peut en particulier poser problème dans le sens où la profondeur est un facteur clé dans l'ampleur de cet effet, dit 'end effect', ce qui entraîne des différences d'estimation d'abondance (nb. ind/km² ou nb. ind./h) entre zones dont la profondeur diffère. Notamment en vue de pallier au faible nombre de données, un effort d'analyse conjointe des résultats propres à chaque pays contribuant à l'IBTS est en cours.

Concernant la partie Manche orientale de la campagne 'IBTS-Mer du Nord', une présentation a été réalisée en vue de connaître l'avis du groupe de travail sur une proposition récemment effectuée par les coordinateurs des descripteurs D1 (Diversité biologique) et D5 (Eutrophisation) de la DCSMM (Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin) auprès des coordinateurs de campagne. L'idée sous-jacente était de réaliser des prélèvements (paramètres hydrologiques principalement) au sein de stations qui deviendraient communes aux campagnes IBTS et CGFS (afin notamment d'évaluer la variabilité saisonnière de certains paramètres). La

conséquence de la mise en application d'une telle demande serait de devoir figer la position de certaines stations IBTS d'une année à l'autre. L'avis général du groupe était, en toute logique, d'éviter ce genre de modification du plan d'échantillonnage qui lui est chaque année déterminé selon un tirage semi-aléatoire et ce, depuis plusieurs décennies.

Développements informatiques

L'outil de traitement des données de campagnes VIVALDI a encore évolué à la demande des utilisateurs. Ce logiciel permet notamment d'intégrer, de compléter, de corriger et de visualiser les données issues du format d'échange d'ALLEGRO Campagne, de restituer comme à son origine les données internationales Dattras mais aussi les formats des campagnes réalisées en Méditerranée ainsi que les formats RSUFI permettant de générer notamment les indicateurs de population. De plus, de nouvelles fonctionnalités ont été développées permettant de restituer une série de résultats pouvant être présentés aux professionnels, intégrés dans les rapports de fin de mission et servir de support pour la réalisation de documents cartographiques. Plus récemment, Vivaldi s'est enrichi de fonctions permettant le calcul, la correction et la visualisation des relations taille/poids pour toutes les espèces concernées par ce type de suivi. De même une option permettant le calcul des répartitions en âge par espèces a été développée ainsi qu'une fonction permettant de faire le bilan des prélèvements individuels réalisés. Le document technique décrivant l'ensemble des fonctionnalités a été mis à jour. Il est disponible au sein même de l'application.

Concernant la bancarisation de l'historique des données des campagnes, IBTS est en cours de récupération pour les années 1980 à 1996 ainsi que les données COMOR pour l'ensemble de la série. Cette action va encore se poursuivre en 2019.

Les développements relatifs aux paramètres biologiques, la maintenance et les corrections de la base BARGE se sont poursuivis dans l'objectif d'amélioration de leur qualité et de transfert vers HARMONIE. A cet effet, au cours du dernier trimestre 2018 la mise en place de la migration des données des paramètres biologiques individuelles vers HARMONIE a fait l'objet de nombreux échanges entre l'équipe informatique du SIH et le responsable de l'outil de gestion afin de définir les spécifications techniques de bancarisation.

La campagne CGFS

Depuis 1988, la campagne CGFS (Channel Ground Fish Survey) est conduite tous les ans en octobre en Manche par le laboratoire HMMN afin de permettre la collecte au chalut de fond GOV (Grande Ouverture Verticale) de données scientifiques nécessaires à l'évaluation des stocks. Les données qui en sont issues (paramètres biologiques et biométriques, d'indices d'abondance en taille et/ou en âge) sont utilisées chaque année par les groupes de travail internationaux du CIEM, principalement WGNSSK (Working Group on the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak) et WGCEPH (Working Group on Cephalopod Fisheries and Life History), pour déterminer analytiquement l'état des stocks de la zone. La CGFS constitue également un support considérable à de nombreux projets de recherche (H2020 DISCARDLESS, FFP DYSTRETE, FFP SMAC, FRB ECLIPSE, RETROGRAD pour les projets en cours). La campagne CGFS est coordonnée au niveau international par le groupe de travail IBTS (International Bottom Trawl Survey) du CIEM et les données collectées au cours de cette campagne sont intégrées à la base de données DATRAS mise en place par ce groupe. La CGFS 2018 s'est déroulée sur le navire océanographique Thalassa du 11 au 26 septembre pour la partie ouest de la Manche et du 27 septembre au 12 octobre pour la partie est (Fig.1.3.1).

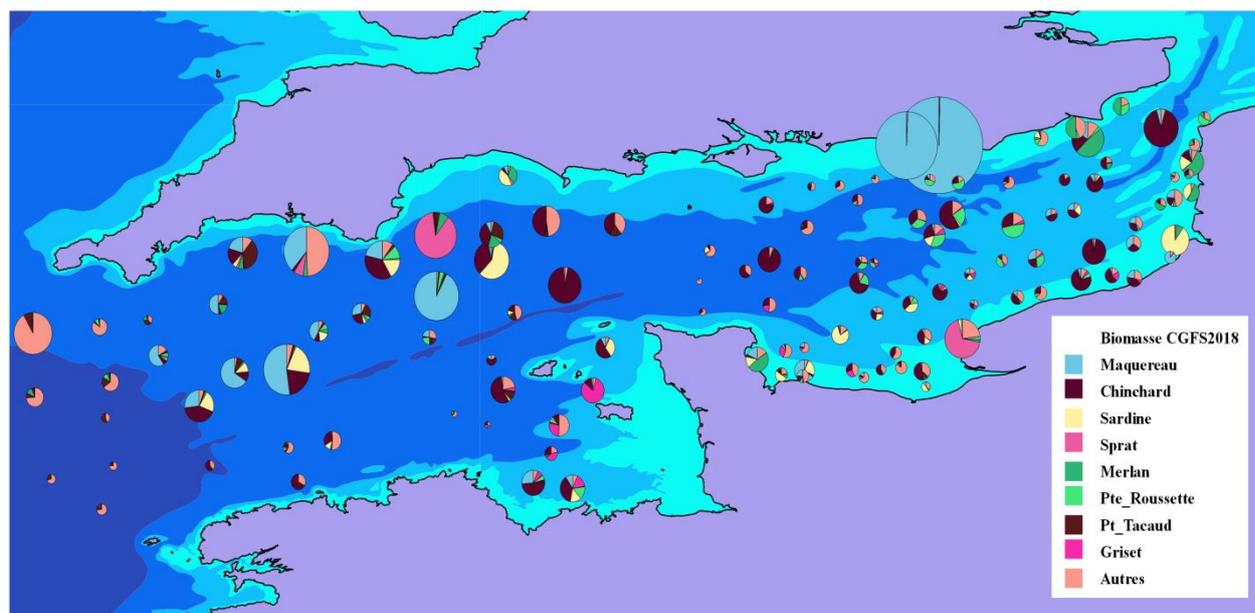


Figure 1.3.1 : CGFS 2018, Répartition des captures

Au cours de la CGFS 2018 les actions suivantes ont été réalisées :

Hydrologie

Appareil	Nombre	utilisation
babynet	22	réseau trophique + isotopie, flore phytoplanctonique
Cufes, Zoocam	239	Abondance d'œuf de poisson
Manta	33	microplastiques DCSMM
WP2	15	Contaminants DCSMM
	22	Réseau trophique
	81	Abondance zooplanctonique
Niskin à mi-profondeur	15	Acide domoïque et pigments
Niskin à la surface	79	Chlorophylle totale, MES, sels nutritifs, flore phytoplanctonique
	dont 15	Acide domoïque et pigments
	dont 21	Réseau trophique (isotopie)
Fluoroprobe	74	Caractérisation des différents groupes phytoplanctoniques
SBE	129	Température, salinité, pH, Fluorescence, Par (irradiance), Oxygène, Turbidité, profondeur
Cytomètre en flux	en continu plus 79 en stations	Taille, forme, fluorescence, comptage et classification des particules phytoplanctoniques

Station de chalutage

Station chalutage	72/72 dont 70 validé en Manche Est et 48 en Manche Ouest	
otolithes	1242 (leg 1) 1019(leg2)	
DCSMM	174 individus	Prélèvements contaminant
	267 individus	Prélèvements densité énergétique
Océanopolis	une dizaine d'individus	Sélaciens + poissons osseaux (St Pierre, eglefin, etc) + Macrofaune benthique

Sumaris	31 (leg1) 47(leg2)	Prélèvement colonne vertébrale sur raja clavata, brachuyra et montagui
MNHN	50 (leg1) 105 individus (leg2)	Prélèvements génétiques et isotopiques, contenus stomacaux sur raja undulata, montagui, brachuyra et clavata
	368 individus (leg1) 2010(leg2)	Collecte proies potentielles de rajidés
mensuration	42000 (leg1)76324 (leg2)	
Macrofaune benthique	tri par espèces à chaque station de chalutage	
Macrodéchet	analyse à chaque station de chalutage	
Gelatineux	analyse à chaque station de chalutage	

Top prédateur

	Leg 1	Leg 2
Mammifères marins	194	5
Dauphin commun	190	0
Marsouin commun	0	3
Phoque gris	0	1
Petit rorqual	1	0
Oiseaux marins	2970	6967
Fou de bassan	2048	3361
Laridés	151	3273
Alcidés	11	132
Procellariidae	609	35
Oiseaux non marins	58	399
Thons	32	0
Déchets	75	144

Pour la partie est de la Manche, l'abondance moyenne de poissons par trait (7160) est en augmentation par rapport à 2017 (5383). A l'inverse la biomasse moyenne diminue passant de 443 kg en 2017 à 376 kg en 2018. Les espèces pélagiques telles que le chinchard (*Trachurus trachurus*) et le sprat (*sprattus sprattus*) sont fortement dominantes en abondance représentant respectivement 33% et 32% du nombre total d'individus capturés. Le merlan (*Merlangus merlangius*) avec une dominance en nombre de 4% est la première espèce démersale. Concernant la dominance en poids on retrouve le chinchard dont la biomasse représente 19% de la capture totale. Le sprat contribue peu à la dominance en biomasse du fait de son faible poids moyen. A l'inverse le maquereau (*Scomber scombrus*) dont la part d'abondance n'est que de 9% est l'espèce de plus forte biomasse avec 42% de la capture totale.

Pour la partie ouest, le nombre moyen d'individus capturés par trait en Manche ouest, plus élevé que dans la partie orientale (13360 individus), est fortement induit par l'abondance des espèces pélagiques telles que le chinchard, le sprat et le maquereau qui représentent à elles seules près de 80% de la dominance en abondance. La première espèce démersale est le merlan avec un

nombre d'individus représentant seulement 3.3% du nombre total capturé (Ann. 2). La biomasse moyenne par trait est de 479 kilos. Concernant la dominance en poids, on retrouve les principales espèces les plus abondantes. La première espèce démersale est l'eglefin (*Melanogrammus aeglefinus*) avec seulement 3.7% de biomasse totale.

Concernant plus particulièrement les espèces pour lesquelles les données de CGFS sont utilisées par les groupes d'évaluation et notamment la plie, le spectre de taille est quasiment le même qu'en 2017 avec toutefois une augmentation significative du nombre d'individus dont la taille est comprise entre 18 et 28 cm, ce qui permet de faire progresser légèrement l'abondance moyenne par trait qui toutefois reste faible passant de 12 individus en 2017 à 14 en 2018. La taille à maturité étant située entre 25 et 30 cm, soit 3 à 4 ans, le résultat observé risque de nouveau cette année d'avoir un impact négatif sur l'indice de recrutement. Enfin, pour le rouget barbet, la répartition en taille montre une fois encore une augmentation significative du nombre d'individus. Le mode se décale de 11 à 15 cm par rapport à 2017. Les individus inférieurs à 17 cm représentant le groupe d'âge 0 ce dernier progresse encore cette année et jouera très probablement un rôle positif sur le prochain indice de recrutement. Cette tendance est confirmée par l'augmentation de l'abondance moyenne par trait pour cette espèce qui progresse une fois encore passant de 30 individus en 2017 à 58 cette année.

La campagne IBTS

Compte tenu de problèmes techniques décelés sur le N/O Thalassa II fin 2017, il a été décidé d'utiliser le navire néerlandais N/O Tridens II afin d'éviter un éventuel retard de disponibilité de notre navire de recherche. En raison de mauvaises conditions météorologiques, la durée de la campagne sur le Tridens II a été réduite du 15 au 16 janvier 2018 et aucun filet MIK n'a pu être déployé. Suite à cela, le N/O Thalassa II étant réparé a été utilisé pour le reste de la campagne.

Le navire Thalassa a quitté Boulogne-sur-Mer le 23 janvier et les travaux ont commencé en Manche Est avant de rejoindre la partie sud de la mer du Nord et les côtes anglaises. Après une escale aux Pays-Bas, les travaux ont repris au large des côtes néerlandaises et allemandes (Figure 1.3.2) pour se terminer à Boulogne-sur-Mer le 02 février au soir. Comme l'année précédente, la campagne s'est déroulée sur 20 jours de mer. Grâce aux conditions météorologiques correctes, l'ensemble des travaux a pu être mené à bien. La campagne IBTS est coordonnée par le CIEM (Conseil International pour l'Exploration de la Mer) et est réalisée annuellement en collaboration avec 6 autres pays riverains de la Mer du Nord. Le principal objectif de la campagne est de recueillir des données permettant le calcul des indices d'abondance des principales espèces de poissons commerciaux exploitées en Mer du Nord. Cependant, avec l'essor de l'approche écosystémique des pêcheries, c'est l'ensemble de l'écosystème (réseau trophique et environnement abiotique) qui est étudié, notamment au travers de travaux/collectes complémentaires :

- *Œufs de poissons*. Un échantillonnage en continu à l'aide du « Continuous Underway Fish Egg Sampling » permet notamment d'étudier la répartition des œufs de poissons et d'approfondir les connaissances sur les habitats de ponte des espèces importantes en Mer du Nord et en Manche.
- *Larves de poissons*. L'analyse des échantillons collectés à l'aide du filet à larves MIK permet d'étudier les processus affectant la survie et le transport de l'ichtyoplancton jusqu'aux zones de nourriceries.
- *Macroinvertébrés benthiques*. En raison des fortes pressions engendrées par les activités de pêche, les macroinvertébrés benthiques peuvent subir d'importantes altérations. Pour évaluer ces effets, un échantillonnage est donc réalisé à chaque trait de chalutage depuis 2008. La

structuration et la distribution des communautés de macroinvertébrés benthiques sont également étudiés.

- *Compartiments hydrologiques, phyto et zooplanctoniques* : Depuis 2008, en sus de la température et de la salinité, d'autres paramètres hydrologiques (sels nutritifs, oxygène, pH, ...) et biologiques (chlorophylle a, phyto- et zooplancton) sont également mesurés afin de mieux caractériser les conditions environnementales hivernales de la zone prospectée.

- *Oiseaux et mammifères marins*. En association avec le Centre National des Mammifères marins de La Rochelle et le LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux). Le protocole a été adapté à la campagne et les observations se font de jour, durant les transits entre chaque chalutage.

Voici un résumé de l'effort d'échantillonnage réalisé durant la campagne 2018 :

- Chalut de fond (GOV) : 56 stations
- Filet à larves (MIK) : 97 stations
- Stations hydrologiques et échantillonnage de zooplancton et phytoplancton : 140 stations.
- Observation des oiseaux et mammifères marins en Manche
- Enregistrement des données acoustiques
- Echantillons d'œufs : 203

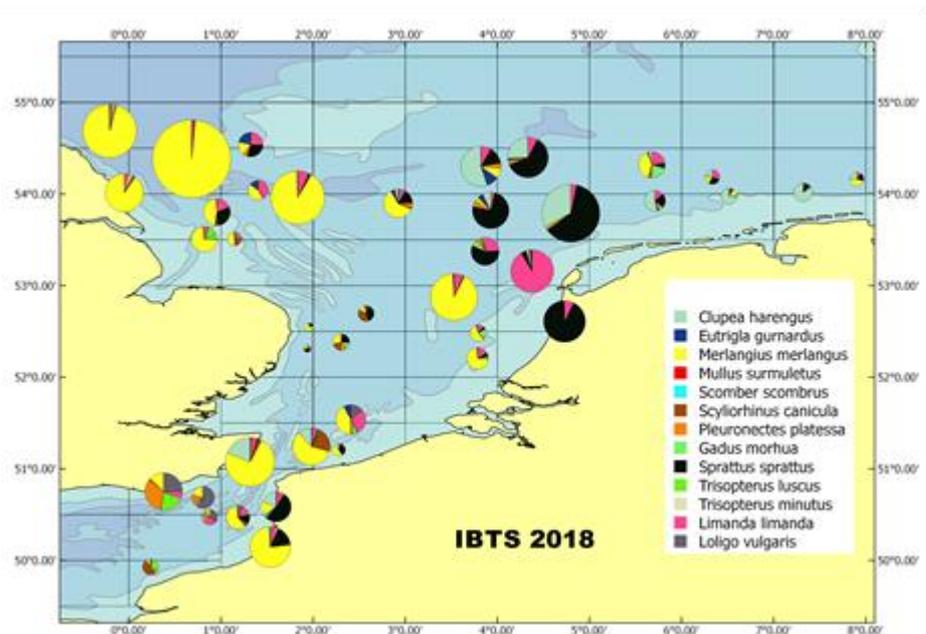


Figure 1.3.2. Zone échantillonnée par le N/O Thalassa.

La Figure 1.3.3 présente les indices de recrutement (âge 1) pour trois espèces commerciales principales. Ces résultats sont basés sur les 364 traits réalisés par les 6 navires impliqués dans la campagne.

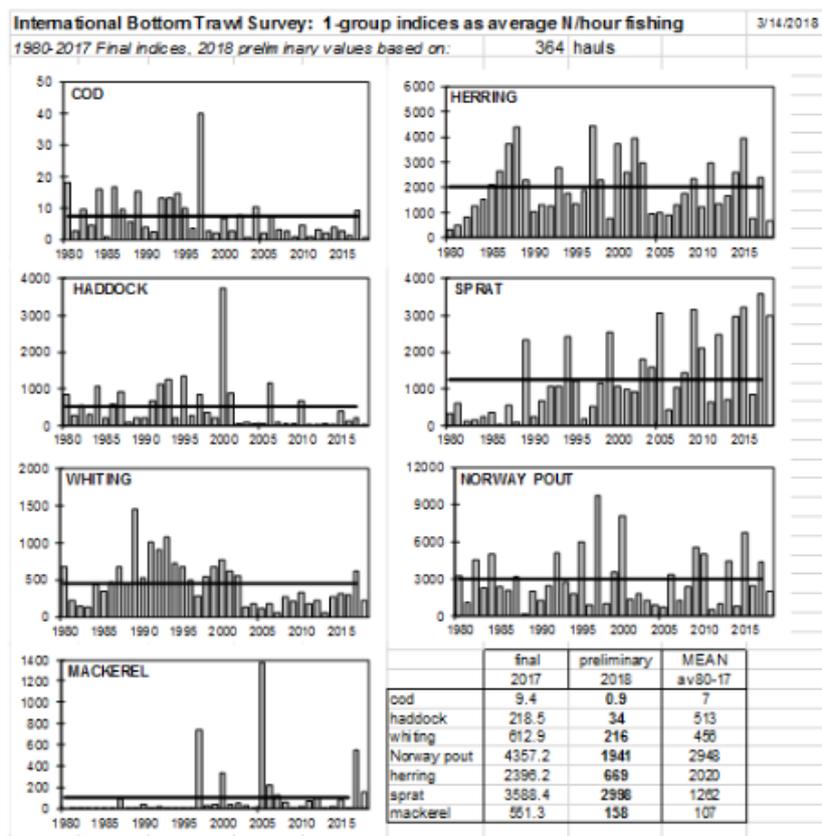


Figure 1.3.3. Indices de recrutement (âge 1) calculés à partir des données des campagnes IBTS 2018. De 1980 à 2017 = indice final. Pour 2018 = indice préliminaire.

La campagne COMOR

Les campagnes scientifiques COMOR (COquilles Manche ORientale) ont pour objectif majeur de procéder à l'évaluation directe du stock de coquilles Saint-Jacques de la baie de Seine (gisement classé) et de la zone nord directement limitrophe au gisement classé, que nous appelons « Proche Extérieur ». Cette évaluation, opérée à bord du N/O Thalia (Figure 1.3.4), navire de la Flotte Océanographique Française, repose sur un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié, chaque carré de 1 mille de côté représentant une unité d'échantillonnage.



Figure 1.3.4. Navire Océanographique Thalia.

La campagne COMOR48 a eu lieu cette année du 02 au 18 juillet 2018 (correspondant à 15 jours de mer effectifs, répartis en trois périodes de 5 jours chacune), avec des conditions météorologiques globalement bonnes. La totalité du plan d'échantillonnage (156 traits) a pu être réalisé, ainsi que plusieurs traits supplémentaires hors échantillonnage. Sur l'ensemble de la campagne, 163 traits ont au total été effectués : 102 traits valides en Baie de Seine, 55 dans le Proche Extérieur, 2 hors échantillonnage (2 traits supplémentaires à l'extérieur hors zone de prospection sur les points de suivi ASP correspondant aux zones 9 et 12) et 4 traits nuls. La couverture géographique de la zone est complète cette année (Figure 1.3.5).

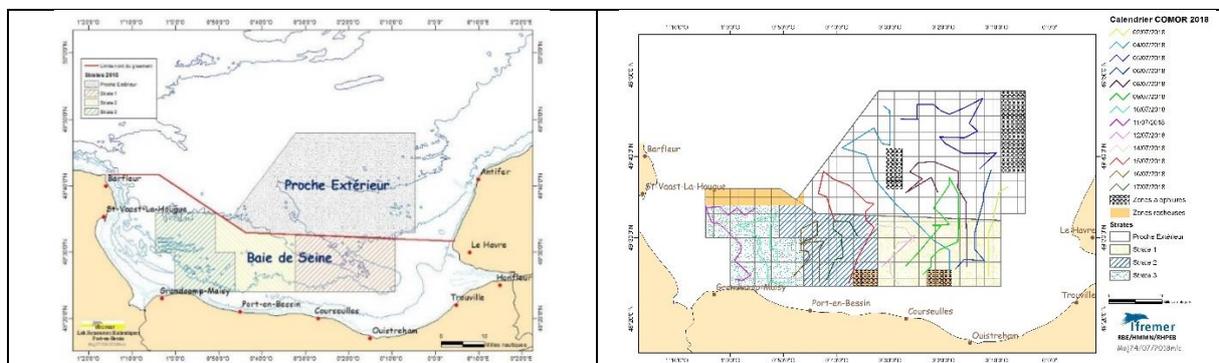


Figure 1.3.5. Gisement de coquilles Saint-Jacques de la baie de Seine (gisement classé et proche extérieur de la baie de Seine jusqu'à la latitude 49°48) et points d'échantillonnage réalisés lors de la campagne COMOR48.

L'évaluation du stock de coquilles Saint-Jacques a montré en 2018 que la biomasse à l'intérieur du gisement classé de la baie de Seine se situe à un niveau record jamais atteint dans la série historique, alors que dans la partie extérieure de la baie de Seine, le niveau de biomasse est en baisse notable. En baie de Seine, les indices d'abondance des juvéniles de 1 an, des recrues de 2 ans et des coquilles adultes de 3 ans et plus sont tous très bons. La biomasse totale disponible (Figure 1.3.6) a été estimée en 2018 à 63581 tonnes (entre des valeurs minimale et maximale respectivement de 50861 t et 78082 t, pour un intervalle de confiance à 95%). Le niveau atteint par cette biomasse en Baie de Seine est sans équivalent dans la série historique, dépassant largement le record précédent de l'année 2017. Elle est près de quatre fois supérieure à la moyenne de la période 2008-2017 (17155 tonnes), et 10 fois plus élevée que la moyenne calculée entre 1992 et 2007 (6598 tonnes).

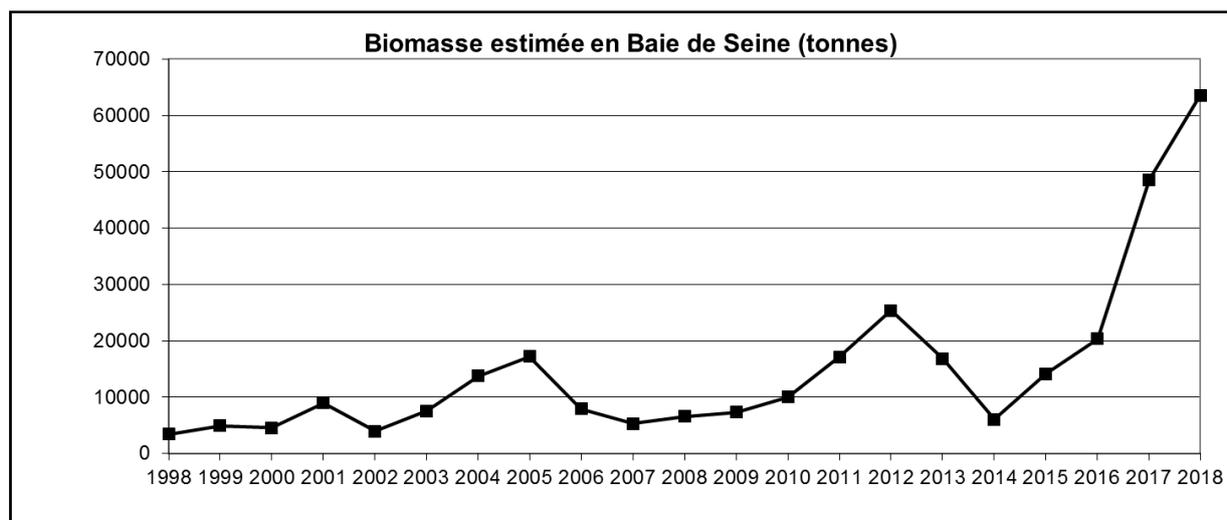


Figure 1.3.6. Biomasse exploitable pour le gisement classé de la baie de Seine et pour l'extérieur de la baie de Seine de 1998 à 2017.

La répartition sur le fond de cette biomasse n'est pas homogène entre les 3 zones de la baie de Seine (10256 t, 16203 t et 37123 t d'est en ouest), les zones les plus riches étant concentrées cette année à l'ouest de la baie (Figure 1.3.7). Cependant, l'abondance globale est telle que

toutes les zones de la baie de Seine devraient permettre des rendements importants au cours de l'ensemble de la saison. Certaines tâches présentent des densités très élevées, aussi ou plus importantes que celles traditionnellement observées en Baie de Saint-Brieuc.

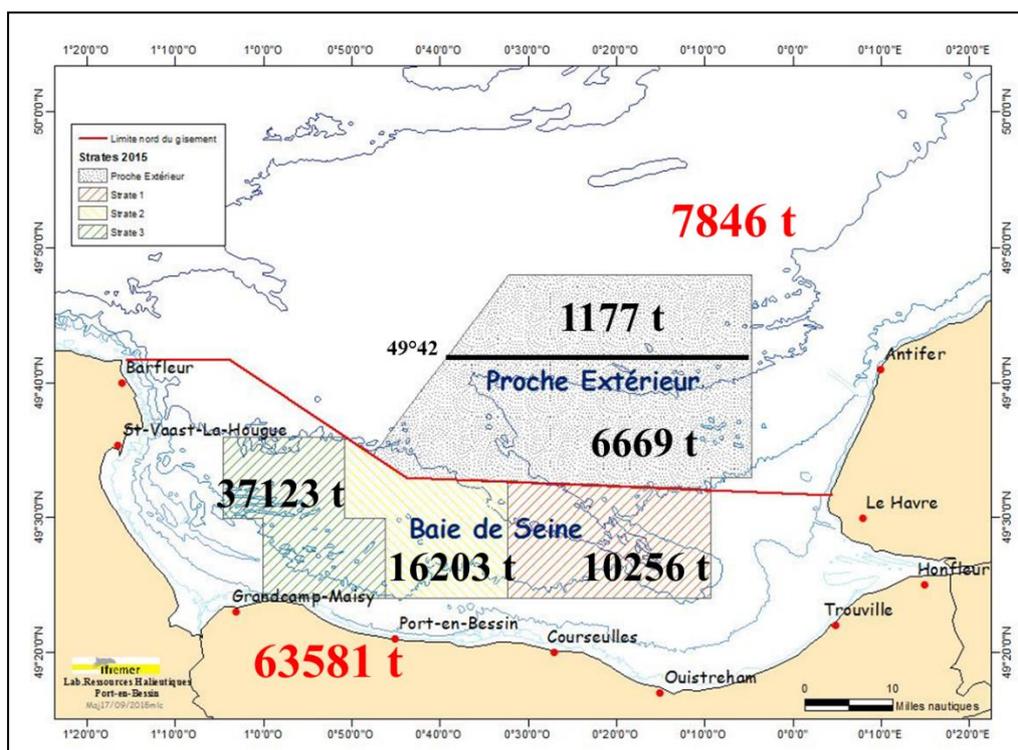


Figure 1.3.7. Distribution géographique de la biomasse exploitable en baie de Seine en juillet 2018.

La campagne COMOR2017-2019 est co-financée par le FEAMP Mesure 28 (80%) et FFP (20%). Le projet COMOR 2020-2022 a été proposé à l'AO du FEAMP 2019, sur une base identique.

Foucher Eric (2019). Evaluation du stock de coquilles Saint-Jacques *Pecten maximus* du gisement de la baie de Seine. Résultats de la campagne de prospection COMOR 2018 (1er au 19 juillet 2018). R.RBE/HMMN/RHPEB- 2019- 01. <https://doi.org/10.13155/59162>

La campagne CRUSTAFLAM

Dans le cadre de l'étude de surveillance du milieu marin aux abords du CNPE de Flamanville, l'IFREMER réalise chaque année en juin et septembre une campagne halieutique dans la zone côtière. L'objectif de la campagne CRUSTAFLAM est de fournir des indicateurs spatio-temporels susceptibles de mettre en évidence un changement éventuel dans la communauté des crustacés qui puisse être lié fonctionnement du CNPE de Flamanville. A cette fin, un certain nombre d'indicateurs sont élaborés à partir des données récoltées au cours de chaque campagne réalisée à bord d'un navire professionnel :

- Répartition et abondance halieutique des crustacés d'intérêt commercial;
- Estimation directe du recrutement et de ses variations;
- Connaissances historique sur les peuplements de crustacés (plus de 30 ans);
- Données hydrologiques (température et salinité) ;
- Dynamique de la population de homard (CMR).

La création en 2000 d'un cantonnement de 1,2 km² pour préserver une fraction du stock de homard a induit un changement dans les captures et tout particulièrement dans celles réalisées à

proximité du cap de Flamanville. Cette zone interdite à la pêche au casier fait, depuis cette date, partie intégrante du protocole d'échantillonnage des pêches expérimentales (Figure 1.3.8).

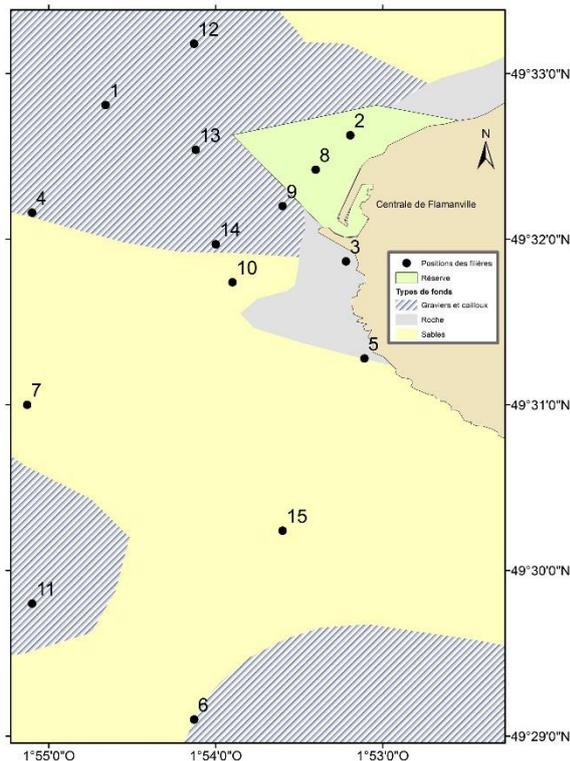


Figure 1.3.8. Faciès sédimentaire du site étudié (d'après Larsonneur) et localisation des points échantillonnés.

Cette mesure de gestion se traduit par une augmentation des rendements de pêche ce qui induit depuis qu'elle est mise en œuvre un biais dans la série historique des campagnes. Afin d'en évaluer l'impact sur la communauté des crustacés, une étude spécifique a été proposée en début d'année 2019 à EDF.

En 2018, les échantillonnages ont été réalisés pendant quatre jours, les semaines 34 et 40 à bord du navire professionnel Bleiz Mor basé à Dielette. Depuis le début de la série temporelle, les campagnes montrent que sur l'ensemble des points de prélèvement, les abondances en homard sont cette année encore parmi les plus fortes jamais observées. De plus elles mettent en évidence une diminution régulière depuis trois ans de l'abondance de jeunes individus dont les classes de tailles Lc sont inférieures 86 mm (Figure 1.3.9). Parallèlement la classe 87-97 bénéficie des bons recrutements des années antérieures avec une année 2018 dont les rendements sont au plus haut de la série historique. Cette catégorie située juste au-dessus de la taille commerciale est en effet la plus abondante dans les captures réalisées dans cette zone mais pourrait bien se trouver affectée par la baisse des recrutements post larvaires de ces trois dernières années. Le faible nombre d'individus capturés dans la partie supérieure du spectre de taille, montre une exploitation importante du homard dans la zone.

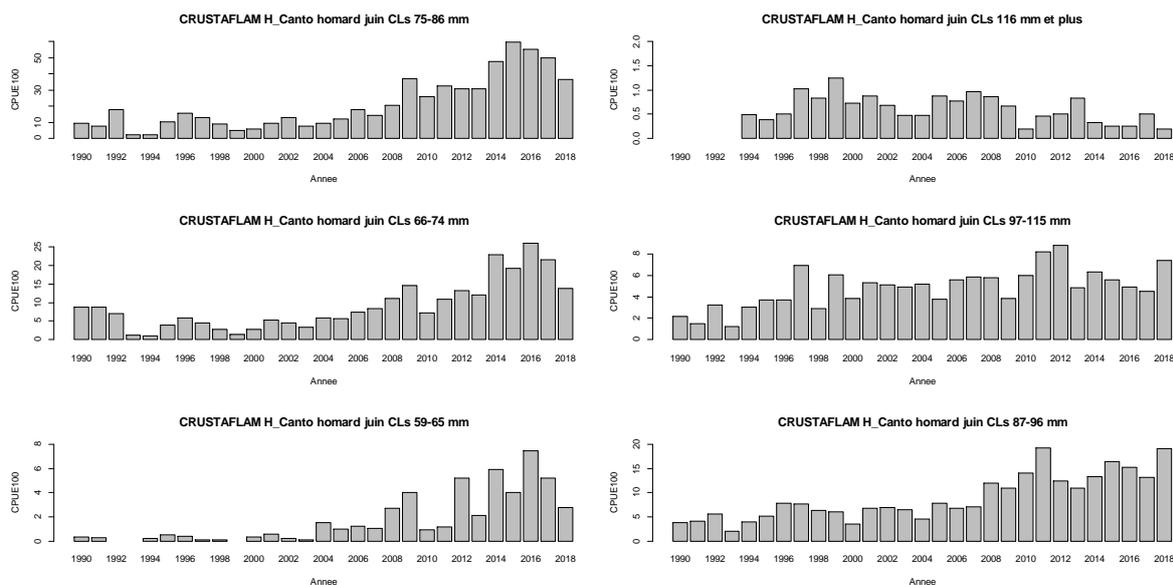


Figure 1.3.9. Abondance des homards par classe de taille en dehors de la réserve depuis 1990.

En ce qui concerne le tourteau les rendements ont fortement diminué depuis 2016. L'analyse des données des campagnes 2018 a fait l'objet d'un rapport définitif de surveillance du CNPE de Flamanville remis à EDF fin mars 2019.

La campagne NOURSOM

Dans le cadre de l'étude de surveillance du milieu marin aux abords du Centre National de Production d'Electricité de Penly, l'IFREMER réalise chaque année une campagne halieutique dans la zone côtière. Depuis 1987, elle permet d'échantillonner des juvéniles de moins de 1 an (groupes 0), principalement pour les poissons plats (sole, plie, limande) mais aussi de suivre la population de crevette grise présente dans la zone. Cette série temporelle prend en compte l'état de la communauté avant et après la mise en fonctionnement des deux tranches du CNPE en 1990. L'objectif de la campagne NOURSOM est de fournir des indicateurs spatio-temporels susceptibles de mettre en évidence un changement éventuel dans pour cinq espèces d'intérêt commerciale qui puisse être lié aux rejets d'eau chaude (maximum 35°C) et chlorées du CNPE de Penly. A cette fin, un certain nombre d'indicateurs sont élaborés à partir des données récoltées au cours de chaque campagne réalisée à bord de deux navire professionnel du Hourdel:

- Répartition et abondance halieutique ;
- Indices d'abondance par groupe d'âge des principales espèces ;
- Fourniture des groupes d'âge de sole et plie pour les groupes de travail du CIEM ;
- Estimation directe du recrutement et de ses variations ;
- Connaissances sur les peuplements ichtyologiques ;
- Données hydrologiques (température et salinité) ;
- Localisation et estimation de l'importance de la nourricerie de Baie de Somme ;
- Abondance et répartition spatiale des peuplements benthiques.

Deux types de stratifications ont été définis pour les calculs des indices d'abondances: un pour les poissons et invertébrés commerciaux et un autre spécifique pour la crevette grise.

En 2018 les échantillonnages ont été réalisés la dernière semaine d'août à l'aide de chaluts à perche (CP3) en dehors de la baie de Somme et de 2 m (CP2) à l'intérieur et à proximité immédiate de celle-ci, selon un plan d'échantillonnage stratifié et une durée de traîne standardisée. Les données de températures et salinité sont collectées à chaque trait.

Cette dernière année est caractérisée par une très faible quantité de poissons plats capturés et tout particulièrement en ce qui concerne les juvéniles de sole et de plie (Fig. 1.3.10). Les indices des groupes 0 et 1 sont parmi les plus faibles de la série historique commencée en 1987.

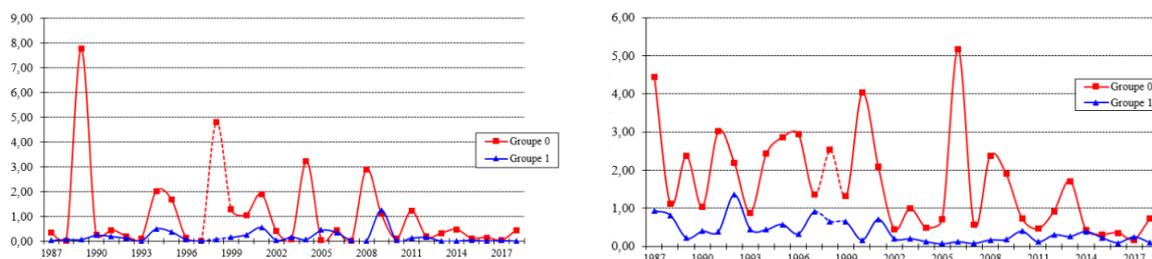


Figure 1.3.10. Densité moyenne de sole et de plie (nbre ind. pour 1000 m²).

La densité globale en crevettes grises observée en 2018 (principalement dans la baie) est en légère augmentation comparée aux deux années précédentes. L'indice enregistré en 2017 est situé au plus bas de ce qui est généralement observé.

Un rapport définitif a été rendu fin mars 2019. L'indice de recrutement de la sole a été transmis au groupe de travail WGNSSK et les captures de cette même espèce ont été utilisées dans le projet SMAC.

