

UNIVERSITÉ DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR

MÉMOIRE DE SYNTHÈSE DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE ET D'ENCADREMENT

DE LA COLLECTE DES DONNÉES À L'APPROPRIATION DES RÉSULTATS
PAR LES UTILISATEURS

—
CONTRIBUTION À L'AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES
SUR LES RESSOURCES EXPLOITÉES ET D'INTÉRÊT
POUR LES NAVIRES DE NOUVELLE-AQUITAINE

Préparé par Nathalie CAILL-MILLY
Ifremer

Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon-Anglet

Soutenu le 3 juillet 2023 à Anglet

JURY

M. CABRAL Henrique Directeur de Recherche, INRAE	Rapporteur
Mme SAVINA-ROLLAND Marie Cadre de Recherche, Ifremer	Rapporteur
M. AMARA Rachid Professeur / VP relations internationales, Université Littoral Côte d'Opale	Rapporteur
M PIGOT Thierry Professeur/Directeur de la fédération de recherche MIRA, UPPA	Président du jury
Mme DE MATOS FERNANDES Susana Professeur associé / Chercheur principal Chaire Manta, UPPA	Examineur
Mme FIANDRINO Annie Cadre de Recherche / Direction Scientifique, Ifremer	Examineur

Remerciements

Je tiens en premier lieu à remercier Thierry Pigot (IPREM/UMR 5254/UPPA) pour avoir accepté d'être mon référent UPPA pour la préparation de ce manuscrit. Je remercie aussi les autres membres du jury pour avoir évalué ce travail : Henrique Cabral (INRAE), Marie Savina-Rolland (Ifremer), Rachid Amara (Université Littoral Côte d'Opale), Susana De Matos Fernandes (UPPA) et Annie Fiandrino (Ifremer).

Mes remerciements s'adressent ensuite tout particulièrement à Noëlle Bru (LMAP/UPPA), à mes collègues du LER AR d'Anglet : Florence Sanchez, Muriel Lissardy et Marie-Noëlle de Casamajor, à Gilles Morandea (ancien collègue retraité), à Claire Kermorvant (StatEnCo) et à Caitriona Carter (INRAE) pour leurs conseils et leur relecture attentive. Leur bienveillance a toujours été une chance pour avancer coûte que coûte.

Je remercie Elvire Antajan (responsable du LER AR) pour m'avoir poussée à faire l'exercice. Je remercie aussi Megan Quimbre et Pascalines Chaussonot de la cellule Appuidoc de l'Ifremer pour leur analyse bibliométrique. Mes remerciements vont également à Claire Guillemain (DRV/UPPA) pour son accompagnement particulièrement efficace sur les aspects administratifs.

Un grand merci enfin à mes proches : David, Maeva, Nicolas et Luna, pour leur patience et leur soutien.

Sommaire

1. Curriculum vitae	1
2. Nom et type de l'unité de rattachement	4
3. Résumé de la thèse d'université et liste des publications associées	7
4. Exposé des recherches réalisées au cours de la période postérieure à la thèse	9
4.1. Préambule « contexte et historique de mes recherches »	9
4.2. De la récolte des données à la construction d'indicateurs	11
4.2.1. Collecte de données pour le suivi d'un stock avec campagne dédiée – cas de la palourde japonaise du bassin d'Arcachon	12
État des lieux de la mise en œuvre des protocoles d'échantillonnage spatialement équilibrés appliqués aux suivis en environnement	14
Mise au point d'une procédure séquentielle évaluant la performance de protocoles sur une population test	14
Intégration de considérations économiques et généralisation de la méthode tenant compte de différentes propriétés d'une population statistique	17
4.2.2. Sélection de données pour le suivi d'un stock en l'absence de campagne dédiée – cas du rouget barbet du golfe de Gascogne.....	18
4.2.3. Construction d'indicateurs ou de descripteurs pour la caractérisation d'un stock : application à la palourde japonaise du bassin d'Arcachon	21
Taille de première maturité sexuelle	21
Sensibilité des descripteurs de population et de l'environnement aux échelles d'aggrégation	24
4.3. La compréhension des processus et/ou des interactions entre indicateurs/descripteurs (d'état de populations et d'activités de pêche) et environnement : techniques multivariées, modèles statistiques pour décrire et analyser.....	26
4.3.1. Variabilité de la contamination chimique d'espèces commerciales	27
4.3.2. Variabilité spatiale (et temporelle) de descripteurs biologiques ou liés à la pêche et environnement.....	30
Descripteurs morphométriques et environnement - application à la palourde japonaise du bassin d'Arcachon	30
Descripteurs morphométriques, indicateurs liés à la reproduction et environnement - application à la ressource en oursins de la Côte Basque	32
Indicateur d'abondance et environnement - application au rouget barbet.....	35
Descripteurs d'activité des navires et environnement - application aux flottilles du sud de la Nouvelle-Aquitaine.....	37
4.3.3. Représentation intégrée du fonctionnement d'une population et scénarii de gestion.	41
4.4. Appropriation par les utilisateurs dont les gestionnaires	46
4.4.1. Appropriation par les scientifiques	46

4.4.2. Appropriation par les gestionnaires	46
5. Exposé sur les perspectives de recherche.....	58
6. Insertion dans l'unité de recherche d'appartenance du candidat	70
6.1. Obtention et gestion de contrats de recherche	71
6.1.1. Projets achevés.....	71
6.1.2. Projets en cours.....	75
6.1.3. Autres projets (venant en appui à la recherche).....	76
6.2. Collaborations internationales et/ou nationales et l'insertion dans un réseau international et/ou national.....	78
6.2.1. Via les publications	78
6.2.2. Via les réseaux locaux et régionaux	79
6.3. Organisation de manifestations scientifiques (colloques, congrès, diffusion des résultats de la recherche en direction du public.....)	80
7. Encadrement et co-encadrement d'étudiants (stagiaires dont masters, doctorants) et de post-doctorants	81
7.1. Stagiaires	81
7.2. Doctorants	82
7.3. Post-doctorants	82
8. Participation à des tâches administratives et à des activités d'enseignement.....	84
8.1. Tâches administratives	84
8.2. Activités d'enseignement	84
9. Production scientifique	86
9.1. Liste des publications	90
9.2. Liste des communications classées	95
9.3. Liste des conférences scientifiques sur invitation personnelle.....	99
10. Annexe – productions écrites relatives à l'activité d'expertise.....	100

1. Curriculum vitae

Nathalie CAILL-MILLY
Ifremer Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon (LER AR)
1, allée du Parc Montaury
64600 Anglet
France
Tél fixe : 02-29-00-85-92
Email : Nathalie.Caill.Milly@ifremer.fr

CHERCHEURE ET ADJOINTE DE LA CHEFFE DE STATION IFREMER ARCACHON

Domaine d'expertise : interactions espèces/environnement/exploitation

FORMATION INITIALE ET COMPLÉMENTS SÉLECTIONNÉS

2020, 2022-2023	Préparation d'une Habilitation à Diriger des Recherches coordonnée par M. Thierry PIGOT - Professeur à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour
2020	Traitement de données spatio-temporelles sous R
2012	Doctorat en Sciences Exactes et leurs Applications , spécialité : Physiologie et biologie des organismes-populations-interactions « Relations entre l'état d'une ressource et son exploitation via la compréhension et la formalisation des interactions de socio-écosystèmes. Application à la palourde japonaise (<i>Venerupis philippinarum</i>) du bassin d'Arcachon. » Jury : M. Philippe GAUDIN, Directeur de Recherche, INRA, France, Président M. Angel BORJA, Directeur de Recherche, AZTI – TECNALIA, Espagne, Rapporteur M. Olivier LE PAPE, Professeur, AGROCAMPUS OUEST, France, Rapporteur M. Benoit SAUTOUR, Professeur, Université de Bordeaux 1, France, Examineur M. Frank D'AMICO, Maître de Conférences, HDR, UPPA, France, Directeur de thèse M. Olivier GUYADER, Chargé de Recherche, HDR, Ifremer, France, Co-directeur de thèse
2010-2011	Construction de Modèles en Écologie et en Gestion de Ressources Naturelles (cours avancés)
2009	Statistiques de base sous R
1994	Obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome , spécialisation halieutique de l'École Nationale Supérieure Agronomique de Rennes (ENSAR)

ENSEIGNEMENTS

Depuis 2020	Vacations à Sciences Po Bordeaux, en Master 2 (Gouvernance de la Transition Écologique) – Certificat d'approfondissement 2 « Océans et changement climatique »
Depuis 2019	Interventions au Lycée Agricole Saint-Christophe de Saint-Pée-sur-Nivelle, BTS Aquaculture et BTS Gestion et Protection de la Nature
Depuis 2007	Vacations à l'UPPA, Collège STEE, Anglet en Master 1 (DynEA, QuaMA) et Master 2 (DynEA) Master 1 - UE « Fonctionnement et vulnérabilité des écosystèmes côtiers » avec co-responsabilité de l'UE. Master 2 – UE « Stratégies d'échantillonnage et estimation d'abondance » Master 2 – UE « Bio-indication et outils de diagnostic des milieux aquatiques » Master 2 – UE « Evolutionary dynamics and management applications » Master 2 – Projet Tuteuré « Vulnérabilité des espèces et des entreprises de pêche » Invitée au Conseil de perfectionnement du Master DynEA en fonction des années.

EXPÉRIENCES PROFESSIONNELLES

- Depuis 1999 **Cadre de recherche à l'Ifremer** avec :
- **responsabilité du Laboratoire** Ressources Halieutiques d'Aquitaine de **2005 à 2016** ;
 - **changement de département de rattachement en 2017** (passage du département Ressources Biologie Environnement au département Océanographie et Dynamique des Écosystèmes)
- 1998-1999 Chercheur à l'Association pour le Développement de l'Enseignement et des Recherches auprès des universités, des centres de recherches et des entreprises (ADERA)
- 1997-1998 Chercheur contractuel à l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
- 1995-1997 Chargé de mission à l'Institut des Milieux Aquatiques (IMA Biarritz)
- 1995 Chargé de mission au Comité Local des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Bayonne

COMPÉTENCES RECHERCHE

Réalisations

- Montage et pilotage de projets de recherche sur les ressources exploitées (palourde japonaise, oursin, rouget barbet...), sur la dynamique des flottilles et sur la construction d'indices d'abondance (rouget barbet...)
- Choix, mise en oeuvre de protocoles d'échantillonnage et contribution à leur optimisation
- Analyse de données
- Rédaction et relecture d'articles scientifiques, éditeur invité pour un numéro spécial de Continental Shelf Research (CSR)

Organisation et communication

- Participation à des projets pluridisciplinaires et pluri-partenaires
- Rédaction et co-rédaction d'articles scientifiques (33) et de rapports (~ 64)
- Communications en colloques internationaux et séminaires nationaux (36)
- Encadrement de stagiaires
- Co-encadrement de deux doctorantes
- Membre d'un jury de thèse
- Participation à trois comités de thèses

COMPÉTENCES EXPERTISES

Réalisations

- Représentation régionale de l'Ifremer sur les sujets halieutiques
- Élaboration d'avis et d'expertises (37) en réponse à l'État essentiellement
- Suivi/conseil sur des suivis conduits hors ancienne région Aquitaine (Étang de Berre, Cameroun, Étang de Thau, PNM EGMP)
- Membre du comité scientifique régional AcclimaTerra et du comité de direction du Réseau Régional de Recherche Futurs-Act, animation du Groupe Actions Vulnérabilités de Futurs-ACT

Organisation et communication

- Collaborations avec les structures professionnelles de la pêche (niveaux local et régional)
- Relations/collaborations avec l'Administration locale/régionale
- Coordination et participation à des travaux collectifs pluridisciplinaires (ouvrages et chapitres d'ouvrages)

RESPONSABILITÉS ADMINISTRATIVES RÉCENTES

Réalisations

- Rapportage et participation à la rédaction de rapports en vue d'évaluations
- Animation, représentation de l'Ifremer auprès des partenaires locaux (collectivités, UPPA ...)
- Responsabilité du LRHA de 2005 à 2016, adjointe du LER AR depuis 2017
- Établissement et suivi de budgets
- Gestion du matériel et des inventaires

RÉSEAU SCIENTIFIQUE PROFESSIONNEL

France

- Collaborations internes Ifremer (Arcachon, Boulogne, Nantes, Lorient...)
- Collaborations avec les structures recherche en région : universités (UPPA, Université de Bordeaux) ; instituts (INRAE) ...

Hors France

- Collaboration avec l'Université de Canterbury (Nouvelle Zélande), l'Université du Pays Basque et l'AZTI TECNALIA (Espagne)

DISTINCTION

2016 Nomination au grade de Chevalier de l'Ordre du Mérite Maritime

2. Nom et type de l'unité de rattachement

L'Ifremer a pour mission de conduire, développer et promouvoir des recherches fondamentales et appliquées et des actions d'expertise destinées à connaître, évaluer et mettre en valeur les ressources des océans, à améliorer la connaissance et les méthodes de protection et de mise en valeur de l'environnement marin. Son action se situe à la confluence de plusieurs champs de force : recherche, innovation en lien avec le monde économique, appui aux politiques publiques.