La campagne NOURSEINE

La campagne NOURSEINE 2018 constitue la deuxième édition des campagnes de suivi de la nurricerie de l'estuaire de Seine et de la baie de Seine orientale effectuées dans le cadre du projet FEAMP 2017-2020 NOURSEINE (mesure 40a). Il s'agit de poursuivre la série historique existante (1995-2002, 2008-2010 et enfin 2017-2019), avant d'envisager sa pérennisation dans le cadre du programme de mesure de la DSCMM à partir de 2020. La zone d'étude s'étend de l'aval du pont de Normandie à l'est, jusqu'à l'isobathe des 20 m, avec une limite ouest au niveau de l'estuaire de l'Orne et une limite nord au cap d'Antifer (Figure 1.3.11).

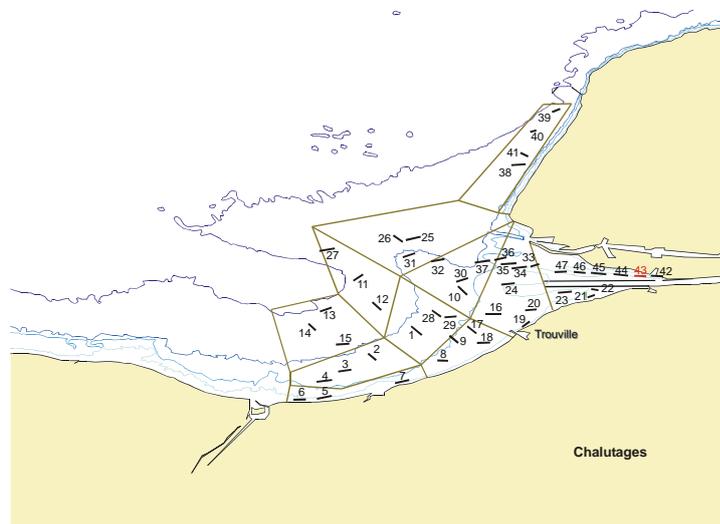


Figure 1.3.11. Localisation des traits de chalut effectués dans le cadre de la campagne NourSeine 2018. En rouge, le trait 43 n'a pas pu être effectué du fait d'une trop faible hauteur d'eau.

La campagne s'est déroulée du 15 au 18 septembre 2018, à bord du « Petit Bambino » (CN 711191). 4 personnels scientifiques étaient embarqués en plus de capitaine et du matelot. Le protocole de collecte des données est détaillé dans le rapport de (Morin and Schlaich, 2004). En vue de l'harmonisation des protocoles des différentes campagnes de suivi des nurriceries à l'échelle nationale, une balance supplémentaire a été embarquée en 2018 pour peser la totalité des captures à chaque trait comme proposé par le protocole mis en œuvre en Atlantique

(Delaunay and Brind'Amour, 2018). Les gélatineux ainsi que les macro-déchets ont été dénombrés et enregistrés sur une base de données spécifique pour les besoins de la DCSMM.

Au total, ce sont 46 traits de chalut à perche (de 2 ou 3 mètres) qui ont été réalisés. A chaque trait, les paramètres hydrologiques (température, sonde, salinité) sont relevés. Le rapport de campagne est en cours de finalisation (Parrad et al., *en révision*).

La campagne NOURMONT

Dans le cadre de la mise en œuvre de la directive cadre stratégie pour le milieu marin (DCSMM), le ministère de la Transition écologique et solidaire (MTSE) a confié à l'Ifremer le soin d'assurer la coordination thématique du Programme de Surveillance (PdS) « Poissons et Céphalopodes. Parmi les recommandations du PdS, le suivi des poissons et céphalopodes démersaux des milieux meubles côtiers a été jugé prioritaire. Une surveillance pérenne et opérationnelle doit ainsi être mise en place au cours du premier cycle. Elle est basée sur une série de campagnes récurrentes à déployer dans des fonds inférieurs à 40 mètres, utilisant un protocole mis en œuvre depuis de nombreuses années dans le cadre du suivi des nourriceries existantes. Elles permettront de caractériser l'état écologique des peuplements côtiers qui sont soumis à de nombreuses contraintes d'origines naturelle et anthropique. Elles serviront aussi à évaluer la dynamique spatio-temporelle et le fonctionnement trophique des aires de nourriceries.

A cette fin, la seconde campagne Nourmont a été programmée en fin d'été 2018 selon le plan d'échantillonnage suivant (Figure 1.3.12), dans le secteur de la baie du Mont Saint Michel sur un navire professionnel basé à Granville.

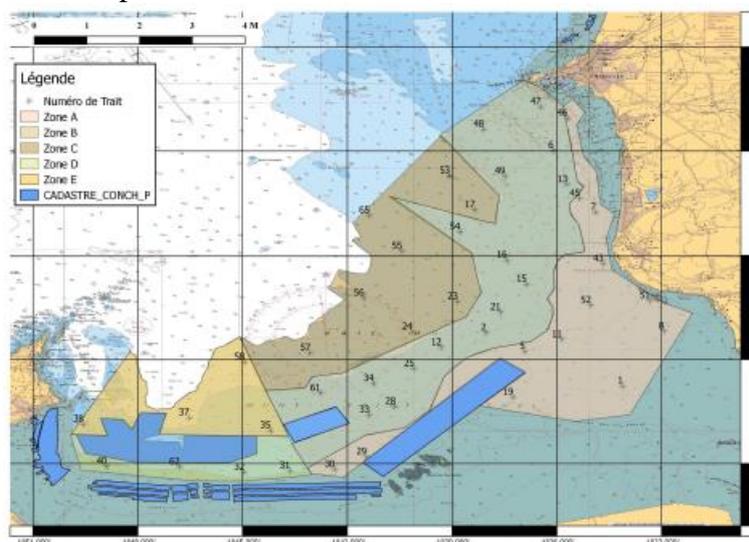


Figure 1.3.12. Localisation des stations d'échantillonnage de la campagne Nourmont.

La zone couverte par la campagne (Figure 1.3.12) se situe au sud d'une ligne reliant Granville à la pointe du Grouin. La partie prospectée au chalut perche 3m s'étend de la limite basse de la zone intertidale à la sonde des 10 m. En 2018, 35 traits ont finalement été retenus pour permettre la réalisation de la campagne en trois jours et couvrir de façon proportionnelle chacune des strates. Les données sont bancarisées saisies avec le logiciel Tutti et archivés dans la base de données Harmonie. Des indicateurs portant sur les estimations d'abondance et de biomasse des espèces et de groupes d'espèces ont été réalisées à partir de l'outil de traitement des données de campagnes VIVALDI ou du logiciel R. Ceux-ci sont déjà calculés en routine pour d'autres campagnes et rendus disponibles sur le site internet du SIH.

L'ensemble des espèces (poissons et macro-benthos) a été enregistré dans la base de donnée Harmonie et un rapport de campagne transmis aux agences de l'eau Seine Normandie et Loire Bretagne au mois de mai. Comme en 2017, les gélatineux ainsi que les macro-déchets ont été

dénombrés et enregistrés sur une base de données spécifique. Un rapport définitif sera envoyé avant le 15 juillet aux différents partenaires du projet et présentera les principaux résultats relatifs aux données collectées (richesse spécifique et abondance des espèces, paramètres hydrologiques, déchets) des deux dernières années.

La campagne NOURCANCHE

Rapport final : Verin Yves, Lazard Coline, Chantre Celina, Coppin Franck (2019). **Rapport de campagne de nourriceries côtières : Campagne NourCanche 2018**. RBE-HMMN-LRHBL. <https://doi.org/10.13155/61256>

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM ; European Commission, 2008), le ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES) a confié à l'Ifremer le soin d'assurer la coordination thématique du programme de surveillance (PdS) « Poissons et céphalopodes ».

Parmi les recommandations du PdS, le suivi des poissons et céphalopodes démersaux des milieux meubles côtiers a été jugé prioritaire. Une surveillance pérenne et opérationnelle doit ainsi être mise en place au cours du premier cycle. Elle est basée sur une série de campagnes récurrentes à déployer dans des fonds inférieurs à 40 mètres, utilisant un protocole mis en œuvre depuis de nombreuses années dans le cadre de suivis existants.

Les campagnes en mer telles que **NourCanche**, serviront à collecter des données nécessaires au calcul des indicateurs du Bon Etat Ecologique (BEE) grâce à l'utilisation d'un échantillonnage standardisé des peuplements benthiques et démersaux (invertébrés et poissons commerciaux/non-commerciaux). Ces informations obtenues à l'échelle de chacun des sites étudiés sont autant d'éléments qui contribueront à la compréhension du fonctionnement des écosystèmes côtiers, tant au niveau régional (échelle d'une baie) qu'au niveau national (échelle inter-baies).

La campagne **NourCanche** 2018 était la première réalisée dans le cadre du programme de surveillance de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM). Elle doit être reconduite tous les deux ans et cette première campagne a permis de définir un plan d'échantillonnage adapté à la zone en se basant sur les protocoles des campagnes de nourriceries existantes (Figure 1.3.13). Sur la « façade Manche », deux campagnes sont déjà pérennisées : NourSeine en baie de Seine et NourSom en baie de Somme. La campagne **NourCanche** s'inscrit dans la continuité de cette dernière puisque les baies de la Canche et de l'Authie constituent, comme la baie de Somme, des habitats préférentiels pour de nombreuses espèces marines. C'est aussi un secteur d'activité important pour la pêche artisanale locale et l'extension de la zone jusqu'au banc de la Bassure de Baas a semblé nécessaire pour avoir une vision globale de la zone, au-delà de l'influence directe des estuaires.

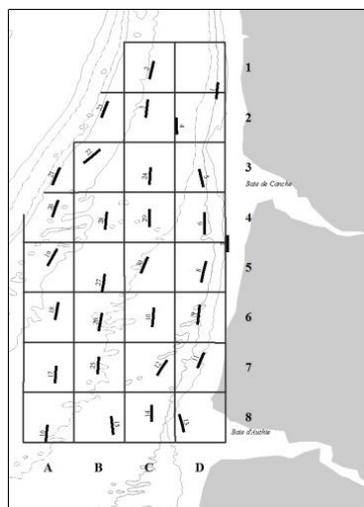


Figure 1.3.13. Distribution des traits de la campagne NourCanche 2018.

Les résultats de cette première campagne montrent la richesse de ce secteur avec une faune très diversifiée (Figure 1.3.14). Les juvéniles d'espèces de poissons commerciaux tels que la sole commune, la plie d'Europe ou la raie bouclée cohabitent avec des espèces fourragères comme les gobies.

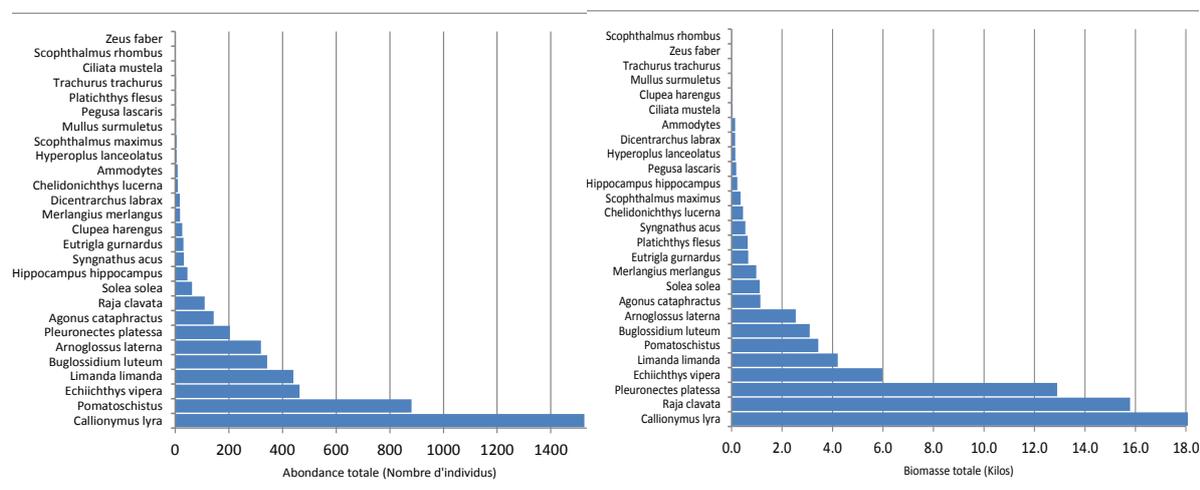


Figure 1.3.14. Abondance et biomasse des espèces de poissons échantillonnées.

Le fait d'avoir réalisé la campagne à deux périodes différentes (Tableau 1.3.1) n'est sans doute pas optimal et peut fausser les résultats au niveau des paramètres environnementaux mais il semble peu probable qu'il y ait eu des modifications notables sur les habitats et les assemblages d'espèces. Les résultats obtenus suite à la campagne de 2018 ne sont certes pas suffisants pour établir un diagnostic complet sur l'état écologique des peuplements. Il semble cependant important de poursuivre cette campagne afin de mieux connaître la diversité qu'abrite ce secteur et d'étudier la fonctionnalité des habitats de nurseries avec comme objectif le calcul des indicateurs du Bon État Écologique requis par la DCSMM. Ceux-ci sont primordiaux pour la mise en place de mesures de gestion écosystémique garantissant des usages durables.

Tableau 1.3.1. Calendrier des sorties.

Date	Nombre de stations	Coefficient marée
17/09/18	15	39
04/10/18	9	45
05/10/18	6 et 4 réplicas*	54

* Les quatre traits doublés le dernier jour n'ont pas été retenus dans les analyses

Les campagnes ichtyoplancton et larves de crustacés décapodes

Dans le cadre du projet IGA, 12 campagnes récurrentes d'1 journée sont effectuées par l'unité HMNN, 4 au niveau des CNPE de Gravelines et de Penly en avril-mai afin de suivre les œufs et larves de quatre espèces de poissons (sole, sprat, sardine, limande) et 6 campagnes de Juin à Septembre au niveau du CNPE de Flamanville afin de suivre les larves d'araignée de mer et de homard. Au niveau de chaque CNPE, plusieurs points situés dans les eaux d'aménée, de rejet et hors influence des CNPE sont échantillonnés. Ces suivis sont réalisés depuis les années 70-80 et permettent de disposer de séries à long terme sur l'évolution du milieu à proximité des CNPE et notamment sur l'évolution des abondances de certaines espèces d'intérêt halieutique (Figure 1.3.15).

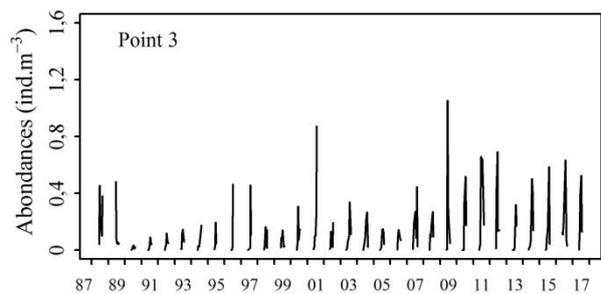


Figure 1.3.15. Evolution des abondances de larves d'araignée de mer au niveau de Flamanville depuis 1987.

Dans le cadre de la DCSMM, deux campagnes océanographiques côtières (ECOPEL) ont été réalisées en Avril et Juillet 2018 (Figure 1.3.16). Ces campagnes font suite à la campagne PHYCO d'Avril 2017 et visaient à l'étude de l'écosystème planctonique le long des côtes française à depuis la frontière Belge jusque Brest. Pour cela, de multiples prélèvements (hydrologiques, phytoplancton, zooplancton, ichtyoplancton...) ont été réalisés en station. Un agent de l'unité HMMN a participé aux deux campagnes et était en charge de l'échantillonnage de l'ichtyoplancton, compartiment pour lequel il y a manque d'information important, notamment en Juillet et en Manche occidentale. Les échantillons collectés serviront à étudier la répartition de l'ichtyoplancton ainsi que la condition larvaire à large échelle spatiale à deux périodes contrastées.

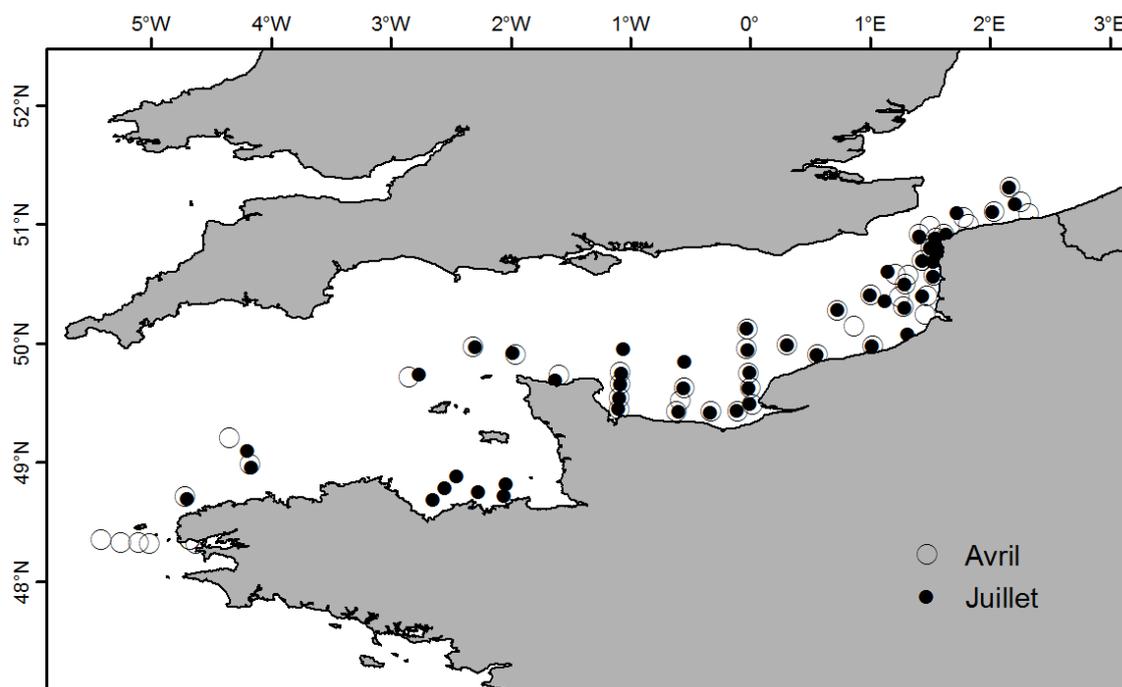


Figure 1.3.16. Localisation des stations de prélèvement réalisées pendant les deux campagnes ECOPEL en Avril et Juillet 2018

1.3.3. Plateaux techniques

LE PÔLE DE SCLÉROCHRONOLOGIE

En 2018, l'équipe du Pôle de sclérochronologie qui est maintenant doté une solide équipe constituée d'1 cadre et de 5 techniciens a traité plus de 30 000 pièces calcifiées (écailles, otolithes et *illicium*) de 31 espèces dans le cadre du suivi européen des stocks halieutiques. Elle a participé comme chaque année au groupe de travail du CIEM qui structure les données

biologiques au niveau européen (WGBIOP – Working Group on Working Group on Biological Parameters, Octobre 2018). De plus, l'équipe du Pôle de sclérochronologie a co-dirigé et a participé à 2 autres groupes de travail, l'un concernant les principales espèces de grands fonds (*Brosme brosme*, *Molva molva*, *Molva dypterygia*, *Coryphaenoides rupestris*, *Argentina silus*, *Aphanopus carbo*, *Pagellus bogaraveo* et *Phycis blennoides*) (Workshop on Age Estimation Methods of Deep Water Species², WKAMDEEP2 ; Septembre 2018) et l'autre concernant les 3 espèces de chinchards (*Trachurus* species) (Workshop on Age Reading of Horse Mackerel, Mediterranean Horse Mackerel and Blue Jack Mackerel (*Trachurus trachurus*, *T. mediterraneus* and *T. picturatus*), WKARHOM3 ; Novembre 2018). De même, l'équipe a participé à un autre groupe sur les outils pour discriminer les stocks halieutiques (SIMWG -Stock Identification Methods Working Group, par correspondance). Enfin, l'équipe a aussi participé à 5 exercices d'inter-calibrations d'âge concernant les espèces de grands fonds et de chinchards en lien avec les 2 ateliers d'âge de 2018 mais aussi concernant l'anchois (*Engraulis encrasicolus*), les espèces de rougets barbets (*Mullus surmuletus* et *M. barbatus*) et la cardine (*Lepidorhombus whiffiagonis*). En 2018, l'équipe du Pôle de sclérochronologie a co-encadré 4 doctorants ou stagiaires : Alaia MORELL (Ingénieur de l'Agro-Campus de Rennes) concernant la structuration spatiale des traits d'histoire de vie de la sole commune en Manche Est et Siéfo Parfait GNOUMOU (doctorant, Université Ouaga, Burkina Fasso) concernant la croissance du silure du Sénégal et du Tilapia dans des lacs du Burkina Fasso et 2 stagiaires de première année de l'Ecole d'ingénieurs de Calais concernant la reconnaissance automatisées des caractères des otolithes.

De plus, le pôle de sclérochronologie a participé à plusieurs projets de recherche avec en particulier les projets Summaris (projet Européen Interreg 2 Seas, Sustainable management of rays and skates), Microtolith (projet Européen EASME, Validating age-determination of anglerfish and hake) et Nourseine (projet Européen FEAMP, Campagne de suivi des nourriceries de la baie de Seine orientale et de l'estuaire de la Seine). Cette année 2018 aura été marquée par une implication forte du pôle de Sclérochronologie dans différents domaines allant de la microchimie des otolithes à l'estimation d'âge des raies à partir des vertèbres en passant par l'estimation d'âge des juvéniles de poissons. Enfin, l'équipe du pôle de Sclérochronologie a participé au 6^{ième} International Otolith Symposium à travers 1 présentation et 2 posters et à la valorisation des résultats à travers 4 publications parues en 2018.

LE PÔLE DE TAXINOMIE ET D'ÉCOLOGIE DU ZOOPLANCTON

Le pôle de Taxonomie et d'Écologie du Zooplancton est une plateforme technique située à Boulogne sur Mer, spécialisée dans l'étude du zooplancton et notamment de l'ichtyoplancton (œufs et larves de poissons). Il s'agit d'une plateforme transversale entre les Unités HMNN et UL (Unité Littoral dont dépend les laboratoires environnement et ressources (LER)) de l'Ifremer. Pour le LER, un cadre spécialisé en mésozooplancton est responsable du pôle et est assisté d'un TA. Pour l'Unité HMNN, quatre permanents sont impliqués dans le pôle : deux cadres spécialisés en ichtyoplancton : Christophe Loots en tant que co-responsable du pôle et Carolina Giraldo et deux agents TA (Valérie Lefebvre et Josselin Caboche). Les deux cadres de recherche en ichtyoplancton étudient le déterminisme de la variabilité spatio-temporelle des zones fonctionnelles importantes pour les populations de poissons comme les frayères et les zones de dérive larvaire. La caractérisation au niveau individuel et spécifique de certains paramètres clés comme la nutrition, la condition, la croissance et la mortalité larvaires pour les principales espèces de poissons rencontrées en Manche-mer du Nord est également appréhendée afin de préciser l'influence de ces paramètres sur le recrutement. Ces activités de recherche s'effectuent via des projets de recherche (projet FFP SMAC 2016-2019, CPER MARCO, projet EDF-SUCCES, projet Cocktail AWI – MARUM – IFREMER (AMI), projet politique de site MURPHY) et de surveillance écologique du milieu marin (projet IGA de EDF). Ces projets

s'appuient eux-mêmes sur des observations acquises dans le cadre des campagnes en Manche et mer du Nord déjà financées par la DC-MAP (IBTS, CGFS) ou par EDF (campagnes IGA à Gravelines et Penly) ainsi que des campagnes ponctuelles financées par des projets comme le projet SMAC (campagnes REIVE 1, 2) ou la DCSMM (campagne PHYCO).

La plateforme technique est constituée d'un laboratoire équipé du matériel nécessaire à la collecte (filets à plancton, bouteilles de prélèvement Niskin, etc.), à la conservation (fixateurs, bonbonne d'azote liquide) et à l'analyse des échantillons (loupes et microscopes, caméra numérique, zooscan) de mésozooplancton et d'ichtyoplancton.

Dans le cadre des activités de recherche qui sont menées, la thèse de Julien Di Pane portant sur les « Influences environnementales sur le succès des écophases larvaires des poissons en Manche orientale et la baie Sud de la mer du Nord » se poursuit. Michèle Pernak a terminé son master en alternance sur 2 ans (2016-2018) sur la « Variabilité spatio-temporelle des assemblages larvaires de poissons en Manche Est et mer du Nord ». Deux stagiaires du Master 2 OEM de l'université Sorbonne Universités ont été accueillis entre Janvier et Juin 2018, Léa Joly sur l'évaluation de l'indice lipidique TAG:Chol comme proxy de la condition nutritionnelle des larves de poissons plats en Manche – Mer du Nord et Félix Gendrot sur les variations spatiale et temporelle de la condition larvaire lors de la période critique de trois espèces de poissons en Manche orientale par une approche basée sur les indices histologiques. Léa Joly a été recrutée en thèse (2018-2021) dans le cadre du projet Cocktail sur l'impact des changements globaux sur le développement et la survie des larves de hareng Atlantique (*Clupea harengus*) par une approche expérimentale multi-stress.

Les cadres impliqués dans le pôle participent également en tant qu'experts à de nombreux groupes de travail et workshops du CIEM: WGZE, WGEGBS2, WGALES et HAWG.

LA PLATEFORME RESEAUX TROPHIQUES MARINS

Après plusieurs années marquées par des changements logistiques (travaux et acquisition de matériel) ou humains, la plateforme Réseaux trophiques a été marquée par une certaine stabilité, qui a permis de réaliser les travaux de préparation d'échantillons et d'analyses trophiques des différents projets amorcés les années précédentes, déjà présentés dans les précédents rapports d'activité, et dont certains résultats plus ou moins aboutis sont présentés ici (cf. section 2.2 : Résultats acquis au cours de l'année n). Pour autant, trois techniciens (1 CDI et 2 CDD) ont rejoint l'équipe, pour compenser une mobilité et palier au surcroît d'activité lié aux projets.

Ce travail a essentiellement consisté à la dissection de poissons et d'invertébrés benthiques, à l'analyse de contenus stomacaux et à la préparation d'échantillons en vue d'analyses isotopiques. L'effort est présenté en détail dans la section « observations en appui aux projets de recherche » et s'est essentiellement inscrit dans le cadre des projets VARITROPH, CAPES et RECOMANCHE/CPER MARCO. Outre les poissons, une part importante des travaux de laboratoire s'est focalisée sur les invertébrés benthiques, proies potentielles des poissons, dont la signature isotopique sera nécessaire pour mieux interpréter celle des poissons. Il est intéressant de noter que le premier échantillonnage trophique mené avec les pêcheurs professionnels dans le cadre du projet VARITROPH a été une réussite, et a permis de disposer d'échantillons hors des périodes habituellement échantillonnées par les campagnes halieutiques. De même, le protocole complexe mis en place conjointement avec l'ANSES dans le cadre du projet CPER MARCO RECOMANCHE a été une réussite, et permettra de disposer pour un certain nombre de poissons de données individualisées sur la biométrie, l'alimentation, la signature isotopique, l'âge et différentes contaminations.

Une partie de l'activité a également consisté à trier et préparer des échantillons de zooplancton, en collaboration avec l'équipe du PTE Zooplancton. Ces échantillons serviront d'une part comme ligne de base des réseaux trophiques aboutissant aux poissons, et permettront également de travailler sur une meilleure compréhension des relations trophiques établies dans les bas niveaux trophiques pélagiques (phytoplancton, zooplancton et larves de poissons).

2. Résultats obtenus au cours de l'année N

2.1 THEME 1: INDIVIDUS, POPULATIONS ET NICHE ECOLOGIQUE

Le Thème 1 "Individus, populations et niche écologique" traite des aspects liés aux échelles individus et populations, et s'intéresse aux dynamiques correspondantes dans les dimensions à la fois temporelle et spatiale en lien notamment avec la niche écologique des organismes selon leur stade de vie et la structuration des populations. Plus précisément, le thème 1 est organisé en 4 axes qui, par ordre d'échelle, se focalisent sur (i) les processus individuels au travers de l'estimation et la compréhension des phénomènes générant la variation spatio-temporelle des traits de vie; (ii) la dynamique spatio-temporelle des populations intégrant à la fois les aspects classiques de la démographie avec l'analyse spatio-temporelle des patrons de distribution des populations; (iii) la niche écologique des espèces au travers de sa projection géographique en termes d'habitats à différents stades de vie dont certains essentiels; et (iv) la structuration des populations en stades de vie ou sous forme de méta-populations et de la connectivité entre leurs différentes composantes.

En 2018, l'unité HMMN s'est investie majoritairement dans les axes 1, 2 sous la forme de projets de recherche (dont 3 thèses) qui ont été soutenus par l'acquisition d'une quantité importante de données venant en appui à ces travaux (section 2.1.5) et le tout complété par une implication non négligeable dans une expertise nationale ou internationale (section 2.1.6). Les travaux de recherche menés dans le cadre de l'axe 1 ont suivi 2 orientations principales, d'une part l'amélioration de l'estimation de certains traits de vie (âge, croissance, condition) des poissons, et d'autre part l'identification des facteurs pouvant conduire à la variabilité observée de ces traits de vie selon l'espèce ou le stade de développement considéré. Les résultats obtenus ont permis 1) d'améliorer nos connaissances sur l'âge, la croissance ainsi que le régime alimentaire de plusieurs espèces marines par l'utilisation des otolithes et (section 2.1.1.1), 2) de caractériser la variabilité de la condition larvaire par l'utilisation de plusieurs indices (section 2.1.1.2) et 3) d'identifier l'impact de certains facteurs environnementaux (hypoxie) et anthropiques (pollution, pêche) sur la plasticité de certains traits de vie (développement, âge à maturité, croissance...) chez les organismes marins (sections 2.1.1.3, 2.1.1.4 et 2.1.1.5). Les résultats acquis dans le cadre de l'axe 2 ont permis de caractériser les assemblages ichtyoplanctoniques au printemps et en hiver (section 2.1.2) en Manche orientale et mer du Nord et d'identifier l'influence des facteurs environnementaux sur les variations spatiales et temporelles de ces assemblages. L'axe 3 sur l'étude de la niche écologique et des habitats concernait principalement l'acquisition de données sur les frayères en Manche Est et mer du Nord (section 2.1.3). L'axe 4 n'a pas été traité pendant l'année 2018.

2.1.1 Estimation et variation spatio-temporelle des traits d'histoire de vie des individus

2.1.1.1 Sclérochronologie

Effet de taille, de l'asymétrie et des variations spatiales à petite échelle de la forme de l'otolithe chez les juvéniles de sole dans le sud de la mer du Nord.

Delerue-Ricard, S., Stynen, H., Barbut, L., Morat, F., Mahé, K., Hablützel, P.I., Hostens, K., Volckaert, F.A.M., 2018. Size-effect, asymmetry, and small-scale spatial variation in otolith shape of juvenile sole in the Southern North Sea. *Hydrobiologia*. *In Press*. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3736-3>

Bien que l'analyse de la forme des otolithes puisse fournir un outil important pour discriminer les populations de poissons, certains facteurs qui peuvent influencer la forme de l'otolithe, tels

que comme l'effet de la taille, l'asymétrie directionnelle entre les otolithes droits et gauches, et les conditions environnementales localement sont souvent peu étudiés. Nous avons analysé les différences pouvant exister dans la forme des otolithes entre 3 groupes de taille chez la sole commune (*Solea solea*) d'âge 0 dans les nurseries au large de la frontière belge et dans la mer des Wadden. Pour toutes les classes de taille, les indices Form-Factor et Roundness sont restés à des valeurs importants dans les 2 zones géographiques testées alors que l'Ellipticité est plus importante dans la nursery située sur les côtes belges. L'asymétrie directionnelle mesurée par les coefficients de Fourier représentait de 0,96% à 7,2 % de la variance selon la classe de taille considérée. Entre les 2 nurseries testées, la forme varie légèrement mais ces différences sont plus importantes au sein d'une même nursery en particulier selon la taille des individus testés (Figure 2.1.1). À la lumière de ces résultats, il est important de tester les effets potentiels dus à l'asymétrie directionnelle et la taille des individus avant d'utiliser la forme de l'otolithe comme outil de discrimination de stocks.

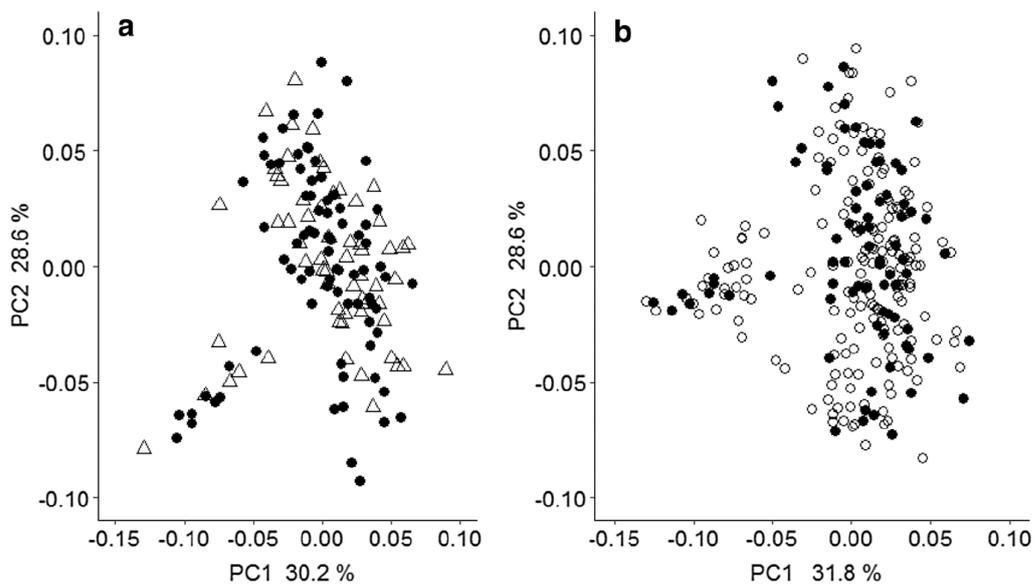


Figure 2.1.1. Analyse en composantes principales des coefficients de Fourier des otolithes de juveniles de soles entre les nurseries (A) situées sur les côtes belges (cercles noirs) et de la mer de Wadden et entre les années pour une même nursery (2013 : ronds vides ; 2014 : ronds pleins).

Age et Croissance du marbré (*Lithognathus mormyrus*) sur la partie centrale des côtes algériennes, mer Méditerranée.

Boufersaoui, S., Kassar, A., Mokrane, Z., Elleboode, R., Mahé, K., 2018. Age and growth of the striped seabream, *Lithognathus mormyrus* (Actinopterygii: Perciformes: Sparidae), in the central coast of Algeria, Mediterranean Sea. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 48(4), 319-328. Publisher's official version : <https://doi.org/10.3750/AIEP/02485>

Le marbré (*Lithognathus mormyrus*, Linnaeus, 1758), est un poisson osseux, qui a une grande valeur économique sur la côte algérienne. Toutefois, en raison de la pression croissante de la pêche, une surveillance étroite est recommandée. Les informations sur la biologie de cette espèce présente dans le sud-ouest de la Méditerranée et en particulier sur la côte nord-africaine, sont très limitées. Cette étude a pour but donc de fournir des données d'âge et un modèle de croissance pour cette espèce en Algérie. 449 individus ont été échantillonnés de janvier 2013 à décembre 2014 à partir de pêche commerciale dans la partie centrale de la côte algérienne. Les échantillons ont été prélevés mensuellement. La taille des poissons variait de 11,5 cm à 34,5 cm et leur poids variait de 21,6 g à 540,3 g. L'âge des poissons a été estimée à partir des otolithes entiers appelés *sagittae* à l'aide du logiciel TNPC. Aucune différence significative entre les deux otolithes (gauche et droite) n'a été détectée (ANCOVA, $P > 0,05$). La corrélation entre chaque

paramètre biométrique de l'otolithe (longueur et largeur) et la longueur totale du poisson était significative (ANCOVA, $P < 0,05$). L'évolution de l'analyse de l'accroissement marginal de l'otolithe a montré que la périodicité annuelle de formation des incréments de croissance se situait entre juillet et décembre. Les paramètres de croissance du modèle de von Bertalanffy ont été estimés séparément pour chaque sexe (Figure 2.1.2). Chez les femelles, leurs valeurs sont : $TL_{\infty} = 35,44$ cm, $K = 0,27$ an⁻¹ et $t_0 = -1,25$ an, tandis que chez les mâles, leurs valeurs sont $TL_{\infty} = 26,94$ cm et $K = 0,6$ an⁻¹, $t_0 = -0,45$ ans. Les mâles n'étaient représentés que par de petits spécimens âgés de 4 ans ou moins. Pour conclure, les résultats actuellement rapportés sont les premiers sur l'âge et la croissance du marbré au large des côtes algériennes.

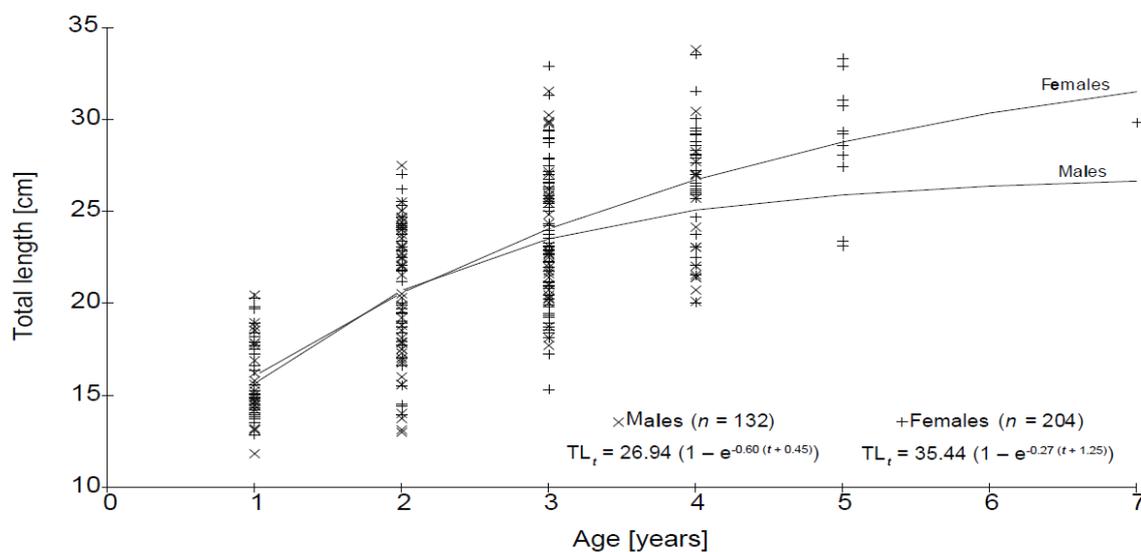


Figure 2.1.2. Modèles de croissance de Von Bertalanffy pour les femelles et les mâles de marbré (*Lithognathus mormyrus*) sur les côtes algériennes (TL_t = longueur totale à l'âge t , t = âge, n = nombre d'échantillons).

Age et Croissance du corb (*Sciaena umbra*) dans le golfe de Tunis.

Chater, I., Romdhani-Dhahri, A., Dufour, J.L., Mahé, K., Chakroun-Marzouk, N. 2018. Age, growth and mortality of *Sciaena umbra* (Sciaenidae) in the Gulf of Tunis. *Scientia Marina*, 82(1), 17-25.

La croissance et la mortalité du corb (*Sciaena umbra*) du golfe de Tunis ont été étudiées à partir d'un échantillon de 276 spécimens, d'une longueur totale de 15,3 à 49,2 cm et d'un poids total de 43 à 1565 g. Des spécimens ont été prélevés dans les pêcheries artisanales entre octobre 2008 et septembre 2011. Des otolithes ont été extraits puis des coupes fines transversales ont été réalisées. Une analyse numérique des images a été réalisée à partir du logiciel TNPC. Les relations morphométriques entre la longueur totale/poids total et la longueur totale/rayon total de l'otolithe qui étaient toutes significatives ($p < 0,05$), ont montré une allométrie positive ($b=3,15$) et une isométrie ($b=0,90$) respectivement. L'analyse marginale de l'otolithe suggère qu'un seul incrément de croissance a été déposé par année. L'âge maximum observé du corb était de 22 ans pour les mâles et de 31 ans pour les femelles. L'ajustement du modèle de croissance de Von Bertalanffy était significativement différent entre les sexes ($p < 0,05$) : $TL_{\infty}=43,8$ cm, $k=0,145$ an⁻¹, $t_0=-4,88$ ans pour les mâles et $TL_{\infty}=50,1$ cm, $k=0,105$ an⁻¹, $t_0=-5,71$ ans pour les femelles. Les mortalités instantanées totales (Z) et naturelles (M) ont été estimées pour chaque sexe, ce qui donne un taux d'exploitation ($E=F/Z$) de 0,43 pour les mâles et 0,46 pour les femelles.

Evidence de la relation entre le poids et la taille des poissons marins de l’Océan Atlantique Nord-Est : variations physiologique, spatiale et temporelle

Mahé, K., Bellamy, E., Delpech, J.P., Lazard, C., Salaun, M., Vérin, Y., Coppin, F., Travers-Trolet, M., 2018. Evidence of a relationship between weight and total length of marine fish in the North-Eastern Atlantic Ocean: physiological, spatial and temporal variations. *Journal Of The Marine Biological Association Of The United Kingdom*, 98(3), 617-625.

Les relations poids-longueur du corps (WLR) de 45 espèces de poissons (37 Actinopterygiens et 8 Elasmobranches) ont été étudiées (Tableau 2.1.1). Au total, 31 167 individus ont été capturés et leurs paramètres biologiques mesurés au cours des 4 trimestres allant de 2013 à 2015, dans le cadre de 5 campagnes scientifiques (IBTS, CGFS, CAMANOC, LANGOLF et EVHOE) couvrant l’océan Atlantique du Nord-Est, de la mer du Nord au golfe de Gascogne (découpage selon le Conseil International pour l’Exploration de la Mer : IVb, IVc, VIId, VIIe, VIIg, VIIh, VIIj, VIIIa et VIIIb). Parmi les 45 espèces testées, toutes ont montré une corrélation significative entre la longueur totale (L) et le poids total (W). L’influence du sexe sur le WLR a été estimée pour 39 espèces et un dimorphisme sexuel significatif a été observé pour 18 espèces. Le facteur de condition (K) des femelles était toujours plus élevé que celui des mâles. De plus, un effet spatial sur la relation WLR selon 5 écorégions (le golfe de Gascogne, la mer Celtique, la Manche occidentale, la Manche orientale et la mer du Nord), était significatif pour 18 espèces parmi les 38 espèces testées. L’effet temporel a été testé selon les composantes (année et trimestre/saison). L’effet de saisonnalité sur la relation WLR est plus fréquemment significatif que l’année, en particulier pour les espèces d’élasmobranches, et peut être lié à la saison de frai. Enfin, les espèces dépressiformes (raies, requins et poissons plats) se caractérisent par une croissance allométrique de type positive, alors qu’il n’existe pas de schéma clair de croissance des poissons ronds, quelle que soit leur forme corporelle.

Tableau 2.1.1. Probabilité de la relation entre le poids(W) et la taille (L) et influence de la zone géographique, du sexe, de l’année et du trimestre de prélèvement chez 45 espèces pêchées du golfe de Gascogne à la mer du Nord (cellule grisée si $P < 0.05$, - lorsque le facteur n’a pas pu être testé du fait d’un nombre trop faible d’individus.

Order	Family	Species	W-L	Area	Year	Quarter	Sex	
Actinopterygii Roundfishes	Ammodytidae	<i>Hyperoplus immaculatus</i>	<0.001	<0.001	-	0.646	-	
		Carangidae	<i>Trachurus trachurus</i>	<0.001	0.602	-	0.186	-
	<i>Clupea harengus</i>		<0.001	0.139	<0.001	-	0.918	
	Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i>	<0.001	<0.001	0.026	-	0.621	
		<i>Sprattus sprattus</i>	<0.001	0.562	0.174	-	0.099	
	Congridae	<i>Conger conger</i>	<0.001	0.092	0.097	0.745	-	
	Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	<0.001	0.322	0.725	0.002	0.778	
	Gadidae	<i>Gadus morhua</i>	<0.001	<0.001	0.092	<0.001	0.729	
		<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	<0.001	0.004	0.191	<0.001	0.585	
		<i>Merlangius merlangus</i>	<0.001	<0.001	0.018	<0.001	0.008	
		<i>Micromesistius poutassou</i>	<0.001	-	-	-	-	
		<i>Pollachius pollachius</i>	<0.001	0.045	0.120	0.443	0.413	
		<i>Trisopterus esmarkii</i>	<0.001	-	<0.001	-	0.049	
		<i>Trisopterus luscus</i>	<0.001	0.745	<0.001	0.934	0.225	
		<i>Trisopterus minutus</i>	<0.001	0.616	-	0.053	-	
	Lophiidae	<i>Lophius budegassa</i>	<0.001	<0.001	0.289	0.438	0.764	
		<i>Lophius piscatorius</i>	<0.001	<0.001	<0.001	0.039	0.562	
	Merlucciidae	<i>Merluccius merluccius</i>	<0.001	0.002	0.392	0.003	0.008	
	Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	<0.001	0.005	0.403	0.162	0.002	
	Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i>	<0.001	0.020	<0.001	<0.001	0.047	
	Phycidae	<i>Phycis blennoides</i>	<0.001	0.001	0.731	-	0.040	
	Scombridae	<i>Scomber scombrus</i>	<0.001	-	-	-	-	
	Sparidae	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	<0.001	0.123	-	0.586	0.225	
	Trachinidae	<i>Trachinus draco</i>	<0.001	-	-	-	0.016	
	Triglidae	<i>Eutrigla gurnardus</i>	<0.001	0.600	0.611	0.629	0.233	
		<i>Chelidonichthys cuculus</i>	<0.001	<0.001	0.001	0.583	0.047	
		<i>Chelidonichthys lucerna</i>	<0.001	0.544	0.327	0.850	0.498	
	Zeidae	<i>Zeus faber</i>	<0.001	0.944	0.565	<0.001	0.585	
		<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	<0.001	0.971	<0.001	0.909	0.867	
	Scophthalmidae	<i>Scophthalmus maximus</i>	<0.001	0.808	0.322	0.446	0.016	
		<i>Scophthalmus rhombus</i>	<0.001	0.280	0.137	0.279	0.288	
	Soleidae	<i>Solea solea</i>	<0.001	0.007	0.274	0.119	0.016	
		<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	<0.001	-	0.650	-	0.542	
	Pleuronectidae	<i>Limanda limanda</i>	<0.001	<0.001	0.041	0.188	<0.001	
		<i>Microstomus kitt</i>	<0.001	0.001	<0.001	0.222	0.001	
		<i>Platichthys flesus</i>	<0.001	0.882	-	-	0.009	
		<i>Pleuronectes platessa</i>	<0.001	0.045	0.127	<0.001	<0.001	
	Elasmobranchii	Arynhobatiidae	<i>Raja brachyurops</i>	<0.001	-	0.077	-	0.404
			<i>Raja clavata</i>	<0.001	0.366	0.078	0.584	0.005
		Rajidae	<i>Raja montagui</i>	<0.001	0.334	0.667	0.171	0.009
<i>Raja undulata</i>			<0.001	0.019	0.181	0.020	0.428	
Scyliorhinidae		<i>Scyliorhinus canicula</i>	<0.001	0.180	0.139	<0.001	<0.001	
		<i>Scyliorhinus stellaris</i>	<0.001	0.564	0.669	0.592	0.237	
Trakidae		<i>Galeorhinus galeus</i>	<0.001	-	0.406	0.686	0.382	
		<i>Mustelus asterias</i>	<0.001	0.643	0.000	0.011	0.000	

Analyse quantitative de la nutrition chez le hareng des Downs

Denis, J., Vincent, D., Vallet, C., Lefebvre, V., Caboche, J., Courcot, L., Mestre, J., Cordier, R., Antajan, E., Monchy, S., Marchal, P., Loots, C. 2018. Gut fluorescence method as a new tool to estimate fish larvae herbivory: a case study on the Downs herring in the English Channel and North Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 607, 129-142.

Dans le cadre de la thèse de Jérémy Denis (2013-2016), une approche quantitative a été utilisée pour quantifier la contribution du phytoplancton ainsi que l'activité alimentaire des larves de harengs de Downs en Manche Orientale et en baie sud de la Mer du Nord pendant l'hiver en 2014. Les contenus digestifs des larves des Downs de 8-13 mm collectées au cours de l'IBTS ont été analysés avec l'approche fluorimétrique adaptée des copépodes. Les pigments chlorophylliens des tubes digestifs de 10 larves par réplicas sur 2-3 réplicas par station et un total de quatorze stations ont été mesurés à l'aide d'un fluorimètre. Le taux d'ingestion des larves sur le phytoplancton variait avec la taille des larves (Figure 2.1.3.). Il montrait une augmentation de l'ingestion de phytoplancton pour les larves de 8-11 mm et une diminution pour les larves de 12-13 mm. Les taux d'ingestion moyens étaient plus élevés dans la Manche Orientale que dans

la baie sud de la Mer du Nord (Figure 2.1.3). Les larves de hareng étaient en déficit de carbone car seulement 11-18% (c'est-à-dire le rapport de la ration journalière au taux de respiration) de leurs besoins métaboliques étaient couverts par l'ingestion de pigments.

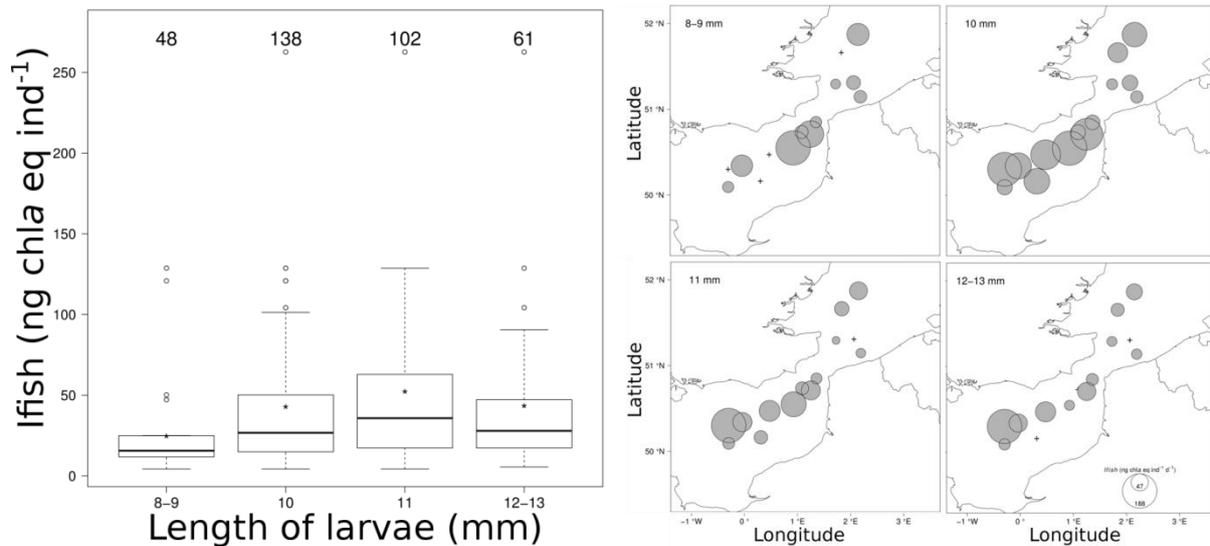


Figure 2.1.3. Taux d'ingestion (Ifish, ng chl a eq ind⁻¹.j⁻¹) des larves de harengs de Downs durant l'hiver 2014 (mi-janvier-mi-février) par taille de 8 à 13 mm (gauche) et par stations (droite). Le nombre de larves analysées pour chaque classe de taille est indiqué en haut de chaque barre. Les étoiles représentent la moyenne. Les croix représentent les stations avec l'absence de larves à la classe de taille.

Joly L., 2018. Evaluation de l'indice lipidique TAG:Chol comme proxy de la condition nutritionnelle des larves de poissons plats en Manche – Mer du Nord. Stage de M2 OEM. Université Sorbonne Universités.

La sole et la plie sont deux espèces de poissons plats de forte importance économique en Manche et Mer du Nord. La fluctuation des stocks dépend en grande partie du taux de mortalité pendant la phase larvaire. Cette mortalité est liée à des périodes critiques rencontrées par les larves, tel que le passage d'une nutrition endogène (réserve vitelline) à une nutrition exogène (prédation). Les larves des poissons plats passent d'une mode de vie pélagique à un mode de vie benthique en subissant des transformations anatomiques, physiologique et comportementales qui commencent pendant la phase larvaire. La teneur en lipides et l'indice de condition lipidique TAG:Chol sont utilisés pour estimer la ressource énergétique disponible au sein des larves. En couplant cette indice avec une analyse en classe de phospholipides (PC:PE), il est possible de déterminer si une larve ne possédant pas de réserves énergétiques alloue toute son énergie à la croissance ou si elle est en mauvaise condition. Les résultats ont montré qu'il existe une variabilité annuelle dans la dynamique de stockage de TAG par les larves de plies entre 2017 et 2018 (Figure 2.1.4). Les larves de 2017 ont un potentiel de survie face à un changement environnemental moins élevé que celle de 2018. Cela suggère que la quantité et la qualité des ressources est un facteur clé pour la survie des larves. De plus, l'accumulation des TAG au stade larvaire pourrait être essentielle pour améliorer leur potentiel de survie au moment de la métamorphose.

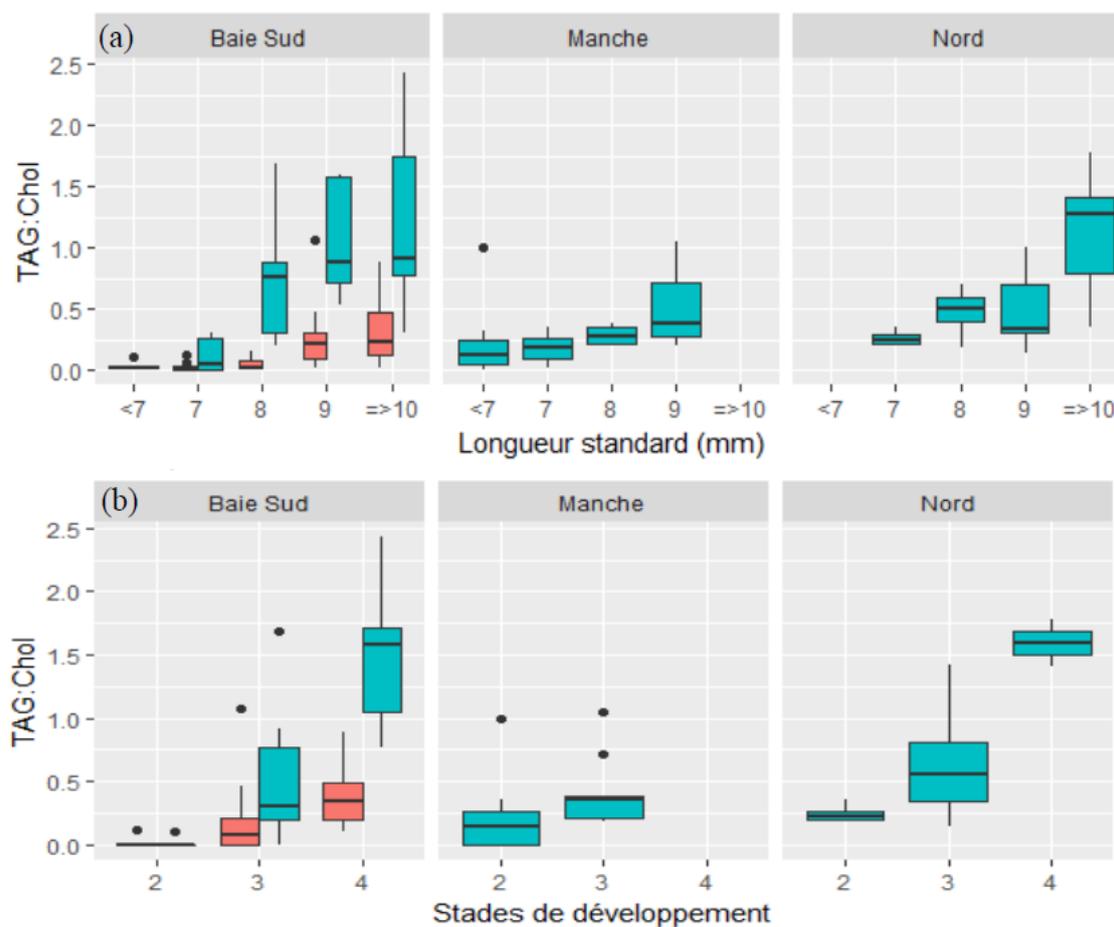


Figure 2.1.4. Indice lipidique triglycérides : cholestérol (TAG:Chol) pour les différentes classes de tailles (a), et stades de développement (b) des larves de plie en fonction des zones et des campagnes 2018 (en bleu) et 2017 (rouge).

Gendrot, F., 2018. Variations spatiale et temporelle de la condition larvaire lors de la période critique de trois espèces de poissons en Manche orientale : approche par indices histologiques. Stage de M2 OEM. Université Sorbonne Universités.

Cette étude vise à caractériser les variations temporelle et spatiale de la condition larvaire au cours de la période critique de trois espèces de poissons. Une approche basée sur des indices histologique a été retenue. En Manche orientale des larves de soles, de merlan, et de sprat ont été collectées pendant trois campagnes en mer au printemps 2017. Une première partie a été de confirmer si les indices histologiques choisis étaient pertinents pour observer et décrire le jeûne de larves prélevées in-situ, et ce d'espèces différentes (Figure 2.1.5). Les premiers résultats ont montré des larves en bonne santé ou en début de jeûne sur l'ensemble de la période, avec une difficulté à trouver des larves présentant une très forte dénutrition. Les larves de merlan présentaient un état nutritionnel globalement très bon, là où une amélioration de la condition a été constatée pour la sole et le sprat avec l'avancement de la saison. De plus, ces deux dernières espèces ont montré un gradient côte-large de la condition. Les larves associées à la côte étaient en meilleur condition que celles du large, en lien avec des zones de forte productivité et des conditions hydrologiques plus stables.

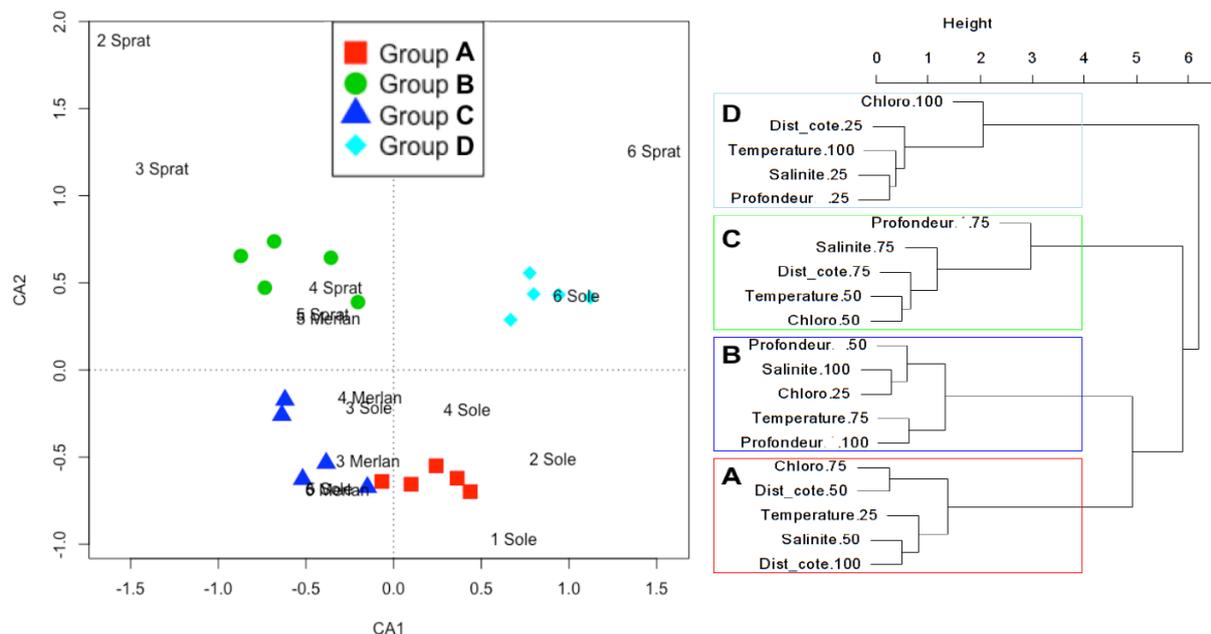


Figure 2.1.5. Analyse factorielle des correspondances montrant la relation entre le grade histologique de condition larvaire (nombre) pour le merlan, la sole et le sprat (gauche) et les facteurs environnementaux divisés en 4 classes (droite)

2.1.1.3 Plasticité phénotypique des traits de vie

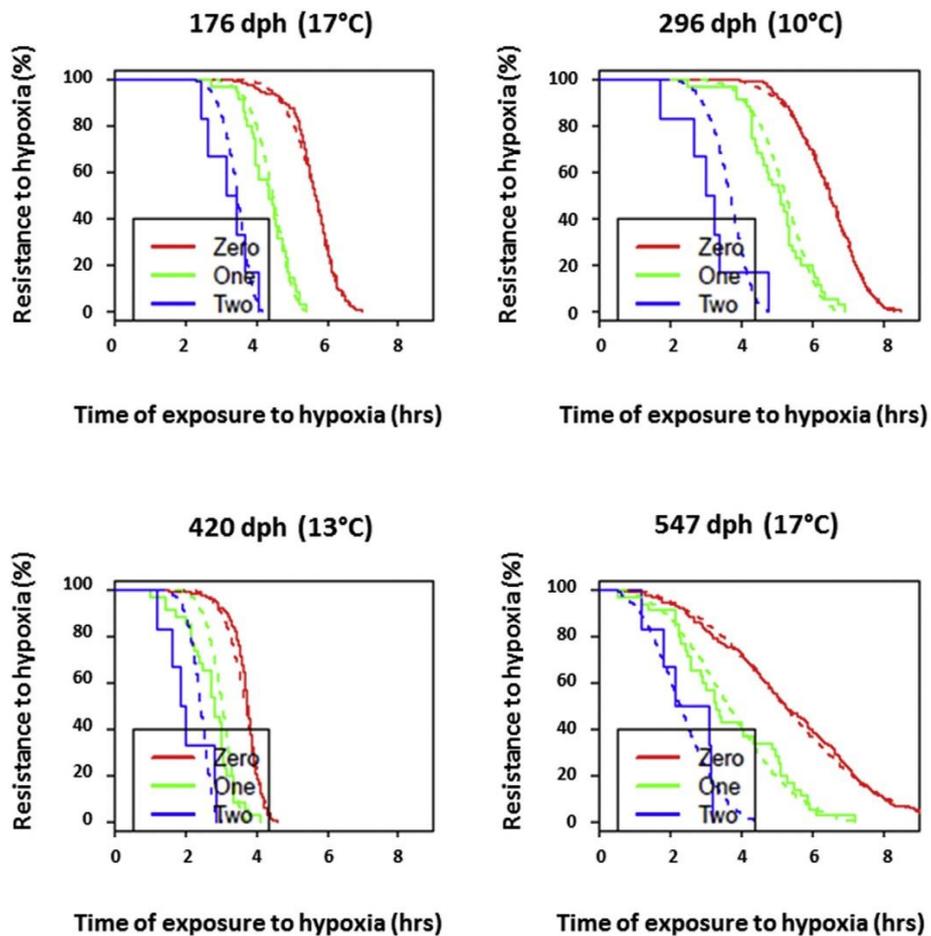
Effet retard des épisodes d'hypoxie au stade larvaire sur la tolérance à l'hypoxie aux stades ultérieurs chez le bar

Cadiz L., B. Ernande, P. Quazuguel, A. Servili, J.-L. Zambonino & D. Mazurais. 2018. Moderate hypoxia but not warming conditions at larval stage induces adverse carry-over effects on hypoxia tolerance of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Marine Environmental Research*, 138: 28-35

Les conditions environnementales auxquelles les organismes sont exposés durant leur vie peuvent induire des réponses adaptatives ayant des conséquences sur leur trajectoire de vie ultérieure. L'objectif de cette étude était d'étudier si des combinaisons réalistes de conditions hypoxiques (40% et 100% de saturation d'air) et de température (15° et 20°C), survenant durant la phase larvaire du bar (*Dicentrarchus labrax*) pouvait avoir des effets sur la physiologie des individus se propageant jusqu'au stade juvénile. Des tests de tolérance à l'hypoxie ont été réalisés après un an pour obtenir une évaluation intégrée des performances physiologiques des individus. Les résultats révèlent que les performances des juvéniles ont été affectées négativement par l'hypoxie mais pas par l'augmentation de température expérimentées au stade larvaire. Cette effet était relié à une hausse de la prévalence d'une malformation operculaire (Figure 2.1.6). Ces résultats indiquent donc qu'une exposition à des événements hypoxiques modérés pendant la période larvaire peuvent avoir des effets rémanents négatifs qui peuvent compromettre la fitness des individus et le succès de recrutement des populations.



	Chisq	Df	p-value
Strata (date)	844	3	<1*10 ⁻⁴
Opercular deformity	244	2	<1*10 ⁻⁴
Strata (date)*Deformity	657	6	<1*10 ⁻⁴



(Figure 2.1.6). Effet des malformations operculaires sur la tolérance à l'hypoxie chez le bar. A. Exemple de malformation operculaire typique observée en pourcentage élevé chez les juvéniles exposés à des événements hypoxiques modérés au stade larvaire. B. Test de l'effet de la malformation operculaire sur le temps de résistance (Opercular Deformity). C. Probabilité de résistance (évanouissement) en fonction du temps passé en hypoxie selon la présence de malformation operculaire : courbe rouge = pas de malformation, courbe verte = 1 opercule malformé, courbe bleue = 2 opercules malformés

2.1.1.4 Contaminants et traits de vie

Impact d'un mélange réaliste de polluants organiques persistants (PCB et PBDE) sur les traits d'histoire de vie du poisson zèbre

Horri, K., Alfonso, S., Cousin, X., Munsch, C., Loizeau, V., Aroua, S., Bégout, M.-L. & Ernande, B. (2018) Fish life-history traits are affected after chronic dietary exposure to an environmentally realistic marine mixture of PCBs and PBDEs. *Science of The Total Environment*, 610–611, 531–545.

Les polychlorobiphényles (PCB) et les polybromodiphényléthers (PBDE) sont des polluants organiques persistants (POP) qui peuvent affecter les traits d'histoire de vie des poissons tels que le succès reproducteur, la croissance et la survie. A l'échelle individuelle, leur toxicité les mécanismes d'action qui les sous-tendent ont été étudiés au travers d'études d'expositions expérimentales. Cependant, rare sont les études qui miment les conditions environnementales marines. En effet, dans la plupart des cas, les individus sont exposés soit à un seul congénère, soit à un seul type de molécules, soit à des concentrations de polluants élevées, de sorte que les résultats sont difficilement transposables à des populations naturelles. Les effets d'une exposition chronique par la voie alimentaire à un mélange réaliste de congénères de PCB et PBDE représentatif du milieu marin ont été évalués sur les traits d'histoire de vie du stade larvaire à adulte chez le poisson-zèbre, pris comme espèce modèle. L'exposition s'est faite via des aliments contaminés à partir du premier repas et tout au long du cycle de vie des individus. Le mélange a été constitué de sorte à s'approcher des conditions environnementales marines aussi bien pour la composition en termes de congénères que pour la concentration du mélange dans l'aliment, en prenant comme référence l'estuaire de Seine, un des estuaires européens les plus pollués en termes de POP. Les traits d'histoire de vie des poissons exposés ont été comparés avec ceux des poissons contrôles et ce pour plusieurs répliques. Les individus exposés présentaient une croissance plus lente mais jusqu'à une taille asymptotique plus élevée et une probabilité de ponte retardée par rapport aux poissons contrôles (Figure 2.1.7). De plus, les descendants issus des premières pontes des individus exposés avaient une survie plus faible que ceux issus des poissons contrôles en condition de jeûne. Etant donné l'importance des traits d'histoire de vie pour la démographie, la dynamique de population des poissons marins, et potentiellement la productivité des pêcheries associées dans le cas d'espèces commerciales, pourraient être affectées par ces effets individuels des PCB et des PBDE sur la croissance, la probabilité de ponte et la survie larvaire.



Figure 2.1.7. Effet d'un mélange de PCB et PBDE représentatif du milieu marin, ici l'estuaire de Seine, sur les traits d'histoire de vie du poisson-zèbre pris comme espèce modèle

2.1.1.5 Impact évolutif de la pêche

Evaluation des pressions de sélection induites par la pêche (PSIP) sur les traits d'histoire de vie de 45 stocks halieutiques. ICES Working Group on fisheries-Induced Evolution, WGEVO

ICES. 2018. Report of the Working Group on Fisheries-Induced Evolution (WGEVO), 6–8 February 2018, Laxenburg, Austria. ICES CM 2018/EPDSG:15. 29 pp.

Le Groupe de Travail sur l'évolution induite par la pêche s'est réuni deux fois en 2018 : du 6 au 8 février et du 22 au 26 octobre à l'IIASA (Laxenburg, Autriche). Le WGEVO a poursuivi ses travaux sur l'estimation des pressions de sélection induites par la pêche (PSIP) sur les traits d'histoire de vie (croissance somatique, traits liés à la maturation et effort reproducteur) des stocks halieutiques. Le groupe de travail a développé un algorithme d'estimation des PSIP ainsi que les méthodes statistiques nécessaires à l'estimation des paramètres nécessaire en entrée de cet algorithme au cours des 3 années précédentes. 28 nouveaux stocks ont été analysés portant à 59 le nombre total de stocks pour lesquels des estimations de PSIP sont disponibles. UN R Notebook a été produit comme Manuel Utilisateur. Les principaux résultats de cette analyse à large échelle des pressions de sélection induites par la pêche sur les traits d'histoire de vie sont confirmés, à savoir :

- (i) Typiquement, la pêche induit sélectionne pour une maturation précoce à des petites tailles, une croissance réduite et un effort reproducteur accru ;
- (ii) Pris sur l'ensemble des stocks, les pressions de sélection induites par la pêche s'alignent le long de deux axes à peu près indépendants : un axe « croissance » décrivant la covariation négative entre pressions de sélection sur la croissance somatique et celles sur la croissance gonadique ;
- (iii) Les pressions de sélection induites par la pêche augmente avec l'intensité de pêche pour les traits principaux i.e. propension à la maturation, croissance et effort reproducteur ;
- (iv) Les pressions de sélection induites par la pêche sont très sensibles à la sélectivité par la taille des pêcheries (Figure 2.1.8). Pour les traits principaux, les pressions de sélection tendent à être plus fortes quand la taille à laquelle les individus sont exposés de manière significative à la pêche est 1 à 2 fois plus grande que leur taille à la maturation. A l'inverse, les pressions de sélection sont plus bénignes pour les pêcheries avec une sélectivité de type filets plutôt que de type chalut.
- (v) Les espèces longévives à croissance lente, à maturation tardive à des tailles élevées et ayant une reproduction coûteuse sont plus susceptibles à la sélection par la pêche.

Des analyses statistiques sont en cours pour confirmer ces tendances et un article collaboratif est en cours de préparation afin de disséminer ces résultats.

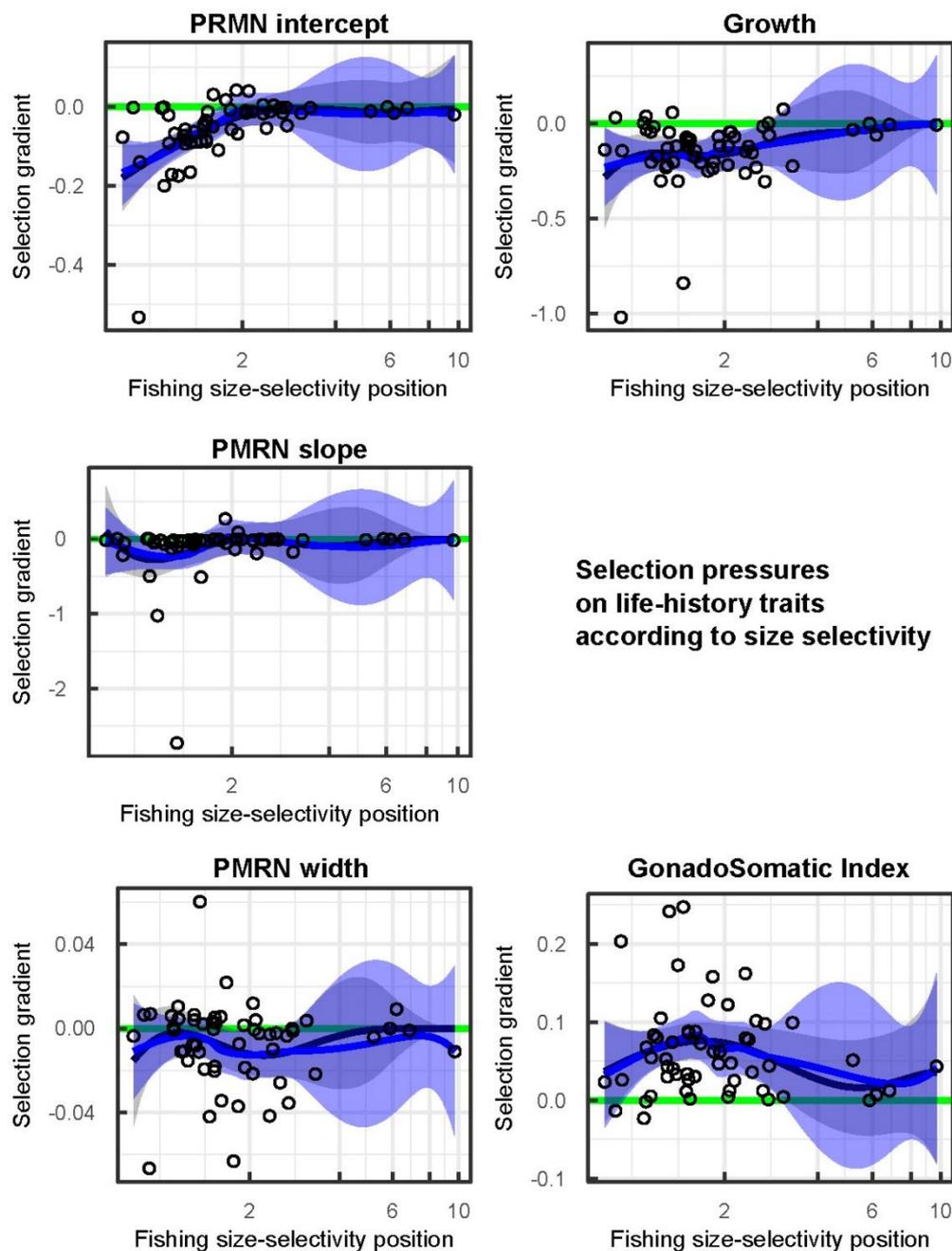


Figure 2.1.8. Gradients de sélection (Selection gradient) générés par la pêche sur les traits d’histoire de vie en fonction de la sélectivité par la taille de la pêche. Les stocks considérés ici sont ceux pour lesquels la courbe de sélectivité de la pêcherie est sigmoïde (sélectivité typique du chalut). L’axe des abscisses représente la position de la courbe de sélectivité c’est-à-dire la longueur pour laquelle la sélectivité est de 50% (point d’inflexion de la courbe) par rapport à la longueur moyenne à maturité. L’axe des abscisses est en échelle logarithmique. Chaque point représente un stock de poissons. La ligne horizontale verte représente l’absence de sélection (gradient de sélection égal à 0). La ligne noire est une régression polynomiale d’ordre 3 avec décroissance exponentielle et la ligne bleu est une courbe de lissage de type loess. PMRN intercept : longueur à 50% de probabilité de devenir sexuellement mature ; PMRN slope : pente de la norme de réaction probabiliste pour la maturation i.e. de la courbe décrivant la longueur à 50% de probabilité de devenir mature en fonction de l’âge ; PMRN width : variation probabiliste de la maturation autour de la l_{p50} ; Growth : taux de croissance absolu ; GonadoSomatic Index: rapport gonado-somatique ou effort reproducteur.

2.1.2 Dynamiques spatio-temporelles des populations

Changements récents des assemblages ichtyoplanctoniques en Manche orientale

Di Pane, J.; Koubbi, P.; Giraldo, C.; Lefebvre, V.; Caboche, J.; Marchal, P.; Loots, C. Recent changes in ichthyoplanktonic assemblages of the English Channel. *Journal of Sea research*. 2018. En révision.

Dans le contexte du changement global, les assemblages ichtyologiques peuvent démontrer des changements en termes d'abondance et de diversité. Les conséquences potentielles de ces changements sur la phase larvaire doivent être prises en compte. Les abondances larvaires de 30 taxons provenant de campagnes menées au printemps dans les années 90 et en 2017 ont été utilisées. Les changements saisonniers et interannuels des assemblages larvaires ont été étudiés à l'aide de différentes techniques statistiques (Figure 2.1.9). Le changement principal qui a été constaté était les abondances significativement inférieures en 2017 comparativement aux années 90. La plupart des taxons majoritaires étaient 2 à 3 fois moins abondants. Les abondances larvaires plus faibles observées dans les années récentes peuvent être la cause ou la conséquence des abondances plus faibles d'adultes dans la zone en relation avec le passage d'une période froide à une période plus chaude de l'oscillation multi décennale Atlantique. Un suivi à long terme des assemblages larvaires serait nécessaire pour confirmer ces observations.

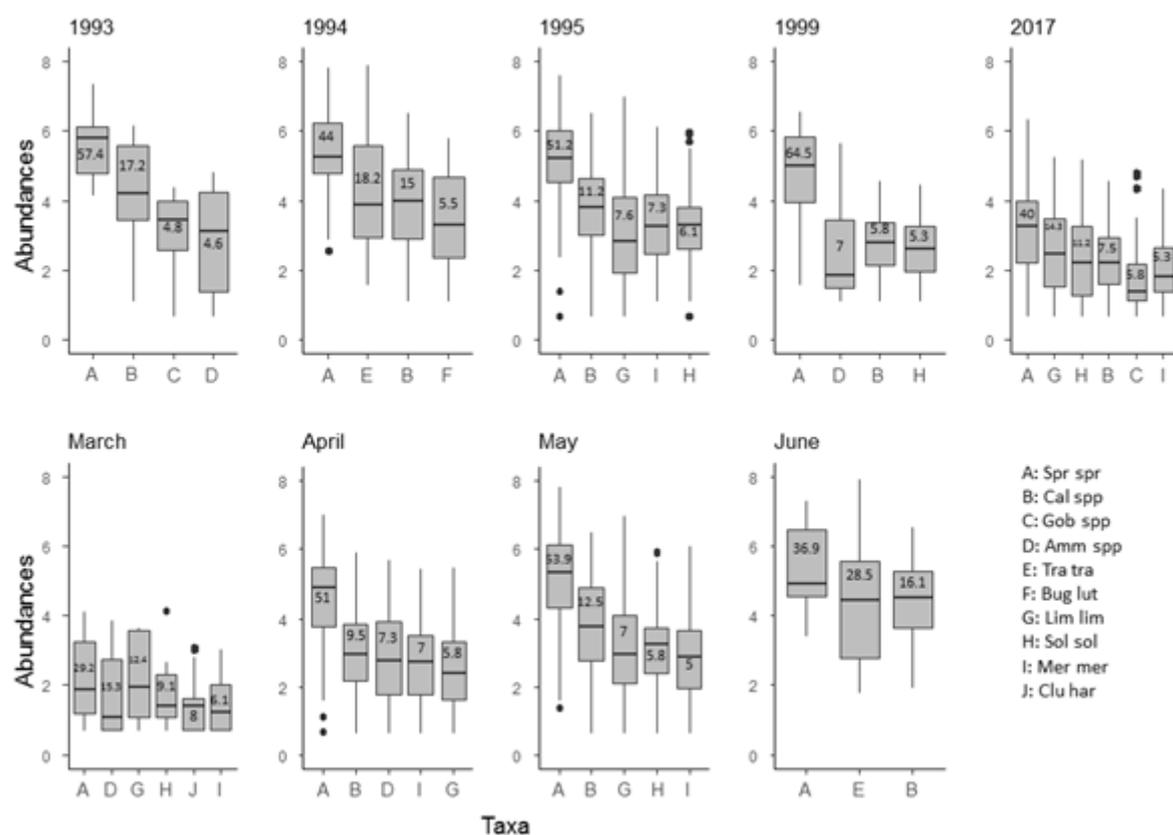


Figure 2.1.9. Variabilité printanière et à long terme de l'abondance des principales espèces larvaires de poissons en Manche orientale

Pernak, M. Distribution hivernale des assemblages larvaires de poissons en Manche orientale et mer du Nord. Stage de Master 2 d'alternance FOGEM. Université du Littoral Côte d'Opale et Université de Lille.