Les demandes d'avis et d'expertises formulées à l'Institut sur les écosystèmes marins découlent le plus souvent des directives et règles européennes (Directive Cadre sur l'Eau, Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin, Politique Commune de la Pêche...). Elles expriment un besoin d'évaluer l'état écologique, de réguler les pressions sur le milieu et d'organiser les usages. Parallèlement, l'attente sociétale est forte quant au maintien de la qualité environnementale de ces écosystèmes (notamment pour les écosystèmes côtiers) en raison de l'importance des services écosystémiques rendus par ces derniers. L'étude des questions clés permettant de comprendre le fonctionnement, l'évolution et la variabilité des écosystèmes marins et leurs réponses aux pressions auxquelles ils sont soumis, nécessite le développement d'approches globales et interdisciplinaires, impliquant l'établissement ou le renforcement de partenariats internes et externes. Cette démarche renforce la qualité de l'expertise en permettant d'intégrer des savoirs, les plus récents, issus de différentes disciplines et d'apporter la meilleure réponse possible aux questions complexes qui sont posées.

Les Laboratoires Environnement Ressources (LER) font partie du département Océanographie et Dynamique des Écosystèmes (ODE) - un des quatre départements scientifiques de l'Ifremer - et sont regroupés au sein de l'Unité LITTORAL (Figure 1). Dans leurs domaines de compétences, ces laboratoires contribuent à la stratégie de l'Institut en s'impliquant dans des activités de recherche sur les écosystèmes côtiers et en produisant une expertise principalement destinée aux acteurs régionaux. Les LER sont au nombre de neuf répartis sur treize implantations couvrant l'ensemble du territoire métropolitain (Figure 2) ; ils sont des interlocuteurs privilégiés des gestionnaires des zones côtières pour les accompagner dans la définition de stratégies de reconquête de la qualité des eaux littorales, de soutien aux filières économiques, de protection et de valorisation des habitats et des ressources. En raison de leur rôle d'interface majeur de l'Institut au niveau régional, les LER ont pour interlocuteurs des collectivités territoriales, des services de l'État et des professionnels.

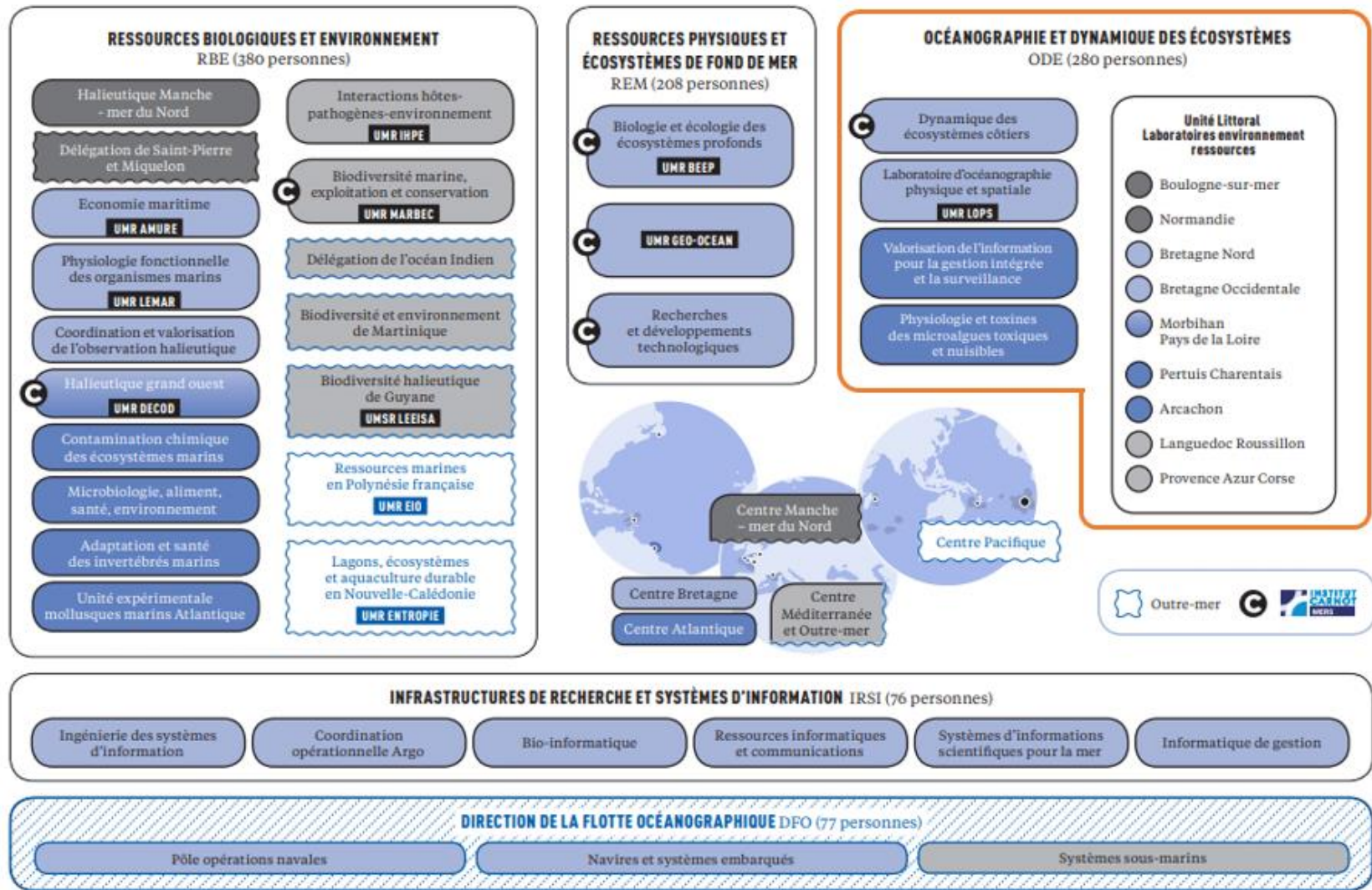


Figure 1 : organisation des services et unités de recherche scientifiques et technologiques de l’Ifremer au sein des quatre départements scientifiques au 1^{er} janvier 2022 (source : <https://w3z.ifremer.fr/>).

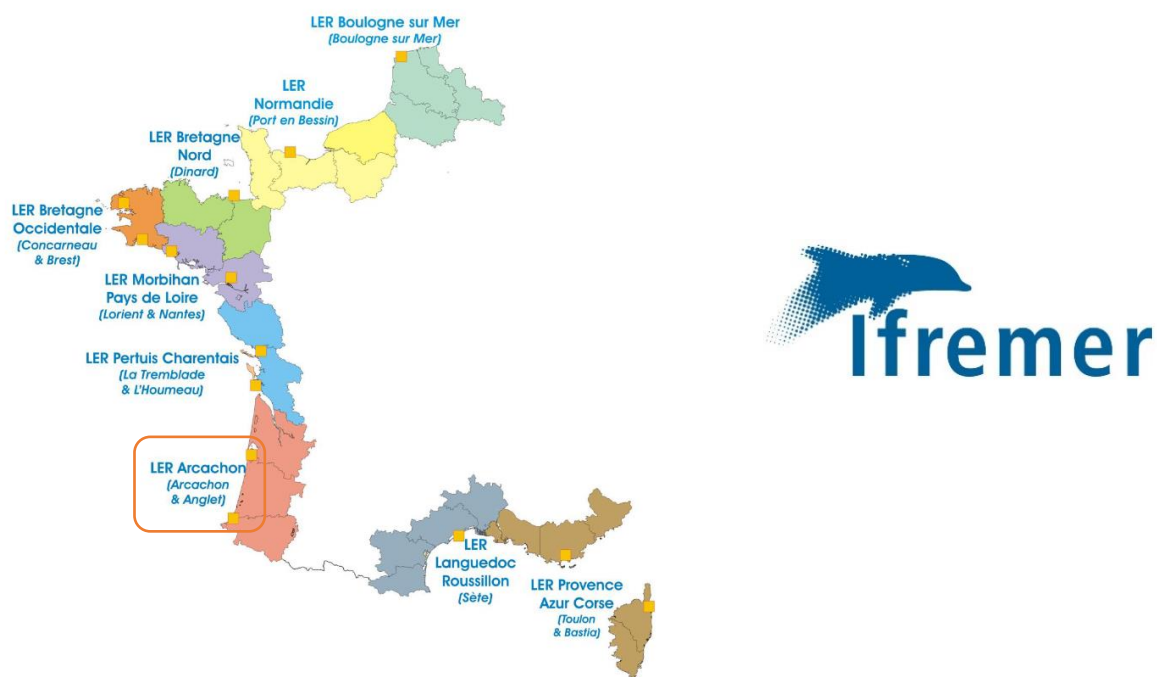


Figure 2 : répartition des neuf LER de l'Unité LITTORAL sur le territoire métropolitain (source : rapport Unité LITTORAL 2018).

Je suis rattachée au Laboratoire Environnement Ressources Arcachon – Anglet - LER AR (<https://littoral.ifremer.fr/Laboratoires-Environnement-Ressources/LER-Arcachon-Anglet>) depuis le 1^{er} janvier 2017. La zone de compétence de ce laboratoire s'étend de l'estuaire de la Gironde à la frontière espagnole.

Depuis 2020, l'Unité LITTORAL a entrepris une démarche prospective qui doit aboutir notamment à la rédaction d'une feuille de route. Cette dernière n'étant à ce jour pas finalisée, aucun élément la concernant ne peut être présenté ici pour positionner précisément mon activité dans ce cadre.

3. Résumé de la thèse d'université et liste des publications associées

Titre : Relations entre l'état d'une ressource et son exploitation via la compréhension et la formalisation des interactions de socio-écosystèmes. Application à la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) du bassin d'Arcachon.

Résumé : Composante importante de l'écosystème marin benthique, les bivalves exploités sont surtout situés dans la zone littorale dont les caractéristiques spatiales et temporelles engendrent des fluctuations populationnelles naturelles et contribuent à de fortes variations de biomasse et de structure démographique s'ajoutant aux effets d'activités anthropiques. La compréhension des interactions entre l'espèce, son environnement et son exploitation est cruciale. Leur formalisation, y compris pour la gestion, passe par le développement de modèles mathématiques qui visent à décrire le fonctionnement du système, expliquer des phénomènes observés en termes de cause à effet ou prédire l'effets de nouvelles causes. Espèce introduite en France dans les années 1980, la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) constitue une ressource économique importante pour des zones littorales. Pour le bassin d'Arcachon, les pêcheurs à pied professionnels capturent quelques 600 tonnes par an. Outre la réglementation européenne qui fixe une taille minimale de capture, des mesures de gestion complémentaires sont établies par les structures professionnelles locales de la pêche dans un cadre de cogestion impliquant ces structures, scientifiques et administration.

Ce travail de thèse s'inscrit dans ce contexte en intégrant les traits d'histoire de vie de la population dans le modèle de simulation utilisé à des fins de gestion. A l'échelle locale, l'analyse de forme conventionnelle basée sur des mesures métriques et pondérales établit des relations d'allométrie entre des paires de descripteurs avec un changement significatif de morphologie à partir d'une longueur de 16-20 mm. La variabilité phénotypique intra-site s'articule en trois patrons morphologiques. Dans le bassin d'Arcachon, le caractère globuleux, décrit pour la première fois ici, est associé à de faibles densités et à de fortes proportions d'individus affectés par la maladie du muscle marron, maladie émergente sur le bassin. A l'échelle de la façade atlantique française, trois ratios morphométriques (indices d'élongation, de densité de la valve et de poids de la valve sur sa longueur) discriminent les populations des sites nord (Banc du Guer, golfe du Morbihan) de celles des sites sud (Bellevue, bassin d'Arcachon). Une corrélation significative entre ces ratios et les conditions trophiques approchées par la concentration en chlorophylle a ainsi qu'un lien entre l'indice de densité de la valve et le pourcentage de températures comprises entre 12 et 20°C sont démontrés. La complexité des facteurs intervenant sur la morphologie intra et inter-sites laisse supposer l'intervention d'autres facteurs comme la nature du substrat, ce qui est conforté par des premières analyses de contours. Les travaux ont confirmé l'importance de la température sur les variables d'état du stock notamment lors de la période de reproduction. Pour ces mêmes variables, un rôle majeur des ressources trophiques a aussi été démontré avec des réponses différenciant selon les stades. Une partie de ces résultats a contribué à des modifications dans le modèle de simulation. Elles ont surtout concerné l'intégration de l'effet des ressources trophiques sur le recrutement, la révision de la production de juvéniles et des taux de croissance par classe de taille, la précision de données de captures et l'ajout d'un effet prix sur les stratégies de pêche. En parallèle à la validation du modèle, l'analyse de sensibilité a mis en évidence la sensibilité du modèle aux paramètres environnementaux et aux variables relatives aux stades les plus jeunes. Dans un contexte de cogestion, l'outil a été utilisé pour réaliser des projections sur le devenir de la population selon différents scénarios de gestion. Les différences de tendances d'évolution de la biomasse en réponse à ces dispositifs d'action ont servi aux gestionnaires pour la définition des mesures de gestion actuellement en vigueur. Au final, le modèle renforce la démarche participative engagée.