L'objectif principal de cette étude était de déterminer pour la première fois les assemblages larvaires de poissons présents en hiver en Manche orientale et mer du Nord et d'étudier la variabilité spatio-temporelle de ces assemblages en lien avec l'environnement. Pour cela, les données d'abondances des larves collectées lors de la campagne International Bottom Trawl Survey (IBTS) entre 2008 et 2016 ont été utilisées. Sur les trente-deux taxons répertoriés, dix étaient dominants (gobie cristal, gobie transparent, gobies, Pomatoschistus sp., lançon nordique, lançons, plie, limande-sole, sardine et callionymes). Trois assemblages larvaires ont été identifiés et étaient distribués selon un gradient décroissant de diversité depuis le nord de la mer du Nord jusqu'à la Manche orientale. Le premier assemblage comprenait le gobie cristal et Pomatoschistus sp., le deuxième comprenait le lançon nordique, la limande-sole et les callionymes et le troisième comprenait la plie, la sardine, le gobie transparent et les lançons. Dans la partie sud de la mer du Nord et en Manche orientale, la cartographie des zones récurrentes, occasionnelles, rares et défavorables a montré une structuration spatiale forte et une variabilité inter-annuelle importante de la distribution des cinq taxons qui dominaient la zone d'étude. L'utilisation de l'OMI et de la Within Outlying Mean Index (WitOMI) a permis de montrer l'importance de certains facteurs environnementaux (température, salinité, fluorescence, concentration en chlorophylle a et concentration en sels nutritifs) dans l'explication des variations observées (Figure 2.1.10). L'importance d'autres paramètres (abiotique et biotique) ainsi que d'autres types de contrôle (attachement géographique, densité-dépendance...) devra également être explorée. Les résultats obtenus démontrent l'intérêt des échantillons collectés, notamment du fait de la présence à cette période de certaines espèces d'intérêt économique à l'état larvaire.

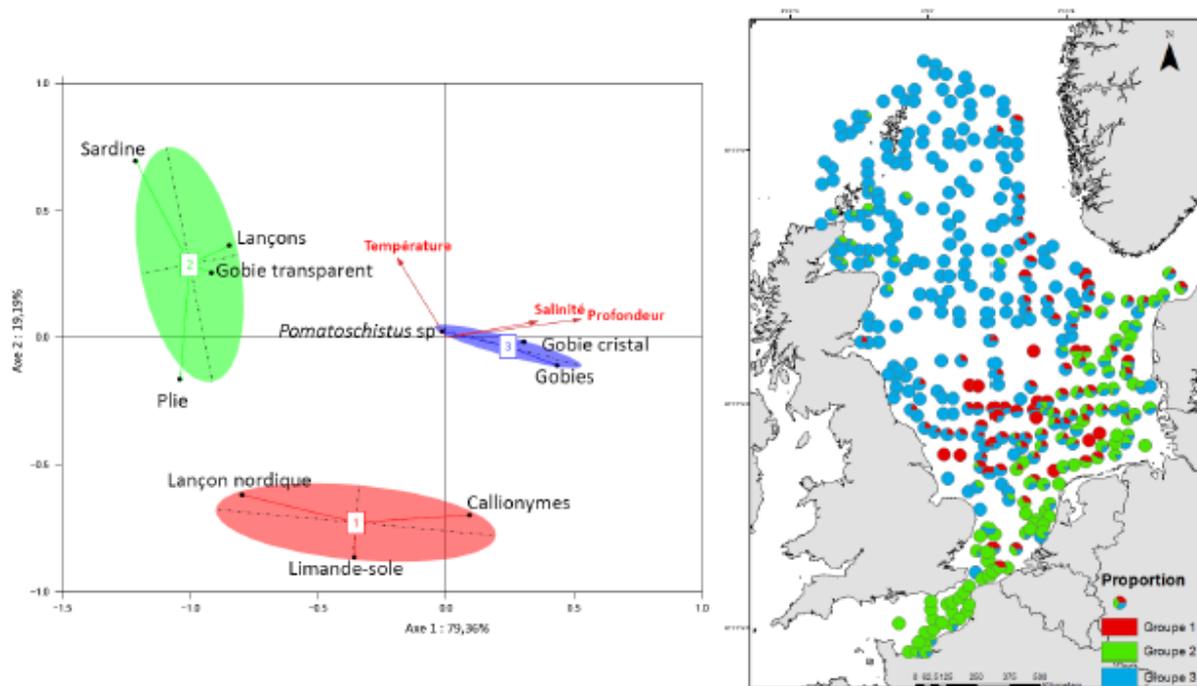


Figure 2.1.10. Analyse OMI sur les assemblages larvaires de l'hiver 2016. Les 3 groupes de taxons mis en évidence par l'analyse de cluster en fonction des facteurs environnementaux (gauche) sont cartographiés (droite) et montrent une ségrégation spatiale nette.

2.1.3 Niche écologique et habitats

Variabilité spatio-temporelle des frayères en Manche-mer du Nord

Dans le cadre du Working Group on North Sea Cod and Plaice Egg Surveys (WGEGGS2) du CIEM, un suivi des frayères hivernales en Manche Est et mer du Nord est réalisé depuis 2012

grâce à un échantillonnage pendant la campagne IBTS. Le groupe s'est réuni à Ijmuiden (Pays Bas) du 3 au 7 Décembre 2018 afin faire le bilan de l'échantillonnage réalisé en 2018 (voir Figure 2.1.11) ainsi que depuis 2012. L'année 2018 offre une bonne couverture spatiale de la Mer du Nord (à l'exception de la zone Nord-Ouest du fait d'un échantillonnage limité des Ecossais) et de la Manche orientale. Un bilan des données disponibles a été réalisé et la rédaction de 3 publications a démarré.

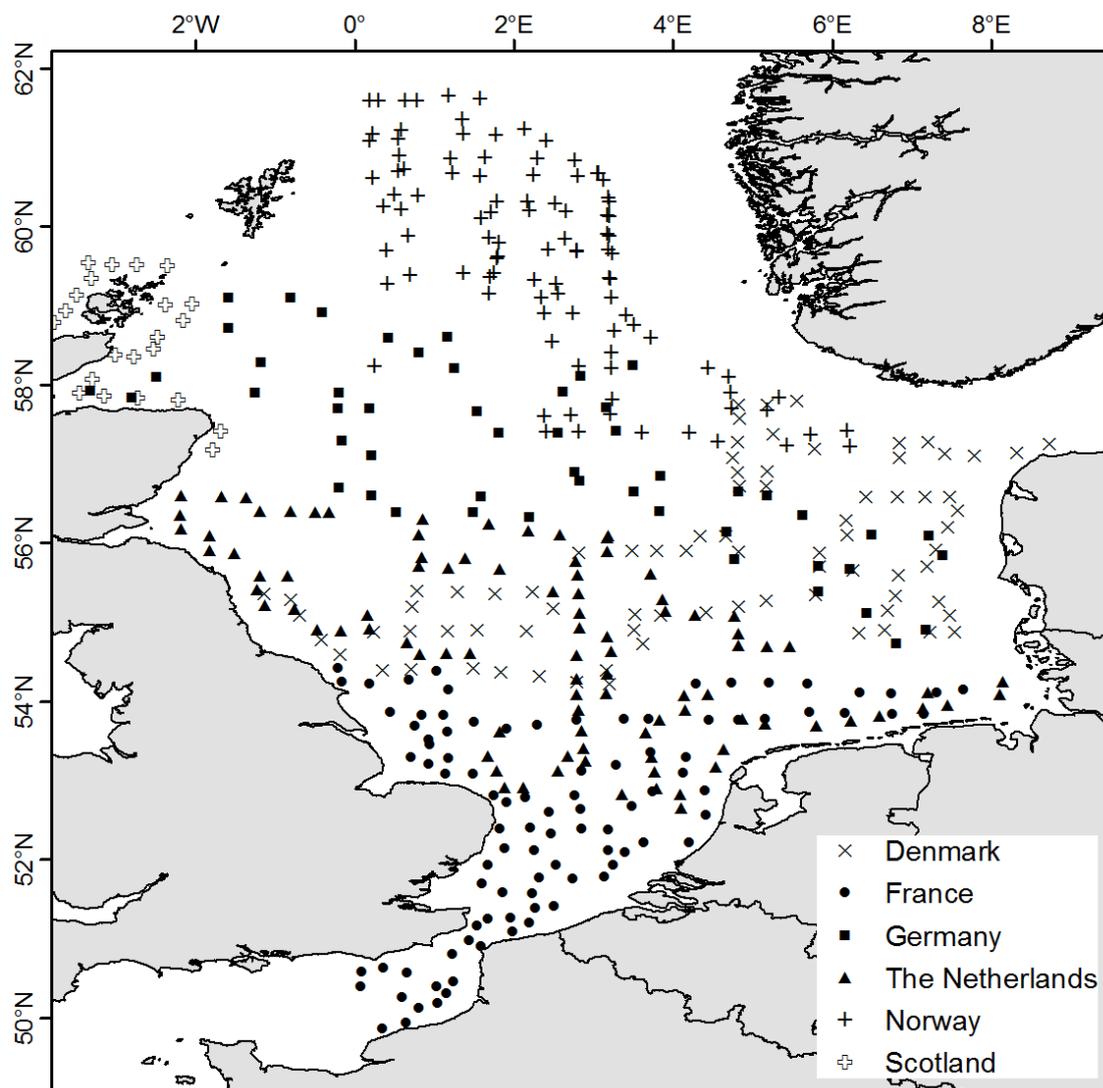


Figure 2.1.11. Localisation des stations d'échantillonnage des œufs de poissons réalisées en 2017 pendant la campagne IBTS selon les différents pays

2.1.4 Structuration des populations et connectivité

Cet axe n'a pas été traité en 2018.

2.1.5 Les observations en appui aux travaux de recherche

2.1.5.1 Croissance

La croissance est suivie par l'unité HMMN dans 3 zones géographiques : la Manche Ouest (VIIe), la Manche Est (VIIId) et la mer du Nord (IV). Plusieurs types de données sont collectés:

la taille (précision ± 1 cm), le poids (précision ± 1 g) et l'âge. Ce dernier paramètre est obtenu en analysant les otolithes, pièce calcifiée dans l'oreille du poisson. La croissance est obtenue en suivant les relations entre la taille et l'âge ou entre le poids et l'âge. Il y a une exception pour les raies pour lesquelles on ne suit que la relation entre la taille et le poids car ce sont souvent des espèces protégées et l'estimation de l'âge nécessiterait d'abattre les individus. Le bilan pour les 9 principales espèces commerciales montre un nombre réalisé de 5561 pour les données de taille/âge par rapport à l'objectif européen fixé à 4450 ce qui correspond à une réalisation de plus de 100% par rapport aux objectifs. Les données récoltées en 2018 pour analyser la croissance des principaux stocks de Manche et mer du Nord sont résumées dans le Tableau 2.1.2.

Tableau 2.1.2. Nombre de données de croissance (relation taille/âge) échantillonné par l'unité HMMN par espèce (nom latin), selon la zone géographique considérée en fonction des objectifs à atteindre fixés par l'Europe.

Espèces	Nombre planifié	Nombre réalisé	% de réalisation
Océan Atlantique Nord			
<i>Mullus surmuletus</i>	120	175	146%
mer du Nord- Manche Est			
<i>Aspitrigla cuculus</i>	250	367	147%
<i>Dicentrarchus labrax</i>	80	154	193%
<i>Gadus morhua</i>	50	33	66%
<i>Merlangius merlangus</i>	400	669	167%
<i>Merluccius merluccius</i>	50	136	272%
Manche Est			#DIV/0!
<i>Pleuronectes platessa</i>	2500	2349	94%
<i>Solea solea</i>	900	1566	174%
Manche Ouest			
<i>Solea solea</i>	100	112	112%

2.1.5.2 Maturité sexuelle

La maturité sexuelle est suivie par l'unité HMMN dans les même 3 zones géographiques et pour les même principales espèces commerciales que pour les données de croissance. Cependant, les nombre sont plus faibles que ceux planifiés pour la croissance. 2 types de données sont collectés en plus de l'âge: le sexe et le stade de maturité sexuelle. Le bilan pour les principales espèces commerciales montre un nombre réalisé de 5058 pour les données de maturité sexuelle par rapport à un objectif européen de 4150 ce qui correspond à un taux de réalisation supérieur à 100%. Les données récoltées en 2018 pour analyser la maturité sexuelle des principaux stocks de Manche et mer du Nord sont résumées dans le Tableau 2.1.3.

Tableau 2.1.3. Nombre de données de maturité sexuelle échantillonné par l'unité HMMN par espèce (*nom latin*), selon la zone géographique considérée en fonction des objectifs à atteindre fixés par l'Europe.

Espèces	Nombre planifié	Nombre réalisé	% de réalisation
mer du Nord- Manche Est			
<i>Dicentrarchus labrax</i>	80	154	193%
<i>Gadus morhua</i>	50	33	66%
<i>Merlangius merlangus</i>	400	669	167%
<i>Mullus surmuletus</i>	120	175	146%
Manche Est			
<i>Pleuronectes platessa</i>	2500	2349	94%
<i>Solea solea</i>	900	1566	174%
Manche Ouest			
<i>Solea solea</i>	100	112	112%

2.1.5.3 Age

Le pôle national de Sclérochronologie de l'unité HMMN reçoit des pièces calcifiées qui proviennent des différents laboratoires ressources halieutiques de l'Ifremer pour estimer l'âge des principales espèces commerciales dans le cadre du suivi des stocks (Tableau 2.1.4). Ainsi, cette année, le pôle national de Sclérochronologie a reçu 27647 individus sur les 19805 planifiés, soit un taux de réalisation de 140%. Ces échantillons étaient répartis en 3 grandes zones géographiques que sont la mer Méditerranée (3958 individus échantillonnés soit 15% des échantillons traités), l'océan Atlantique (15324 individus échantillonnés soit 55% des échantillons traités) et la Manche-mer du Nord (8365 individus échantillonnés soit 30% des échantillons traités).

Tableau 2.1.4 Nombre de données d'âge réalisé par le pôle national de Sclérochronologie de l'unité HMMN par espèce (*nom latin*), selon la zone géographique considérée en fonction des objectifs à atteindre fixés par l'Europe.

Espèces	Nombre planifié	Nombre réalisé	% de réalisation
Mer Méditerranée			
<i>Lophius budegassa</i>	100	293	293%
<i>Lophius piscatorius</i>	80	82	103%
<i>Mullus surmuletus</i>	75	69	92%
<i>Sparus aurata</i>	150	141	94%
<i>Engraulis encrasicolus</i>	300	334	111%
<i>Merluccius merluccius</i>	800	1052	132%
<i>Mullus barbatus</i>	1100	1239	113%
<i>Sardina pilchardus</i>	750	748	100%
Océan Atlantique Nord			
<i>Argyrosomus regius</i>	100	40	40%
<i>Aspitrigla cuculus</i>	250	367	147%
<i>Molva dypterygia</i>	600	618	103%
<i>Mullus surmuletus</i>	200	253	127%
<i>Pecten maximus</i>	1000	2873	287%
<i>Pollachius virens</i>	800	810	101%
<i>Solea solea</i>	100	112	112%
<i>Dicentrarchus labrax</i>	850	968	114%
<i>Engraulis encrasicolus</i>	1750	2116	121%
<i>Gadus morhua</i>	750	1051	140%
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	350	374	107%
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	1100	1223	111%
<i>Merlangius merlangus</i>	1100	1351	123%
<i>Sardina pilchardus</i>	1350	1686	125%
<i>Solea solea</i>	1100	1482	135%
<i>Pollachius virens</i>	600	0	0%
Manche-mer du Nord			
<i>Dicentrarchus labrax</i>	80	154	193%
<i>Gadus morhua</i>	50	33	66%
<i>Pecten maximus</i>	700	3985	569%
<i>Mullus surmuletus</i>	220	278	126%
<i>Pleuronectes platessa</i>	2500	2349	94%
<i>Solea solea</i>	900	1566	174%

2.1.5.4 Identification des œufs et larves de poissons

L'unité HMNN a en charge l'analyse d'échantillons collectés pendant la campagne IBTS dans le cadre de la DC-MAP et hors DC-MAP, du projet IGA. Le Tableau 2.1.5 fait le bilan du nombre d'échantillons analysés en 2017 selon les différents projets. Dans le cadre de la DC-MAP, un échantillonnage au filet MIK est réalisé pendant la campagne IBTS. Cet échantillonnage permet de collecter, entre autres, les larves de hareng. Les données sont utilisées pour calculer un indice d'abondance larvaire qui sera ensuite intégré dans l'évaluation annuelle du stock de hareng de Mer du Nord par le groupe de travail HAWG (Herring Assessment Working Group) du CIEM.

Tableau 2.1.5. Bilan du nombre d'échantillons d'ichtyoplancton prévus/analysés par l'unité HMNN au sein du Pôle Zooplancton en 2018 en fonction des différents projets

Client	Projet/Groupe CIEM	Œufs/larves	Echantillons prévus	Echantillons analysés
EU (PCP)	DC-MAP	Larves de hareng	97	97
EDF	IGA	Sole, sprat, sardine, limande	104	104
Hors contrat	WGEGGS2	Toutes espèces (oeufs)	97	97
Hors contrat	ECOPEL	Toutes espèces	100	50
Hors contrat	WGALES	Toutes espèces (larves)	97	0

2.1.5.5 Développements informatiques en appui à l'archivage des paramètres biologiques

Les améliorations et la maintenance du logiciel de gestion des paramètres biologiques BARGEO ont été poursuivies. Ce logiciel développé par le laboratoire de Boulogne sur mer s'appuie sur une base de données client/serveur et permet notamment de préparer les données individuelles utilisées pour les groupes de travail internationaux sous la responsabilité de la cellule CREDO.

2.1.6 Contribution aux avis/expertise

2.1.6.1 Expertise Internationale

Tableau 2.1.6. Liste des Groupes de Travail internationaux auxquels l'Unité HMMN a contribué en 2016 dans le cadre du Thème 1.

Instance	WG	Intitulé	Jours	Rôle principal
CIEM	WGBIOP	Working Group on Biological Parameters	5	Participant
CIEM	WKGIC2	Workshop on Growth-increment Chronologies in Marine Fish: climate-ecosystem interactions in the North Atlantic	4	Participant
CIEM	SIMWG	Stock Identification Methods Working Group, par correspondance	-	Participant
CIEM	WKARWHG	Workshop on Age reading of Whiting (<i>Merlangius merlangus</i>)	4	Participant
CIEM	WGEGGS2	Working Group 2 on North Sea Cod and Plaice Egg Surveys in the North Sea	5	Participant
CIEM	WGALES	Working Group on Atlantic Fish Larvae and Eggs Surveys	5	Participant
CIEM	WGEVO	Working Group on fisheries-Induced Evolution	3	Présidence

2.1.6.2 Expertise nationale

IGA (Impact des grands aménagements)

Dans le cadre du respect des exigences des autorisations de prélèvement d'eau et de rejets des effluents liquides et gazeux dans l'environnement pour l'exploitation des CNPE (Centre Nucléaire de Production d'Electricité) de Blayais, Flamanville, Gravelines, Paluel et Penly, EDF a confié à l'Ifremer la responsabilité du suivi écologique de l'évolution du milieu récepteur pour les domaines pélagique et benthique de ces cinq CNPE. L'unité HMMN est en charge l'expertise halieutique du projet, mais aussi de la collecte et de l'analyse des échantillons de plancton (œufs

et larves de poissons, larves de crustacés décapodes), de l'évaluation des poissons (plie, limande, sole, hareng, sprats...) et des crustacés (tourteau, étrille, homard, araignée, crevette) au niveau de trois centrales (Gravelines, Penly et Flamanville). En ce qui concerne le CNPE de Paluel elle réalise, à partir des données issues du Système d'Information Halieutique une synthèse de l'activité des navires professionnels dont les captures sont réalisées dans le rectangle statistique 28F0. Elle participe à la rédaction des rapports annuels ainsi qu'à la réunion plénière annuelle avec EDF qui s'est tenue Port en Bessin du 3 au 5 avril 2019 et où les résultats ont été présentés et discutés. Suite à cette réunion les différents rapports sur l'année 2018 ont été rendus comme chaque début d'année fin mars.

Granulats marins, Energies Marines Renouvelables et Câbles électriques

Dans le cadre des activités d'appui à la puissance publique, l'Ifremer a été chargé en 2018 par le MTES de réaliser deux rapports spécifiques sur la gestion des granulats marins, l'un portant sur le « contenu type d'une étude d'impact réalisée pour l'obtention des titres miniers relatifs aux extractions de granulats marins » et l'autre sur les « protocoles conseillés pour la description de l'état initial et le suivi environnemental des sites d'extraction de granulats marins ». Ces deux rapports ont été rédigés en partenariat avec les équipes de REM/GM et de ODE/LITTORAL/LERBN. Un cadre en écologie benthique a été recruté pour une période d'un an pour mener à bien ce travail, positionné à ODE/LITTORAL/LERBN. L'équipe HMMN/RHPEB a été plus particulièrement impliquée sur la rédaction du volet halieutique de ces deux documents. Les résultats de ce travail ont été présentés au groupe de travail du CIEM (WGEXT) qui s'est tenu à Copenhague du 16 au 19 avril 2019. A noter que cette action d'expertise devrait être valorisée par une publication scientifique à paraître en 2019.

En lien avec la problématique « autres usages » et impacts sur les ressources halieutiques, un rapport de contrat portant sur l'impact des câbles électriques en mer a été produit pour RTE. Ce rapport a demandé l'accueil d'un cadre halieute pendant 3 mois à la station de Port-en-Bessin pour la réalisation du volet halieutique de l'étude. Le travail produit par ce cadre CDD a ensuite été revu et approfondi par la référente « Impacts des usages autres que la pêche sur la ressource halieutique », positionnée à Port-en-Bessin, en partenariat avec un chercheur de ODE/DYNECO, pour constituer un document finalisé.

Par ailleurs, l'équipe du laboratoire RHPEB a participé en 2018 à un comité de suivi des sites d'extraction de granulats et à la rédaction de quatre avis relatifs aux conditions d'exploitation de ces mêmes sites. Pour les EMR, l'équipe du laboratoire RHPEB est intervenue dans la rédaction d'un avis et à participer à deux réunions des conseils scientifiques des parcs éoliens de la façade.

2.2 THEME 2 : COMMUNAUTES, RESEAUX TROPHIQUES ET BIODIVERSITE

Le Thème 2 regroupe les études ayant trait à la structure des communautés et à leur évolution en fonction de l'environnement, en s'intéressant notamment aux changements de biodiversité et aux relations trophiques qui structurent les écosystèmes soumis à diverses pressions. Il est structuré autour de 3 axes : le premier s'intéresse à la dynamique spatio-temporelle des communautés, en lien avec les pressions anthropiques et environnementales. Le deuxième porte sur l'étude empirique des relations de prédateurs et sur la compréhension du rôle de ces interactions comme facteur forçant la structure des écosystèmes ainsi que sur la niche occupée par les espèces au sein des communautés. Enfin, le troisième axe porte sur la dynamique du réseau trophique et son fonctionnement, sous diverses pressions. Les outils de modélisation écosystémique permettent de simuler les changements de l'écosystème soumis à des pressions anthropiques et/ou environnementales, et d'en tirer des enseignements sur le fonctionnement et l'adaptabilité du réseau trophique.

Les travaux menés dans l'axe 1 en 2018 ont poursuivi l'analyse des effets des changements anthropiques sur la structure fonctionnelle des communautés des poissons et ont mis en évidence

une différence de réponse des espèces r et K face aux effets du changement global dans la nourricerie de la Baie de Somme, avec une diminution majeure de l'abondance des espèces à stratégie r . Le long historique de pêche dans la zone pourrait avoir fragilisé la communauté, et l'avoir rendu plus vulnérable aux effets du changement global. Ces travaux ont également permis de confirmer, sur la base de données collectées en Manche et aux Seychelles, l'hypothèse selon laquelle la redondance fonctionnelle peut agir pour limiter les effets de perturbations.

Dans l'axe 2, les travaux portant sur le couplage benthopélagique se sont poursuivis, grâce à l'application d'un nouveau traceur trophique, les acides gras, à un système polaire. Ces travaux ont montré un effet de la profondeur sur l'alimentation d'une espèce de ce système, même si la source ultime restait la production primaire pélagique. D'autres travaux ont également mis en œuvre les traceurs isotopiques à des échelles spatiales plus larges que les années précédentes, dans le cadre d'utilisation d'isoscapes, soit en étudiant le merlan à l'échelle de la zone IBTS, soit en appréhendant les mécanismes alimentaires de nombreuses espèces de requins à l'échelle mondiale. À une échelle spatiale plus classique pour l'unité, les travaux en cours dans le projet VARITROPH ont permis d'obtenir les premiers résultats sur l'alimentation du merlan, et ouvrent la voie à l'approche individuelle et multi-tissus qui sera développée dans ce projet.

Le thème 3 a vu deux concrétisations de ses activités. Les travaux de modélisation menés dans le cadre du futur déploiement d'éoliennes en Normandie ont permis de montrer un effet récif de ces dispositifs, qui altèrent la structure et le fonctionnement de l'écosystème, mais sans affecter sa capacité de résilience à une perturbation. Des travaux menés sur le modèle Atlantis-EEC ont également permis de rendre plus efficace la calibration de ce modèle complexe basé sur un grand nombre de paramètres et également de mieux comprendre comment l'incertitude autour des paramètres affecte les résultats du modèle.

2.2.1 Dynamique spatio-temporelle des communautés

2.2.1.1 Réorganisation fonctionnelle des communautés de poissons en Baie de Somme

McLean M, Mouillot D, Goascoz N, Schlaich I, Auber A, 2018. Functional reorganization of marine fish nurseries under climate warming. *Glob Change Biol.* <https://doi.org/10.1111/gcb.14501>

Dans cette étude, l'évolution des communautés de poissons de la Baie de Somme a été examinée au cours des 26 dernières années. Une diminution substantielle (environ 80%) de l'abondance des espèces à stratégie démographique r (croissance rapide, œufs de petite taille, faible âge et taille à maturité sexuelle) a été documentée. Ces changements ont entraîné par la suite une réorganisation majeure de la structure des communautés ichtyologiques (Fig. 2.2.1a et b) en parallèle de la forte hausse de la température de l'eau. Ces poissons sont en effet connus pour présenter des changements d'abondance rapides et de grande amplitude en réponse aux variations de l'environnement. À l'inverse, les poissons de plus grande taille et à croissance plus lente sont plus résistants et n'ont aucunement diminué/augmenté au cours du temps. Avant le réchauffement rapide des années 90, le long historique de surpêche en Manche a vraisemblablement contribué à augmenter la dominance des espèces à stratégie r , et à rendre ainsi la communauté de la nourricerie plus vulnérable, à un moment où le réchauffement s'est accentué. Enfin, à échelle globale, la plupart des nourriceries étant dominées par les espèces à stratégie r , et le réchauffement climatique s'accroissant, des changements majeurs pourraient survenir au sein des nourriceries et écosystèmes adjacents, et par voie de conséquence sur les services écosystémiques.

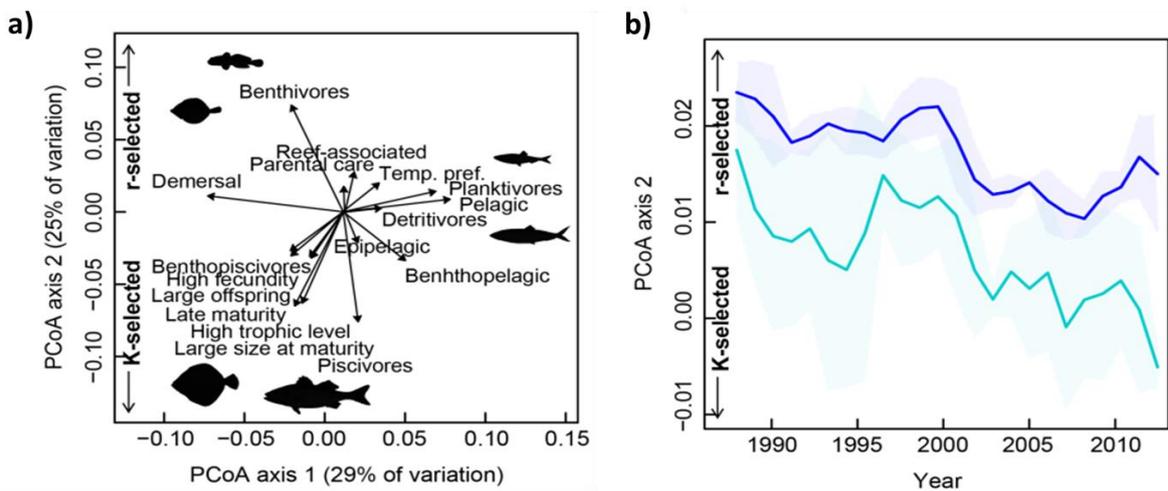


Fig. 2.2.1. **a.** Espace fonctionnel de la communauté de poissons en Baie de Somme. **b.** Dynamique temporelle de la structure fonctionnelle des communautés de poissons à l'intérieur et à l'extérieur de la Baie de Somme (bleu clair et bleu foncé, respectivement).

2.2.1.2 Implication des traits bio-écologiques dans le changement structurel des communautés de poissons de Manche orientale au cours des 30 dernières années

McLean M, Mouillot D, Auber A. 2018. Ecological and life-history traits explain a climate induced shift in a temperate marine fish community. *Mar Ecol Progr Ser* <https://doi.org/10.3354/meps12766>

L'objectif était de déterminer si le changement taxonomique précédemment observé était aussi accompagné d'un changement fonctionnel, et si tel était le cas, savoir comment les groupes fonctionnels avaient co-varié avec leur environnement. Nous avons donc examiné la dynamique spatiale et temporelle des groupes fonctionnels en utilisant un ensemble de traits décrivant l'histoire de vie, les préférences en termes d'habitat et enfin l'écologie trophique des espèces. Nous avons ainsi constaté que les espèces pélagiques à stratégie démographique *r*, espèces ayant des cycles de vie courts, de petite taille, atteignant rapidement leur maturité sexuelle et produisant de nombreux œufs de petite taille, ont considérablement diminué en abondance (Fig. 2.2.2). Cette diminution a été observée en parallèle à l'augmentation de la température de l'eau, elle-même largement expliquée par le phénomène d'Oscillation Atlantique Multi-décennale. Toutefois, comme évoqué précédemment, ce changement notable dans la structure des communautés a très vraisemblablement été exacerbé du fait du long historique de pêche en Manche, au travers d'effets indirects positifs sur les espèces sensibles aux variations environnementales, principalement composées d'espèces à stratégie *r*. En revanche, les espèces démersales à stratégie démographique *K*, ayant des cycles de vie plus longs, de plus grande taille, tardant davantage à devenir mature sexuellement et dont les pontes sont caractérisées par moins d'œufs mais de plus grande taille, ont augmenté en abondance (Fig. 2.2.2). Enfin, cette étude a montré que ce type de changement de communauté était le même dans la quasi-totalité des sites échantillonnés en Manche orientale, seule l'amplitude du changement différait d'un site à l'autre. Cela suggère l'existence d'un forçage agissant au moins à l'échelle de la Manche.

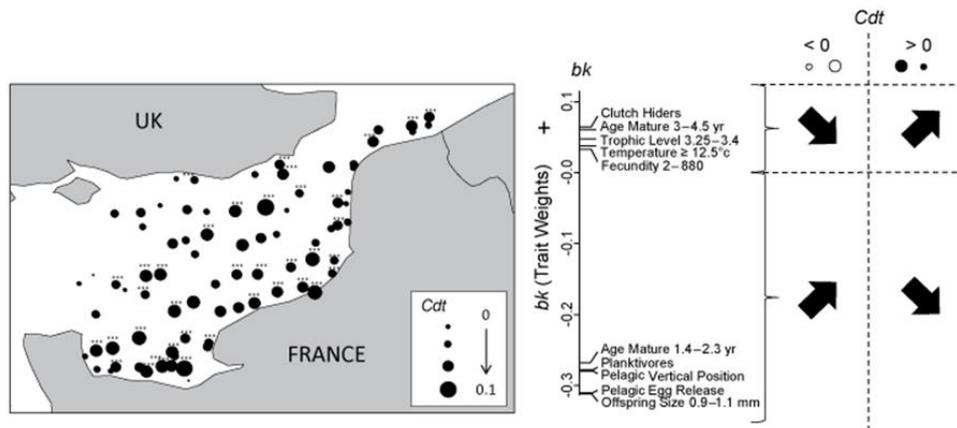


Fig. 2.2.2 : Carte indiquant i) l'amplitude du changement temporel de la structure de communautés (taille des cercles) sur chaque site d'échantillonnage et ii) le type de changement communautaire (cercle vide vs. rempli). Les coefficients bk indiquent la contribution de chaque groupe fonctionnel dans la réponse globale des communautés (les groupes ayant un coefficient bk positif ont augmenté en abondance sur les sites où les cercles sont remplis ; les groupes ayant un coefficient bk négatif ont diminué en abondance sur les sites où les cercles sont remplis).

2.2.1.3 Influence de la structure et de la redondance fonctionnelle des communautés de poissons sur leur réponse aux perturbations

McLean M, Auber A, Graham NAJ, Houk P, Villéger S, Thuiller W, Violle C, Wilson SK, Mouillot D. 2019. Trait structure and redundancy determine sensitivity to disturbance in marine fish communities. *Glob Change Biol.* <https://doi.org/10.1111/gcb.14662>

La détermination des mécanismes structurant les communautés est le plus souvent effectuée au travers d'analyses statistiques mettant en relation les facteurs forçants, tels que les variations environnementales, et les indicateurs de réponse biologique. Toutefois, la réponse des communautés à des changements environnementaux est aussi fonction des caractéristiques intrinsèques aux communautés elles-mêmes (diversité fonctionnelle, structure, redondance, etc.). Ainsi, dans l'objectif de mieux comprendre les mécanismes qui façonnent la biodiversité, les communautés doivent être non seulement considérées comme des variables de réponse mais aussi comme variables explicatives. La diversité fonctionnelle est reconnue pour influencer la dynamique des écosystèmes au travers des liens entre les caractéristiques bio-écologiques (traits) des espèces et les processus écologiques. La théorie prédit qu'une communauté riche en espèces, en diversité fonctionnelle, et où chaque fonction est assurée par plusieurs espèces (forte redondance) est une communauté davantage résistante aux perturbations. Bien que des expérimentations ont soutenu cette théorie, celle-ci n'a été investiguée que sur une faible gamme d'écosystèmes et très rarement testée sur des écosystèmes subissant des variations environnementales à large échelle. En s'appuyant sur les communautés des poissons de deux écosystèmes distincts (tempéré : Manche orientale ; tropical : Archipel des Seychelles), la présente étude a montré que l'ampleur du changement de structure communautaire a été fortement relié à la structure et au niveau de redondance fonctionnelle des communautés avant la perturbation : les communautés à faible redondance fonctionnelle ont été celles ayant présenté les plus forts changements structurels suite aux épisodes de perturbation (Fig. 2.2.3a). Ces résultats renforcent aussi le fait qu'un lien existe entre la structure des communautés et leur vulnérabilité (Fig. 2.2.3c), concept d'ailleurs transférable entre écosystèmes et taxons, et dont la prise en compte sera nécessaire en vue d'anticiper avec davantage de finesse les changements attendus de la biodiversité.

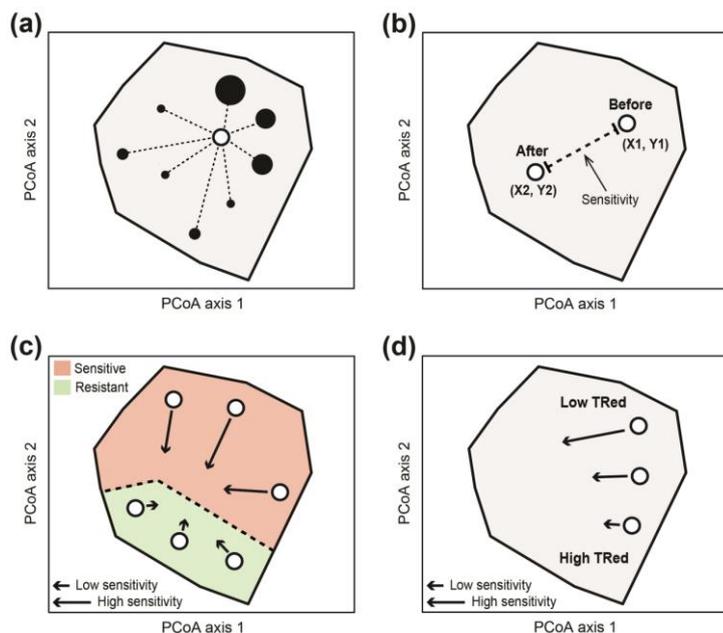


Fig. 2.2.3a : méthode de calcul de la structure fonctionnelle des communautés dans l'espace des traits : les cercles noirs représentent la position des espèces dans l'espace des traits, la taille l'abondance des espèces, et le cercle vide le centroïde de la communauté) ; **b** : position du centroïde avant et après une perturbation ; **c** : lien entre structure initiale des communautés et amplitude du changement communautaire : les communautés situées dans la partie supérieure possèdent des traits les rendant plus sensibles, expliquant ainsi les forts changements illustrés par les flèches, alors que les communautés situées en

bas sont davantage résistantes ; **d** : lien entre niveau de redondance fonctionnelle (TRed) et amplitude du changement communautaire : la 'sensibilité' est estimée par la distance parcourue par les centroïdes dans l'espace des traits suite à une perturbation.

2.2.2. Relations trophiques, structure et fonctionnement du réseau trophique

2.2.2.1 Effet du fonctionnement trophique sur la propagation des contaminants : comparaisons entre le Golfe de Gascogne et la Méditerranée

Chouvelon T, Cresson P, Bouchoucha M, Brach-Papa C, Bustamante P, Crochet S, Marco-Miralles F, Thomas B, Knoery J, 2018. Oligotrophy as a major driver of mercury bioaccumulation in medium-to high-trophic level consumers: A marine ecosystem-comparative study. *Env Poll* 233, 844–854. doi:10.1016/j.envpol.2017.11.015

Mille T, Cresson P, Chouvelon T, Bustamante P, Brach-Papa C, Bruzac S, Rozuel E, Bouchoucha M. 2018. Trace metal concentrations in the muscle of seven marine species: Comparison between the Gulf of Lions (North-West Mediterranean Sea) and the Bay of Biscay (North-East Atlantic Ocean). *Mar Pollut Bull* 135, 9–16. doi:10.1016/j.marpolbul.2018.05.051

Les contaminants chimiques sont une problématique forte en milieu marin, notamment car la consommation de produits de la mer contaminés peut entraîner des effets nocifs chez les consommateurs humains. Il convient donc de comprendre quels sont les facteurs qui expliquent les niveaux de contamination retrouvés chez les poissons. Si les niveaux de contamination environnementale sont importants à prendre en compte, un ensemble de facteurs biologiques peuvent également expliquer les mécanismes de contamination, parmi lesquels la structure des réseaux trophiques. Le projet RETROMED, piloté par les laboratoires ODE/LERPAC et RBE/LBCM, a ainsi permis de comparer les niveaux de contamination de 8 métaux (dont le mercure total et sa forme organique le méthylmercure) dans 7 espèces et deux environnements (golfe du Lion et golfe de Gascogne), pour identifier les mécanismes biologiques à l'origine des différences de contamination. Conformément à ce qui était attendu, les concentrations étaient plus élevées dans le golfe du Lion que le golfe de Gascogne. L'effet de l'oligotrophie en Méditerranée explique le patron clair d'une plus forte bioaccumulation du mercure dans ce système (Fig. 2.2.4). Au contraire, les patrons sont moins marqués pour les autres métaux, potentiellement du fait de différences de comportement chimiques au sein des organismes. En effet, certains métaux sont naturellement régulés par les organismes, le niveau mesuré ne reflète donc pas directement le niveau de contamination. Ces travaux permettent donc de mieux

comprendre les facteurs à l'origine des concentrations mesurées dans les organismes, et apportent de nouveaux éléments qui permettront d'utiliser par la suite les contaminants comme des traceurs des interactions trophiques, en parallèle des outils plus classiques, comme les isotopes stables ou les contenus stomacaux.

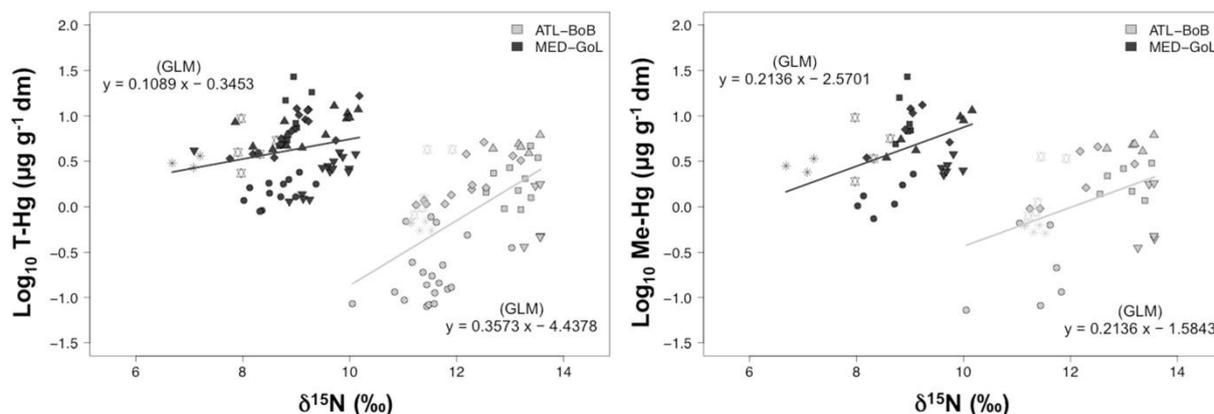


Figure 2.2.4. Comparaison de la bioaccumulation du mercure total (à gauche) et du méthylmercure (à droite) en Atlantique (symboles gris) et en Méditerranée (symboles noirs) en fonction de l'augmentation du rapport isotopique de l'azote ($\delta^{15}\text{N}$), pris comme proxy du niveau trophique. Les ordonnées à l'origine plus élevées en Méditerranée témoignent de concentrations plus élevées à la base des réseaux trophiques, du fait d'une biodilution plus faible dans ce système oligotrophe. La pente comparable entre les deux systèmes pour le MeHg témoigne au contraire de mécanismes d'accumulation comparables entre les deux systèmes.

2.2.2.2 Réponse trophique à l'hétérogénéité de l'habitat chez les requins

Bird CS, [...], Biais G, [...], Bouchoucha M [...], Chouvelon T [...], Cresson P [...], Kopp D [...], and Trueman C. 2018. A global perspective on the trophic geography of sharks. *Nature Ecol Evol* 2: 299–305. doi:10.1038/s41559-017-0432-z. [NB : Par commodité rédactionnelle, parmi les 70 auteurs, seuls le premier, le dernier et les chercheurs de l'Ifremer sont mentionnés ici].

Les requins représentent un groupe de prédateurs largement répandus dans tous les océans du globe, qui occupent plusieurs niveaux trophiques, et dont les changements d'abondance ont un effet majeur sur le fonctionnement de l'ensemble des écosystèmes marins. Il est donc crucial de comprendre les traits biogéographiques qui contrôlent leur alimentation. Cependant, suivre les mouvements alimentaires d'un groupe aussi mobile requiert un effort important, par exemple via la pose de marques satellites qui permettent de suivre les déplacements. En se basant sur les résultats d'un consortium international regroupant plus de 70 chercheurs, dont des collègues RBE/ HGS, STH et BE, et ODE/LERPAC, ce travail a permis d'utiliser les isotopes stables comme une approche plus simple pour identifier des patrons d'alimentation des requins, en comparant les signatures mesurées dans 114 espèces à celles issues d'un modèle biogéochimique prédisant la signature du phytoplancton à l'échelle du globe. Trois groupes ont pu être identifiés sur la base de ces travaux. Les requins océaniques ont une signature cohérente avec une alimentation sur des réseaux trophiques basés sur une production phytoplanctonique dans les zones comprises entre 30° et 50° de latitude, et ce quelle que soit la zone de capture des requins. Le deuxième groupe regroupe les espèces de petits requins côtiers qui montrent une cohérence isotopique avec la production locale de phytoplancton. Certains individus divergent cependant de ce patron puisque leur signature isotopique met en évidence une consommation additionnelle d'autres sources locales, aussi bien liées à la production primaire benthique qu'aux apports terrigènes. Enfin, les espèces profondes ne montrent pas de patron clair. Cela pourrait s'expliquer par la diagénèse de la matière organique durant sa sédimentation, qui modifie les

signatures isotopiques de la matière entrant dans les réseaux trophiques profonds. Ces résultats confirment les grandes capacités de déplacement de la plupart des espèces et pourraient avoir des implications en termes de gestion, notamment pour établir de nouvelles aires marines protégées dans les zones d'alimentation des requins. Ils confirment également l'importance de considérer l'hétérogénéité spatiale, y compris à large échelle, pour décrire l'écologie trophique des grands prédateurs marins. Un volet important de ce travail a par ailleurs porté sur la diffusion des connaissances, illustré par le document résumant les résultats pour le grand public, présenté ici dans sa version traduite en français (Fig. 2.2.5).

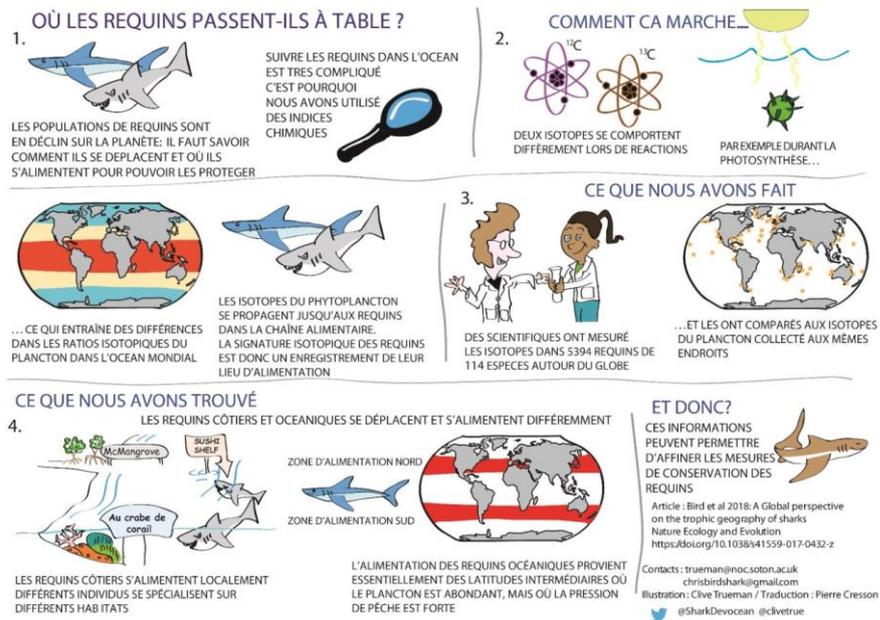


Figure 2.2.5. Synthèse « grand public » des résultats obtenus sur les mécanismes alimentaires des requins.

2.2.2.3 RESCAPE : Etude de la résistance bactérienne aux antibiotiques dans les poissons marins et connaissance de leur environnement (RESCAPE).

Le projet RESCAPE a démarré en 2017, sur un financement de l'appel à projet ECOANTIBIO (DG Alimentation), et est basé sur une collaboration avec le laboratoire de sécurité sanitaire des aliments de l'ANSES, Boulogne sur Mer. Il a initialement consisté en la collecte de merlans (418 individus au total) durant la campagne IBTS 2017, sur une zone couvrant la Manche Est et le sud de la Mer du Nord. Les résultats mettent en évidence des variations importantes des signatures isotopiques, avec des différences de plus de 3‰ pour le carbone et 5‰ pour l'azote à l'échelle de la zone, entre les valeurs minimales et maximales (Figure 2.2.6). Les valeurs les plus élevées en azote sont ainsi retrouvées le long des côtes belges et hollandaises, et pourraient refléter l'intégration d'apports d'azote anthropique, amenés à la mer via les grands fleuves dans la zone et déjà observées pour d'autres espèces. Pour le carbone, les valeurs plus faibles observées au nord sont également cohérentes avec des patrons déjà observés pour d'autres espèces de plus bas niveau trophique comme le hareng, qui pourraient représenter des proies pour le merlan. Les variations à plus fine échelle reflètent également des structures hydrodynamiques connues (fleuve côtier en Manche Est) ou des particularités topographiques (hauts fonds à l'est de l'Angleterre ou au niveau du Dogger Bank) qui pourrait contraindre l'alimentation du merlan ainsi que les zones connues de nurseries de cette espèce (à l'Est de la zone échantillonnée), où sont retrouvés les plus petits individus.

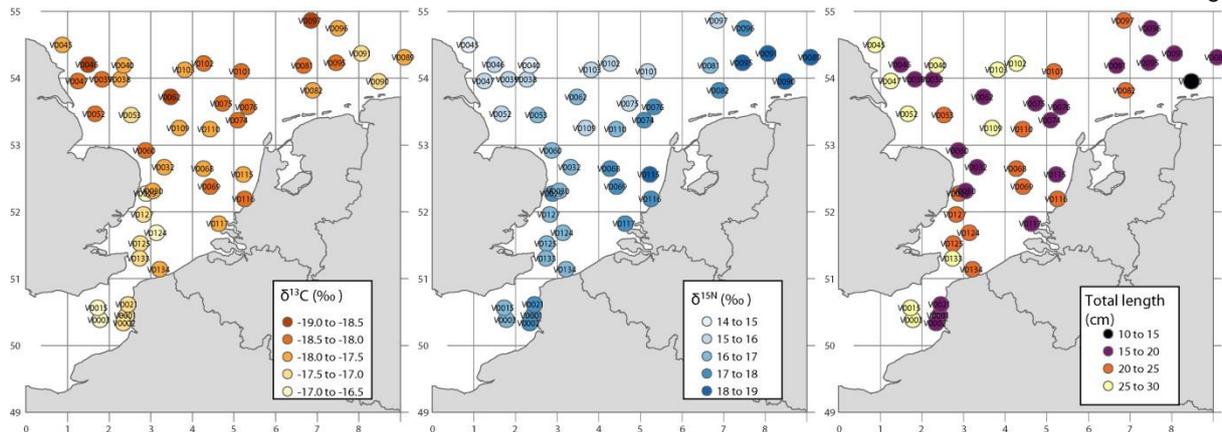


Fig. 2.2.6. Variation spatiale des signatures isotopiques en carbone ($\delta^{13}\text{C}$) et en azote ($\delta^{15}\text{N}$), et de la longueur totale des poissons collectés (de gauche à droite).

Par la suite, ces informations isotopiques seront converties en valeurs de niveau trophique et de pourcentage de contribution des sources benthiques, pélagiques et terrigènes puis comparées à la communauté bactérienne caractérisée par l'ANSES, pour comprendre les mécanismes à l'origine de la contamination. Ces données isotopiques spatialisées permettront également des travaux de cartographie isotopique ('*isoscape*') en collaboration avec d'autres laboratoires Ifremer ou à l'étranger.

2.2.2.4 Couplage benthopélagique dans l'écosystème Arctique vu par deux modèles trophiques emblématiques : le flétan de Groenland et les baleines blanches (*béluga*)

Giraldo C, Stasko A, Walkusz W, Majewski A, Rosenberg B, Power M, Swanson H, Reist JD. 2018. Feeding of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the Canadian Beaufort Sea. *J Mar Syst*, 183, 32-41. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2018.03.009>

Ces travaux ont permis de documenter les premiers schémas trophiques pour le flétan du Groenland dans la mer de Beaufort et le golfe Amundsen au Canada ($n = 269$). Des échantillons ont été collectés de 2012 à 2014 sur les pentes continentales supérieures (300–500 m) et inférieures (750–1500 m) et ont été analysés pour déterminer le contenu stomacal, les ratios isotopiques et les acides gras. Le contenu de l'estomac indique que *Boreogadus saida*, la morue arctique, est la principale proie ingérée dans la partie supérieure de la pente (50 - 94% de la biomasse totale), tandis que la limace gélatineuse (*Liparis fabricii*) et les zoarcidés (*Lycodes* spp.) dominent le régime sur la pente inférieure (17 - 62% de la biomasse totale). Les modèles de mélange isotopiques et les analyses des profils d'acides gras ont également permis de confirmer l'importance trophique des poissons benthopélagiques (*Liparis* spp., *B. saida*), et mettent en évidence un important chevauchement alimentaire entre les années et les deux catégories de profondeur. Le flétan du Groenland se caractérise par des plages relativement larges de $\delta^{13}\text{C}$ et de $\delta^{15}\text{N}$ (Figure 2.2.7), ce qui suggère l'utilisation de sources d'énergie pélagiques et benthiques et un régime piscivore. Les acides gras typiques des *Calanus* (*i.e.* 20:1n9) dominent les acides gras (> 20%) et confirment l'importance de la matière d'origine pélagique à la base du réseau trophique de cette espèce. Cette contribution mixte (benthique et pélagique) suggère que le flétan du Groenland joue un rôle majeur dans le couplage benthique-pélagique pour les communautés profondes (jusqu'à 1500 m) dans la mer de Beaufort.

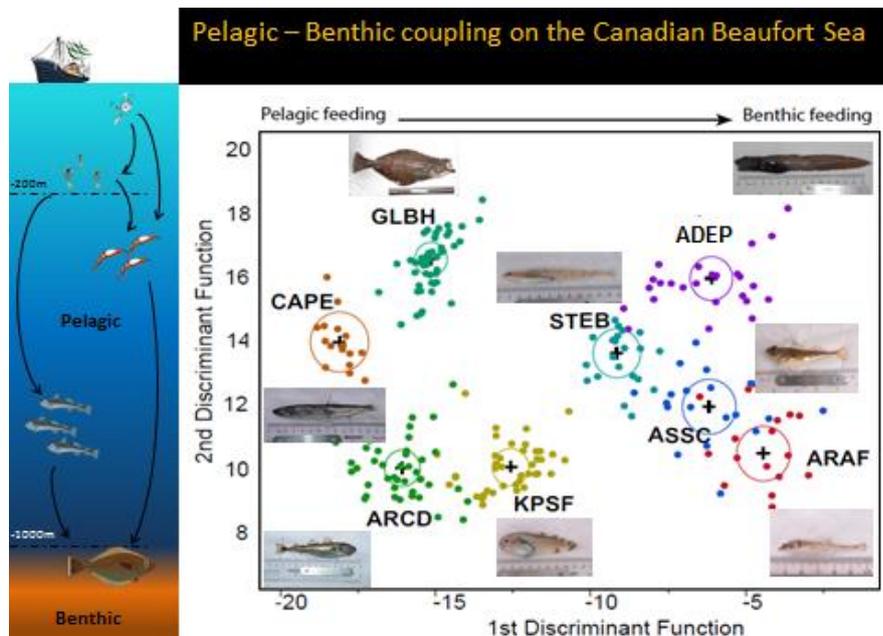


Fig. 2.2.7. Utilisation des acides gras pour discriminer la communauté de poissons présente entre 200 et 1500 m dans la mer de Beaufort et identifier les sources à la base du réseau trophique alimentant le flétan du Groenland (GLBH, vert foncé). Un gradient est clairement visible entre les espèces à préférence alimentaire pélagique et benthique.

Loseto LL, Brewster JD, Ostertag SK, Snow K, Macphee SA, McNicholl DG, Choy ES, Giraldo C, Hornby CA 2018. Diet and feeding observations from an unusual beluga harvest in 2014 in Ulukhaktok, Northwest Territories, Canada. *Arctic Sci*, 4, 421-431. <https://doi.org/10.1139/as-2017-0046>

Les bélugas (*Delphinapterus leucas*) de l'est de la mer de Beaufort sont une source importante de nourriture traditionnelle pour les Inuits des Territoires du Nord-Ouest Canadien. En 2014, plus de 30 bélugas ont été capturés à Ulukhaktok. Ceci constitue le premier événement de grande récolte jamais enregistré dans la région. Contrairement aux observations provenant de la surveillance de bélugas établie dans l'estuaire du Mackenzie, ces bélugas avaient de nombreuses proies dans leurs estomacs. Cette capture inhabituelle a donc permis de combiner les connaissances traditionnelles et locales de chasseurs de bélugas avec l'analyse d'estomacs disséqués afin d'identifier le régime et le comportement alimentaire des bélugas de l'Est de la Mer de Beaufort, et d'acquérir plus de connaissances sur les facteurs potentiels de cet événement. Les dissections d'estomacs ont révélé que le lançon (*Ammodytes* sp.) était la principale proie. Cette espèce représentait 90% des otolithes identifiés et était présente dans 92% des estomacs. La faible présence de morue arctique (*Boreogadus saida*), considérée comme une proie préférée, a soulevé des questions à propos de leur disponibilité/ accessibilité et à savoir si les autres options de proies peuvent supporter les besoins énergétiques des bélugas. Les détenteurs des connaissances traditionnelles et locales ont été témoins de comportements de recherche de nourriture, comme l'agrégation de bancs de poissons. Le recensement des connaissances traditionnelles des populations locales ont permis d'identifier l'évitement des sources sonores en raison de l'activité humaine, la présence d'orques et les changements de l'accessibilité des proies comme des facteurs potentiellement à l'origine de l'augmentation des observations de bélugas près d'Ulukhaktok.

2.2.2.5 Variation saisonnière et ontogénique des paramètres trophiques des principales espèces exploitées en Manche/Mer du Nord

Timmerman CA, Cresson P, Denamiel M, Marchal P. 2018. Variation saisonnière et ontogénique des paramètres trophiques des principales exploitées en Manche-Mer du Nord. Poster. 7^{èmes} rencontres de l'ichtyologie en France 27-30 mars, Paris.

Timmerman CA, Cresson P, Denamiel M, Marchal P. 2018. A multi-tissue approach for a better understanding of the ecology of commercial fish species. Poster. 11th International Conference on the Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies (ISOECOL), 30 juillet - 3 août. Viña del Mar, Chile

Le projet VARITROPH (FEAMP Mesure 28/FFP) évalue l'importance de l'ontogénie et de la saisonnalité sur les paramètres trophiques des principales espèces exploitées en Manche et dans le sud de la Mer du Nord. Les travaux menés en 2018 ont essentiellement consisté à la collecte des poissons lors de la campagne IBTS (janvier-février 2018) et via les pêcheurs professionnels au printemps et en été. Au laboratoire, les travaux réalisés se sont focalisés sur la dissection, la préparation et l'analyse des contenus stomacaux ainsi que la préparation et l'envoi des échantillons pour analyse isotopique. Le nombre total de poissons collectés et disséqués est détaillé dans la section « Observations en soutien aux activités de recherche ». Ces travaux sont toujours en cours et se poursuivrons en 2019. Les premiers résultats obtenus sur 248 contenus stomacaux de merlan (124 en hiver et 124 en automne) confirment la piscivore du merlan (Figure 2.2.8) puisque des restes de poissons sont retrouvés dans plus d'un estomac sur deux (pourcentage d'occurrence de 57%). Les crustacés sont également une proie importante vu qu'ils sont retrouvés dans environ 40% des estomacs. L'analyse de l'alimentation selon les différentes classes de taille montre un changement de l'alimentation avec la taille. La piscivorie est principalement retrouvée pour les plus grandes classes de taille alors que les plus petites classes de taille consomment principalement des crustacés pélagiques. La variation de l'alimentation avec la taille confirme qu'il est important de prendre en compte l'ensemble de la gamme de taille et pas uniquement les individus de taille moyenne pour décrire précisément l'alimentation d'une espèce. L'analyse à venir des rapports isotopiques de ces individus permettra de mieux préciser les différences d'intégration de la matière organique, et la composante individuelle de l'alimentation.

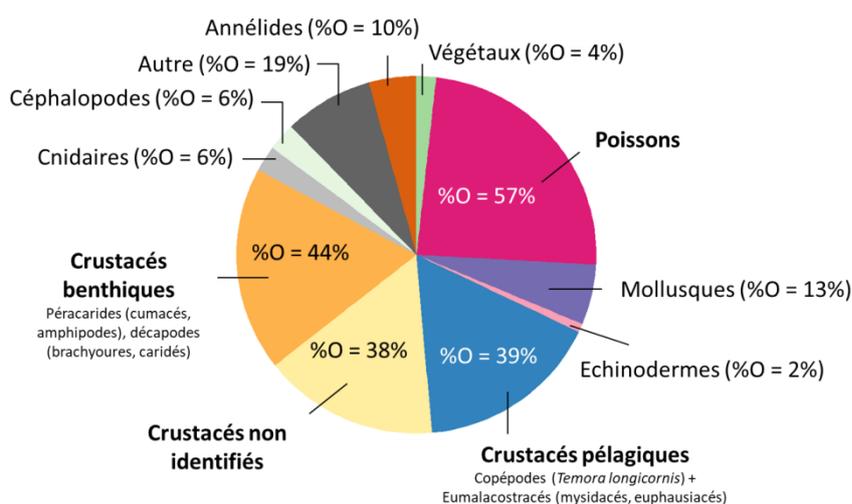


Figure 2.2.8. Répartition des proies dans les estomacs de merlan, exprimés en pourcentage d'occurrence. Un estomac contenant plusieurs proies, la somme des pourcentages d'occurrence représente plus de 100%. Les pourcentages d'occurrences pour chaque groupe de proies ont donc été ramenés à 100% pour la représentation graphique.

2.2.3. Dynamique spatio-temporelle du réseau trophique

2.2.3.1. Sensibilité des indicateurs OSPAR à l'installation d'une ferme éolienne estimée à partir d'un modèle de réseau trophique côtier

Raoux A, Lassalle G, Pezy JP, Tecchio S, Safi G, Ernande B, Maze C, Le Loc'h F, Lequesne J, Girardin V, Dauvin JC, Niquil N. 2019. Measuring sensitivity of two Ospar indicators for a coastal food web model under Offshore Wind Farm construction. *Ecol Indic*, 96: 728-738 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.014>

Une combinaison de différents outils de modélisation a été utilisée pour simuler les impacts de la construction de la future ferme éolienne offshore de Courseulles-sur-mer (Baie de Seine, France) sur la structure et le fonctionnement de l'écosystème. Des modèles du réseau trophique sous 3 scénarios ont été développés afin d'étudier les effets de la ferme éolienne liés à l'addition de substrat (effet récif), aux restrictions de pêche (effet réserve) ou à leur combinaison. Les indices d'Analyse de Réseaux Ecologiques (ENA) et de Niveau Trophique Moyen (MTL) ont été calculés afin de considérer leur pertinence pour détecter les changements d'état d'écosystème générés. Nos résultats suggèrent des changements de la structure et du fonctionnement du réseau trophique après la construction de la ferme éolienne, une augmentation de la maturité du réseau mais pas d'altération de sa capacité de résilience globale (Figure 2.2.9).

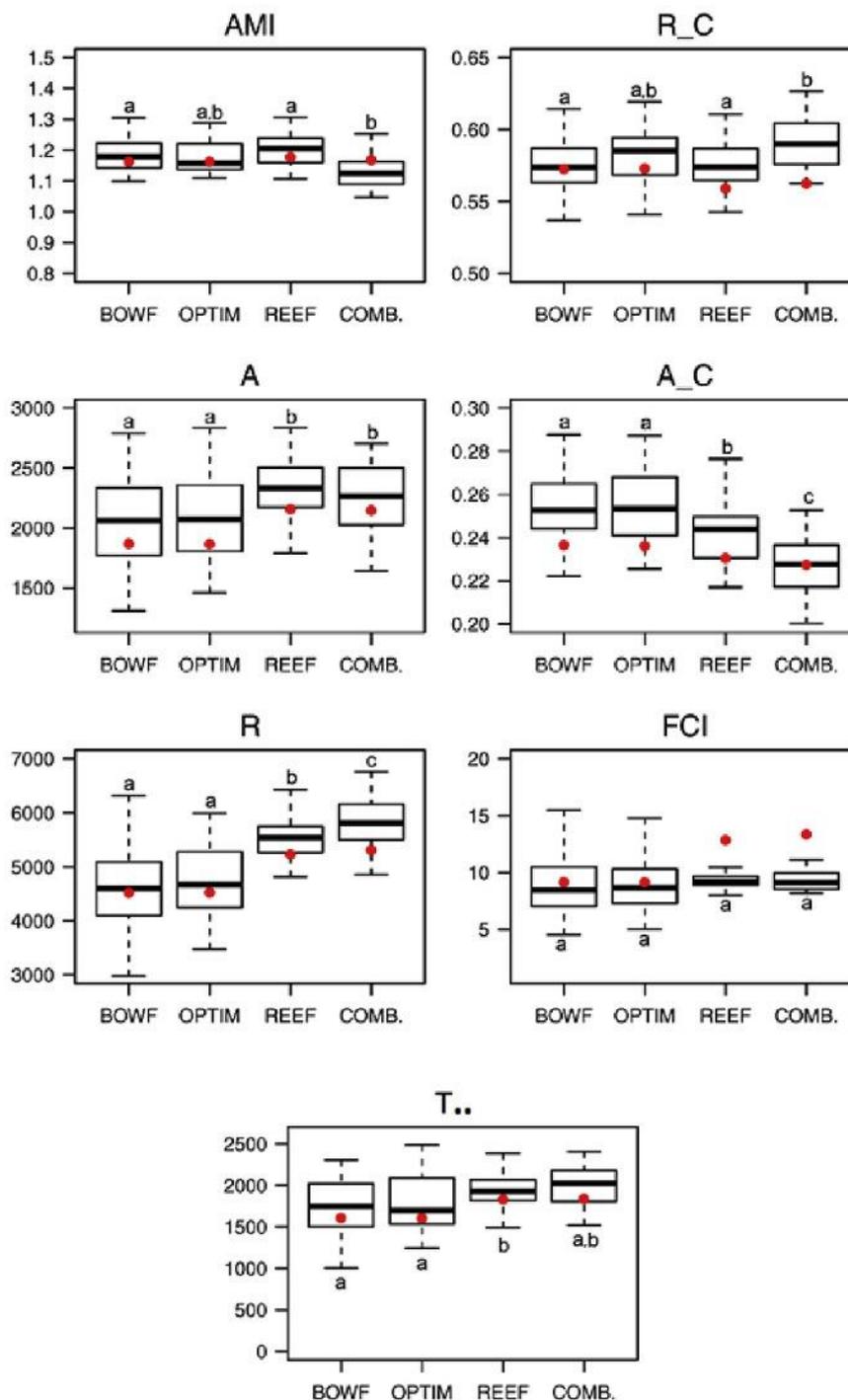


Figure 2.2.9. Boîtes à moustaches des indices ENA (AMI: Average Mutual Information; R/C: relative redundancy; A: ascendancy; A/C: relative Ascendancy; R: redundancy; FCI: Finn's Cycling Index; T.: Total system Throughput) issus des modèles de réseau trophique de type ECOPATH pour les différents scénarios (BOWF = avant implantation de la ferme éolienne, REEF = effet récif de la ferme éolienne, OPTIM = effet réserve, COMB = effets récif et réserve combinés). Les boîtes à moustaches donnent la distribution des valeurs de chaque indice obtenues en sortie de modèle suite à une procédure de rééchantillonnage des données en entrée en prenant en compte leur incertitude. Le point rouge donne la valeur de l'indice en sortie du modèle de départ, la barre horizontale la médiane de la distribution, les extrémités de la boîte les quartiles inférieur et supérieur et les moustaches les valeurs

extremes. Les scénarios pour lesquels la différence de distribution de l'indice est significative ($p < 0.05$) sont indiqués par des lettres différentes (a, b et c).

2.2.3.2 Une analyse de sensibilité du modèle Atlantis-EEC ; Post doctorat de Chloé Bracis

L'une des principales limites des modèles d'écosystèmes complexes, et du modèle Atlantis-EEC en particulier, est l'absence d'une méthode systématique pour calibrer la quantité importante de paramètres et la méconnaissance de la manière dont l'incertitude des paramètres détermine la réponse du modèle. L'objectif principal de ce projet postdoctoral est de relever ce double défi. Les travaux menés jusqu'à présent ont été axés sur une analyse de sensibilité du modèle Atlantis-EEC (Girardin et al., cf. rapport de l'unité HMMN 2017). La première étape consistait à déterminer lequel des milliers de paramètres du modèle Atlantis devait être inclus dans l'analyse de sensibilité. Étant donné le double objectif d'utiliser l'analyse de sensibilité pour éclairer la calibration automatique et de mettre en évidence les principaux paramètres sensibles du modèle Atlantis, nous avons décidé de nous concentrer sur les paramètres les plus fréquemment modifiés durant la calibration : ceux qui régissent la croissance, la mortalité et le recrutement. 588 paramètres régissent ces trois processus dans le modèle. Afin de réduire encore le nombre de paramètres à tester, nous avons évalué différentes méthodes dont, (i) le déplacement synchrone de paramètres fortement corrélés, (ii) l'utilisation de fonctions pour représenter les paramètres structurés par âge avec un seul hyper-paramètre, et (iii) en conservant uniquement les paramètres de mortalité non nulle dans notre analyse, réduisant ainsi le nombre de paramètres à 90. Nous avons examiné les méthodes d'analyse de sensibilité utilisées pour analyser un grand nombre de paramètres et avons décidé d'appliquer la méthode de criblage de Morris. Les limites des paramètres pour l'analyse sont définies à partir de données d'évaluations de stock, d'avis expert et d'autres modèles. L'ensemble des simulations sont réalisées sur le calculateur Datarmor via l'utilisation de machine virtuelle Docker. D'après les résultats préliminaires, les paramètres qui influencent la biomasse d'un groupe ont tendance à être les paramètres liés au groupe, à la productivité primaire et aux prédateurs supérieurs. De plus, il y a généralement une forte interaction/effets non linéaires combinés aux effets principaux (Fig. 2.2.10).

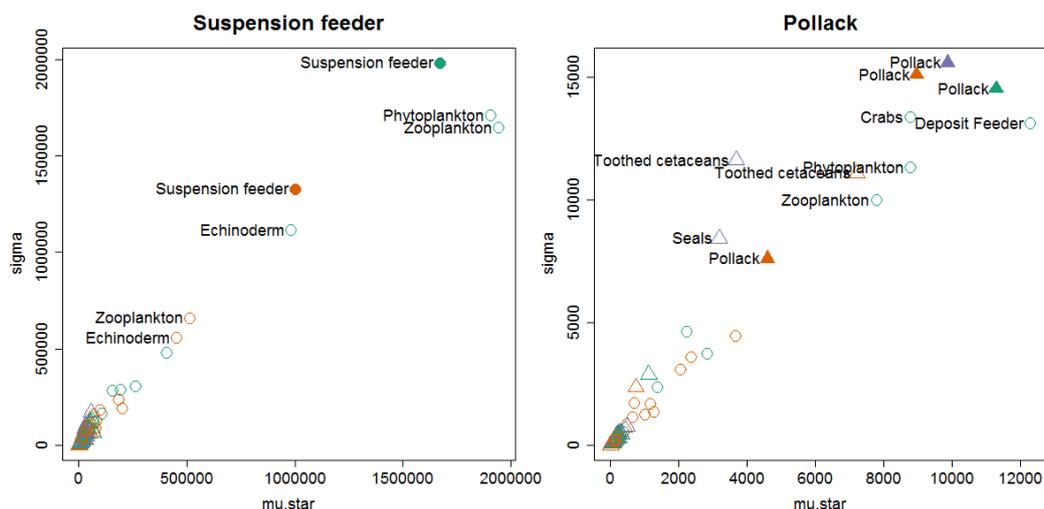


Fig 2.2.10. Résultats préliminaires de l'analyse de sensibilité pour deux groupes de modèles, les suspensivores (Suspension feeder, à gauche) et le lieu jaune (Pollack, à droite). L'axe des abscisses (mu.star) montre la valeur absolue des principaux effets élémentaires, ou l'intensité de l'impact du paramètre sur la biomasse résultante du groupe, et l'axe des ordonnées (sigma) montre l'intensité de l'interaction et/ou les effets non linéaires du paramètre. Type de paramètre indiqué par couleur : croissance (vert), recrutement (violet) et mortalité (orange), et type de groupe par forme : invertébré (cercle) et vertébré (triangle).

2.2.3.3. La crevette grise (*Crangon crangon*), sentinelle d'un écosystème estuarien. Cas de l'estuaire de Seine

Castiglione, J., Dubroca, L., Paul, C., Schlaich, I., Lefrancois, T., Balay, P., Vogel, C. Brown shrimp (*Crangon crangon*) as sentinel of estuarine ecosystem. A case study in the Seine estuary, France. *ICEC 2018 - 6th International Conference on Estuaries and Coasts : "Estuaries and Coasts in times of Global Change"*. 20-23 August 2018, Caen.

La crevette grise est une espèce emblématique de l'estuaire de Seine, ayant fait l'objet d'une pêche commerciale très importante jusque dans les années 1960. L'abondance de l'espèce a depuis fortement chuté et les raisons de cette disparition restent à élucider. Dans le cadre du projet NOURSEINE (AO FEAMP 2017-2020), la série historique de suivi des espèces halieutiques de l'estuaire de Seine et de la baie de Seine orientale (1995-2002, 2008-2010 et 2017) a été exploitée en s'intéressant à cette espèce en particulier. La dynamique spatio-temporelle des communautés benthodémersales de la zone a été étudiée en prenant en compte les principaux facteurs environnementaux structurant le fonctionnement estuarien et marin. Pour affiner le diagnostic sur la dynamique spatio-temporelle des communautés, la zone d'étude a été divisée en 5 sous-espaces distincts basés sur une classification hiérarchique des assemblages d'espèces. Les résultats obtenus par la méthode STATICO montrent une structuration spatiale liée au gradient côte-large, les communautés estuariennes et marines étant caractérisées par des conditions opposées de salinité (faible en estuaire, forte en milieu marin) et de niveau de production primaire (fort en estuaire, faible en milieu marin), avec une zone de transition marquée par des caractéristiques environnementales moyennes (**Fig 2.2.11 et Fig 2.2.12**). Dans ce contexte, la crevette est associée aux espèces benthodémersales et non aux espèces benthiques, ce qui reflète sa position complexe au sein du réseau trophique de l'estuaire. Enfin, les résultats obtenus font apparaître l'année 2010 comme une année « moyenne » en termes de conditions environnementales, ce qui a été également identifié dans d'autres travaux menés en estuaire de Seine (Muntoni, com.pers.).

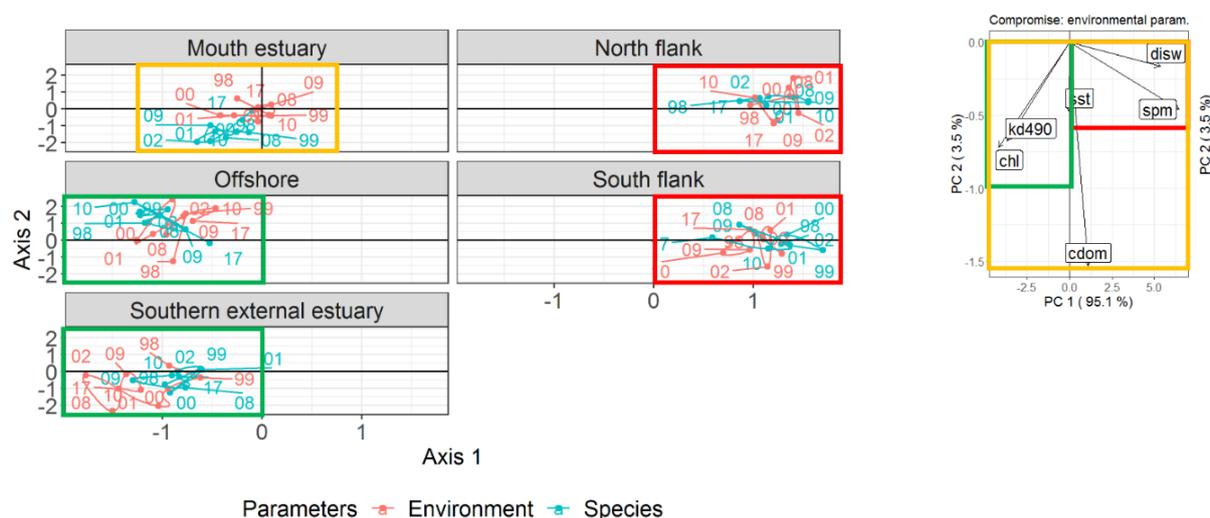


Fig 2.2.11. Trajectoire temporelle (à gauche) des assemblages d'espèces au sein des cinq sous-zones constituant l'aire de suivi des campagnes NOURSEINE et paramètres environnementaux structurant la réponse spatio-temporelle des assemblages d'espèces (à droite). Les cadres de couleur jaune, verte et rouge permettent d'identifier quels sont les principaux facteurs environnementaux influençant la dynamique d'une zone donnée.

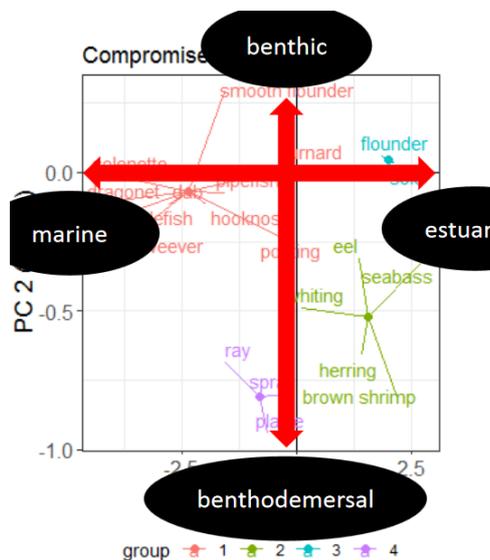


Fig 2.2.12. Principaux assemblages d'espèces identifiés par l'analyse STATICO. La crevette grise (« brown shrimp ») apparaît dans le groupe vert, au sein des espèce benthodémersales de zones estuariennes.