- Publications liées :** Caill-Milly, N., Garmendia, J. B., D'Amico, F., Guyader, O., Dang C., Bru N., 2022. **Adapting a dynamic system model using life traits and local fishery knowledge — Application to a population of exploited marine bivalves (*Ruditapes philippinarum*) in a mesotidal coastal lagoon.** *Ecological Modelling*, 470, 110034 (15p.).
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.110034>
- Mahé, K., Bellamy, E., D'Amico, F., Caill-Milly, N., 2021. **In situ fast marking study of manila clams (*Ruditapes philippinarum*).** *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 9(1 Part A), 47-51.
<https://doi.org/10.22271/fish.2021.v9.i1a.2387>
- Caill-Milly, N., Bru, N., Barranger, M., Gallon, L., D'Amico, F., 2014. **Morphological Trends of Four Manila Clam Populations (*Venerupis philippinarum*) on the French Atlantic Coast: Identified Spatial Patterns and Their Relationship to Environmental Variability.** *Journal Of Shellfish Research*, 33(2), 355-372.
<https://doi.org/10.2983/035.033.0205>
- Caill-Milly, N., Bru, N., Mahé, K., Borie, C., D'Amico, F., 2012. **Shell Shape Analysis and Spatial Allometry Patterns of Manila Clam (*Ruditapes philippinarum*) in a Mesotidal Coastal Lagoon.** *Journal of Marine Biology*, 2012(ID 281206), 1-11.
<https://doi.org/10.1155/2012/281206>

4. Exposé des recherches réalisées au cours de la période postérieure à la thèse

4.1. Préambule « contexte et historique de mes recherches »

Mon activité de recherche s'inscrit dans le cadre de l'appui aux politiques publiques décrite au point 2 et concerne **les ressources marines exploitées dans leur environnement**. Je développe cette activité en adoptant une démarche favorisant au maximum le continuum observation/recherche/expertise qui sont les trois composantes de mon métier¹. La figure 3 illustre ce continuum et rappelle la finalité de chaque composante selon l'approche processus ISO9001 déployé à l'Ifremer².

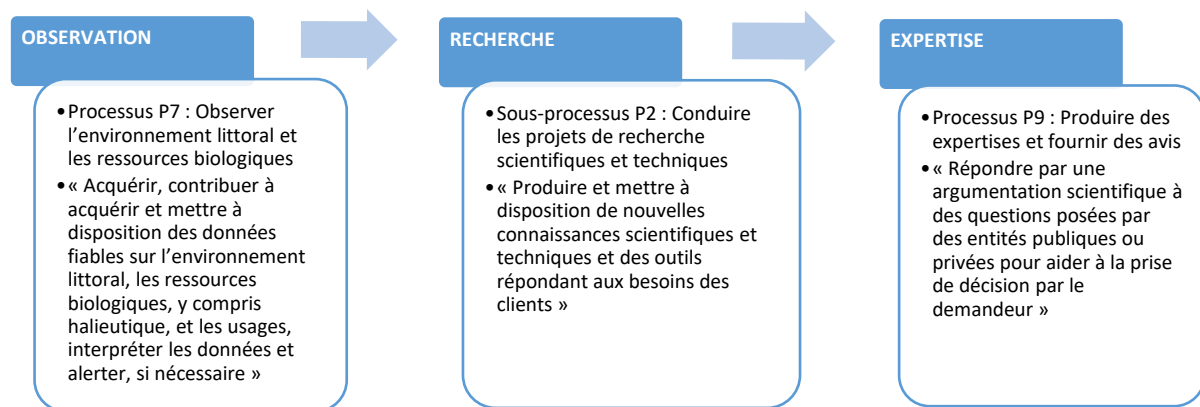


Figure 3 : continuum observation/recherche/expertise avec finalité des processus ou sous-processus correspondants (élaboré d'après <https://w3z.ifremer.fr/qualite/>).

Les questionnements sont identifiés lors des activités d'expertises (locales et régionales essentiellement mais aussi nationales) ou préférentiellement par anticipation à ces dernières (soit par les demandeurs, soit par les scientifiques). Les problématiques liées aux ressources sur le territoire sont variées et ont des origines multiples (naturelle, anthropique, climatique ...) ; elles nécessitent de prendre en compte des dimensions biologiques, économiques, réglementaires, socio-culturelles De ce fait, je m'inscris dans des travaux pluridisciplinaires et je ne suis pas focalisée sur un domaine de compétence spécifique (comme cela peut être le cas dans des laboratoires thématiques). **Ma démarche de recherche consiste pour l'essentiel à valider de manière robuste (en publiant) les différentes connaissances manquantes pour améliorer la qualité des réponses aux expertises.**

La gestion durable des ressources marines exploitées présentes dans le golfe de Gascogne, à des fins de conservation de la biodiversité et/ou d'exploitation par l'Homme, suppose :

- d'être en capacité de décrire l'évolution de l'abondance d'une population (stock) et de la pression de pêche à laquelle elle est soumise (Le Quesne et al., 2013), tout en caractérisant le niveau d'abondance de ce stock et de son exploitation par rapport à des seuils de référence ;

- et d'appréhender plus largement les effets anthropiques (pêche, pollution ...) et environnementaux sur la dynamique des populations (et des communautés) qui les composent.

¹ La liste de mes productions écrites spécifiques à mon activité d'expertise est en Annexe.

² <https://w3z.ifremer.fr/qualite/>

Pour atteindre ces deux grands objectifs, plusieurs étapes et verrous sont à relever en fonction des espèces considérées. Appréhender la durabilité implique de caractériser ces ressources et de mesurer leur sensibilité à la variabilité de leur(s) habitat(s) et de leur exploitation. Les mesures associées sont décrites à l'aide d'outils statistiques combinés à une connaissance fine de la biologie des espèces et des pratiques de l'activité de pêche. Ils se fondent tous sur de la collecte des données jusqu'à leur valorisation. Cela englobe plusieurs activités liées les unes aux autres. Ces activités (et les méthodologies associées) structurent ce projet d'HDR et sont les suivantes :

1. Les besoins liés aux données : de la récolte des données et la construction d'indicateurs
=> Activité « collecte de données, consolidation » ;
2. La compréhension des processus et des interactions entre indicateurs (d'état de populations et d'activités de pêche) et environnement : techniques multivariées, modèles statistiques
=> Activité « description, prédiction » ;
3. La prescription : l'appropriation par les utilisateurs dont les gestionnaires
=> Activité « recommandation ».

Lors de ma thèse, j'ai surtout contribué au deuxième point en menant des travaux sur la compréhension des interactions entre indicateurs d'état de la population de palourde et l'environnement. Depuis, mon activité de recherche touche aussi le premier et le troisième point avec des questionnements allant des ressources à leur exploitation (Figure 4).

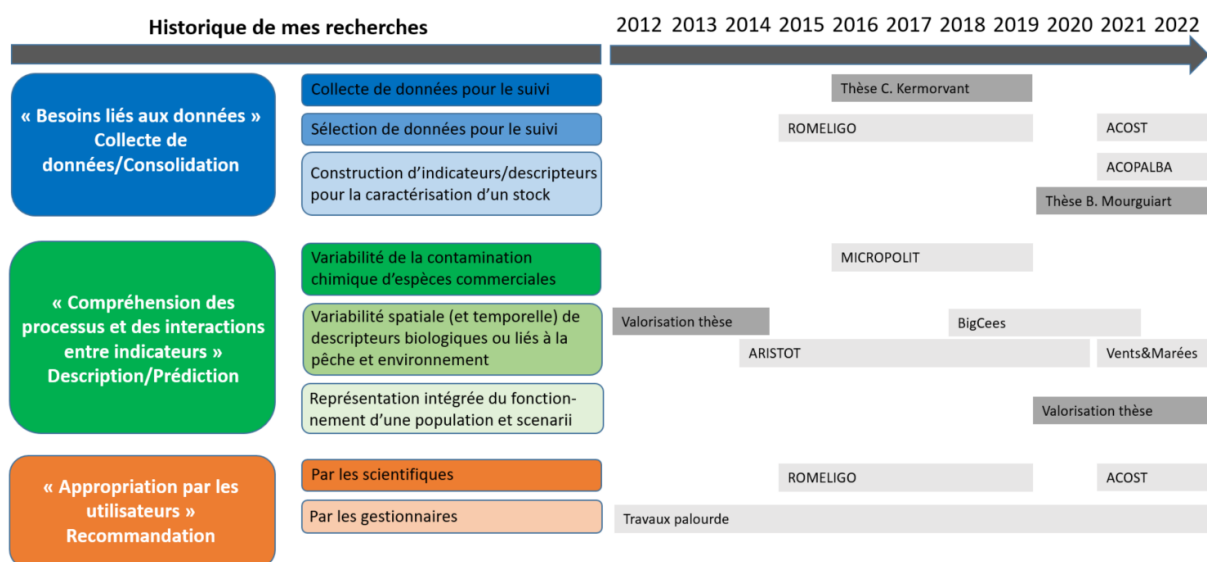


Figure 4 : historique de mes recherches et évolution de ces dernières depuis l'obtention de ma thèse selon trois activités « collecte de données, consolidation », « description, prédiction » et « recommandation » en gris foncé les encadrements/réalisation de thèses et en gris clair les projets.

La suite du document détaille ces activités. **À la fin de chaque partie ou regroupements de travaux, un bilan présente leur originalité, ainsi que mon rôle, la compétence principale que j'ai apportée et comment j'y ai contribué.**

4.2. De la récolte des données à la construction d'indicateurs

Pour les eaux de l'Atlantique Nord-Est, différents engagements politiques guident les décisions en matière de gestion de la pêche : la Politique Commune de la Pêche (CEE n°170/83, CEE n°3760/92, CE n°2371/2002 complétés par CE n°2369/2002 et CE n°2370/2002, UE n°1380/2013) ; le sommet mondial de Johannesburg sur le développement durable en 2002 ; l'accord des Nations Unies sur les stocks de poissons de 1995, le plan européen pour atteindre un rendement maximal durable [COM (2006) 360 final], la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (CE n°56/2008 modifiée par UE n°845/2007) et plus récemment les Objectifs de Développement Durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies dont l'ODD14 de l'Agenda 2030 (Nations-Unies, 2015). Ils fixent notamment les conditions qui ne risquent pas de conduire à un effondrement des stocks (approche de précaution) et/ou celles permettant d'atteindre le rendement maximal durable (approche RMD³). Ils font appel à des connaissances sur la biologie des espèces et nécessitent la construction d'indicateurs pour lesquels l'information disponible ou à recueillir est contenue dans des données provenant de sources variées. Ces éléments peuvent être issus de quatre principales sources (hors état de l'art) détaillées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : principales sources de données pour la connaissance sur la biologie des espèces et la construction d'indicateurs sur les ressources et leur exploitation.

Sources	Exemples d'informations fournies	Remarques
Déclarations des pêcheurs professionnels et échantillonnages relatifs à l'activité et aux pratiques	Quantités prélevées, activité de pêche, structure en taille des captures, caractérisation des rejets, données socio-économiques	Pour certaines espèces, des informations relatives à la pêche de loisir sont également recherchées et prises en compte
Campagnes scientifiques	Indices biologiques, composition faunistique, caractérisation de l'environnement associé	Menées selon des protocoles standardisés, les indicateurs peuvent être suivis dans le temps
Expérimentations et suivis spécifiques	Connaissances sur la biologie des espèces (croissance, maturité, mortalité ...)	Difficultés d'assurer le financement pérenne de certains suivis spécifiques
Savoirs détenus par les pêcheurs professionnels	Connaissances sur les pratiques, les ressources dans leur environnement (présence, caractéristiques...)	Moyens (pour recueillir les informations) à mettre en place ou à entretenir dans le temps

Dans le cas de l'évaluation des ressources biologiques exploitées par les pêcheries européennes et une fois les limites géographiques du stock considéré définies, un panel de méthodes existent pour évaluer l'état biologique de ce stock et proposer des mesures de gestion adaptées aux contextes réglementaires. Globalement, deux cas existent.

Pour les stocks pour lesquels les données sont suffisantes (il s'agit le plus souvent de stocks soumis à des Totaux Admissibles de Captures - TAC), des méthodes de dynamiques de population sont utilisées pour une évaluation analytique et des projections à court terme synthétisées dans des avis scientifiques fournis aux gestionnaires (travaux opérés dans le cadre du Conseil International pour l'Exploration de la Mer - CIEM, Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique - CICTA, ...). Ces méthodes reposent sur une bonne connaissance des captures et, le plus souvent, sur des campagnes océanographiques dont la pérennité peut parfois être incertaine. Elles nécessitent donc de nombreuses données, alors que le nombre grandissant de stocks à évaluer

³ RMD : plus grande quantité de biomasse que l'on peut, en moyenne, extraire continûment d'un stock dans les conditions environnementales existantes sans altérer les capacités reproductrices du stock (Biseau, 2021).

demande de plus en plus de ressources humaines et économiques difficiles à mobiliser. L'évaluation analytique réalisée par le CIEM concerne 41 stocks en 2021 (Biseau, 2021).

Lorsque les données sont insuffisantes ou que les stocks ne sont pas soumis au système de TAC, des indicateurs/indices sont utilisés pour guider la prise de décision en matière de gestion et exploiter durablement les stocks selon l'approche de précaution, et si possible, selon l'approche RMD. Cela concerne d'une part les stocks auparavant appelés « Data Limited Stock » (DLS) par le CIEM et désormais classés en stocks de « catégories 3-6 » (les stocks bénéficiant d'une évaluation quantitative étant classés en stocks de « catégories 1-2 »). Cela concerne, d'autre part, des gisements locaux de bivalves (coquille Saint-Jacques, moule, palourde ...), de crustacés (langouste ...), d'algues ... Lorsque les données sont disponibles et/ou jugées de qualité suffisante, on trouve alors classiquement les indicateurs de suivi des stocks (indices d'abondance, structure démographique ...) pour lesquels des séries temporelles sont calculées afin de surveiller leur évolution (variations d'abondance) et si besoin d'adapter l'exploitation. Pour les stocks évalués par le CIEM et pour lesquels des indices d'abondance sont disponibles (stocks de « catégorie 3 »), le CIEM suggère, lorsque cela est possible, d'utiliser ces données au côté des données de captures pour appliquer des modèles de production de biomasse (type SPiCT - Pedersen and Berg, 2017). Le statut du stock peut alors être comparé à des seuils de référence (approche RMD) et un avis quantitatif biologique peut être émis sur la base de projections à court terme. Il est alors possible de passer de la catégorie 3 à la catégorie 2 pour le stock considéré. Lorsqu'un modèle quantitatif ne peut être appliqué au stock de catégorie 3, le CIEM propose de faire évoluer les règles pour prendre en compte la biologie de l'espèce (fonction du paramètre de croissance intrinsèque k) (ICES, 2020). Dans tous les cas, les méthodes employées doivent être fiables, peu gourmandes en données et relativement faciles à mettre en œuvre pour obtenir des indicateurs qui permettent de prendre des mesures de gestion appropriées à ces stocks.

4.2.1. Collecte de données pour le suivi d'un stock avec campagne dédiée – cas de la palourde japonaise du bassin d'Arcachon

Pour les gisements locaux qui concernent largement les bivalves, la gestion repose le plus souvent sur le suivi d'indices d'abondance. Pour les obtenir, un protocole d'échantillonnage spatialisé classiquement mis en œuvre est l'échantillonnage aléatoire stratifié (StRS) (Bouché et D'Hardivillé, 2021; Gillespie and Kronlund, 1999; Gray et al., 2014; Norgard et al., 2010; Pitel et al., 2004; Sanchez et al., 2021). Ce variant de l'échantillonnage aléatoire comporte une division de l'espace en strates définies comme des zones relativement homogènes par rapport au phénomène étudié (Yoccoz et al., 2001 ; Zhao et al., 2016). Il présente les avantages d'obtenir une meilleure précision des moyennes qu'avec l'échantillonnage aléatoire simple, d'être facile à mettre en œuvre et d'être flexible puisqu'il est possible d'ajouter a posteriori des échantillons supplémentaires au plan d'échantillonnage (Smith et al., 2017). Cette situation peut notamment être utile lorsque des points de prélèvements s'avèrent non atteignables sur le terrain. Il implique de faire des choix qui peuvent parfois être difficiles : le choix des strates, le nombre de stations et leur localisation ... Fréquemment le choix du nombre de stations par strate est calculé en fonction de la taille de la strate (à la proportionnelle) sans considération de la variabilité du phénomène au sein de cette strate (à allocation optimale). De plus, le choix aléatoire et la position des stations au sein d'une strate présentent souvent le désavantage de sous ou de sur-échantillonner certaines zones conduisant à une plus grande erreur d'échantillonnage (Christianson and Kaufman, 2016). Des clusters de points d'échantillonnage ou à l'opposé des zones dépourvues de points d'échantillonnage peuvent en effet aboutir à manquer la détection de patrons spatiaux (Stevens

and Olsen, 2004 ; Christianson and Kaufman, 2016) alors que ceux-ci sont présents, par exemple, dans le cas de populations distribuées en patches (Yu et al. 2012).

Depuis les années 2000, des protocoles spatialement équilibrés ont été développés et plusieurs études ont montré des avantages à les mettre en œuvre lorsque le phénomène étudié présente des schémas/patrons spatiaux (Stevens and Olsen, 2004 ; Theobald et al., 2007 ; Grafström et al., 2012 ; Grafström, 2012 ; Grafström and Lundström, 2013 ; Robertson et al. 2013). La raison est que les estimateurs construits prennent en compte l'hétérogénéité et l'auto-corrélation spatiales (Wang et al., 2012 ; Haining, 2003). Parmi ces protocoles, le Generalized Random Tessellation Stratified (GRTS) (Stevens et Olsen, 2004) met en œuvre un algorithme complexe qui est détaillé dans la Figure 5. La contrainte de distribution spatiale appliquée aux unités sélectionnées fait qu'il y a très peu de points d'échantillonnage proches et que les différents points ne sont pas trop éloignés les uns des autres.

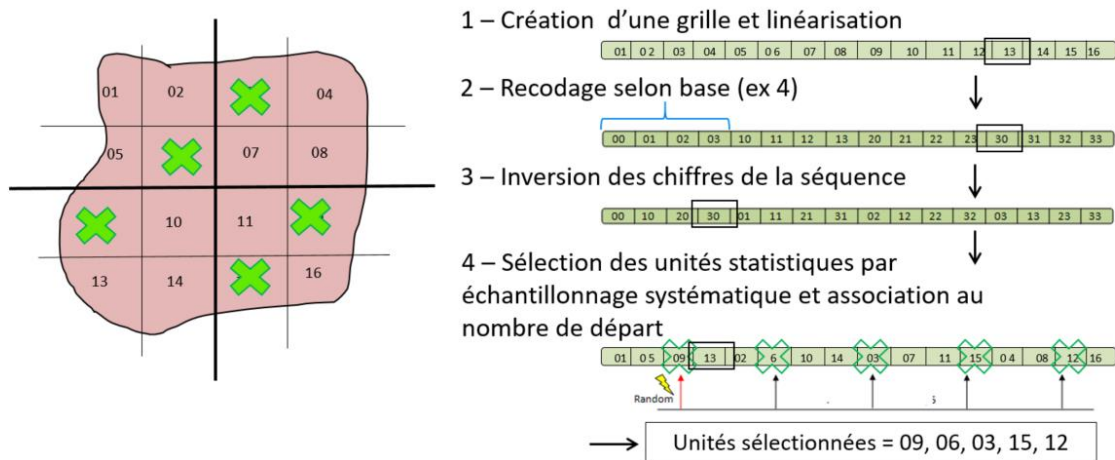


Figure 5 : étapes de l'échantillonnage par tessellation générale aléatoire (GRTS) (d'après Stevens et Olsen, 2004).

Restant une approche probabiliste, il permet des inférences « design-based » pour l'intégralité de la zone étudiée. Plus récemment le Balance Acceptance Sampling (BAS) a été développé par Robertson et al. (2013). Le principe repose sur l'utilisation d'une séquence de Halton (construction selon une méthode déterministe avec utilisation des nombres premiers comme base) pour répartir les unités statistiques sur plusieurs dimensions. Une variante avec un mode itératif a été proposé récemment par Robertson et al. (2018) ; elle utilise les propriétés de la séquence de Halton pour diviser une ressource ponctuelle en boîtes imbriquées pour sélectionner les unités statistiques qui feront partie de l'échantillon. Le BAS s'avère bien adapté aux ressources surfaciques (zones géographiques) et est efficace sur le plan informatique [diminution du temps de calcul de l'algorithme - Robertson et al. (2013)]. D'autres protocoles spatialement équilibrés existent comme la méthode locale des pivots (LPM) (Grafström et al., 2012). Cette méthode présente un concept flexible qui peut sélectionner des unités d'échantillonnage à probabilité d'inclusion dans l'échantillon égale ou non dans plusieurs dimensions. Ces dimensions peuvent concerner des informations auxiliaires comme des données environnementales, la structure de la population étudiée, des menaces écologiques (Brown et al., 2015). Un autre protocole est l'échantillonnage de Poisson spatialement corrélé (SCPS) (Grafström et al., 2012) ; un autre encore est celui proposé par Benedetti et Piersimoni (2017) qui sélectionne les unités d'échantillonnage en fonction d'une distance entre ces unités. Les protocoles spatialement équilibrés présentent l'avantage de permettre la sélection d'unités supplémentaires spatialement équilibrés vis à vis des unités d'échantillonnage sélectionnées en premier lieu.

Pour la palourde du bassin d'Arcachon, un suivi existe depuis 2003. Adapté d'un protocole mis en œuvre depuis de nombreuses années en Bretagne, un échantillonnage aléatoire stratifié est appliqué. À plusieurs reprises, il a été difficile, et parfois même impossible (2016, 2017), de trouver les financements (~ 50 k€) pour réaliser ce suivi tous les deux ans qui nécessite la réalisation de 500 points environ et mobilise 5-6 personnes pendant 15 jours. À l'occasion d'échanges scientifiques avec la statisticienne Jennifer Brown de l'Université de Canterbury en Nouvelle-Zélande (invitée par la fédération de recherche Milieux et Ressources Aquatiques - MIRA), il est apparu opportun de nous intéresser à ces protocoles spatialement équilibrés pour considérer s'ils pouvaient permettre de suivre la population d'intérêt tout en diminuant le coût de chaque campagne. C'est dans ce contexte que j'ai contribué aux recherches sur le sujet en co-encadrant la thèse de Claire Kermorvant. Je pense qu'en tant que scientifique, nous devons en effet être à l'affût des innovations susceptibles d'améliorer nos pratiques et les tester de manière rigoureuse.

État des lieux de la mise en œuvre des protocoles d'échantillonnage spatialement équilibrés appliqués aux suivis en environnement

Une revue de la littérature a fourni une vue d'ensemble sur la mise en œuvre progressive des protocoles d'échantillonnage spatialement équilibrés appliqués aux suivis en environnement (Figure 6). Cette revue bibliométrique a permis de rappeler les principes de ces protocoles, de décrire leurs popularités respectives et leurs applications actuelles (en écologie, en chimie ...) et de répertorier les packages R permettant de les implémenter (Kermorvant et al., 2019a).

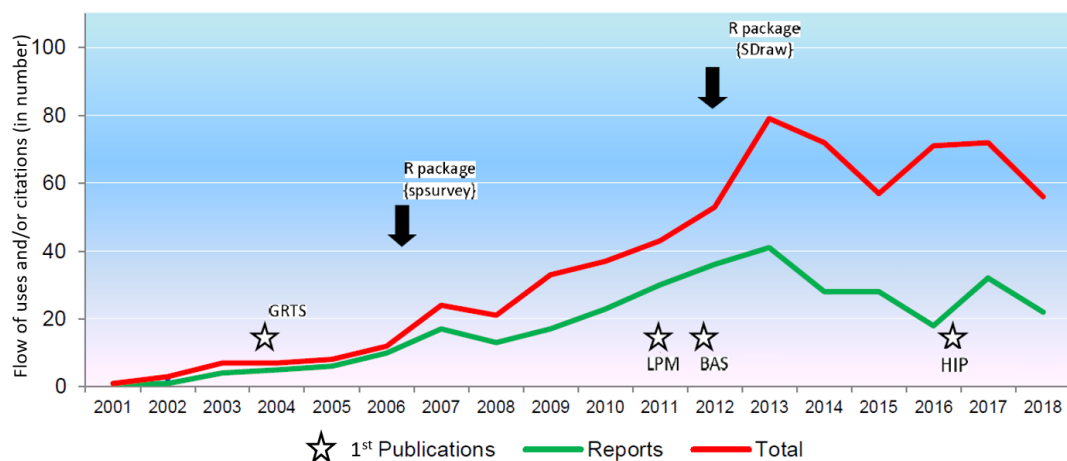


Figure 6 : représentation du flux d'utilisation et/ou de citations du GRTS dans la littérature, de la première date de publication (étoiles) de plusieurs conceptions spatialement équilibrées et des packages R (flèches) (Kermorvant et al., 2019a).

Mise au point d'une procédure séquentielle évaluant la performance de protocoles sur une population test

En parallèle à cette revue se posait la question du ou des critères à considérer pour comparer la performance des différents protocoles et ainsi optimiser les pratiques. Nous avons fait le choix d'appréhender la performance d'un protocole d'échantillonnage par le nombre d'unités statistiques nécessaires pour atteindre une précision voulue. S'appuyant sur ce critère, la thèse de Claire Kermorvant a abouti au développement d'une méthodologie sous la forme de procédure séquentielle qui permet de tester puis de choisir le protocole le plus performant en fonction de la précision voulue sur les résultats d'estimation (Figure 7).