2.2.4 Les observations en appui aux travaux de recherche

Projet	Type d'échantillon	Matrice analytique	Type d'analyse	Nombre
CAPES & APOSTROPH	Poissons (merlan et bar)	Muscle, foie, cœur	Isotopes stables	351
CAPES & APOSTROPH	Poissons (bar)	Contenus stomacaux	Contenus stomacaux	77
CAPES & APOSTROPH	Invertébrés benthiques (135 espèces)	Muscle ou équivalent	Isotopes stables	1 705
VARITROPH	Poissons (Merlan, plie, maquereau, sole)	Muscle, foie, cœur	Isotopes stables	1 000
VARITROPH	Invertébrés benthiques (9 espèces)	Muscle ou équivalent	Isotopes stables	186
VARITROPH	Poissons (Merlan, maquereau)	Contenus stomacaux	Contenus stomacaux	265
RECOMANCHE	Poissons (chinchard)	Contenus stomacaux	Contenus stomacaux	10

2.2.5 Contribution aux avis/expertise

Pas d'activités d'expertise spécifiquement positionnées sur le Thème 2 en 2018.

2.3 THEME3 : FLOTTILLES, EXPLOITATION ET SCENARIOS DE GESTION

Suite au projet déposé dans le cadre de son évaluation par l'AERES, le Thème 3 de l'Unité HMMN a depuis 2013 été structuré en quatre axes de recherche :

- Axe 3.1 : Méthodes d'évaluation et de diagnostic des ressources halieutiques;
- Axe 3.2 : Dynamique spatio-temporelle des flottilles;
- Axe 3.3 : Evaluation de stratégies/scénarios de gestion conventionnelle;
- Axe 3.4 : Gestion spatialisée et Aires Marines Protégées

En 2018, l'Unité HMMN s'est investie dans les quatre axes sous la forme de projets de recherche et collaborations internationales, Sections 2.3.1 à 2.3.4, d'actions de production de données que l'équipe a fortement contribué à organiser, Section 2.3.5, et d'expertises (évaluation des stocks, appui à l'administration et à la profession), Section 2.3.6. Les travaux en évaluation des stocks menés dans le cadre de l'Axe 3.1 se sont concentrés sur l'évaluation des stocks de bivalves (pétoncle et peigne) et de concombre de mer dans les eaux franco-canadienne autour de Saint-

Pierre et Miquelon (Section 2.3.1.1). Les travaux de recherche en dynamique des flottilles menés dans le cadre de l'Axe 3.2 se sont orientés vers la comparaison de l'impact de règle de gestion conventionnelle (quota) et spatialisée (crédit habitat) sur le comportement de pêche (Section 2.3.2.1). L'unité s'est principalement investie dans l'axe 3.3 en évaluant l'impact de la nouvelle réglementation d'obligation de débarquement sur l'ensemble de l'écosystème au moyen du modèle Atlantis et d'une approche multi-modèle (Section 2.3.3.1 & 2.3.3.2). Dans le cadre d'une collaboration internationale, l'unité a contribué à l'Axe 3.4 en participant à l'étude de l'impact de l'acidification des océans, de l'implantation d'aires marines protégées et de la pression de pêche sur les écosystèmes marins du globe (Section 2.3.4.1). Nous présentons ci-dessous les activités et résultats les plus marquants pour le Thème 3.

2.3.1 Méthodes d'évaluation et de diagnostic des ressources

2.3.1.1. *Evaluation des stocks de pétoncle d'Islande Chlamys islandica, peigne du Canada Placopecten magellanicus et concombre de mer Cucumaria frondosa du gisement du banc de Saint-Pierre.*

Foucher Eric (2018). Evaluation des stocks de pétoncle d'Islande *Chlamys islandica*, peigne du Canada *Placopecten magellanicus* et concombre de mer *Cucumaria frondosa* du gisement du banc de Saint-Pierre (subdivision 3Ps de l'OPANO). Résultats de la campagne de prospection SPM2017-Hal (14 au 24 août 2017). Rapport intermédiaire. <https://doi.org/10.13155/55528>

L'évaluation des stocks de pectinidés (Pétoncle d'Islande *Chlamys islandica* et Peigne du Canada *Placopecten magellanicus*), ainsi que du concombre de mer *Cucumaria frondosa* a été effectuée en août 2017, dans les eaux franco-canadiennes de la boîte à pétoncles au sud-ouest de l'archipel de Saint-Pierre et Miquelon d'une part, et dans la partie sud de la ZEE saint-pierraise dite du « Tuyau » d'autre part. Pour cela, une prospection directe, basée sur un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié dans la boîte à pétoncle et un plan d'échantillonnage systématique dans le « Tuyau », a été menée à bord de l'Antéa, navire de recherche de la Flotte Océanographique Française. Bien que des conditions météorologiques difficiles aient perturbé la campagne, 80 points d'échantillonnage ont été réalisés. L'analyse de ces données permet de conclure à une légère diminution de la biomasse exploitable de pétoncles d'Islande par rapport à la dernière évaluation française de 2011, en particulier dans la partie canadienne. Le stock de peignes du Canada montre par contre une légère augmentation (Figure 2.3.1). La répartition de ces deux espèces est assez disparate : l'essentiel du stock de pétoncles d'Islande se trouve en zone canadienne, tandis que la presque totalité du peigne du Canada se situe dans les eaux françaises. Ces deux espèces de pétoncles sont par ailleurs très peu présents dans le « Tuyau », à l'exception d'un seul point présentant des densités élevées de *Placopecten*. Une biomasse exploitable d'holothuries *Cucumaria frondosa* est confirmée, aussi bien dans la boîte à pétoncle, notamment dans la zone française, que dans la « Tuyau ». La méconnaissance totale de la dynamique de ce stock doit cependant inciter à envisager une exploitation modérée de cette espèce.

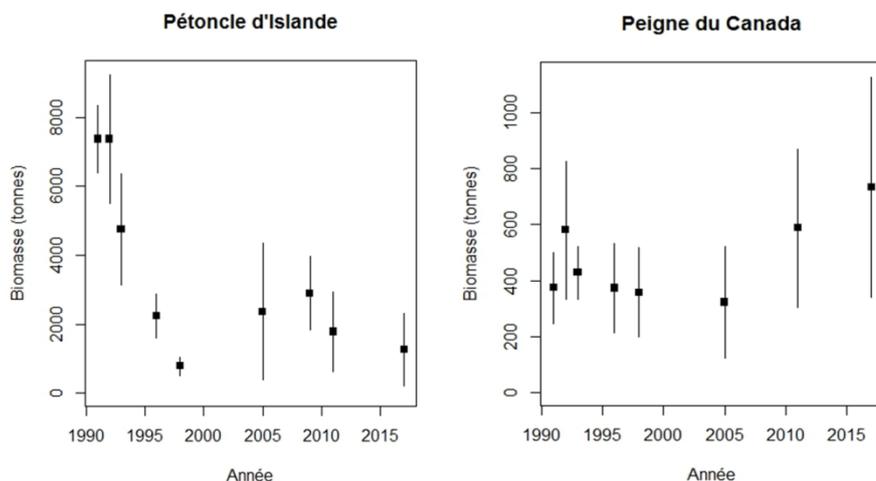


Figure 2.3.1. Evolution des biomasses de pétoncle d'Islande et du Peigne du Canada de 1991 à 2017 (valeurs moyennes et intervalles de confiance).

2.3.2 Dynamique spatio-temporelle des flottilles

2.3.2.1. Exploration d'une approche par crédits d'habitat pour réguler l'impact benthique de pêcheries mixtes (Projet FP7 VECTORS).

Batsleer, J., Marchal, P., Vaz, S., Vermard, Y., Rijnsdorp, A.D., and Poos, J.J., 2018. Exploring habitat credits to manage the benthic impact in a mixed fishery. *Marine Ecology Progress Series*, 586, 167-179.

Nous avons exploré la capacité de mesures combinant quotas de pêche et crédits d'habitat à gérer durablement l'exploitation d'un mélange d'espèces démersales, tout en réduisant l'impact benthique des pêcheries, en utilisant une approche méthodologique basée sur un modèle dynamique de variables d'état (DSVM). Le modèle a été paramétré pour les pêcheries mixtes démersales de Manche orientale équipées de chaluts ou de dragues. Différentes espèces cibles sont associées à différents habitats cibles. La limitation des quotas de capture de plie et de cabillaud n'a qu'un effet réduit sur la dynamique des flottilles et donc sur l'impact benthique, sauf lorsque ces quotas sont à un niveau très bas, forçant alors les bateaux de pêche à rester à quai (Figure 2.3.2). Les crédits d'habitat peuvent réduire la pression exercée par les pêcheries chalutières sur le benthos sans compromettre substantiellement les débarquements et le chiffre d'affaire. En effet, les bateaux ont la possibilité d'exploiter des zones de pêche moins vulnérables, ce qui leur permet de pêcher leur quota et de maintenir leur revenu à un niveau acceptable. Ce n'est que lorsqu'ils sont extrêmement bas que les crédits d'habitat peuvent contraindre les activités de pêche à un niveau tel que les flottilles n'ont plus la possibilité de pêcher leur quota d'espèces cibles.

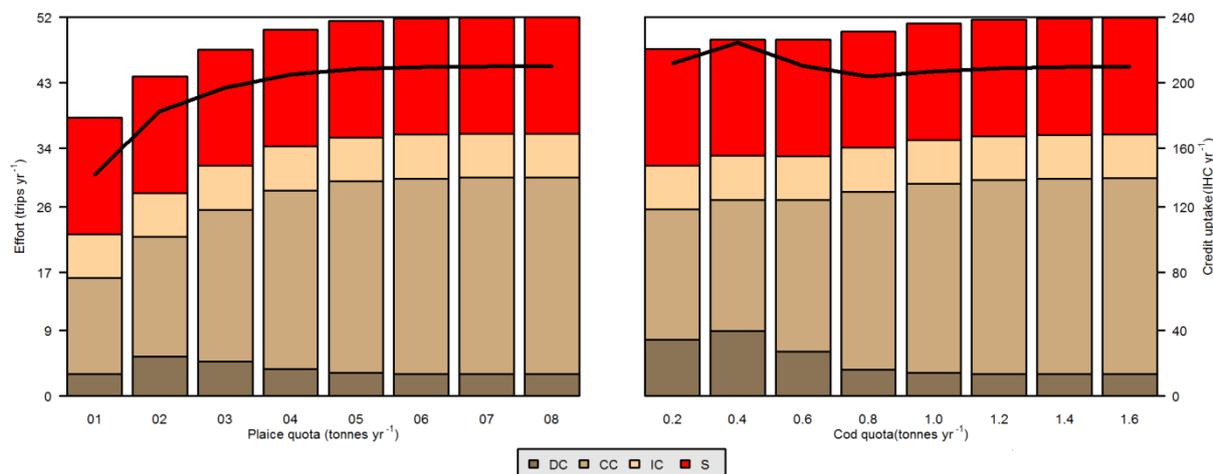


Figure 2.3.2. Nombre moyen de marées annuelles par type de substrat (DC = grossier profond, CC= grossier circa-littoral, IC= grossier infralittoral et S = sédiment meuble), en fonction du quota de plie (gauche) et de cabillaud (droite). La courbe noire représente l'impact benthique moyen (consommation de crédits d'habitat).

2.3.3 Evaluation de stratégies/scénarios de gestion conventionnelle

2.3.3.1. Impact d'une obligation de débarquement: Considération des incertitudes autour des flux de rejets et leur consommation dans l'évaluation de l'impact de l'Obligation de Débarquement sur l'écosystème de la Manche Est ; stage de fin d'étude d'Ingénieur Halieutique de Sophie Leforestier encadrée par Marie Savina-Rolland et Raphaël Girardin

Le modèle écosystémique Atlantis Manche Est est utilisé dans le cadre du programme de recherche européen Discardless visant à évaluer l'impact de l'Obligation de Débarquement sur le réseau trophique. L'objectif de cette étude est d'analyser la sensibilité de ce modèle à deux sources d'incertitudes ; la première rattachée à la consommation des rejets par les groupes de nécrophages et la seconde liée au flux de rejets entrant dans le système. D'après les résultats, le modèle s'avère être peu sensible aux variations des paramètres de préférence alimentaire envers les rejets. La sensibilité du modèle est plus marquée lorsque le flux de rejets est augmenté, non pas par l'accroissement des taux de rejets des espèces, mais par l'ajout d'une mortalité additionnelle sur les groupes d'invertébrés non commerciaux, jusque-là non prise en compte dans le modèle. L'application d'un scénario « 0 rejet » sur le système n'a pas engendré de changements notables, du fait de la très faible biomasse de rejets dans le système et de sa faible contribution dans le régime alimentaire des nécrophages. L'effet de l'arrêt des rejets se révèle toutefois plus important dans le cas d'un écosystème plus dépendant aux rejets (Figure 2.3.3).

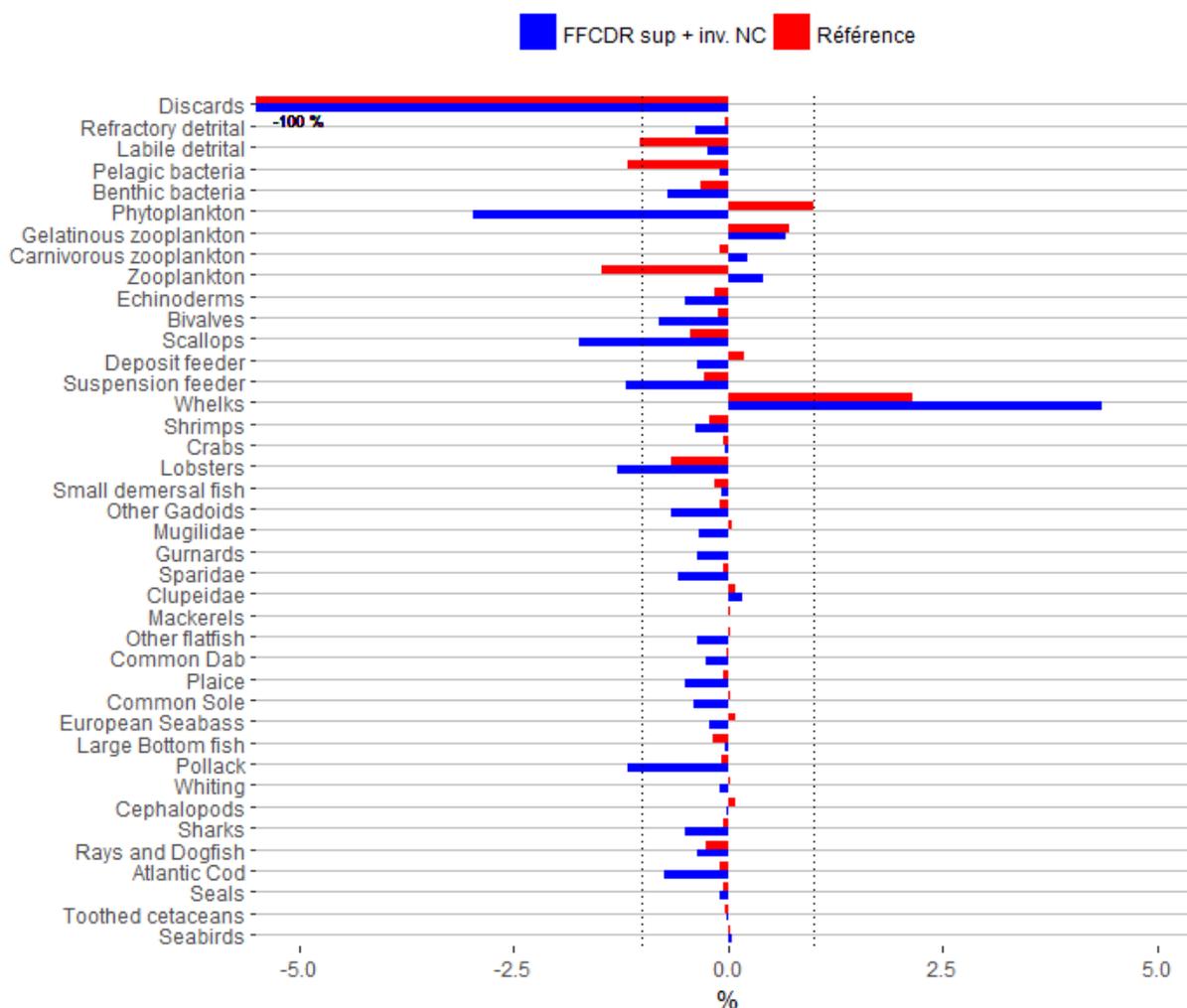


Figure 2.3.3. Variations relatives de biomasse des groupes fonctionnels dues à l'application du scénario « 0 rejet » sur la simulation de référence (rouge) et sur la simulation « FFCDR sup + inv. NC » (bleu) dans laquelle la dépense au rejet de la matrice de disponibilité est augmentée et les rejets d'invertébrés non commerciaux sont pris en compte. Les deux lignes verticales en pointillés représentent les seuils en deçà desquels les changements ne sont pas considérés (i.e. +/- 1% par rapport à la simulation de référence).

2.3.3.2. Impact d'une obligation de débarquement sur les nécrophages marins

Depestele Jochen, Feekings Jordan, Reid David G, Cook Robin, Gascuel Didier, Girardin Raphaël, Heath Michael, Hervann Pierre-Yves, Morato Telmo, Soszynski Ambre, Savina-Rolland Marie (2018). The Impact of Fisheries Discards on Scavengers in the Sea . In The European Landing Obligation, S. S. Uhlmann et al. (eds.), 2018. ISBN 978-3-030-03307-1 ISBN 978-3-030-03308-8 (eBook) <https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8.Chap.7>, pp.129-162 (Springer Nature) . <https://archimer.ifremer.fr/doc/00473/58436/>

Un nécrophage est un animal qui se nourrit sur des animaux morts (carrion) qu'il n'a pas tué lui-même. Les rejets de pêche sont souvent perçus comme une importante source de nourriture pour les nécrophages marins et la diminution des rejets résultants de la mise en place de l'obligation de débarquement pourrait affecter leurs populations. La littérature sur la nécrophagie dans les écosystèmes marins est considérable, en raison de son importance dans l'écologie trophique de nombreuses espèces. Bien que les rejets font partie intégrante des sources de nourritures de ces espèces, peu d'espèces peuvent être uniquement dépendante du carrion (incluant les rejets). Les modèles écosystémiques ont prédit que les rejets contribuaient très faiblement au régime alimentaire des nécrophages à l'échelle régionale. Une réduction des rejets causée par l'obligation de débarquement pourrait affecter les populations de quelques

espèces dans certaines zones, mais généralement cela est très peu probable que ce soit le cas (Figure 2.3.4). Cependant il est difficile d'identifier qu'elle pourrait être l'importance réelle des rejets pour les nécrophages, en raison de leur diversité taxonomique et de la variabilité de leur rôle en tant que nécrophage dans le réseau trophique.

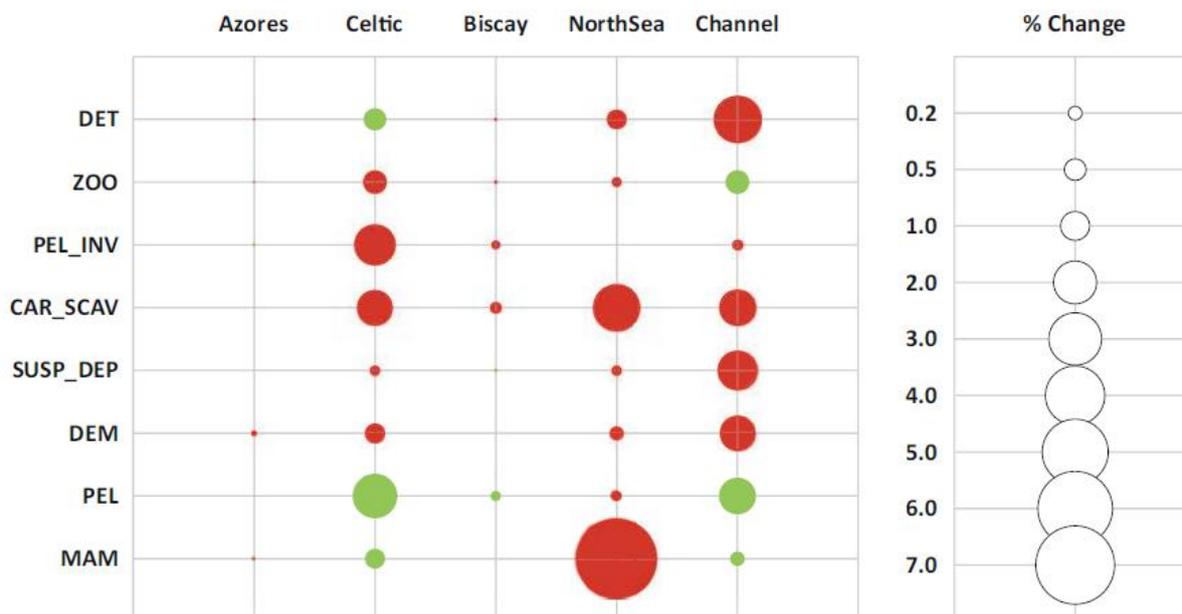


Figure 2.3.4. Pourcentage de variation de la biomasse de groupes fonctionnelles agrégés entre le scénario « Pas de Rejets » et le scénario de référence « Rejets statu quo ». Les données sont présentées en valeur absolue colorées en rouge pour les variations négatives et en vert pour les variations positives. La taille des cercles est proportionnelle au pourcentage de changement absolu de biomasse. Groupes fonctionnelles agrégés : DET : détritius, ZOO : zooplancton, PEL_INV : invertébrés pélagiques, CAR_SCAV : Benthos carnivores et nécrophages, SUSP_DEP : Benthos dépositivores et filtreur, DEM : poissons démersaux and benthopélagiques, PEL : poissons pélagiques, MAM : mammifères.

2.3.4 Gestion spatialisée et aires marines protégées

2.3.4.1. Impact de l'acidification des océans, des aires marines protégées et des modifications de la pression de pêche.

Olsen Erik, Kaplan Isaac C., Ainsworth Cameron, Fay Gavin, Gaichas Sarah, Gamble Robert, Girardin Raphael, Eide Cecilie H., Ihde Thomas F., Morzaria-Luna Hem Nalini, Johnson Kelli F., Savina-Rolland Marie, Townsend Howard, Weijerman Mariska, Fulton Elizabeth A., Link Jason S. (2018). Ocean Futures Under Ocean Acidification, Marine Protection, and Changing Fishing Pressures Explored Using a Worldwide Suite of Ecosystem Models. *Frontiers In Marine Science*, 5(64), 23p. Publisher's official version: <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00064> , Open Access version: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00428/53948/>

La gestion écosystémique des océans prend en considération l'ensemble des usages et des pressions sur les systèmes marins et côtiers. Dans les années récentes, de plus en plus d'intérêt à l'égard des outils d'appui à la gestion écosystémique permettant de tester différentes options de gestions et aidant à l'identification de compromis entre les différentes activités humaines. Les plateformes de modélisation « End-to-end » des écosystèmes qui prennent en compte un grand nombre d'options de gestion sont des outils permettant de fournir des solutions intégrées au complexe problème de la gestion des océans. Ici, nous profitons des avancés de la modélisation écosystémique pour explorer un ensemble d'outils et difficultés, utilisés et

individuelles de chaque groupe fonctionnel, et les cercles noirs la réponse moyenne. Les réponses des groupes fonctionnelles supérieures à 1.0 sur l'axe des y (i.e., doubler la biomasse) sont indiqués par du texte en noir.

2.3.5 Les observations en appui aux travaux de recherche

Organisation des flux de données au niveau européen

Groupe de Travail PGDATA

Le groupe de travail PGDATA du CIEM est un groupe travaillant sur les thématiques liées à la qualité de données halieutiques (PGDATA). Cette thématique est traitée par l'IFREMER au sein du SIH pour la gestion des bases de données et par CREDO pour les questions relatives à la qualité des données (échantillonnages, détection d'outliers...). La participation à ce groupe permet de suivre cette thématique à l'échelle européenne. Pour la mise en place du format d'échange de données pour les bases de données régionales, nous sommes moteurs dans l'implémentation du nouveau format et des méthodes de traitement associées (voir le dépôt <https://github.com/ldb/fishPifct>). Un cadre de l'unité HMMN a été nommé chairman du groupe PGDATA pour la période 2017-2019, et un autre cadre HMMN nommé chairman du groupe de statisticiens travaillant sur l'optimisation de l'échantillonnage (WKCOSTBEN) en lien avec PGDATA.

Groupe de Travail RCM NSEA

Le groupe de travail RCM NSEA (Regional Coordination meeting of the North Sea) du CIEM est un groupe travaillant sur la coordination de la collecte de données prévue dans la DCF au niveau de la zone Manche, Mer du Nord. Ce groupe propose la mise en place de zones d'échantillonnage régional afin d'évaluer la faisabilité de mettre en place des plans d'échantillonnage internationaux et non-plus nationaux afin de mutualiser les efforts entre les différents états membres. Ce groupe se réunit une fois par an et l'IFREMER joue un rôle actif dans l'élaboration de ces nouveaux plans d'échantillonnage. Un cadre de l'unité HMMN participe à ce groupe de travail ainsi qu'au groupe LM (Liaison Meeting) qui regroupe l'ensemble des agents impliqués dans les différents RCMs.

Projet FishPi²

Le projet FishPi² a été proposé en 2017 en réponse à un appel à projets de la commission européenne (référence MARE/2016/22). FishPi² fait suite au projet FishPi (2015-2016, MARE/2014/19) et a été approuvé à financement en décembre 2017 pour une durée de 15 mois. Comme FishPi, il est coordonné par une équipe du laboratoire marin d'Aberdeen (Ecosse) dans un consortium comprenant 50 scientifiques de 14 instituts et universités européens. L'objectif du projet est de renforcer la coopération régionale dans le domaine de la collecte de données sur les pêches, dans le cadre du règlement collecte des données (EU Multi-Annual Programme). Les objectifs spécifiques du projet sont de développer des critères objectifs pour identifier les pêcheries adaptées à un échantillonnage coordonné au niveau régional (tâche 2), tester un plan d'échantillonnage régional en condition opérationnelle, en suivant les recommandations formulées par le projet FishPi sur deux cas d'étude (tâche 3). Le projet inclut l'organisation de la collecte et du traitement des données concernant l'impact des pêcheries sur l'écosystème et sur les ressources (tâche 4), le développement des approches régionales pour la collecte des données des pêches côtières et des pêches récréatives (tâche 5). Le projet doit également faciliter la coopération entre les Etats membres dans l'évaluation de la qualité des données au niveau national et régional (tâche 6), notamment les données contenues dans une base régionale qui

sera développée dans la tâche 3. Les autres tâches sont le développement de pré-requis pour un travail efficace dans les Regional Coordination Groups (RCG) liés au règlement EU-MAP (WP1), la communication et la formation sur les acquis obtenus (tâche 7) et une consultation auprès de tous les Etats Membres sur les possibilités d'évoluer plus avant dans le développement de plans d'échantillonnage régionaux (tâche 8).

L'unité HMMN contribue fortement au projet, avec un cadre leader de la tâche 6 et membre de la tâche 1, un cadre impliqué dans le développement de méthodes pour expertiser les données de type paramètres biologiques dans la tâche 6, un ingénieur pour développer les scripts de traitement de la donnée pour les tâches 3 et 6, et deux cadres pour participer aux réflexions sur la collecte des données relatives aux impacts des pêcheries sur l'écosystème et la ressource (tâche 4). La librairie R développée pour le contrôle qualité dans le cadre de la tâche 6 disponible sur un site public (<https://github.com/ldbk/fishPifct>) depuis le projet FishPi sera enrichie et complétée pour proposer une librairie disponible sur le R-CRAN.

Enquêtes d'activité des navires

En 2018, les enquêtes annuelles sur l'activité des flottilles concernent tous les navires inscrits au fichier "Flotte de pêche communautaire" français (FPC) au cours de l'année 2017. Le recensement des activités de pêche permet de renseigner un calendrier annuel d'activité.

Pour conduire les enquêtes, chaque observateur est en charge d'un "portefeuille" de navires pour lequel il dispose d'une feuille de route (comportant pour chaque navire l'ensemble des données administratives) et d'une synthèse des déclarations faites par le pêcheur et des données administratives (rôles...) appelée "Pré-documentation". Le laboratoire a en charge les « portefeuilles » de navires appartenant aux quartiers maritimes Dunkerque, Boulogne s/mer, Dieppe, Fécamp, Le Havre, Caen et Cherbourg.

Chaque enquête aboutit au remplissage d'un calendrier annuel d'activité. Celui-ci consiste à indiquer pour chaque mois de l'année considérée si le navire a été actif ou non, et si oui, la liste des métiers pratiqués (par métier, on entend la mise en œuvre d'un engin pour capturer une ou plusieurs espèces cibles, dans une zone de pêche donnée). Outre ces données, le calendrier recense chaque mois le port d'exploitation principal, l'effectif moyen embarqué et le nombre de jours de mer ou de pêche.

Les renseignements du calendrier d'activité sont obtenus par expertise, en prenant appui sur le calendrier d'activité de l'année précédente (à condition qu'il n'y ait pas eu de changement d'armateur) et sur une exploitation rigoureuse de la "pré-documentation" issue du traitement des documents déclaratifs remis par le professionnel (journaux de bord et fiches de pêche et/ou des ventes enregistrées par les criées). Ces informations sont complétées par des enquêtes auprès des armateurs et patrons des navires, ou d'autres acteurs de la filière pêche.

L'activité de navires a ainsi été suivie par l'unité HMMN, dont 19% par enquêtes directes (Tableau 2.3.1).

Tableau 2.3.1. Bilan 2018 des enquêtes « activités » portant sur l'année 2017.

Quartier Maritime	Nb de navire inscrit au FPC	Nb de calendrier complets	Nb d'enquêtes directes
Dunkerque	19	19	9
Boulogne Sur Mer	126	126	34
Dieppe	86	86	29
Fécamp	27	27	18
Le Havre	23	23	11

Caen	184	184	15
Cherbourg	278	278	26
TOTAL	743	743	142

Enquêtes économiques

Chaque année depuis 2001, les enquêtes économiques nationales sont relancées. Elles visent à recueillir, pour l'ensemble des flottilles et des façades, des informations économiques par métier à l'aide d'un questionnaire individuel (par navire). Les informations rassemblées permettent de produire des résultats sur l'activité et la situation économique des flottilles de pêche en France. Ce suivi est indispensable pour évaluer les impacts, à court et moyen terme, des évolutions du contexte économique, environnemental et réglementaire de la pêche, sur ces flottilles.

En 2018, l'unité HMMN a été chargée d'enquêter 191 navires (Tableau 2.3.2). Au total, 46 navires (24 %) ont participé à l'enquête économique portant sur l'année 2017.

Tableau 2.3.2. Bilan 2018 des enquêtes économiques portant sur l'année 2017.

Quartier Maritime	Echantillonnage théorique	Enquêté	Refus	Non enquêtable	Injoignable ou indisponible
Dunkerque	2	0	2	0	0
Boulogne-sur-Mer	30	6	18	3	3
Dieppe	23	9	8	3	2
Fécamp	4	0	2	1	1
Le Havre	9	3	5	0	1
Caen	44	8	16	3	17
Cherbourg	79	20	16	5	38
TOTAL	191	46	67	15	62

2.3.6 Contribution aux avis/expertise

2.3.6.1. Expertise internationale

Tableau 2.3.3. Liste des Groupes de Travail internationaux auxquels l'Unité HMMN a contribué en 2017 dans le cadre du Thème 3. Extrait de : <https://w3z.ifremer.fr/ederu/Expertise-internationale/GT-internationaux/Planning-participations/2018>

Client	Instance	WG	Intitulé	Jours	Rôle principal
CCFC	CCFC	Morue3Ps	Evaluation morue 3Ps - St John Terre Neuve (octobre)	4	2 Participations
CCFC	CCFC	Conseil	Conseil Consultatif franco-Canadien – Paris, mars 2018	3	Participation
EU (PCP)	CIEM	HAWG	Herring Assessment Working Group for the Area South of 62°N (Copenhague, 12-20/03/2018)	7	Participation
EU (PCP)	CIEM	WGCSE	Working Group on the Assessment of Celtic Seas Stocks (Copenhague, 9-18/05/2018)	10	Coordination évaluation lieu jaune VII-VIII
EU (PCP)	CIEM	WGNSSK	Working Group on the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak (Ostende, 24/04-35/05/2018)	11	Coordination évaluation plie VIId
EU (PCP)	CIEM	WGSCAL	Scallop Assessment Working Group (York, 10-12/10/2018)	3	Coordination évaluation coquille St Jacques VIId
EU (PCP)	CIEM	WGCHAIRS	Annual Meeting of Advisory Working Group Chairs (Copenhague, 23-25/01/2018)	3	Participation
EU (PCP)	CIEM	WKLIFE8	Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on LIFE history traits, exploitation characteristics, and other key parameters for data limited stocks (Lisbonne, 1-5/10/2018)	5	Participation
EU (PCP)	CIEM	PGDATA	Planning Group on data		Présidence et une participation
EU (PCP)	CIEM	WGCATCH	Working Group on Commercial Catches		Participation
EU (PCP)	CIEM	WKTRANSDATA	Workshop on the North Sea sole data compilation (Nantes, 20-22/02/2018)		Participation
EU (PCP)	CSTEP	EWG-18-10	Evaluation des Rapports annuels DCF		Participation
EU (PCP)	CSTEP	EWG-18-18	EWG-18-18 Evaluation des plans de travail nationaux DCF		Participation
EU (PCP)	RCG		Regional Coordination Group Atlantique nord		Participation
EU (PCP)			Liaison Meeting (tous RCG + end users + UE DG-MARE)		Présidence
Autres	NWWRAC		Comité Consultatif Régional Eaux Nord Ouest		Participation
Traité de Granville	Autres		Stocks des Iles Anglo-Normandes		Participation

Le Tableau 2.3.3 présente l'ensemble des groupes de travail internationaux (organisés sous l'égide du CIEM, le CSTEP, ou autres), auxquels l'Unité HMMN a contribué en 2018 à divers titres dans le cadre du Thème 3. Il s'agit principalement de groupes dont le mandat est de fournir une évaluation des stocks de Manche-mer du Nord et mer Celtique, en appui à la Politique Commune des Pêches (PCP) européenne. L'Unité HMMN représente également l'Ifremer dans plusieurs groupes de travail du CSTEP centrés sur l'évaluation des productions de la DCF et l'organisation des plans de travail de la DCF. L'Unité HMMN intervient aussi dans des groupes de travail CIEM en appui à la DCSMM (Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin), afin de piloter à l'échelle européenne le développement scientifique des indicateurs nécessaires à l'évaluation du Bon Etat Ecologique (BEE) pour le Descripteur 3 D3 « Espèces commerciales ». Enfin, l'Unité HMMN participe aux comités créés dans le cadre du Traité de la baie de Granville, qui définit les frontières maritimes entre la France et Jersey, et fixe les conditions d'exploitation des ressources halieutiques partagées entre les 2 états.

WGScallops

Un agent de l'unité HMMN participe au groupe de travail WGSCAL qui s'intéresse à l'ensemble des pectinidés exploités en Europe de l'Ouest (essentiellement coquille Saint-Jacques (CSJ) *Pecten maximus* et pétoncle vanneau *Aequipecten opercularis*, mais également pétoncle d'Islande *Chlamys islandica* et pétoncle géant américain *Placopecten magelanicus*). Aucune présentation n'a été faite à ce jour sur le pétoncle noir (*Mimochlamys varia*). Le WG, initialement positionné dans le Comité des avis (ACOM) du CIEM a été rebasculé dans le comité scientifique (SCICOM) en 2016, à l'issue des 3 premières années d'existence. En effet, les travaux menés au sein du WG et les recherches développées ne sont pas encore suffisamment « mûres » pour permettre d'utiliser des méthodes communes d'évaluation de stock (dans beaucoup de zones d'exploitation de la coquille St-Jacques *Pecten maximus*, l'évaluation est une évaluation directe qui repose sur des campagnes scientifiques). Il n'est donc pas possible, à ce stade, au groupe de travail de proposer des avis de gestion formels, à l'instar de ce qui est fait par les groupes d'évaluation de stocks comme le WGNSSK ou le WGCSE par exemple. Les termes de référence sont donnés sur le site du site (WGScallops) : pour résumer, il s'agit 1) de compiler et présenter les données de débarquements et d'effort par pays (y compris cartographiques), 2) de développer des indicateurs de rendements commerciaux (LPUE) standardisés, 3) d'identifier les principales zones de reproduction (connectivité), 4) faire une revue actualisée des recherches développées sur les pectinidés, 5) d'évaluer les captures accessoires et rejets générés par les pêcheries de coquilles St-Jacques, 6) de déterminer les problèmes relatifs à l'âgeage des CSJ et 7) de développer des méthodes d'évaluation de stocks (points de références et métriques à utiliser dans un processus de gestion des principaux gisements, comme par exemple pour la Manche Est exploitée par plusieurs flottilles et pour laquelle il n'existe qu'une série chronologique de campagnes scientifiques pour la seule baie de Seine

Le Tableau 2.3.4 présente une synthèse des diagnostics pour l'ensemble des stocks communautaires de Manche et mer du Nord suivis par l'Unité HMMN (coordination, participation aux discussions). L'état des stocks est établi soit par rapport aux points de référence, soit en analysant les tendances de l'évolution des indicateurs.

Tableau 2.3.4. Liste des stocks de Manche – mer du Nord suivis par l'Unité HMMN en 2018 (En jaune, les stocks dont l'évaluation est coordonnée par l'Unité HMMN). Extrait de :

<https://w3z.ifremer.fr/ederu/Diagnostics-Avis/Diagnostics-et-Avis-CIEM/Diagnostics-et-Avis-CIEM-2018>. B : biomasse de reproducteurs estimée au début de l'année au cours de laquelle l'évaluation du stock a lieu : Pour les stocks évalués en 2018, B est la biomasse estimée pour 2018 (B_{2018}). Pour les stocks évalués avec un modèle de production, B se réfère à la biomasse totale et non à la biomasse reproductrice. F : mortalité par pêche estimée pour l'année n-1. Pour les stocks évalués en 2018, F est la mortalité pour 2017 (F_{2017}).

Tableau 2.3.4. Liste des stocks de Manche – mer du Nord suivis par l'Unité HMMN en 2018 (En jaune, les stocks dont l'évaluation est coordonnée par l'Unité HMMN). Extrait de : <https://w3z.ifremer.fr/ederu/Diagnostics-Avis/Diagnostics-et-Avis-CIEM/Diagnostics-et-Avis-CIEM-2018>. B : biomasse de reproducteurs estimée au début de l'année au cours de laquelle l'évaluation du stock a lieu : Pour les stocks évalués en 2018, B est la biomasse estimée pour 2018 (B_{2018}). Pour les stocks évalués avec un modèle de production, B se réfère à la biomasse totale et non à la biomasse reproductrice. F : mortalité par pêche estimée pour l'année n-1. Pour les stocks évalués en 2018, F est la mortalité pour 2017 (F_{2017}).

	$B < B_{lim}$ ou $F > F_{lim}$ ou $F > F_{msy}$
	$B_{lim} < B < B_{pa}$ ou $F_{lim} > F > F_{pa}$
	$B > B_{pa}$ ou $F < F_{pa}$
	$F < F_{msy}$ ou $B > MSY-B_{trigger}$
?Ref? : pas de point de référence	
?B? ou ?F? pas d'estimation de B ou F	
?B ?Ref? ou ?F ?Ref? pas d'estimation de B ou F <u>ET</u> pas de point de référence (l'éventuelle coloration reflète une forte présomption)	
'proxy' indique que ce stock a été classifié au regard de MSYproxies	
Pour les stocks DLS (de catégorie 3) :	
	Application de la marge supplémentaire de précaution en l'absence d'information sur le niveau d'exploitation

- Pas d'application de la marge supplémentaire de précaution car exploitation estimée à un niveau durable et/ou très forte augmentation de la biomasse
- Réduction de précaution appliquée précédemment, non appliquée à nouveau

Tendance :

- ↗ tendance significative à la hausse (sur les 5 dernières années)
- ↗- tendance significative à la hausse mais diminution au cours de la dernière année
- ↘ tendance significative à la baisse (sur les 5 dernières années)
- ↘+ tendance significative à la baisse mais augmentation au cours de la dernière année (à confirmer)
- pas de tendance significative
- + pas de tendance significative mais augmentation estimée au cours de la dernière année (à confirmer)
- pas de tendance significative mais diminution estimée au cours de la dernière année (à confirmer)
- ↘ ou ↗ indiquent une évolution à la baisse ou à la hausse non complètement significative.

Δ F : variation entre la mortalité par pêche recommandée pour l'année n+1 et la mortalité par pêche estimée lors de l'année intermédiaire (n)

Δ TAC : variation entre la valeur des débarquements recommandés pour l'année n+1 et la valeur du TAC établi pour l'année n. NB. Dans certains cas (Obligation de débarquement oblige) ce sont les captures qui sont comparées au TAC.

Δ Déb ou Δ Capt Dans d'autres cas (absence de TAC ou TAC couvrant une zone différente de celle du stock) la variation est estimée sur la base des débarquements (ou de la capture) de l'année n-1.

En grisé, les stocks pour lesquels les avis précédents sont toujours valides.

Mer du Nord – Pêcherie du plateau

Stock	B/B _{pa}	Tendance B	F/F _{pa}	Tendance F	F/F _{msy}	B/MSY-B _{trigger}
Sole (4)	1.57	↗	0.50	↘	1.09	1.57
Plie (4)	3.24	↗	0.54	↘	0.95	1.67
Turbot (4)	?Ref?	→	?Ref?	↗	proxy	proxy
Limande (3a,4)	?B?Ref?	↗	?F?Ref?	?↘	proxy	proxy
Flet (3a,4)	?B?Ref?	↘+	?F?Ref?	?	proxy	?
Lieu jaune (3a,4)	?B?Ref?	?	?F?Ref?	?	?F?Ref?	?
Raie radiée (2,3a,4)	?B?Ref?	↘	?F?Ref?	?	?	?
Raie fleurie (3a,4)	?B?Ref?	↗-	?F?Ref?	?	?	?
Pocheteaux gris (3a,4)	?B?Ref?	?	?F?Ref?	?	?	?

Mer du Nord – Manche Est - Pêcherie pélagique

Stock	B/B _{pa}	Tendance B	F/F _{pa}	Tendance F	F/F _{msy}	B/MSY-B _{trigger}
Hareng (3a,4,7d)	1.70	-	0.70	↗	0.81	1.09
Chinchard (3a,4bc,7d)	?B?Ref?	↗	?F?Ref?	?	proxy	?

Mer du Nord + Ouest Ecosse – Pêcherie du plateau

Stock	B/B _{pa}	Tendance B	F/F _{pa}	Tendance F	F/F _{msy}	B/MSY-B _{trigger}
Lieu noir (3a,4,6)	1.72	↗	0.88	↘	0.88	1.72
Eglefin (3a,4,6)	1.65	+	0.91	-	1.29	1.65

Cardine (4a,6a)	3.56	+	?Ref?	-	0.33	3.56
Baudroies (3a,4,6)	?B?Ref?	↗	?F?Ref?	?	?	?
Raie lisse (4a,6)	?B?Ref?	?	?F?Ref?	?	?	?

Mer du Nord + Manche Est – Pêcheurie du plateau

Stock	B/B _{pa}	Tendance B	F/F _{pa}	Tendance F	F/F _{msy}	B/MSY-B _{trigger}
Morue (3a,4,7d)	0.79	→	1.13	→	1.42	0.79
Merlan (4,7d)	1.08	↗	0.67	→	1.28	1.08
Bar (4bc,7a,7d-h)	0.63	↘	0.57	↘	0.59	0.63
Rouget barbet (3a,4,7d)	?B?Ref?	-	?F?Ref?	↘	proxy	?
Limande sole (3a,4,7d)		↘	?F?Ref?	-?	proxy	proxy
Balai (3a,4,7d)		↘	?F?Ref?	-?	proxy	proxy
Grondin gris (3a,4,7d)	?B?Ref?	↗	?F?Ref?	?	proxy	?
Petite roussette (3a,4,7d)	?B?Ref?	↗-	?F?Ref?	?	?	?
Raie lisse (4c,7d)	?B?Ref?	↗-	?F?Ref?	?	?	?
Raie bouclée (3a,4,7d)	?B?Ref?	↗	?F?Ref?	?	?	?
Raie douce (3a,4,7d)	?B?Ref?	↗-	?F?Ref?	?	?	?
Autres raies (3a,4,7d)	?B?Ref?	?	?F?Ref?	?	?	?

Mer du Nord + Manche – Pêcheurie du plateau

Stock	B/B _{pa}	Tendance B	F/F _{pa}	Tendance F	F/F _{msy}	B/MSY-B _{trigger}
Barbue (3a,4,7de)	?B?Ref?	↗-	?F?Ref?	-?	proxy	proxy

Manche Est – Pêcheurie côtière (et du plateau)

Stock	B/B _{pa}	Tendance B	F/F _{pa}	Tendance F	F/F _{msy}	B/MSY-B _{trigger}
Sole (7d)	0.74	↘+	0.94	-	0.94	0.74
Plie (7d)	1.85	↘	0.56	↗	0.80	1.85

Manche – Pêcheurie côtière (et du plateau)

Stock	B/B _{pa}	Tendance B	F/F _{pa}	Tendance F	F/F _{msy}	B/MSY-B _{trigger}
Raie mêlée (7de)	?B?Ref?	?	?F?Ref?	?	?	?
Raie brunette (7de)	?B?Ref?	↗-	?F?Ref?	?	?	?

Ouest Ecosse – Mer Celtique - Pêcheurie du plateau

Stock	B/B _{pa}	Tendance B	F/F _{pa}	Tendance F	F/F _{msy}	B/MSY-B _{trigger}
Lieu jaune (6,7)	?B?Ref?	?	?F?Ref?	?	?	?
Grande roussette (6,7)	?B?Ref?	↘	?F?Ref?	?	?	?
Petite roussette (6,7a-c,e-j)	?B?Ref?	↗	?F?Ref?	?	?	?
Chien espagnol (6,7)	?B?Ref?	↗-	?F?Ref?	?	?	?
Raie douce (6,7bj)	?B?Ref?	↗-	?F?Ref?	?	?	?
Raie circulaire (6,7)	?B?Ref?	?	?F?Ref?	?	?	?
Raie chardon (6,7)	?B?Ref?	?	?F?Ref?	?	?	?

Pocheteaux gris (D.sp) (6,7a-c,e-j)	?B?Ref?	?	?F?Ref?	?	?	?
Autres raies (6,7)	?B?Ref?	?	?F?Ref?	?	?	?

Pilotage scientifique du descripteur D3 de la DCSMM

La DCSMM (adoptée en 2008) a pour objectif majeur d'amener l'ensemble des eaux de l'Union Européenne vers un « bon état écologique », défini selon 11 descripteurs généraux (du Descripteur 1 « Biodiversité » au D11 « Introduction d'énergie »). La phase 1 de la mise en place de la DCSMM a commencé en 2010 pour s'achever mi-2018. Elle a consisté successivement à une évaluation initiale (définition du bon état écologique et des objectifs environnementaux, 2012), à l'élaboration et mise en place des programmes de surveillance (2013-2015) et d'un programme de mesures (2015). Dans le cadre du contrat d'objectifs entre le MEDDE (Ministère de l'Environnement, Développement Durable et Energie) et l'Ifremer, l'Ifremer s'est engagé à fournir un appui scientifique pour 5 descripteurs auprès de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB) pour conduire les travaux de définition et de révision du Bon Etat Ecologique (fin de la phase 1 de la DCSMM, 2016-2017) et ceux relatifs à la mise en place des programmes de surveillance. Un chercheur de l'Unité HMMN a été nommé en juin 2015 par la DG de l'Ifremer pilote scientifique national pour le Descripteur 3 « Espèces commerciales ». Outre le travail permanent de veille scientifique et de réponse aux diverses sollicitations du MTES (Département Eau et Biodiversité) et de l'AFB, l'année 2018 a été marquée par la production du rapport d'évaluation du Bon Etat Ecologique pour le D3 pour le cycle 1 de la DCSMM (2012-2017). Parallèlement, de nombreuses réunions et travaux d'expertises ont débuté au cours du second semestre 2018 pour la définition des Objectifs Environnementaux, qui seront établis, en fonction des résultats de l'évaluation du BEE, pour le deuxième cycle de la DCSMM (2018-2024).

Par ailleurs, une présentation des principaux résultats de cette évaluation 2018 a été faite à la demande du MTES et de l'AFB à l'Institut Océanographique Maison des Océans de Paris pour le Colloque « Bilan de santé des Eaux marines, Restitution de l'évaluation de l'état écologique des eaux marines territoriales françaises » en novembre 2018 (seuls les 3 descripteurs D1MM « Mammifères marins », D3 « Espèces commerciales » et D10 « Déchets marins » ont été présentés) (Foucher and Delaunay, 2018).

Réunions avec l'administration et les professionnels de la pêche

L'Unité a participé en 2018 à 26 réunions sollicitées par l'administration, dont 14 sollicités par la DPMA, 7 par les services départementaux et inter-régionaux de l'Etat, dans le cadre de la Convention-Socle DPMA (Tableau 2.3.5), et une par le Parc Naturel Marin Estuaires Picards et de la Mer d'Opale. Les trois autres réunions ont été sollicitées par la direction de l'eau et de la biodiversité ainsi que le parlement européen.

Tableau 2.3.5. Synthèse des réunions auxquelles l'Unité HMMN a participé avec l'administration en 2018.

Organisation professionnelle	Nombre de réunions
DPMA	14
Parc Naturel Marin Estuaires Picards et de la mer d'Opale	1
DREAL	2
DDTM 50	2
DDTM 14	1
DIRM MMN	2
MTES/DEB	2
Parlement Européen	1
Total	26

L'équipe de l'Unité HMMN a participé à 24 réunions avec les professionnels (dont 22 impliquaient les pêcheurs et/ou leurs représentants) (Tableau 2.3.6). Les principaux organismes sollicités, et parfois sollicités, sont les Comités Régionaux des Pêches Maritimes (CRPMEM) de Normandie (8 réunions), des Hauts de France (1) et le Comité National des Pêches Maritimes (CNPMEM) (7). L'Unité HMMN y participe dans le cadre de commissions concernant la gestion de la bande côtière, le métier de fileyeur, ou les pêcheries ciblant des ressources partagées (e.g., sole, morue, lieu noir, merlan, plie, rouget-barbet, lieu jaune) ou non (e.g., Coquille Saint-Jacques, moules, bulots). Au sein de ces commissions, les scientifiques sont sollicités en tant qu'experts pour donner un avis sur l'état de la ressource, les mesures de gestion proposées et la mise en place de protocoles dans le cadre d'études diverses. Enfin, l'Unité HMMN travaille également avec les professionnels dans le cadre du montage de projets de recherche partenariaux (CRPMEM Hauts de France, les OP From Nord), ou pour présenter les résultats de projets en cours (EDF).

Tableau 2.3.6. Synthèse des réunions auxquelles l'Unité HMMN a participé avec les organisations professionnelles en 2018.

Organisation professionnelle	Nombre de réunions
CNPMEM	7
CRPMEM Normandie	8
CRPMEM Hauts de France	1
OP CME	3
OP From Nord	3
EDF	1
Intechmer	1
Total	24

3 Perspectives de l'année n+1

L'année 2019 sera principalement marquée par l'évaluation de l'Unité HMMN par l'HCERES le 2 Avril 2019, suite au rapport transmis en Novembre 2018. Le comité de visite HCERES évaluera en cette occasion le bilan de l'Unité pour la période 2013-2018 et sa stratégie scientifique pour la période 2019-2023. Un autre événement marquant sera l'audit externe (AFNOR) auquel l'Unité HMMN se soumettra (comme l'ensemble des services et laboratoires du Centre de Boulogne) le 18 Novembre 2019. Les processus audités seront le P3 (Conduire les projets de recherche) et P6 (Maîtriser les appareils de mesure et d'analyses). L'année 2019 sera enfin marquée par la signature de la convention liant l'Unité HMMN (LRHBL) à la Fédération de Recherche Campus de la Mer et par la préparation d'une convention formalisant les collaborations du laboratoire LRHPB avec les universités normandes.

Concernant les projets, l'année 2019 sera marquée par la montée en puissance de l'Axe 3.2 du projet CPER MARCO (écologie expérimentale du plancton), grâce notamment à l'achat programmé de 16 incubateurs et d'un Coulther, la provision de deux livrables du projet Interreg des 2 Mers SUMARIS (préparation de clés taille/âge et d'une méthode d'évaluation des stocks pour les raies), et la poursuite des projets VARITROPH, CAPES, NOURSEINE et MATO. On notera également le dépôt des projets ANR ZOOFISH, EUR IFSEA et FEAMP/FFP MECANOR², pour lesquels HMMN est un partenaire majeur.

3.1. Mouvements de personnel

3.1.1. Personnel permanent

Les départs de Nicolas GOASCOZ (MI vers RBE-STH), Jean-Louis DUFOUR (retraite) et Morgane TRAVERS (MI vers RBE-EMH) ont été/seront compensés par les arrivées de Victor MARTIN-BAILLET (technicien halieute polyvalent), Solène TELLIEZ (technicienne spécialisée en sclérochronologie) et un recrutement en cours (chercheur spécialisé dans le fonctionnement des réseaux trophiques). L'Unité HMMN doit cependant toujours pallier le passage à 50% de Bruno ERNANDE à la DS (réfèrent en écologie halieutique), non compensé à ce jour.

3.1.2. Rattachement

Le rattachement de Philippe KOUBBI, Professeur à Sorbonne Université, au laboratoire LRHBL sera effectif début 2019 et ce pour une période de cinq ans, en phase avec le projet HCERES de l'Unité HMMN. Philippe collaborera plus particulièrement avec l'équipe du Pôle de Taxinomie et d'Ecologie du Zooplancton, autour de la thématique des écophases larvaires.

3.1.3. Doctorants et post-doctorants

Il y aura en 2019 sept doctorants au sein de l'Unité HMMN, dont trois en troisième année (Julien DI PANE, Matthew MCLEAN, Kelig MAHE – ce dernier effectuant son doctorat dans le cadre d'une formation qualifiante), un en deuxième année (Charles-André TIMMERMAN) et trois en première année de thèse (Thibault CARIOU, Léa JOLY, Alaia MORELL). L'Unité HMMN accueillera en outre une post-doctorante (Chloe BRACIS).

3.1.4. Etudiants en contrat d'apprentissage

Il y aura en 2019 deux étudiantes en contrat d'apprentissage (Master 2 FOGEM, Université de Lille 1), une en deuxième année (Virginie FONTAINE, écologie larvaire), et une en première année (Alizée HACHE, otolithométrie).

3.1.5. Personnel en CDD

Deux cadres halieutes, Juliette CHAMPAGNAT et Morgane AMELOT, ont été recrutées en CDD pour contribuer à l'évaluation, de la morue sur le banc de Terre Neuve dans le cadre de la NAFO pour la première, des stocks de raie de Manche – mer du Nord pour la seconde. En outre, les CDD de trois techniciens spécialisés en sclérochronologie, Antoine DUSSUEL, Claire GENTIL et Solène TELLIEZ (Pôle National de Sclérochronologie), et de deux techniciens spécialisés en écologie trophique, Fabien LEBON et Marie-Anaïs LEPRÊTRE (Plateforme Réseaux Trophiques) se sont poursuivis et/ou terminés courant 2019. Enfin, deux CDD (Alexandre MAUPAS et Clémentine LEBAS) ont été recruté pour conduire des enquêtes d'activité et des enquêtes économiques sur les sites de Boulogne et Port-en-Bessin courant 2019.

3.2. Politiques de site

3.2.1. Hauts de France : Fédération de Recherche Campus de la Mer

La SFR regroupe, de manière large et pluridisciplinaire, les équipes de recherche impliquées dans les problématiques marines et littorales. Onze laboratoires sont engagés de manière volontariste dans ce projet.

Les objectifs de la SFR sont clairement orientés vers la recherche, notamment autour d'objets communs, tels que les socio-écosystèmes marins et littoraux, dans une logique fédérative pluridisciplinaire (échanger, communiquer, mutualiser, collaborer, structurer). La plus-value attendue est avant tout scientifique (grâce notamment aux collaborations et à la pluridisciplinarité) mais aussi d'ordre structurant, avec un gain en termes d'attractivité et de visibilité internationale.

Au travers de la SFR, les équipes de recherche disposeront d'un outil efficace pour renforcer leur excellence scientifique. La SFR sera en interaction avec la formation (masters d'excellence dans la thématique, projets d'Ecoles Universitaires de Recherche), avec le monde socio-économique (pôle de compétitivité Aquimer, future technopôle « Euramer », Centre National de la Mer « Nausicaa », ports, associations, collectivités locales), et avec les universités voisines (université Picardie Jules Verne, université d'Artois).

L'ambition de la SFR est de se positionner au premier plan au niveau de la recherche internationale.

La Convention liant l'ensemble des partenaires au projet de la SFR est en cours de signature.

3.2.2. Accord-Cadre avec les Universités de Normandie

Un Accord-Cadre liant l'IFREMER et les Universités Normandes est en voie de conventionnement. De plus, un Centre régional de la pêche, de l'aquaculture et des cultures marines normandes (CENOPAC) a été créé afin de répondre aux problématiques des professionnels par la mise en œuvre de projets scientifiques ciblés.

3.3. Projets de recherche

3.3.1. Projets acceptés et démarrants en 2019

Quatre projets de recherche, acceptés en 2018, démarreront en 2019, et sont décrits ci-dessous.

Le Projet CoCkAIL: "Climate ChAnge effects on fIsh Larvae (2018-2021)

Le projet Cocktail est l'initiative du groupe Ichtyoplankton et zooplankton de l'IFREMER MMN (Dr. Giraldo Carolina et Dr. Christophe Loots) en collaboration avec le Dr. José Zambobino de l'Ifremer BREST et les chercheurs du "Biological Institute in Helgoland" de l'AWI (Alfred-Wegener Institute) en Allemagne (AWI - MARUM - IFREMER Partnership Programme). La mortalité pendant les premiers stades de développement est l'une des causes majeures de variations naturelles dans le recrutement. Cette variabilité est le résultat complexe de relations tropho-dynamiques et des processus physiques qui agissent sur des larges échelles spatio-temporelles et cela tout au long de la face de pré-recrutement. De ce fait, l'impact du changement global sur ces deux processus (ie. tropho-dynamisme, et physique) peut avoir un effet majeur sur le recrutement des espèces qui sont déjà exploitées. Comprendre comment les changements futurs vont impacter les jeunes stades est donc crucial pour prédire l'avenir de stocks. Très peu d'études ont exploré l'effet combiné de multiples changements simultanés et encore moins ont placé ces études dans un cadre trophique. Cependant, dans un scénario de changement global, des effets directs et indirects des co-variations des paramètres sont attendues et le niveau de réponse à ces changements peut varier en fonction des groupes fonctionnelles et des niveaux trophiques étudiés. Dans le cadre du projet cocktail qui a démarré en Octobre 2018, nous proposons d'étudier ces changements multiples dans un cadre trophique en utilisant le hareng atlantique (*Clupea harengus*) comme exemple. Pour cela la 1^{ère} étape était de maîtriser l'élevage larvaire et de suivre le développement des larves au cours du temps. Des comparaisons entre des individus collectés sur le terrain (campagne IBTS) et élevée en expérimentale sont en cours pour calibrer les différents indices de condition qui permettront de suivre l'impact des changements globaux sur le développement des larves de hareng.

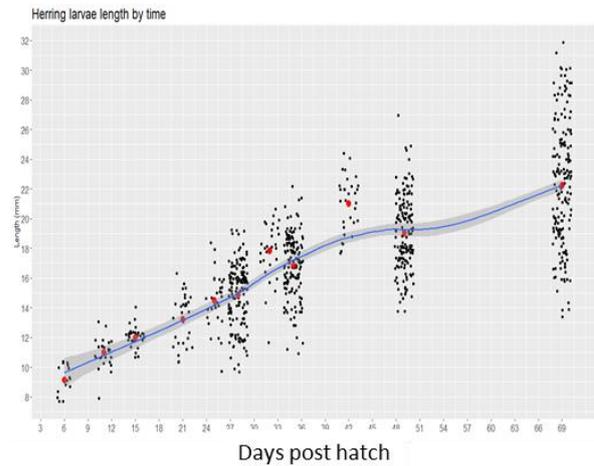


Figure 3.3.1. Expérience avec larves de hareng (photo d'individus à 30 jours post-éclosion). Les larves sont obtenues par fécondation artificielle à partir de gonades prélevées sur des individus sauvages. Les adultes reproducteurs sont récupérés grâce aux partenariats avec les professionnels à Boulogne sur Mer (Coopérative Maritime Etaploise et le FROM Nord). Le graphique de droite montre l'évolution de la taille au cours du temps pour une expérience effectuée en 2018 et qui a duré jusqu'à 69 jours après éclosion.

Le projet SOMBEE (Belmont Forum - Biodiversa)

L'Unité HMMN participe au montage d'un projet en réponse à l'appel d'offre conjoint de l'ERANet Biodiversa et du Belmont Forum sur les scénarios futurs de la biodiversité face au changement global. L'objectif général du projet SOMBEE (Scenarios Of Marine Biodiversity and Evolution under Exploitation and climate change) est de comprendre et projeter la dynamique de la biodiversité marine sous les pressions combinées de la pêche et du changement climatique aux échelles intra- et inter-spécifiques en modélisant explicitement la plasticité phénotypique des traits d'histoire de vie, leur sélection et leur évolution neutre et adaptative, tout en prenant en compte les conséquences sur les services écosystémiques d'approvisionnement liés aux ressources halieutiques et sur la vitalité économique des pêcheries. Les objectifs plus spécifiques sont (i) de développer un nouveau modèle écosystémique EVO-OSMOSE-ECON incluant évolution (EVO) et économie (ECON); (ii) d'appliquer ce modèle à un ensemble de 6 écosystèmes contrastés pour comprendre les effets écologiques et évolutifs de la pêche et du changement climatique dans un contexte écosystémique ; et (iii) de projeter la dynamique de la biodiversité intra- et inter-spécifique, la production des pêcheries et leur profit économique dans le cadre de scénarios futurs de la pêche et du climat, tout en quantifiant les interactions antagonistes ou synergiques de ces pressions. Le projet est coordonné par l'IRD (Y.-J. Shin, Unité MARBEC) et co-piloté scientifiquement par l'IRD (Y.-J. Shin) et l'Unité HMMN (B. Ernande). Le consortium implique 8 pays (France, Allemagne, Grande-Bretagne, Espagne, Canada, Turquie, Pérou, et Chine).

L'Unité HMMN sera plus particulièrement en charge du WorkPackage 2 "Development of a novel evolutionary end-to-end model" couvrant tous les développements en termes de modélisation (module évolution, module bioénergétique et module économie) et sera par ailleurs responsable du cas d'étude portant sur la mer du Nord. Le projet débutera au premier trimestre 2019 pour 3 ans. Une étudiante en thèse recrutée à HMMN sera plus particulièrement en charge du développement du modèle.

Le projet MED-UNIT (DG-MARE)

Le projet européen Med_Unit (Study on Advancing fisheries assessment and management advice in the Mediterranean by aligning biological and management units of priority species, EASME/EMFF/2017/1.3.2.3-SC03) se déroule de janvier 2019 jusqu'en décembre 2020 sur

l'identification de stock des espèces commerciales importantes en mer Méditerranée en particulier le rouget barbet de vase et le merlu. Ainsi, en 2019, c'est la première année du projet donc elle sera dédiée à une synthèse bibliographique, à la mise en place des protocoles d'échantillonnage et la validation des analyses statistiques proposées. Enfin durant 2019, les échantillons (2800 poissons) seront prélevés essentiellement lors de la campagne scientifique MEDITS et l'analyse de forme de tous les otolithes sera réalisée au pôle de Sclérochronologie de l'Ifremer de Boulogne sur mer. L'équipe sera aidée avec le recrutement d'un CDD technicien dédié au projet pendant 10 mois et débutant en Septembre 2019.

Le projet MASCOET (FFP)

Le projet MASCOET (MAintien du Stock de COquillages en lien avec la problématique des Efflorescences Toxiques) a été accepté pour financement intégral par FFP en 2018. Il est piloté par Dyneco Brest. Le laboratoire RHPB intervient dans le projet dans son WP4 « La gestion de la pêcherie de coquillages : complémentarité, dépendance et interactions environnementales économiques et sociales sur la filière et le territoire ». Il s'agira de faire un bilan de l'exploitation de la coquille Saint-Jacques *Pecten maximus* et du pétoncle noir *Mimochlamys varia* en Manche. Une collaboration avec le laboratoire STH de Brest (Spyros Fifas) est prévue.

3.3.2. Projets déposés en 2018-2019 et en cours d'évaluation

Trois projets de recherche ont été déposés en 2018-2019, et sont actuellement en cours d'évaluation. Ces projets démarreront en 2018 s'ils sont acceptés. Il s'agit des projets ZOOFISH (ANR), IFSEA (EUR) et MECANOR² (FEAMP).

Le projet ZOOFISH (ANR)

L'objectif de ZOOFISH est de révéler le potentiel d'utilisation du zooplancton marin comme bio-ressource, en fournissant des outils permettant d'évaluer l'abondance d'espèces-clés, le niveau d'exploitation qu'elles peuvent subir, les effets de cascade trophique résultant de leur exploitation, tout en évaluant les propriétés nutritionnelles que ces bio-ressources pourraient apporter au secteur aquacole, notamment. ZOOFISH est centré sur la Manche, une zone où les espèces d'intérêt pour une exploitation du zooplancton ont été bien étudiées. ZOOFISH identifiera également de nouvelles espèces d'intérêt, qui pourraient être exploitées durablement. ZOOFISH considèrera les connaissances existantes, et entreprendra des recherches pluridisciplinaire, autour de la biologie, l'écologie, des propriétés nutritionnelles et biotechnologiques du zooplancton, en combinant des synthèses de données, des analyses numériques, des expérimentations ciblées, et de la modélisation écosystémique.

L'Unité HMMN est pilote de la réponse à cet AAP franco-allemand de l'ANR (PRCI), à laquelle participeront également l'Institut Alfred Wegener, l'Institut de la Biodiversité de Senckenberg, l'Université de Munich, l'UMR LEMAR, l'UMR LOG et l'UMR BOREA.

Le projet IFSEA (EUR)

Le projet d'EUR (Ecoles Universitaires de Recherche) IFSEA, dont le montage est coordonné par l'Université du Littoral Côte d'Opale (l'ULCO), sera proposé dans le cadre du prochain appel du PIA3 (date butoir: 17 Mars 2019). Il vise à structurer l'enseignement et la formation par la recherche dans la Région des Hauts de France en associant les partenaires universitaires et les établissements publics du site. L'EUR IFSEA a pour ambition d'offrir à chaque site universitaire la possibilité de renforcer l'impact et l'attractivité internationale de sa recherche et de ses formations, par la création d'une école universitaire de recherche qui rassemblera des formations

de master et de doctorat ainsi que plusieurs laboratoires de recherche de haut niveau. Il s'agit de financer en France le modèle reconnu internationalement des Graduate Schools, en veillant à ce que les projets associent pleinement les organismes de recherche, comportent une forte dimension internationale et entretiennent dans la mesure du possible des liens étroits avec les acteurs économiques. Ces écoles universitaires de recherche définiront les modalités de recrutement de leurs étudiants tant en master qu'en doctorat. L'IFREMER sera impliqué via les laboratoires HMMN-LRHBL et UL-LERBL, principalement au travers de la formation par la recherche (Thèse, Master).

Le projet MECANOR² (FEAMP)

Le projet MECANOR² (MEtiers du CASier en NORmandie et dans le NORd de la France) a été soumis en juin 2019 à l'AAP du FEAMP Mesure 28, pour financement à hauteur de 80%, le reste du financement étant assuré par FFP. Le projet n'a pas encore à ce jour été officiellement retenu (le processus d'évaluation des projets est toujours en cours), cependant les chances de succès sont proches de 100%.

Ce projet est piloté par le Comité Régional des Pêches Maritimes des Hauts-de-France. Il a vocation de répondre à une attente urgente des organisations professionnelles de Manche Est, ainsi qu'aux services décentralisés de l'Administration (DIR MMN et DDTM62), liée à la problématique de l'effondrement du stock de soles de Manche Est, espèce traditionnelle phare des flottilles, essentiellement de fileyeurs, de Manche Est, qui reportent leur effort de pêche (et changent de métiers) vers des espèces non soumises à quotas européens, telles que le buccin et les gros crustacés. Le projet est structuré en 3 axes, l'axe 1 correspondant à l'état des lieux des connaissances sur ces espèces et leur exploitation en Manche Est, l'axe 2 consiste en l'acquisition de nouvelles connaissances et développement d'outils et l'axe 3 de proposer des nouvelles mesures de gestion adaptées à ces pêcheries émergentes. L'Ifremer est partenaire du projet. Il propose de s'investir dans les axes 1 et 2, et en particulier de développer des méthodes adaptées d'évaluation de stocks, en particulier dans le cadre de stocks à données limitées (dits DLS). S'il est accepté, le projet doit démarrer en janvier 2020.

3.4. Moyens d'observation

3.4.1. La cellule CREDO

La cellule CREDO continue son développement après le recrutement d'une coordinatrice opérationnelle fin 2018 au STH/LBH et la volonté d'englober l'ensemble des demandes de données du SIH au sein de la cellule. Les contributions HMMN restent inchangées avec une partie traitement de la donnée d'échantillonnage biologique et une partie coordination et prospective scientifique. Une réunion de tous les acteurs autour de cette prospective scientifique est programmée à l'automne 2019.

3.4.2. Plateaux techniques

Pôle de sclérochronologie

En 2019, pour la plateforme « Pôle de Sclérochronologie », avec plusieurs projets acceptés en 2018 que sont « Med_Unit » (*EASME*), *Flopped (FEAMP)*, *IPERDMX (FEAMP)* et *NourDem (FEAMP)*, l'équipe se verra renforcée de 2 techniciens en CDD. Les axes de recherche seront multiples avec principalement l'analyse de forme des otolithes comme outil pour discriminer les stocks de poisson et l'estimation de l'âge à partir de différentes pièces calcifiées appliquées chez des espèces comme les raies et les grands pélagiques (Espadon...).

Pôle de Taxinomie et d'Ecologie du Zooplancton

En 2019, les projets SUCCESS, SMAC et la thèse de Julien Di Pane se termineront. Dans le cadre du CPER MARCO, le pôle va se doter d'automates d'inclusion, de coloration et de collage de lamelles afin d'accélérer le traitement des échantillons histologiques. Dans le cadre du projet COCKTAIL, la thèse de Léa Joly se poursuivra avec les différentes analyses (enzymologie, histologie, moléculaire...) des échantillons collectés durant la 1^{ère} manip d'élevage des larves de hareng des Downs commencée fin 2018. La 2^{ème} manip d'élevage visant à tester différents scénarios climatiques sur le développement, la condition et la survie de ces larves débutera fin 2019 (enzymologie, histologie, classes de lipides et acides gras, isotopes). Dans le cadre du projet politique de site MURPHY (IFREMER – LOG) et du master d'alternance de Virginie Fontaine, les échantillons de plancton collectés lors de diverses campagnes (IBTS, CGFS, REIVE, PHYCO) en 2017 et 2018 seront préparés pour les analyses isotopiques et une approche fonctionnelle du réseau trophique planctonique en Manche et sud Mer du Nord sera développée pour comprendre les forçages environnementaux sur la dynamique du réseau planctonique.

Plateforme trophique

2019 verra pour la plateforme réseau trophique la poursuite de 3 projets principaux (**VARITROPH**, **CAPE** et **MARCO**) pour lesquels l'échantillonnage s'est terminé en 2018. En 2019, les travaux porteront donc essentiellement sur la poursuite de la dissection et de la préparation des échantillons, en vue des analyses isotopiques et de contenus stomacaux. Ces projets entrant dans leur phase finale, le gros de l'activité consistera également en l'analyse des données acquises. L'analyse trophique de l'écosystème pélagique demandera également une poursuite des travaux de tri et de préparation d'échantillons de zooplancton et de larves de poissons, dans le cadre des projets **MURPHY** et **COCKTAIL**.

3.4.3. Campagnes à la mer

Les campagnes annuelles à grande échelle pilotées par HMMN, aujourd'hui contractualisées avec l'UE dans le cadre de la DCMAP, se poursuivront en sud mer du Nord (IBTS) et dans la Manche (CGFS). Les campagnes annuelles ciblant l'évaluation d'espèces bien spécifiques : COMOR (coquille Saint Jacques) et CRUSTAFLAM (grands crustacés) se poursuivront en 2019, avec des financements provenant de la mesure 28 du FEAMP (dossier déposé et en attente de réponse) et du programme IGA. 2019 verra également la poursuite des campagnes nourriceries menées dans le cadre de la DCSMM : NOURSEINE (Baie de Seine), NOURVEYS (Baie des Veys), NOURMONT (Baie du Mont Saint Michel) ou du programme IGA : NOURSOM (Baie de Somme).

4 ANNEXES

Annexe 1: Production scientifique et technologique (2018)

Les publications

33 publications dans des revues indexées par le Web Of Science (WOS) sont produites par l'Unité Halieutique Manche-Mer du Nord de l'Ifremer en 2018: 30 sont référencées à ce jour dans le WOS et 3 sont sous presse (In Press).

Principaux organismes partenaires (5 co-publications) : le Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation en Australie (CSIRO) et le Ministère canadien des Pêches, des océans (MPO).

Principaux partenaires français (4 co-publications): l'Agrocampus Ouest, l'Université de Lille et l'Université de Montpellier.

Principaux pays partenaires (au moins 5 co-publications) : le Canada (8 publications), le Royaume-Uni (7), l'Australie (6), le Danemark (6), les Pays-Bas (5) et les Etats Unis (5).

La part des co-publications :

- internationales hors Europe représente 55 % du total (18 publications)
- européennes (EEE) hors France: 33% (11 publications)
- nationales (hors Ifremer) : 67% (22 publications); 45% avec des universités françaises (15).

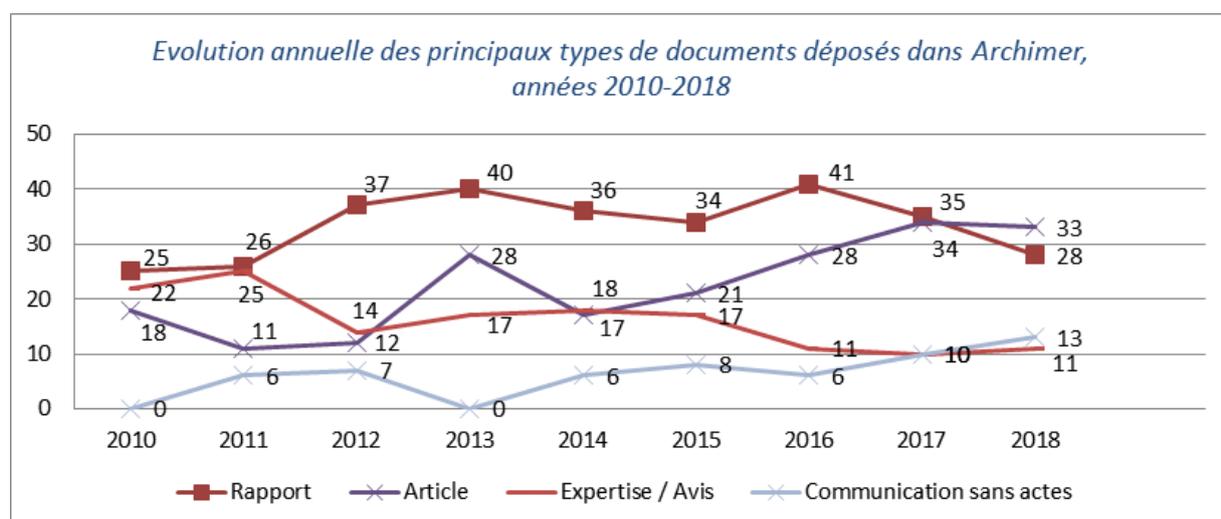
2 publications sont strictement Ifremer (sans collaboration avec d'autres organismes).

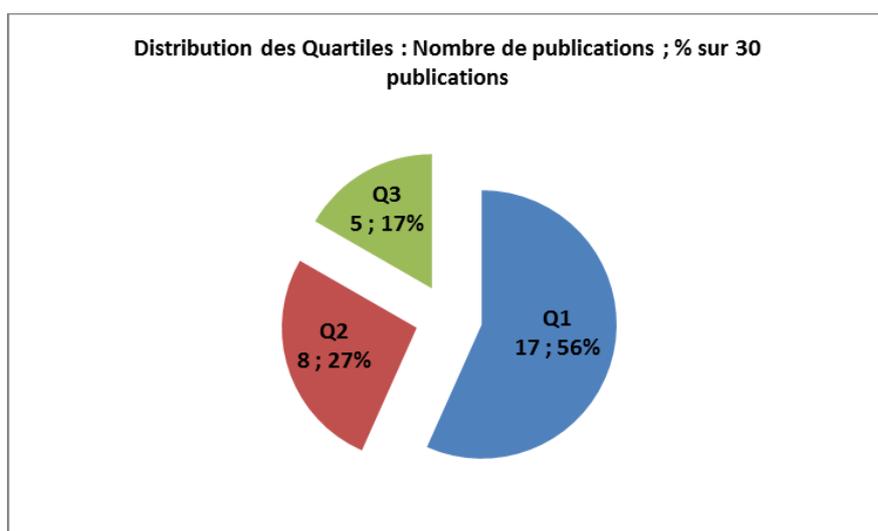
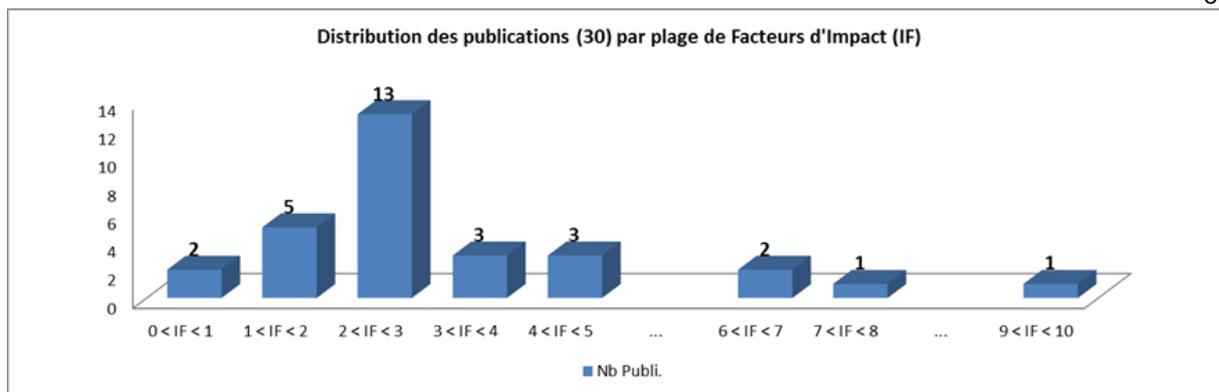
Les trois articles les plus cités (au-delà de 16 fois) :

- A global perspective on the trophic geography of sharks.
- Integrated ecological-economic fisheries models-Evaluation, review and challenges for implementation.
- Projecting changes in the distribution and productivity of living marine resources: A critical review of the suite of modeling approaches used in the large European project VECTORS.

Les deux principales revues parmi dans lesquelles les articles sont publiés (3 articles):

Estuarine Coastal And Shelf Science et *Marine Ecology Progress Series*.