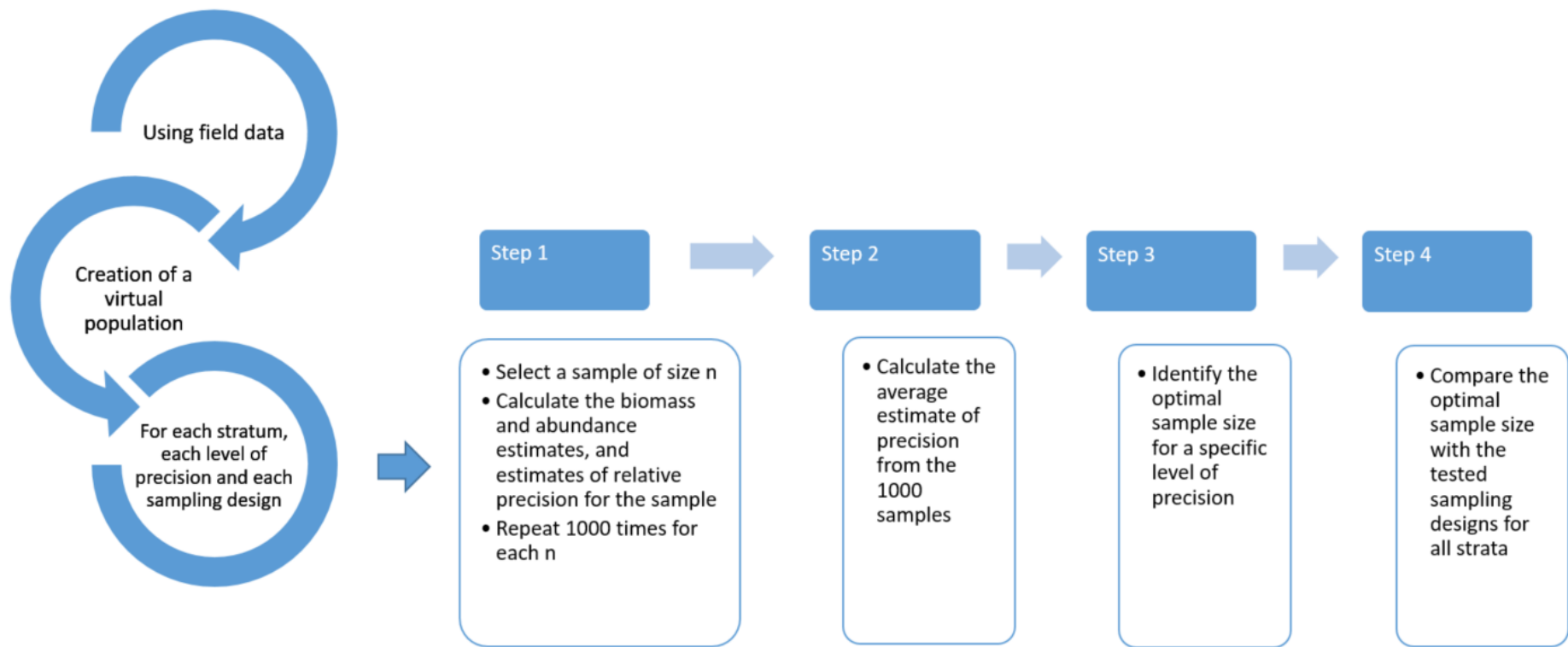


Figure 7 : méthodologie employée pour évaluer la performance de protocoles appliqués à la population de palourde japonaise du bassin d’Arcachon (élaboré d’après Kermorvant et al., 2017 et 2019b).

La première étape de la procédure développée a consisté à recréer mathématiquement la population statistique la plus représentative possible de la population étudiée. Pour ce faire, Claire Kermorvant s'est appuyée sur les données de suivis de la population de palourde intra-bassin qui fournissent des observations de comptage sur un échantillon de stations. Elle a ensuite recréé les informations sur l'ensemble du bassin, des populations de palourdes dites semi-virtuelles, par des outils de géostatistiques en utilisant des méthodes de krigeage. L'interpolation a permis d'obtenir des distributions spatiales d'abondance exprimées en effectif et en masse en chaque point. Ces dernières sont utilisées comme approximation du phénomène réel mais en tant qu'estimations, une précision leur est associée (écart-type).

Sur ces populations semi-virtuelles, Claire Kermorvant a ensuite testé différentes combinaisons de protocole d'échantillonnage associé à un nombre d'unités statistiques (stations) théoriquement prospectées, elle a fait varier ce nombre pour tester différents cas de figure. Pour chaque plan d'échantillonnage, 1000 simulations de sélection de 1 puis 2 puis 3... puis n unités (stations) ont ainsi été effectuées et les estimations (abondance et biomasse) calculées (niveaux et précision). À partir d'une précision voulue, il est alors possible de connaître le nombre d'échantillons à effectuer pour chaque type de plan d'échantillonnage (Kermorvant et al., 2020). Dans un premier temps, cette démarche a été appliquée sur une année (2012) et en comparant l'efficacité du StRS avec celle du GRTS (Kermorvant et al., 2017) en matière de précision des résultats fixée. Dans un second temps, la comparaison a aussi concerné le BAS et a considéré plusieurs années de campagne (2003, 2006, 2008, 2010, 2012 et 2014) (Figure 8) (Kermorvant et al., 2019b) ainsi que les conséquences en matière de coûts. Cette mise en œuvre sur une population structurée spatialement avec des variations temporelles constituait une nouveauté par rapport à la littérature disponible.

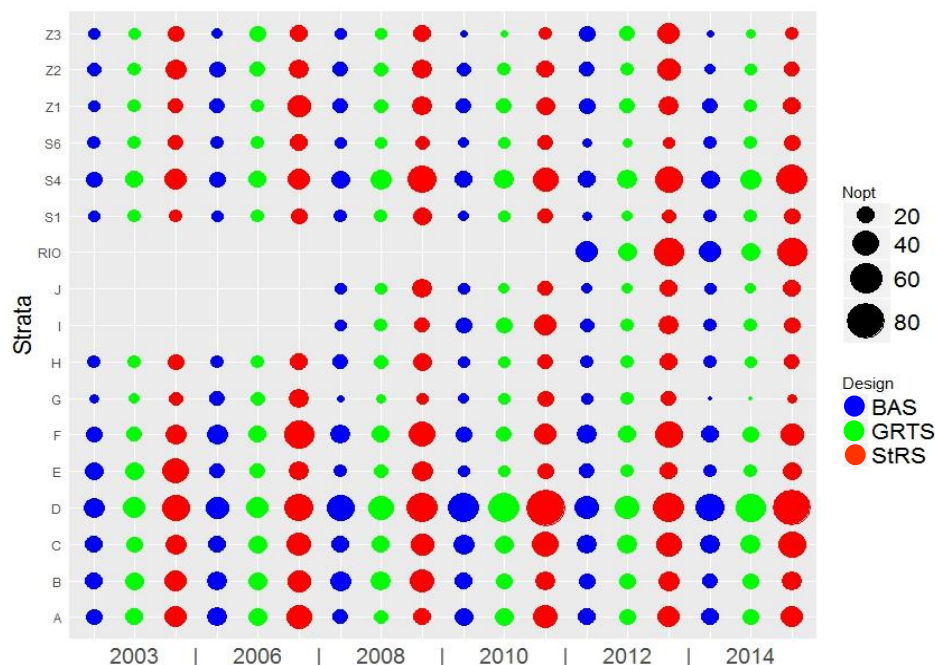


Figure 8 : taille d'échantillonnage optimale ($Nopt$) obtenue en appliquant notre méthodologie sur les 17 strates des 6 années de suivis. La taille des bulles est proportionnelle à celle de cet $Nopt$. Les couleurs font référence aux trois protocoles testés (BAS, GRTS, StRS) (Kermorvant et al., 2019b).

Pour une précision de 10 % dans les résultats à l'échelle de la strate, la comparaison graphique des tailles d'échantillons optimales pour toutes les strates montre que le StRS nécessite toujours un plus grand nombre d'échantillons que le GRTS et le BAS (tests de Wilcoxon appariés entre GRTS et StRS puis entre BAS et StRS indiquent que StRS est significativement différent de GRTS et BAS ; valeurs $p < 2,2e-16$). Le GRTS et le BAS présentent des résultats similaires (les tests de Wilcoxon appariés indiquent une différence non significative ; p -value = 0,07909). Sur l'ensemble des années testées, les tailles d'échantillon optimales trouvées pour chaque strate sont plus ou moins égales d'une année à l'autre ce qui permet d'annoncer une certaine stabilité en matière de nombre de stations. Pour une précision de 10 %, si la moyenne de *Nopt* est utilisée, le coût de la campagne avec un BAS ou un GRTS serait réduit respectivement de 30 % et de 31 % par rapport à celui avec un StRS (si le calcul repose sur le maximum de *Nopt*, la réduction représente respectivement 33 % et 35 %).

Intégration de considérations économiques et généralisation de la méthode tenant compte de différentes propriétés d'une population statistique

Une comparaison du coût des campagnes de suivis en fonction des protocoles et de la précision voulue a également été intégrée aux travaux (Kermorvant et al., 2017 et 2019b). Elle repose sur l'estimation de coûts fixes et de coûts variables liés au nombre d'échantillons. La démarche a pris en compte les jeux de données disponibles (6 années différentes : 2003, 2006, 2008, 2010, 2012 et 2014) afin de s'assurer de la stabilité des résultats obtenus dans le temps. Cette composante économique n'est pas souvent incluse dans les travaux sur l'optimisation de protocoles, hormis pour les plans d'échantillonnage aléatoire simple (Field et al., 2005). Elle nous a permis d'obtenir le meilleur rapport coût-efficacité pour une étude nécessitant un échantillonnage dans un objectif d'inférence à l'ensemble de la population. Concrètement, en conservant une précision assez bonne sur les résultats (10 %), la mise en œuvre de protocoles spatialement équilibrés (BAS ou GRTS) devrait baisser le coût unitaire des campagnes de l'ordre de 30%. Ce travail avait été lancé car nous étions régulièrement confrontés à des incertitudes ou à des difficultés de financement des suivis ; les résultats sont désormais là. Il reste à les transposer dans la pratique. Cela nécessite une appropriation préalable de ces derniers par la profession afin que les constats tirés des campagnes restent reconnus par l'ensemble des parties prenantes (voir partie 4.4.). La reconnaissance et la compréhension des plans d'échantillonnage par les professionnels conditionnent la réussite des programmes d'évaluation participative (Gray et al., 2014).

Enfin, les travaux de Claire Kermorvant ont porté sur la généralisation de la méthodologie séquentielle développée pour la population de palourdes (Kermorvant et al., 2020) en tenant compte de différentes propriétés possibles pour une population statistique (auto-corrélation spatiale et/ou hétérogénéité stratifiée spatialement ...). Une originalité de ce travail est qu'il permet de prendre en compte des connaissances antérieures sur la population. Reposant sur une étude de simulation telle que décrite par Zurell et al. (2010), différentes stratégies (plan d'échantillonnage/nombre de prélèvements/précision souhaitée) peuvent ainsi être testées avec un temps de calcul acceptable de l'ordre de 20 jours de calcul maximum dans notre cas d'étude par protocole.

Originalité des travaux	Mise au point d'une méthodologie séquentielle pour tester différents protocoles d'échantillonnage Apport de protocoles spatialement équilibrés pour améliorer un suivi existant
Rôle	Co-encadrement, identification du sujet de recherche
Compétences	Construction de protocoles de recueil de données scientifiques optimaux à partir de données existantes
Comment	Accompagnement dans le réalisme d'hypothèses (seuils, lags) car connaissances fines des données utilisées, de l'écologie de l'espèce et observations du terrain (tâches, décomposition du coût des campagnes ...)

4.2.2. Sélection de données pour le suivi d'un stock en l'absence de campagne dédiée – cas du rouget barbet du golfe de Gascogne

Le rouget barbet présent dans le golfe de Gascogne fait partie du stock mur-west. Les débarquements totaux de mur-west s'élèvent à 1500 tonnes environ dont 900 tonnes proviennent des navires français (ICES, 2022). Ce stock est en catégorie 5 (ICES, 2022) ; il n'y a pas de données suffisantes pour l'évaluer quantitativement, il n'y a notamment pas de campagne de suivi scientifique dédiée et les captures de rouget restent trop limitées et aléatoires lors des campagnes scientifiques existantes dans le Golfe. Dans ce contexte, les données commerciales peuvent présenter un intérêt pour construire des indices d'abondance. Parmi les navires pêchant du rouget, il est donc important de **définir une flottille de référence** qui sera suivie pour donner un aperçu de l'abondance. C'est dans ce cadre que se situe le travail présenté ici avec un focus sur le rouget barbet.

La meilleure solution serait de travailler sur les données de capture (pour calculer la capture par unité d'effort - CPUE) mais comme pour de nombreuses pêcheries, seules les données de débarquement (débarquement par unité d'effort - DPUE) sont disponibles en réalité (données SACROIS⁵). Il est donc important de comprendre quels sont les facteurs qui interviennent et expliquent la variabilité des captures commerciales et des taux de débarquement.