Les Avis & Expertises

11 Avis et Expertises (4 Avis et 7 Expertises) sont produits en 2018 par l'unité HMMN. Principaux commanditaires : le Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM ; 4), la DDTM 50 (2) et la DREAL Normandie, Caen (2).

Nombre et commanditaires des avis-expertises produites par HMMN en 2018

Commanditaires	Nb Avis/Expertises
DDTM 50 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Manche, Service Mer et Littoral, Cherbourg	2
CIEM	4
Préfecture de Seine-Maritime, Rouen	1
Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Paris	1
DREAL Normandie - Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Normandie, Service Ressources Naturelles, Pôle Mer et Littoral, Caen	2
DREAL Normandie - Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Normandie, Service Ressources naturelles, Pôle Mer et Littoral, Rouen	1
Somme	11

Publications analysées (33 dont 30 WoS et 3 In Press)

Batsleer J., Marchal Paul, Vaz Sandrine, Vermard Youen, Rijnsdorp A. D., Poos J. J. (2018). Exploring habitat credits to manage the benthic impact in a mixed fishery. Marine Ecology Progress Series, 586, 167-179. Publisher's official version :

<https://doi.org/10.3354/meps12392> , Open Access version :
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00418/52997/>

- Bird Christopher S., Verissimo Ana, Magozzi Sarah, Abrantes Katya G., Aguilar Alex, Al-Reasi Hassan, Barnett Adam, Bethea Dana M., Biais Gerard, Borrell Asuncion, Bouchoucha Marc, Boyle Mariah, Brooks Edward J., Brunnschweiler Juerg, Bustamante Paco, Carlisle Aaron, Catarino Diana, Caut Stephane, ChereL Yves, Chouvelon Tiphaine, Churchill Diana, Ciancio Javier, Claes Julien, Colaco Ana, Courtney Dean L., Cresson Pierre, Daly Ryan, De Necker Leigh, Endo Tetsuya, Figueiredo Ivone, Frisch Ashley J., Hansen Joan Holst, Heithaus Michael, Hussey Nigel E., Itembu Johannes, Juanes Francis, Kinney Michael J., Kiszka Jeremy J., Klarian Sebastian A., Kopp Dorothee, Leaf Robert, Li Yunkai, Lorrain Anne, Madigan Daniel J., Maljkovic Aleksandra, Malpica-Cruz Luis, Matich Philip, Meekan Mark G., Menard Frederic, Menezes Gui M., Munroe Samantha E. M., Newman Michael C., Papastamatiou Yannis P., Pethybridge Heidi, Plumlee Jeffrey D., Polo-Silva Carlos, Quaeck-Davies Katie, Raoult Vincent, Reum Jonathan, Torres-Rojas Yassir Eden, Shiffman David S., Shipley Oliver N., Speed Conrad W., Staudinger Michelle D., Teffer Amy K., Tilley Alexander, Valls Maria, Vaudo Jeremy J., Wai Tak-Cheung, Wells R. J. David, Wyatt Alex S. J., Yool Andrew, Trueman Clive N. (2018). A global perspective on the trophic geography of sharks. *Nature Ecology & Evolution*, 2(2), 299-305. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0432-z> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00420/53141/>
- Boufersaoui Samira, Kassar Abderrahmane, Mokrane Zakia, Elleboode Romain, Mahe Kelig (2018). Age and growth of the striped seabream, *Lithognathus mormyrus* (Actinopterygii: Perciformes: Sparidae), in the central coast of Algeria, Mediterranean Sea. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 48(4), 319-328. Publisher's official version : <https://doi.org/10.3750/AIEP/02485> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00473/58448/>
- Brewster J. D., Giraldo Carolina, Choy E. S., Macphee S. A., Hoover C., Lynn B., McNicholl D. G., Majewski A., Rosenberg B., Power M., Reist J. D., Loseto L. L. (2018). A comparison of the trophic ecology of Beaufort Sea Gadidae using fatty acids and stable isotopes. *Polar Biology*, 41(1), 149-162. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1007/s00300-017-2178-0> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00397/50797/>
- Cadiz Laura, Ernande Bruno, Quazuguel Patrick, Servili Arianna, Zambonino-Infante Jose-Luis, Mazurais David (2018). Moderate hypoxia but not warming conditions at larval stage induces adverse carry-over effects on hypoxia tolerance of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Marine Environmental Research*, 138, 28-35. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.03.011> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00434/54606/>
- Chater Ines, Romdhani-Dhahri Ahlem, Dufour Jean-Louis, Mahe Kelig, Chakroun-Marzouk Nadia (2018). Age, growth and mortality of *Sciaena umbra* (Sciaenidae) in the Gulf of Tunis. *Scientia Marina*, 82(1), 17-25. Publisher's official version : <https://doi.org/10.3989/scimar.04679.21A> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00424/53552/>
- Chouvelon Tiphaine, Cresson Pierre, Bouchoucha Marc, Brach-Papa Christophe, Bustamante Paco, Crochet Sylvette, Marco-Miralles Françoise, Thomas Bastien, Knoery Joel (2018). Oligotrophy as a major driver of mercury bioaccumulation in medium-to high-trophic level consumers: A marine ecosystem-comparative study. *Environmental Pollution*, 233, 844-854. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.015> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00410/52111/>
- De Cubber Lola, Lefebvre Sebastien, Fisseau Charline, Cornille Vincent, Gaudron Sylvie Marylene (2018). Linking life-history traits, spatial distribution and abundance of two species

- of lugworms to bait collection: A case study for sustainable management plan. *Marine Environmental Research*, 140, 433-443. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.07.009>
- Delerue-Ricard Sophie, Hanna Stynen, Barbut Léo, Morat Fabien, Mahe Kelig, Hablützel Pascal I., Hostens Kris, Volckaert Filip Size-effect, asymmetry, and small-scale spatial variation in otolith shape of juvenile sole in the Southern North Sea. *Hydrobiologia* IN PRESS. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3736-3>
- Denis Jeremy, Vincent Dorothee, Antajan Elvire, Vallet Carole, Mestre Julie, Lefebvre Valerie, Caboche Josselin, Cordier Remy, Marchal Paul, Loots Christophe (2018). Gut fluorescence technique to quantify pigment feeding in Downs herring larvae. *Marine Ecology Progress Series*, 607, 129-142. <https://doi.org/10.3354/meps12775>
- Du Pontavice Hubert, Randon Marine, Lehuta Sigrid, Vermard Youen, Savina-Rolland Marie (2018). Investigating spatial heterogeneity of von Bertalanffy growth parameters to inform the stock structuration of common sole, *Solea solea*, in the Eastern English Channel. *Fisheries Research*, 207, 28-36. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.05.009>
- Fu Caihong, Travers-Trolet Morgane, Velez Laure, Gruss Arnaud, Bundy Alida, Shannon Lynne J., Fulton Elizabeth A., Akoglu Ekin, Houle Jennifer E., Coll Marta, Verley Philippe, Heymans Johanna J., John Emma, Shin Yunne-Jai (2018). Risky business: The combined effects of fishing and changes in primary productivity on fish communities. *Ecological Modelling*, 368, 265-276. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.12.003>
- Giraldo Carolina, Stasko Ashley, Walkusz Wojciech, Majewski Andrew, Rosenberg Bruno, Power Michael, Swanson Heidi, Reist James D. (2018). Feeding of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the Canadian Beaufort Sea. *Journal Of Marine Systems*, 183, 32-41. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2018.03.009> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00435/54611/>
- Girardin Raphael, Fulton Elizabeth A., Lehuta Sigrid, Rolland Marie, Thebaud Olivier, Travers-Trolet Morgane, Vermard Youen, Marchal Paul (2018). Identification of the main processes underlying ecosystem functioning in the Eastern English Channel, with a focus on flatfish species, as revealed through the application of the Atlantis end-to-end model. *Estuarine Coastal And Shelf Science*, 201, 208-222. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.10.016> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00354/46524/>
- Hoffle Hannes, Van Damme Cindy J. G., Fox Clive, Lelievre Stephanie, Loots Christophe, Nash Richard D. M., Vaz Sandrine, Wright Peter J., Munk Peter (2018). Linking spawning ground extent to environmental factors - patterns and dispersal during the egg phase of four North Sea fishes. *Canadian Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences*, 75(3), 357-374. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1139/cjfas-2016-0310> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00385/49641/>
- Horri Khaled, Alfonso Sebastien, Cousin Xavier, Munsch Catherine, Loizeau Veronique, Aroua Salima, Begout Marie-Laure, Ernande Bruno (2018). Fish life-history traits are affected after chronic dietary exposure to an environmentally realistic marine mixture of PCBs and PBDEs. *Science Of The Total Environment*, 610-611, 531-545. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.083> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00396/50694/>
- Janssen Holger, Bastardie Francois, Eero Margit, Hamon Katell, Hinrichsen Hans-Harald, Marchal Paul, Nielsen J. Rasmus, Le Pape Olivier, Schulze Torsten, Simons Sarah, Teal Lorna R., Tidd Alex (2018). Integration of fisheries into marine spatial planning: Quo vadis? *Estuarine Coastal And Shelf Science*, 201, 105-113. Publisher's official version :

-
- <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.01.003> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00364/47480/>
- Karasiewicz Stephane, Breton Elsa, Lefebvre Alain, Hernandez Farinas Tania, Lefebvre Sebastien (2018). Realized niche analysis of phytoplankton communities involving HAB: *Phaeocystis* spp. as a case study. *Harmful Algae*, 72, 1-13. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.hal.2017.12.005> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00416/52786/>
- Kopp Dorothee, Morandeau Fabien, Mouchet Maud, Vogel Camille, Mehault Sonia (2018). What can be expected of a T90 extension piece to improve selectivity in bottom trawl multispecific fisheries in the Bay of Biscay? *Fisheries Science*, 84(4), 597-604. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1007/s12562-018-1203-8> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00439/55026/>
- Ky Chin-Long, Nakasai Seiji, Parrad Sophie, Broustal Floriane, Devaux Dominique, Louis Patricia (2018). Variation in cultured pearl quality traits in relation to position of saibo cutting on the mantle of black-lipped pearl oyster *Pinctada margaritifera*. *Aquaculture*, 493, 85-92. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.04.059> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00439/55030/>
- Lopes Galasso Helena, Richard Marion, Lefebvre Sebastien, Aliaume Catherine, Callier Myriam (2018). Body size and temperature effects on standard metabolic rate for determining metabolic scope for activity of the polychaete *Hediste (Nereis) diversicolor*. *Peerj*, 6, e5675 (21p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.7717/peerj.5675> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00465/57682/>
- Loseto Lisa L., Brewster Jasmine D., Ostertag Sonja K., Snow Kathleen, Macphee Shannon A., McNicholl Darcy G., Choy Emily S., Giraldo Carolina, Hornby Claire A. (2018). Diet and feeding observations from an unusual beluga harvest in 2014 in Ulukhaktok, Northwest Territories, Canada. *Arctic Science*, 4(3), 421-431. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1139/as-2017-0046> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00428/53927/>
- Mahe Kelig, Bellamy Elise, Delpech Jean-Paul, Lazard Coline, Salaun Michele, Verin Yves, Coppin Franck, Travers-Trolet Morgane (2018). Evidence of a relationship between weight and total length of marine fish in the North-eastern Atlantic Ocean: physiological, spatial and temporal variations. *Journal Of The Marine Biological Association Of The United Kingdom*, 98(3), 617-625. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1017/S0025315416001752> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00363/47418/>
- McLean Matthew, Mouillot David, Auber Arnaud (2018). Ecological and life history traits explain a climate induced shift in a temperate marine fish community. *Marine Ecology Progress Series*, 606, 175-186. <https://doi.org/10.3354/meps12766>
- McLean Matthew, Mouillot David, Lindegren Martin, Engelhard Georg, Villeger Sebastien, Marchal Paul, Brind'Amour Anik, Auber Arnaud (2018). A Climate-Driven Functional Inversion of Connected Marine Ecosystems. *Current Biology*, 28(22), 3654-3660. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.09.050>
- Mille Tiphaine, Cresson Pierre, Chouvelon Tiphaine, Bustamante Paco, Brach-Papa Christophe, Bruzac Sandrine, Rozuel Emmanuelle, Bouchoucha Marc (2018). Trace metal concentrations in the muscle of seven marine species: Comparison between the Gulf of Lions (North-West Mediterranean Sea) and the Bay of Biscay (North-East Atlantic Ocean). *Marine Pollution Bulletin*, 135, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.051>
- Nielsen J. Rasmus, Thunberg Eric, Holland Daniel S., Schmidt Jorn O., Fulton Elizabeth A., Bastardie Francois, Punt Andre E., Allen Icarus, Bartelings Heleen, Bertignac Michel,
-

- Bethke Eckhard, Bossier Sieme, Buckworth Rik, Carpenter Griffin, Christensen Asbjorn, Christensen Villy, Da-Rocha Jose M., Deng Roy, Dichmont Catherine, Doering Ralf, Esteban Aniol, Fernandes Jose A., Frost Hans, Garcia Dorleta, Gasche Loic, Gascuel Didier, Gourguet Sophie, Groeneveld Rolf A., Guillen Jordi, Guyader Olivier, Hamon Katell, Hoff Ayoe, Horbowy Jan, Hutton Trevor, Lehuta Sigrid, Little L. Richard, Leonart Jordi, Macher Claire, Mackinson Steven, Mahevas Stephanie, Marchal Paul, Mato-Amboage Rosa, Mapstone Bruce, Maynou Francesc, Merzereaud Mathieu, Palacz Artur, Pascoe Sean, Paulrud Anton, Plaganyi Eva, Prellezo Raul, Van Putten Elizabeth I., Quaas Martin, Ravn-Jonsen Lars, Sanchez Sonia, Simons Sarah, Thebaud Olivier, Tomczak Maciej T., Ulrich Clara, Van Dijk Diana, Vermard Youen, Voss Rudi, Waldo Staffan (2018). Integrated ecological-economic fisheries models-Evaluation, review and challenges for implementation. *Fish And Fisheries*, 19(1), 1-29. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1111/faf.12232> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00391/50269/>
- Olsen Erik, Kaplan Isaac C., Ainsworth Cameron, Fay Gavin, Gaichas Sarah, Gamble Robert, Girardin Raphael, Eide Cecilie H., Ihde Thomas F., Morzaria-Luna Hem Nalini, Johnson Kelli F., Savina-Rolland Marie, Townsend Howard, Weijerman Mariska, Fulton Elizabeth A., Link Jason S. (2018). Ocean Futures Under Ocean Acidification, Marine Protection, and Changing Fishing Pressures Explored Using a Worldwide Suite of Ecosystem Models. *Frontiers In Marine Science*, 5(64), 23p. Publisher's official version : <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00064> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00428/53948/>
- Peck Myron A., Arvanitidis Christos, Butenschon Momme, Canu Donata Melaku, Chatzinikolaou Eva, Cucco Andrea, Domenici Paolo, Fernandes Jose A., Gasche Loic, Huebert Klaus B., Hufnagl Marc, Jones Miranda C., Kempf Alexander, Keyl Friedemann, Maar Marie, Mahevas Stephanie, Marchal Paul, Nicolas Deiphine, Pinnegar John K., Rivot Etienne, Rochette Sebastien, Sell Anne F., Sinerchia Matteo, Solidoro Cosimo, Somerfield Paul J., Teal Lorna R., Travers-Trolet Morgane, Van De Wolfshaar Karen E. (2018). Projecting changes in the distribution and productivity of living marine resources: A critical review of the suite of modeling approaches used in the large European project VECTORS. *Estuarine Coastal And Shelf Science*, 201, 40-55. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.05.019> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00337/44845/>
- Perga Marie-Elodie, Danger Michael, Dubois Stanislas, Fritch Clementine, Gaucherel Cedric, Hubas Cedric, Jabot Franck, Lacroix Gerard, Lefebvre Sebastien, Marmonier Pierre, Bec Alexandre (2018). Forces, failles et opportunités de la recherche française en écologie trophique / Strengths, weaknesses, and opportunities of French research in trophic ecology. *Comptes Rendus Biologies*, 341(6), 301-314. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2018.05.001> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00442/55338/>
- Pinto Cecilia, Travers-Trolet Morgane, Macdonald Jed, Rivot Etienne, Vermard Youen Combining multiple data sets to unravel the spatio-temporal dynamics of a data-limited fish stock. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* IN PRESS. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1139/cjfas-2018-0149> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00460/57187/>
- Reid Gregor K., Lefebvre Sebastien, Filgueira Ramón, Robinson Shawn M.C., Broch Ole J., Dumas Andre, Chopin Thierry B.R. Performance measures and models for open-water

integrated multi-trophic aquaculture. Reviews in Aquaculture IN PRESS.
<https://doi.org/10.1111/raq.12304>

Thiebault Andrea, Dubroca Laurent, Mullers Ralf H. E., Tremblay Yann, Pistorius Pierre A. (2018). "M2B" package in R: Deriving multiple variables from movement data to predict behavioural states with random forests. *Methods In Ecology And Evolution*, 9(6), 1548-1555. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12989> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00445/55683/>

Expertise (7)

Cochard Marie-Laure (2018). Potentiel de production de coques - Zone 50-04. DDTM 50 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Manche, Service Mer et Littoral, Cherbourg, Ref. HMMN/RH-PB/18.002 - Message du 17/04/2018 - DDTM-SML-PAM, 1p., 5p.

Comité scientifique relatif au projet de parc éolien en mer au large de Fécamp (2018). Avis du comité scientifique relatif aux protocoles de suivi des mesures dont l'état de référence est établi sur deux années avant les travaux. Préfecture de Seine-Maritime, Rouen, Ref. Avis n°2018-1, 3p., 1p.

ICES (2018). Report of the Herring Assessment Working Group for the Area South of 62°N (HAWG), 29-31 January 2018 and 12-20 March 2018 ICES HQ, Copenhagen, Denmark. CIEM, Ref. ICESCM 2018/ACOM:07, 960p.<https://archimer.ifremer.fr/doc/00472/58380/>

ICES (2018). Report of the Working Group on Celtic Seas Ecoregion (WGCSE), 9–18 May 2018 Copenhagen, Denmark. CIEM, Ref. ICES CM 2018/ACOM:13, 1888p.<https://archimer.ifremer.fr/doc/00472/58379/>

ICES (2018). Report of the Working Group on the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak (WGNSSK), 24 April - 3 May 2018 Oostende, Belgium. CIEM, Ref. ICES CM 2018/ACOM:22, 1264p.<https://archimer.ifremer.fr/doc/00472/58382/>

ICES (2018). Report of the Scallop Assessment Working Group (WGScallop) ,10-12 October 2018 York, UK. CIEM, Ref. ICES CM 2018/EPDSG:13, 54p.<https://archimer.ifremer.fr/doc/00472/58385/>

Vogel Camille, Vigneau Joel, Ybert Sebastien (2018). Réponse à la demande du Ministère de l'Environnement sur le bilan de l'activité halieutique sur la zone sélectionnée pour le parc éolien offshore de Dieppe Le Tréport. Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Paris, Ref. Document de travail - Rapport du 19/01/2018, 14p., 45p.

Avis (4)

Cochard Marie-Laure (2018). Gisements de coques de la Pointe de Brévands. DDTM 50 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Manche, Service Mer et Littoral, Pôle pêche es et activités maritimes, Cherbourg, Ref. HMMN/RH-PB/18.003 - DDTM-SML-PAM-2018-0823, 2p., 5p.

Desroy Nicolas, Simplet Laure, Vogel Camille, Dreves Luc (2018). Avis de l'Ifremer sur la modification des suivis bio-sédimentaires et halieutiques de la concession d'extraction de granulats marins Côte d'Albâtre. DREAL Normandie - Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Normandie, Service Ressources naturelles, Pôle Mer et Littoral, Rouen, Ref. Ifremer PDG/2018-049 - Courrier 221-2018-SRN-PML-FV du 05 avril 2018, 5p.

Simplet Laure, Desroy Nicolas, Vogel Camille, Dreves Luc (2018). Avis de l'Ifremer sur la demande de mise en place d'un programme expérimental au sein de la concession d'extraction de granulats marins "Granulats de la Manche Orientale". DREAL Normandie - Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Normandie, Service Ressources Naturelles, Pôle Mer et Littoral, Caen, Ref. Ifremer PDG/LD 2018-158 - Courrier DREAL-Normandie du 30 août 2018, 8p.

Simplet Laure, Desroy Nicolas, Vogel Camille, Dreves Luc (2018). Avis de l'Ifremer sur la demande de modification du phasage d'exploitation et des suivis environnementaux pour la concession d'extraction de granulats marins "Saint Nicolas". DREAL Normandie - Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Normandie, Service Ressources Naturelles, Pôle Mer et Littoral, Caen, Ref. Ifremer-PDG/2018-179 - 641-2018-SRN-PML-FV du 04 octobre 2018, 8p.

Annexe 2: Nouveaux projets soumis et acceptés (2018)

	soumis	acceptés	dont coordination	Observations – unité(s) concernée(s)
Belmont Forum	1	1	0	SOMBEE (HMMN, IRD)
DG-MARE	1	1	0	MED-UNIT (HMMN)
FEAMP	1	1	0	SELUX (HMMN, STH)
FFP	1	1	1	MASCOET (HMMN, STH)
IFREMER (DS)	1	1	1	MURPHY (HMMN – LER Boulogne)

Annexe 3: Implication dans la formation (par la recherche)

Lister les:

1. Formations données

Pierre CRESSON : activités d'enseignement à l'ULCO & Univ. Lille M1 et M2 FOGEM (12h)

Eric FOUCHER : activités d'enseignement à l'IUT de l'Université Caen Basse-Normandie, L3 Pro REDD (10h)

Carolina GIRALDO : activités d'enseignement à l'ULCO & Univ. Lille M2 FOGEM (3h)

Raphaël GIRARDIN : activités d'enseignement à l'ULCO & Univ. Lille M1 FOGEM (3h)

Christophe LOOTS : activités d'enseignement à l'ULCO (19h)

Kélig MAHE : activités d'enseignement à l'ULCO (7h), Formation en informatique appliquée au Traitement Numérique de Pièces Calcifiées au logiciel au Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (Algérie, 8 jours)

2. Accueil et encadrement de stagiaires

Nom	Prénom	Date début	Date fin	Diplôme préparé	Etablissement	Sujet	Tuteur
Ballutaud	Marine	19/02/18	17/08/18	Master 2 ^{ème} année – Sciences de la mer	Agrocampus Ouest	Modélisation End-to-end pour une gestion intégrée en Mer du Nord	
Chardon	Thomas	09/04/18	08/06/18	Master 1 ^{ère} année – Gestion de l'environnement	Université Le Havre Normandie	Etude des populations de poissons commerciaux de la Baie de Seine par l'utilisation des données administratives historiques de 1866 à 1980	Laurent Dubroca
Joly	Léa	08/01/18	15/06/18	Master 2 ^{ème} année – Sciences de l'Univers Environnement Ecologie	Université Pierre et Marie Curie	Dynamique spatio-temporelle de la condition larvaire de deux poissons plats, la sole et la plie, en Manche Est	<u>Carolina Giraldo</u>
Gendrot	Félix	08/01/2018	15/06/2018	Master 2 ^{ème} année – Sciences de l'Univers Environnement Ecologie	Université Pierre et Marie Curie	Variations spatiale et temporelle de la condition larvaire lors de la période critique de trois espèces de poissons en Manche orientale : approche par indices histologiques	Christophe Loots
Morell	Alaia	19/02/18	17/08/18	Master 2 ^{ème} année – Sciences de la mer	Agrocampus Ouest	Structuration spatiale des traits d'histoire de vie de la sole commune en Manche Est	Bruno Ernande, Kélig Mahé
Gnoumou	Siéfo Parfait	03/04/2018	15/06/2018	Thèse	Université Ouaga (Burkina Faso)	Âge et croissance d' <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) et de <i>Clarias anguillaris</i> (Linnaeus, 1758) au Lac Bam et au Lac de barrage de Peelé, Burkina Faso	Kélig Mahé

Castiglione	Julie	12/02/2018	12/08/2018	Master 2 ^{ème} année – Génie des Environnements Naturels	Université de Reims Chamgne-ardenne	Ecologie des communautés benthiques de l'estuaire de Seine, en lien avec l'évolution de la pêche locale de crevette grise (<i>Crangon crangon</i>)	Camille Vogel
-------------	-------	------------	------------	--	--	--	---------------

3. Accueil et encadrement d'apprentis en alternance

Nom	Prénom	Date début	Date fin	Sujet	Encadrement
FONTAINE	Virginie	10/09/2018	21/08/2020	Dynamiques spatiale et saisonnière du réseau trophique planctonique en Manche-Mer du Nord en lien avec l'ichtyoplancton	C. Giraldo
PERNAK	Michèle	01/09/2016	30/06/2018	La variabilité spatio-temporelle des assemblages larvaires de poissons en Manche Est et mer du Nord	C. Loots

4. Participation à un jury de thèse ou HDR

Nom/Prénom	Rôle	Niveau	Université	Date de soutenance
NA	NA	NA	NA	NA

5. Accueil et encadrement de post-doctorants

Nom	Prénom	Date début	Date fin	Sujet	Co-financement	Encadrement
BRACIS	Chloe	06/2018	12/2019	Calibration de modèles complexes (Atlantis)	NA	R. Girardin

6. Accueil et encadrement de doctorants

Début de thèse (JJ/MM/AA)	Date de soutenance (JJ/MM/AA)	Sujets	Etudiants accueillis		Ecoles Doctorales d'inscription -N° de l'ED -Libellé de l'ED -Université de rattachement -Académie	Encadrements scientifiques (*) Dir. Thèse: Prénom, Nom (organisme) Co-encadrant: Prénom, Nom (organisme)	Structures d'accueil Libellé(s) + Localisation(s)	Convention CIFRE (oui/non)	Sources de financement	Email du doctorant
			Nom Prénom	Nationalité						
01/12/14	23/01/18	Impact d'une réduction des rejets sur les dynamiques couplées écosystème-pêcheurs : approche par modélisation individu-centrée appliquée à la Manche orientale	Bourdaud Pierre	Français	Ecole doctorale des Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement – ED 104 – Université du Littoral Côte d'Opale	Directeur de thèse : Paul Marchal, Responsable de l'Unité Halieutique de Manche Mer du Nord Co-directeurs : Morgane Travers, Chercheur en écologie trophique et modélisation écosystémique et Youen Vermard, Chercheur en dynamique des flottilles	Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne-sur-Mer	Non	Pôle Métropolitain de la Côte d'Opale (PMCO)	pierre.bourdaud@ifremer.fr
01/11/14	12/04/18	Conséquences démographiques et évolutives de l'exposition aux polluants organiques persistants chez les populations de poissons marins	Horri Khaled	Algérien	Ecole doctorale Normande de Biologie Intégrative, Santé, Environnement – ED 497 – Université de Normandie (Caen, Le Havre et Rouen)	Directeur de thèse : Jean-Michel Danger, Professeur et Responsable du labo Stress Environnementaux et BIO-surveillance des milieux aquatiques à l'Université du Havre Co-directeurs : Paul Marchal, Responsable de l'Unité Halieutique de Manche Mer du Nord et Bruno Ernande, Chercheur en écologie et évolution des poissons	Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne-sur-Mer	Non	Région Haute Normandie	khaled.horri@ifremer.fr
01/10/16		Influences environnementales sur le succès des écophases larvaires des poissons en manche orientale et la baie Sud de la mer du nord	Di Pane Julien	Français	Ecole doctorale des Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement – ED 104 – Université du Littoral Côte d'Opale	Directeur de thèse : Paul Marchal, Responsable de l'Unité Halieutique de Manche Mer du Nord Co-directeurs : Christophe Loots, Cadre de recherche en écologie de l'ichtyoplancton et Philippe Koubbi,	Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne-sur-Mer	Non	Pôle Métropolitain de la Côte d'Opale (PMCO)	julien.di.pane@ifremer.fr

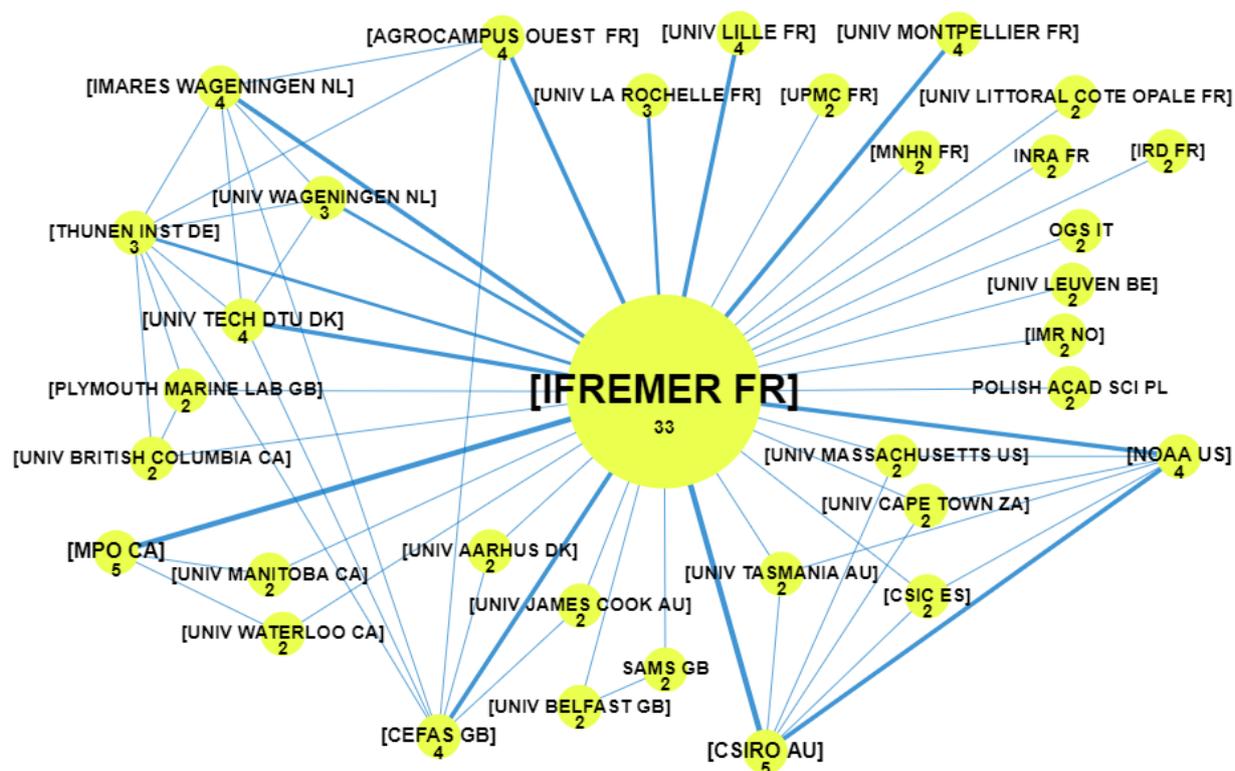
						Professeur des universités à l'UPMC				
01/10/2016		Evolution spatio-temporelle de la forme de l'otolithe : applications au suivi des populations exploitées de poissons	Mahé Kélig	Français	Ecole doctorale des Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement – ED 104 – Université du Littoral Côte d'Opale	Directrice de thèse : Hélène de Pontual, Chercheur en Sclérochronologie à l'Ifremer de Brest Co-directeurs : Rachid Amara, chercheur à l'Université du Littoral Côte d'Opale et Bruno Ernande, Chercheur en écologie et évolution des poissons	Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne-sur-Mer	Non	IFREMER	Kelig.mahe@ifremer.fr
01/11/16		Réponses fonctionnelles des communautés ichtyologiques au changement climatique en Baie de Somme, Manche orientale et mer du Nord	Mc Lean Matthew James	Américain	Ecole doctorale des Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement – ED 104 – Université du Littoral Côte d'Opale	Directeur de thèse : Paul Marchal, Responsable de l'Unité Halieutique de Manche Mer du Nord Co-directeurs : Arnaud Auber, Cadre de recherche en dynamique des communautés ichtyologiques et écologie numérique et David Mouillot, Professeur à l'université de Montpellier et chercheur à l'UMR MARBEC	Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne-sur-Mer	Non	Région Hauts de France	matthew.james.mc.lean@ifremer.fr
01/10/17		Variation saisonnière et ontogénique des paramètres trophiques des principales espèces exploitées en Manche-Mer du Nord	Timmerman Charles André	Française	Ecole doctorale « Science de la Matière, du rayonnement et de l'environnement – ED 104 – Université Lille Nord de France	Directeur de thèse : Paul Marchal, Cadre de recherche, Laboratoire Ressources Halieutiques Boulogne sur Mer Co-directeur : Pierre Cresson, Cadre de recherche, Laboratoire Ressources Halieutiques Boulogne sur Mer	Laboratoire Ressources Halieutiques à Boulogne sur Mer	Non	FEAMP	Charles.Andre.Timmerman@ifremer.fr
01/10/18		Dynamiques éco-évolutives et scénarios de la biodiversité face au	Morell Alaia	Française	Ecole doctorale « Science de la Matière, du rayonnement et de	Directeur de thèse : Paul Marchal, Cadre de recherche, Laboratoire	Laboratoire Ressources Halieutiques à Boulogne sur Mer	Non	Belmont Forum	Alaia.Morell@ifremer.fr

		changement global en mer du Nord			l'environnement – ED 104 – Université Lille Nord de France	Ressources Halieutiques Boulogne sur Mer Co-directeur : Bruno Ernande, Cadre de recherche, Laboratoire Ressources Halieutiques Boulogne sur Mer				
01/10/18		Impact des changements globaux sur le développement et la survie des larves de hareng (<i>Clupea harengus</i>) : une approche expérimentale multi-stress	Joly Lea	Française	Ecole doctorale « Science de la Matière, du rayonnement et de l'environnement – ED 104 – Université Lille Nord de France	Directeur de thèse : Paul Marchal, Cadre de recherche, Laboratoire Ressources Halieutiques Boulogne sur Mer Co-directeur : Carolina Giraldo, Cadre de recherche, Laboratoire Ressources Halieutiques Boulogne sur Mer	Laboratoire Ressources Halieutiques à Boulogne sur Mer	Non	Projet collaboratif AWI	Lea.Joly@ifremer.fr
01/11/18		Exploration des incertitudes isotopiques en écologie au moyen d'une approche de modélisation trophique	Ballutaud Marine	Française	Ecole doctorale « Science de la Matière, du rayonnement et de l'environnement – ED 104 – Université Lille Nord de France	Directeur de thèse : Sébastien Lefebvre, Professeur, Université de Lille Co-directeur : Paul Marchal, Cadre de recherche, Laboratoire Ressources Halieutiques Boulogne sur Mer	LOG à Wimereux	Non	ISIST-U Hauts de France	Marine.Ballutaud@univ-lille.fr

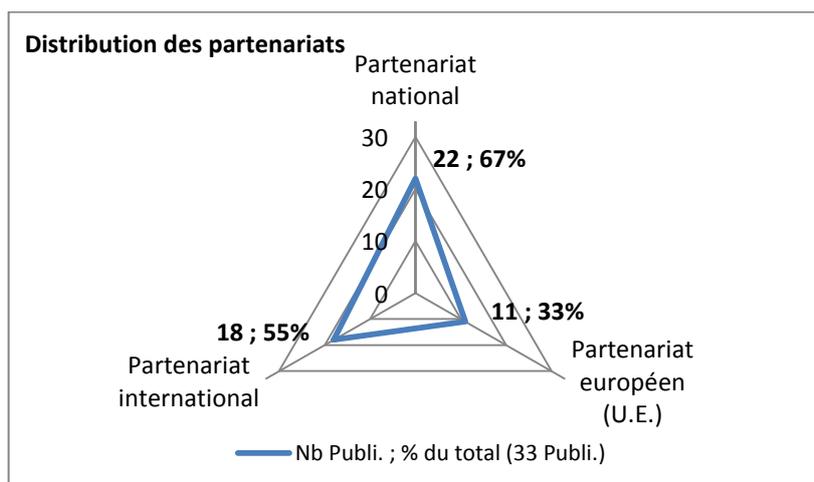
(*) Un salarié Ifremer doit figurer dans l'équipe encadrante et dans les documents officiels de l'école doctorale d'inscription. Si ce n'est pas le cas, il doit encadrer le doctorant au quotidien et signer les publications dans le cadre des travaux menés.

Annexe 4: Partenariats

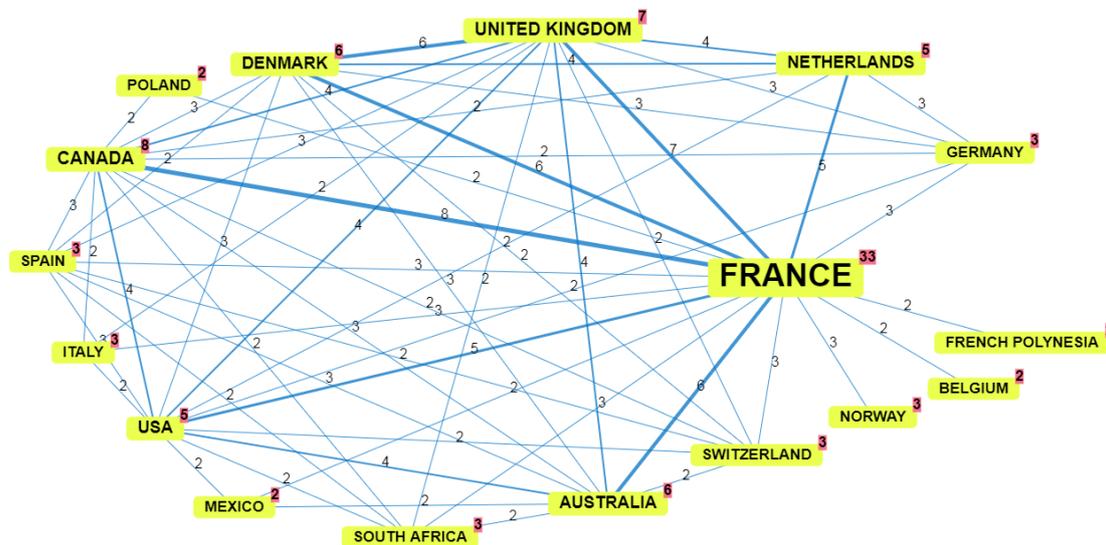
Les partenariats académiques de l'Unité HMMN sont résumés dans les figures ci-dessous (analyse des 30 publications répertoriées en 2018 dans le WoS).



Source : Archimer – WOS, Champ Affiliation ; Traitement : Intellixir



Source : Archimer - WOS, champ Affiliation et Indicateur de partenariats ; Traitement : Excel



Source : Archimer - WOS; Traitement : Intellixir

Bien que très développé, le réseau partenarial socio-économique et institutionnel de l'Unité HMMN ne peut actuellement être représenté avec les mêmes outils et figures que le réseau académique. Les principaux partenaires sont listés ci-dessous :

– Socio-économiques

CRPM (Nord Pas de Calais – Picardie, Haute Normandie, Basse Normandie), carriers, EDF, OP Coopérative Maritime Etaploise (CME), OP From-Nord, Pôle Aquimer, Boulogne Ecorage, Capitaine Houat (mareyage), Aquarium de NAUSICAA

– Institutionnels

Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA), Association des Ports Locaux de la Manche (APLM), Agence des Aires Marines Protégées (AAMP), Régions (Nord-Pas de Calais, Haute Normandie, Basse Normandie, Bretagne), collectivités territoriales,

Annexe 5: Valorisation

NA

Annexe 6 : Fonctions de représentation assurées dans les instances régionales, nationales, européennes ou internationales

L'Unité HMMN représente l'Ifremer principalement dans le cadre des instances suivantes :

- Régional : CRPMEM, DDTM, SFR Campus de la mer
- National : Commission Nationale de la Flotte Côtière, CNPMEM
- Européen : CIEM, Commission du Traité de Granville
- International : OPANO, GDRI franco-canadien RECHAGLO