Plusieurs facteurs peuvent influencer les indices spécifiques calculés : d'une part, les caractéristiques spatio-temporelles telles que l'année, le mois et le lieu de pêche (rectangle statistique) ; d'autre part, les caractéristiques techniques des navires (principalement la longueur, la puissance, le tonnage) et celles des engins (plus souvent le maillage et la longueur). Les premières caractéristiques sont plus étroitement liées au cycle biologique de l'espèce (la migration, la concentration, l'activité alimentaire influençant la disponibilité des ressources). Les dernières caractéristiques, en revanche, sont plus fortement liées aux activités humaines [le(s)choix des pêcheurs et/ou l'application de la réglementation en matière d'engins]. En outre, la stratégie, les compétences des pêcheurs, les aspects commerciaux et/ou réglementaires peuvent également influencer la distribution spatio-temporelle

⁴ Bandeau conçu à l'aide d'images provenant de : <https://vecta.io>. La source n'est pas répétée à chaque tableau mais elle est identique.

⁵ Données SACROIS : Il s'agit de la base de données considérée comme la plus complète pour rendre compte de l'activité des navires français et de leurs débarquements. Elle est accessible depuis le Système d'Information Halieutique de l'Ifremer (SIH) et s'appuie sur un algorithme de validation croisée permettant de disposer d'un ensemble de données validées, consolidées et qualifiées pour les statistiques de la pêche depuis 2000 (Demanèche et al., 2013 ; <https://sih.ifremer.fr/Debarquements-effort-de-peche/Sacrois>).

des taux de capture (Hilborn et Walters, 1992). Maunder et al. (2006) fournissent des détails sur les sources de problèmes rencontrés lors de l'utilisation des données de CPUE comme proxy de l'abondance.

Une des méthodes la plus couramment appliquée est la standardisation des données de DPUE ou CPUE pour éliminer l'effet des facteurs qui biaisent cet indicateur en tant qu'indice d'abondance. Cela repose sur des modèles mathématiques (tels que les GLM depuis les années 1980) qui supposent l'ajustement de loi de distribution, le choix de fonctions de lien *a priori*, des variables explicatives à sélectionner dans le modèle et leur rôle (effet fixe ou aléatoire). Afin de s'affranchir de ces prérequis pas toujours évidents à assurer, nous avons donc développé une méthode pour identifier une ou plusieurs flottilles de référence basée sur la méthode de « data-filtering » réduisant les hypothèses mathématiques. Cette méthode, qui relève de l'approche « design-based », repose sur la sélection des unités d'intérêt. Elle ne vient pas en opposition à celle plus classiquement mise en œuvre et qui relève d'une approche « model-based ».

La démarche utilisée dans le cadre du rouget barbet s'intéresse préalablement aux rejets en raison de la nature de la donnée professionnelle disponible qui est relative aux débarquements et non aux captures. Pour que les indicateurs construits rendent compte de l'abondance au moment de la capture, il faut déjà s'assurer qu'entre la capture et le débarquement, la perte d'information liée aux rejets soit maîtrisée ou tout du moins acceptable. Pour cela, une analyse des données du programme français d'observation en mer « OBSMER » (Cornou et al., 2015) est effectuée pour les flottilles pré-sélectionnées ; elle peut conduire à l'éviction de certains engins comme par exemple le filet tramail. Cet engin présente des rejets d'individus supérieurs au poids commercial très élevés (que ce soit pour les années ou pour les mois) et des intervalles de confiance très étendus. Une fois cette étape franchie (à noter que cette considération sur les rejets n'est pas toujours faite dans la littérature), la démarche que nous avons développée comporte quatre étapes (Figure 9) :

- (i) un focus sur la variabilité des DPUE et la hiérarchisation des causes (variables spatio-temporelles, caractéristiques des navires et des engins) ;
- (ii) la définition de clusters pour obtenir une typologie des navires à partir de caractéristiques techniques des navires qui ressortent comme principales pour expliquer la variabilité des DPUE (hors variables spatio-temporelles) ;
- (iii) l'analyse des DPUE moyennes par cluster. Pour identifier des clusters (ou flottilles) particulièrement utiles pour donner un aperçu de l'abondance, une approche multi-critères a été appliquée ; elle fixe des conditions de niveau, de variabilité, de la durée de l'activité et est appliquée pour chaque cluster ;
- (iv) une fois sélectionnées, les flottilles ont été précisées en utilisant les classes de maillage des engins et éventuellement des considérations saisonnières (trimestres) d'activité.

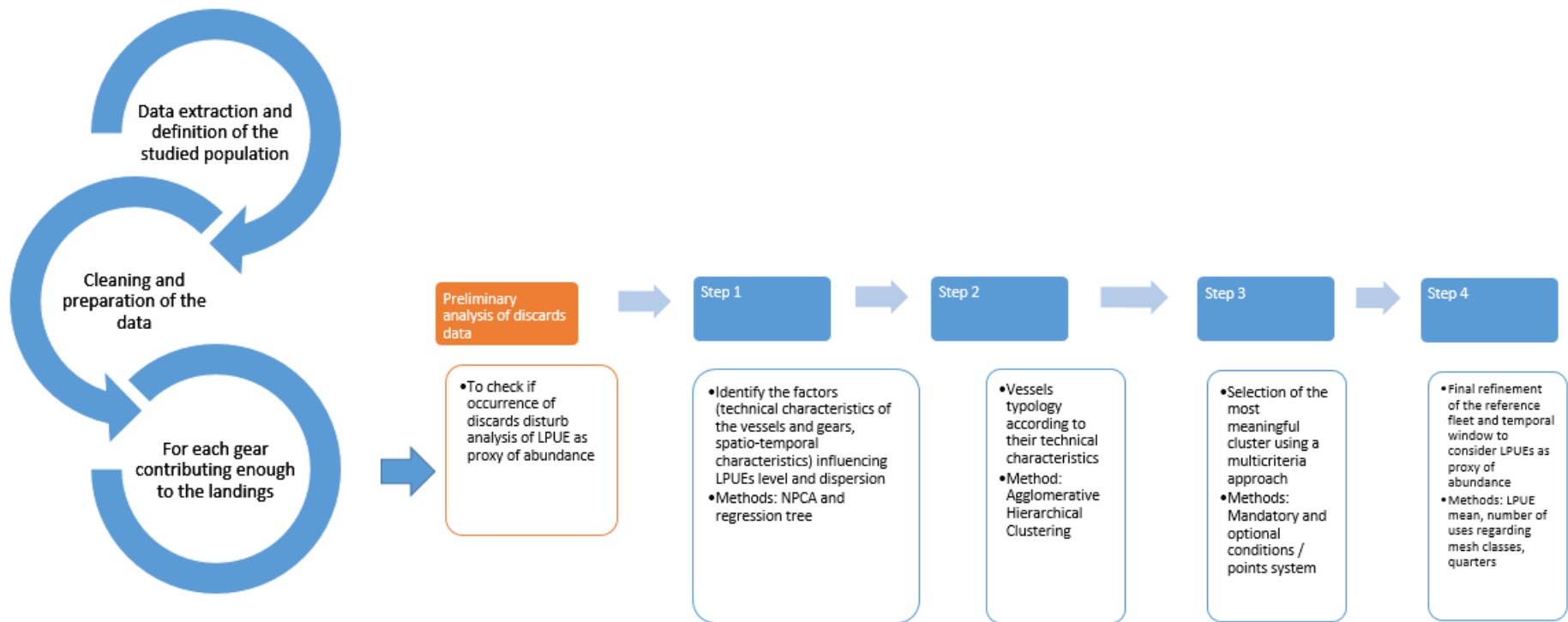




Figure 9 : méthodologie retenue pour l'identification des flottilles de référence à partir de l'étude des DPUE (élaboré d'après Caill-Milly et al., 2019a).

La méthode, appliquée au rouget barbet et développée avec l'aide de Noëlle Bru (UPPA) et de ma collègue Muriel Lissardy, a permis de proposer deux flottilles de référence : d'une part les chalutiers à panneaux composés de petites unités utilisant un maillage compris entre 70 et 79 mm ; d'autre part les fileyeurs pratiquant les filets droits avec des unités de taille moyenne et des maillages d'engin de 50-59 mm (2^{ème} et 3^{ème} trimestres), de 60-69 mm (2^{ème} trimestre), ou supérieures à 90 mm (2^{ème} trimestre) (Caill-Milly et al., 2019a).

	
Originalité des travaux	<p>Analyse des rejets préalablement à l'utilisation de DPUE Mise au point d'une méthodologie séquentielle de sélection de flottilles transposable et basée sur le data-filtering (avec spécification des règles et des logiques pour identifier les cas à inclure) Intégration des professionnels (sciences participatives)</p>
Rôle	Coordination, identification du sujet de recherche
Compétences	Sélection de flottilles de référence considérées comme rendant compte de l'abondance d'une espèce
Comment	Connaissance fine des données professionnelles (manipulation, limites), utilisation d'outils statistiques complémentaires, capacité à intégrer des acteurs multiples (disciplines, scientifiques/représentants de la profession)
	

4.2.3. Construction d'indicateurs ou de descripteurs pour la caractérisation d'un stock : application à la palourde japonaise du bassin d'Arcachon

Les travaux scientifiques conduits sur la palourde japonaise du bassin d'Arcachon (Dang, 2009 ; Caill-Milly, 2012 ; Binias, 2013 ; de Montaudouin et al., 2016) ont mis en évidence des spécificités pour ce gisement. La croissance individuelle des individus qui composent ce stock sédentaire et isolé diffère fortement de ceux d'autres zones ; elle est ralentie à partir d'une trentaine de millimètres. À partir de cette taille-là, il semblerait que la croissance s'effectue en largeur plus qu'en longueur, leur donnant une forme dite « boudeuse » ou « globuleuse ». Concernant les pathologies, la population locale se distingue également par une affection touchant une partie de la population et qui n'a pas été décrite ailleurs, la maladie du muscle marron. Afin de poursuivre la connaissance sur les paramètres biologiques de cette population, je me suis impliquée dans deux actions spécifiques : l'une pour connaître la taille de première maturité de l'espèce intra-bassin ; l'autre pour mieux comprendre les liens entre distribution des individus et paramètres environnementaux. L'objectif est toujours de disposer de connaissances utiles pour la gestion ; leurs contextes sont cependant différents.

Taille de première maturité sexuelle

Une demande de révision de la taille minimale de référence de conservation (TMRC) de la palourde japonaise et pour le bassin d'Arcachon a été entreprise par les pêcheurs professionnels depuis plusieurs années. S'appuyant sur les connaissances scientifiques disponibles, le groupe d'États membres des eaux occidentales sud a adressé fin 2020 à la Commission européenne (CE) une recommandation conjointe (RC) pour diminuer cette TMRC de 35 mm à 32 mm dans le Bassin. Au printemps 2021, le comité d'avis de la Commission européenne, le CSTEP (Comité Scientifique, Technique et Économique des Pêches) a rendu un avis défavorable sur cette demande de révision,

indiquant que la taille de première maturité sexuelle de la palourde japonaise (SL_{50} ⁶) était inconnue pour le bassin d'Arcachon et que les mesures de gestion et de suivi de la pêche n'étaient pas détaillées dans la RC.

Je me suis donc investie dans le montage du projet ACOPALBA porté par le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Nouvelle-Aquitaine pour contribuer à pallier ces lacunes et notamment celle relative à la taille de première maturité. Alors que le choix de l'indicateur était simple car ce dernier était fixé par le CSTEP, sa construction a soulevé un certain nombre d'interrogations afin de correctement gérer la possible variabilité spatio-temporelle au sein du Bassin ainsi que le choix des stades de maturité à sélectionner. Pour y répondre, j'ai mobilisé de nouveau des compétences pour la construction d'un protocole spatialisé optimal et développé par ailleurs la compétence de construction de descripteurs pertinents. Ce travail a été réalisé en étroite collaboration avec ma collègue Florence Sanchez et la Station Marine de Plentzia (Espagne) qui dispose des compétences en histologie de la reproduction.

Pour le bassin d'Arcachon, le cycle de reproduction de *Ruditapes philippinarum* est similaire à celui rapporté sur d'autres sites en France (Laruelle et al., 1994). Une description détaillée du cycle dans le bassin d'Arcachon a été produite par Dang (2009), sur la base d'observations réalisées au cours des années 2006 et 2007 : la gamétogenèse débute en mars ; la maturation des gonades commence en avril-mai ; les événements de frai se produisent entre mai et octobre. La maturation des gonades et les périodes de frai peuvent différer selon les sites et les années. En 2006 et 2007, la majorité des individus étaient matures pendant trois mois, de mai à juillet et de juin à août selon les sites. Les périodes de frai peuvent varier dans la baie, avec un décalage minimum d'un mois entre les sites les moins internes (Andernos, Gujan et Île aux Oiseaux) et le plus interne, Lanton (Dang, 2009). Partant de ces constats, nous avons défini et réalisé un échantillonnage en juin, juillet et août 2021 sur quatre sites intra-bassin (Andernos, Gujan, Île aux Oiseaux et Lanton) connus pour représenter des conditions environnementales différentes (Dang, 2009). Pour chaque site/mois, l'objectif était de collecter quatre individus par millimètre entre 17 et 40 mm.

Concernant le choix des individus (lié au sexe), les stades de maturité et les méthodes de calcul, nous avons constaté un déficit d'harmonisation des pratiques pour la palourde (Tableau 2) mais aussi plus généralement pour les bivalves. Des démarches d'harmonisation sont impulsées depuis plusieurs années par le CIEM⁷ pour les poissons démersaux et pélagiques, certains céphalopodes et crustacés ; il en est différemment pour les stocks locaux ayant une forte composante locale et régionale pour leur gestion. Après une revue des différentes méthodes employées, nous avons choisi de retenir les six stades de développement des gamètes décrits et employés par Drummond et al. (2006) et Moura et al. (2018). Les individus ont été classés en deux catégories : immatures (stades 0, 1 et 2) et matures (stades 3, 4 ou 5). Ces choix permettent la comparaison avec les autres gisements européens de palourdes japonaises. Les stades considérés comme matures sont par ailleurs identiques à ceux de *Chamelea gallina* en mer Adriatique (Bargione et al., 2021). Pour cette espèce, un travail conséquent (incluant l'évaluation de SL_{50} pour chaque sexe) a été réalisé avant une révision de sa TMRC en 2020.

⁶ Taille à laquelle 50 % des individus sont matures.

⁷ Grâce au Workshop for MATurity staging CHairs (WKMATCH) et au Workshop for Advancing Sexual Maturity Staging in Fish (WKASMSF).

Tableau 2 : éléments méthodologiques retenus pour l'estimation de la SL_{50} de *Ruditapes philippinarum* en fonction des gisements considérés (F = Femelles ; M = Mâles ; T = Totale) (d'après Caill-Milly et al., en révision).

Localisation	Taille de l'échantillon	Taille des individus (mm)	Stades de maturité	Population	SL_{50} estimée (mm)	Référence
Portugal – Estuaire du Tage	88	23,9–38,6	3 et 4	T	29,4	Moura et al., 2018
Portugal – Rio de Aveiro	308	13-55	3, 4 et 5	F et M	F : 20,2 M : 20,2	Maia et al., 2021
Corée du Sud - Baie de Komso	216 (102 mâles et 114 femelles)	8,4-54,6	« Late active » à « Spent/Inactive stage	F et M	F : 15,1-20,0 M : 15,1-20,0	Chung et al., 2001
Corée du Sud - Simpo Jollabuk-do	135 mâles	8,4-54,6	« Late active » à « Spent/Inactive stage)	M	M : 17,16	Chung et al., 2013
Corée du Sud –Simpo	210 femelles	8,4-54,6	« Late active » à « Spent/Inactive stage	F	F : 17,83	Choi et al., 2005
Japon - Baie de Mutsu,	169 (58 femelles, 67 mâles et 44 indifférenciés)	7,97-40,58	Individus présentant des acini germinaux de stades 3, 4 ou 5	F et M	F : 21,1 M : 18,5	Sugiura et Kikuya, 2022

Ce projet a permis pour la première fois d'estimer la SL_{50} chez *R. philippinarum* pour le bassin. Elle s'établit à 26,7 mm (26,2 – 27,2 mm) avec une variabilité spatiale modérée. Malgré les différences méthodologiques relevées, ces résultats sont cohérents avec les estimations de SL_{50} décrites dans la littérature alors qu'il arrive que la valeur de cet indicateur diffère entre populations d'une même espèce (Galimany et al., 2015).



Originalité des travaux Ajustement du protocole à la variabilité spatio-temporelle du cycle reproducteur

Mise en évidence des différences méthodologiques pour l'estimation de la SL_{50} de *Ruditapes philippinarum* en fonction des gisements considérés

Rôle Co-coordination, identification du sujet de recherche

Compétences **Choix du protocole terrain, construction d'un descripteur pertinent pour rendre compte de la variabilité d'une caractéristique liée à la longueur**

Comment Choix du protocole d'échantillonnage, participation au choix des méthodes référentes



Sensibilité des descripteurs de population et de l'environnement aux échelles d'agrégation

Lors de ma thèse, je m'étais intéressée à la détection de relations entre des descripteurs du stock de palourde et des descripteurs de l'environnement. Ces travaux avaient permis de conclure qu'au-delà de la température déjà prise en compte dans le modèle de gestion spécifiquement développé pour cette population (cf. 4.3.), ce dernier devait aussi intégrer des paramètres décrivant les conditions tropicales et, en particulier, ceux impactant les jeunes stades (Caill-Milly, 2009).

D'un point de vue méthodologique, les indicateurs décrivant l'environnement avaient été construits de manière à considérer leurs effets potentiels au plus proche de la réalité biologique. Ils étaient donc rarement annuels mais prenaient en compte, sur la base d'une revue bibliographique détaillée, le lien avec le cycle de vie et le schéma d'histoire de vie de la palourde : la ponte, la dynamique larvaire incluant la colonisation et le développement du stade adulte. Concernant les aspects spatiaux, les indicateurs décrivant la population avaient été construits pour trois localisations du Bassin ; ceux décrivant l'environnement faisaient référence à deux localisations. Consciente que ces effectifs étaient faibles et qu'ils pouvaient masquer des phénomènes se réalisant à plus petite échelle, j'ai entrepris d'accroître leur nombre pour les travaux à venir. L'échantillonnage de palourdes réalisé lors de chaque suivi de la population comportant pratiquement 500 points répartis aléatoirement. Après plusieurs échanges avec Florian Ganthy, modélisateur au LER AR, j'ai fait extraire des paramètres physico-chimiques du Bassin depuis le modèle numérique MARS-3D développé pour le Bassin (Plus et al., 2009, Kombiadou et al., 2014). La grille utilisée présente une maille de 235 m de côté. Pour chaque jeu de données, il s'agit de l'échelle la plus fine disponible.

J'ai proposé l'analyse des relations entre ces deux jeux de descripteurs à Bastien Mourguiart, doctorant du LMAP. Après une période de prise en main des données que j'ai accompagnée, il est apparu intéressant à Bastien Mourguiart en lien avec le laboratoire DYNamique des Ecosystèmes COTiers (DYNECO) de Brest de s'intéresser tout d'abord au biais potentiel lié à la différence d'échelles entre descripteurs de population et d'environnement. Les risques de biais portent sur les estimations des relations entre les espèces et l'environnement et, par voie de conséquence, sur le modèle de distribution spatiale du fait du désalignement spatial : l'échelle des descripteurs environnementaux étant plus large que celle de l'effet étudié sur la population. J'ai donc participé au co-encadrement de la thèse de Bastien Mourguiart sur ce volet spécifique. Il a consacré un chapitre à une étude de simulation de l'effet du désalignement spatial sur les performances de modèles de distributions spatiales et a retenu la palourde japonaise du bassin d'Arcachon en cas d'étude.

Dans ce travail, trois types de modélisation ont été testés : GLM classique, GLM spatial et GLM avec une structure d'erreur de Berkson dans les covariables. La performance des modèles a été évaluée en utilisant l'erreur quadratique moyenne (RMSE) sur les estimations de la relation espèce-environnement, l'ajustement de l'abondance et la prédiction (interpolation, extrapolation). Lorsque les données moyennées sur l'environnement sont à des échelles plus grandes que les échelles écologiques, il a été démontré que les relations estimées entre les espèces et l'environnement par les GLM classiques et spatiaux étaient dénaturés. Le GLM avec une structure d'erreur de Berkson a amélioré les estimations des courbes de réponse des espèces mais il n'a pas amélioré les prédictions qui sont restées mauvaises pour tous les modèles. Concernant la palourde, les relations palourdes-environnement étaient plus nettes et les schémas d'abondance mieux expliqués par le modèle d'erreur de Berkson (Figure 10). En revanche, la capacité de prédiction est restée faible pour tous les modèles pour ce cas d'étude comme pour le cas simulé (Mourguiart, 2022).

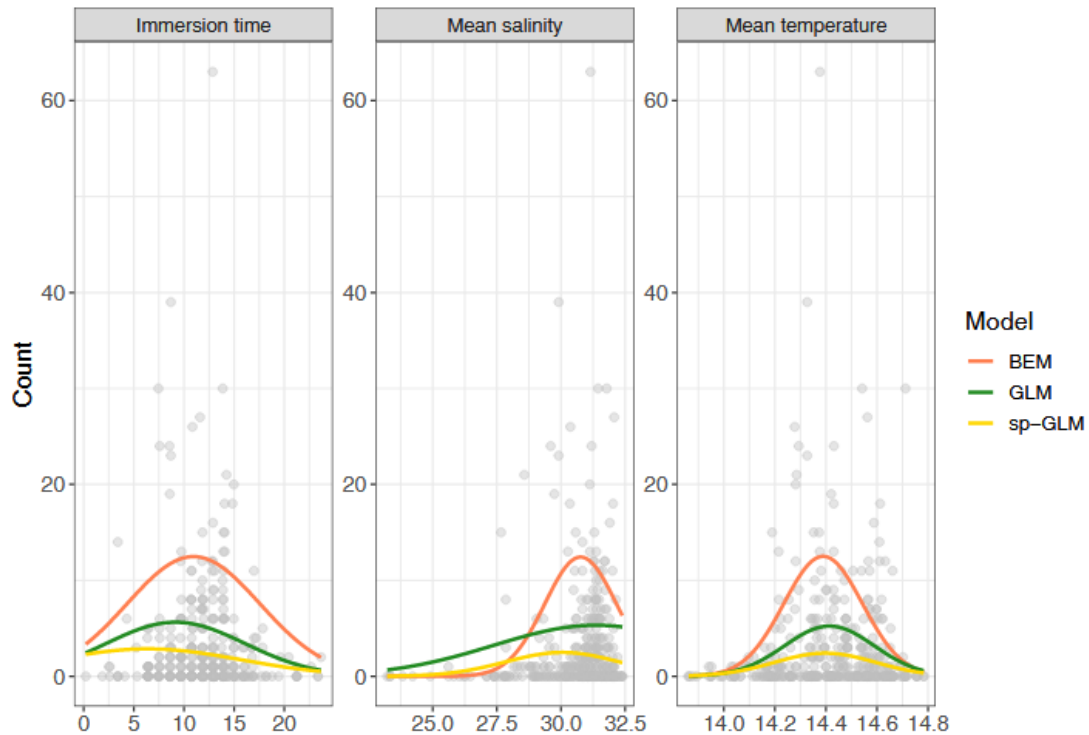


























Figure 10 : estimations des relations entre l'abondance et l'environnement selon trois modèles (GLM, GLM spatial, GLM avec modèle d'erreur de Berkson) utilisés pour ajuster les comptages de palourdes japonaises dans le bassin d'Arcachon sur 397 sites d'échantillonnage au printemps 2008 avec trois covariables obtenues à partir du modèle hydrodynamique MARS 3D à une résolution horizontale de 235 m (d'après Mourguiart, 2022).

           	<p>Originalité des travaux Analyse de l'effet du désalignement spatial sur les performances de trois types de modèles de distribution spatiaux GLM</p> <p>Rôle Co-encadrement sur un cas d'étude</p> <p>Compétences Agrégation de diverses informations en provenance de différentes bases de données avec échelles spatio-temporelles variées, choix des descripteurs à tester</p> <p>Comment Accompagnement dans la prise en main d'une partie des données, expertise sur le réalisme d'hypothèses car connaissances fines des données utilisées, de l'écologie de l'espèce</p>
           	

4.3. La compréhension des processus et/ou des interactions entre indicateurs/descripteurs (d'état de populations et d'activités de pêche) et environnement : techniques multivariées, modèles statistiques pour décrire et analyser

D'une part, concernant les processus, j'ai participé à des travaux décrivant uniquement les liens entre la contamination chimique et des descripteurs d'organismes marins exploités.

D'autre part, pour comprendre les processus et les interactions entre les indicateurs/descripteurs retenus, l'environnement et l'exploitation, j'ai eu besoin de recourir à une représentation de la réalité. Cette formalisation passe par le développement de modèles mathématiques. Ils permettent plus précisément :

- la description du fonctionnement du système et des interactions entre les différents éléments ;
- l'explication des phénomènes observés en matière de cause à effet ;
- jusqu'au, éventuellement, calcul de prédictions d'effets de nouvelles causes en y intégrant divers scénarios. Ce dernier point est un besoin récurrent en matière d'aide à la gestion des ressources exploitées.

La question de base est l'explication ou la mise en relation stochastique d'une variable privilégiée Y de nature parfois complexe (variable à expliquer ou réponse ou dépendante) avec des variables dites explicatives X, expliquant « au mieux » Y (aussi appelées variables indépendantes). En fonction des spécificités de chaque jeu de données, les analyses conduites sont classiques ou plus élaborées⁸. Particulièrement depuis ma thèse, j'ai toujours veillé à mettre en œuvre ou à accompagner des travaux qui utilisent des outils qui soient les plus appropriés possibles aux caractéristiques des données à analyser en étant à l'écoute, ouverte à l'apport, aux bénéfiques, de méthodes nouvellement développées. Dans le même temps, ma démarche a aussi toujours été de partir du plus simple pour aller vers le plus compliqué si nécessaire.

La mise en œuvre de ces outils m'a ainsi permis de contribuer à l'amélioration de connaissances sur des ressources d'intérêt régional : la palourde japonaise du bassin d'Arcachon, l'oursin commun sur la côte basque, le rouget barbet du golfe de Gascogne, et de manière plus limitée la sole commune et le merlu européen présent dans le sud du Golfe. Elle m'a aussi permis de m'intéresser à l'activité de flottilles de pêche dans un environnement changeant. Plus particulièrement, ces outils ont répondu à trois types d'attentes :

- la mesure de la contamination chimique d'espèces commerciales et ses variations entre différents organes ou entre hôte et parasite ;
- la variabilité spatiale ou spatio-temporelle de descripteurs (liés à la biologie ou à l'activité de pêche) : est-elle vérifiée et si oui, peut-elle être mise en relation avec des facteurs environnementaux ou plus largement externes ?
- l'amélioration ou la prise en compte des facteurs prépondérants (environnement et exploitation) influant la dynamique d'une population dans la représentation intégrée de son fonctionnement.

⁸ A noter qu'avant d'aller sur de la modélisation à proprement parlé, il est fréquent (et même recommandé !) de faire appel aux statistiques descriptives classiques (calcul de moyenne, de covariance, de distributions empiriques) afin d'explorer et de s'approprier correctement son jeu de données.

4.3.1. Variabilité de la contamination chimique d'espèces commerciales

Au milieu des années 2010 et pour le sud de la Nouvelle-Aquitaine, le constat était que la plupart des études réalisées sur les contaminants étaient focalisées sur la caractérisation des sources chroniques de contaminants prioritaires listés dans la Directive Cadre sur l'Eau (métaux, polluants organiques persistants) et sur l'état global de contamination de milieux (cas par exemple de l'estuaire de l'Adour). Il n'existait pas ou peu de données de référence pour certains contaminants ainsi que très peu d'études sur leurs effets sur les différents compartiments de la chaîne trophique. Dans le même temps, des projets locaux (METADOUR, EXPLOR ...) mettaient en évidence la présence de contaminants émergents (muscs synthétiques, alkyphénols) arrivant dans l'estuaire de l'Adour, notamment en sortie de station d'épuration. Ces substances émergentes ne faisaient cependant pas l'objet de suivis pérennes ; la plupart des données provenant d'observations chroniques et/ou non standardisées.

Face à cette situation, le projet de recherche MICROPOLIT a été construit pour acquérir de nouvelles connaissances sur l'état et l'évolution de la qualité du milieu littoral sud aquitain. Les objectifs majeurs de ce programme étaient de comprendre et prédire le devenir des contaminants dans différents milieux naturels marins ou estuariens locaux. Leur atteinte nécessitait des développements dans le domaine analytique mais également dans l'étude des processus impliqués, qu'ils soient biologiques, physiques ou chimiques, et sur les relations entre ces processus. Il a donc été naturellement pluridisciplinaire : sciences du vivant, chimie, physique, mathématiques Porté par Mathilde Monperrus, chimiste de l'UPPA, il a associé des équipes impliquées dans la fédération de recherche Milieux et Ressources Aquatiques (MIRA) (unités mixte UPPA/CNRS, UPPA/INRA, Ifremer) et des partenaires (Centre de la Mer, IMA, Laphy).

Dans ce contexte, je me suis d'une part impliquée dans la co-coordination de l'action 2 « Identifier, quantifier et évaluer la réactivité et le devenir des micropolluants ». Il m'a semblé important dans ce cadre de produire, avec l'aide de mon collègue Gilles Morandeu, deux livrables collectifs consacrés aux différents biotes du projet : l'un synthétisant les protocoles mis en œuvre (Morandeu et al., 2020a) et l'autre les principaux résultats sur l'évaluation des impacts sur les différents sites ateliers en matière de biodiversité et de bioaccumulation (Morandeu et al., 2020b). La figure 11 informe sur la localisation des sites ateliers retenus pour ce compartiment biote. D'autre part, je me suis impliquée dans des travaux visant à améliorer les connaissances sur l'évaluation de l'impact des micropolluants sur les populations. Cela a concerné en particulier l'étude des **liens éventuels entre la bioaccumulation de contaminants (métaux, organométaux, PCB, musks) et des indicateurs d'état de santé d'organismes marins exploités de différents niveaux trophiques**. J'ai accompagné dans ce cadre le post-doctorat de Tiphaine Mille en lien avec les autres scientifiques impliqués dont mon collègue Gilles Morandeu.

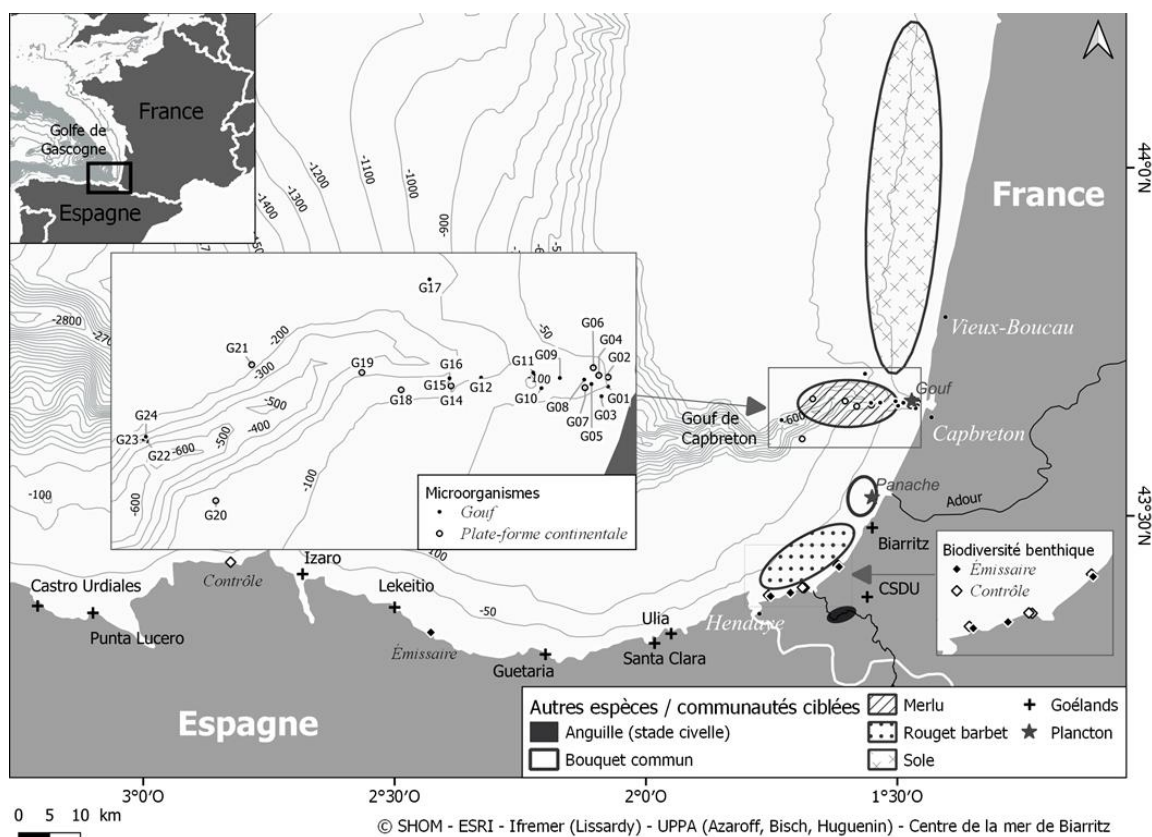


Figure 11 : localisation des sites ateliers retenus pour le compartiment biote du projet MICROPOLIT (Morandeau et al., 2020).

Deux questionnements ont été considérés dans ce cadre. L'un a porté sur la distribution des différentes formes du mercure dans des tissus et organes (foie, muscle et gonades) d'espèces marines commerciales courantes (merlu européen –*Merluccius merluccius*, sole commune – *Solea solea* et rouget barbet – *Mullus surmulletus*). L'autre s'est intéressé à la bioaccumulation différentielle de micropolluants chez le merlu européen et ses parasites *Anisakis sp.* Les échantillons biologiques ont été obtenus auprès de pêcheurs professionnels et d'un acheteur en criée. Ces derniers ont été retenus car nous étions certains d'avoir la garantie de l'origine locale des poissons. Après dissection, les échantillons ont été analysés par l'UPPA. L'interprétation des résultats a associé des chimistes et des biologistes.

Pour les différentes formes de mercure [mercure total (THg), méthylmercure (MHg) – forme toxique et mercure inorganique (IHg)], l'évaluation des concentrations a montré une distribution spécifique de ces formes (Mille et al., 2021). Elle suggère que l'habitat et le régime alimentaire ont une influence pour les poissons d'un même niveau trophique. Les différences obtenues entre organes (Figure 12) (concentrations dans le muscle et le foie supérieure à celles dans les gonades) suggèrent que les caractéristiques biochimiques observées sont liées aux différentes stratégies de détoxification du MeHg par les poissons. De plus, le transfert de MHg dans le réseau trophique est accentué avec une augmentation des concentrations de MHg dans les muscles de plusieurs taxons, avec dans le même temps la signature isotopique stable à l'azote comme indicateur de niveau trophique.

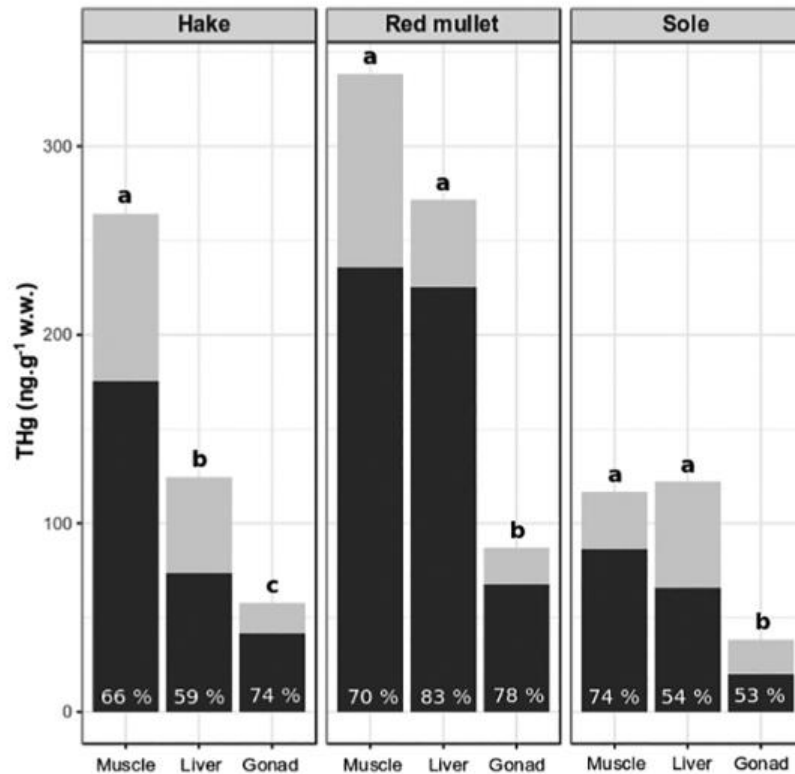


Figure 12 : distribution des formes de mercure en fonction des organes pour les trois espèces de poissons (*Merluccius merluccius*, *Mullus surmuletus* et *Solea solea*). Le MeHg est représenté en noir avec son pourcentage par rapport au THg, et IHg est en gris. Les différences significatives entre les organes sont mises en évidence avec des lettres différentes (Mille et al., 2021).

Concernant la bioaccumulation des micropolluants et le degré d'infection dans un couple hôte-parasite, les concentrations en micropolluants prioritaires (formes de mercure et congénères biphényles polychlorés - PCB) et émergents (muscs et écrans solaires) ont été mesurées pour le parasite et son hôte afin de détecter un transfert potentiel de contaminants entre les deux espèces. Les résultats (Figure 13) ont montré une interaction trophique partielle entre le parasite et son hôte, au cours du processus d'enkystement dans la cavité abdominale du merlu par les *Anisakis sp* (Mille et al., 2020). Le transfert de PCB entre les deux espèces peut résulter de l'absorption de lipides par les parasites, alors qu'aucune relation ne s'est produite pour les autres contaminants. Enfin, une corrélation positive a été trouvée entre le nombre d'*Anisakis sp*. et la contamination en méthylmercure pour le merlu, soulignant l'hypothèse que le niveau de contamination en méthylmercure peut affaiblir suffisamment le système immunitaire de l'hôte pour affecter le degré d'infection parasitaire.

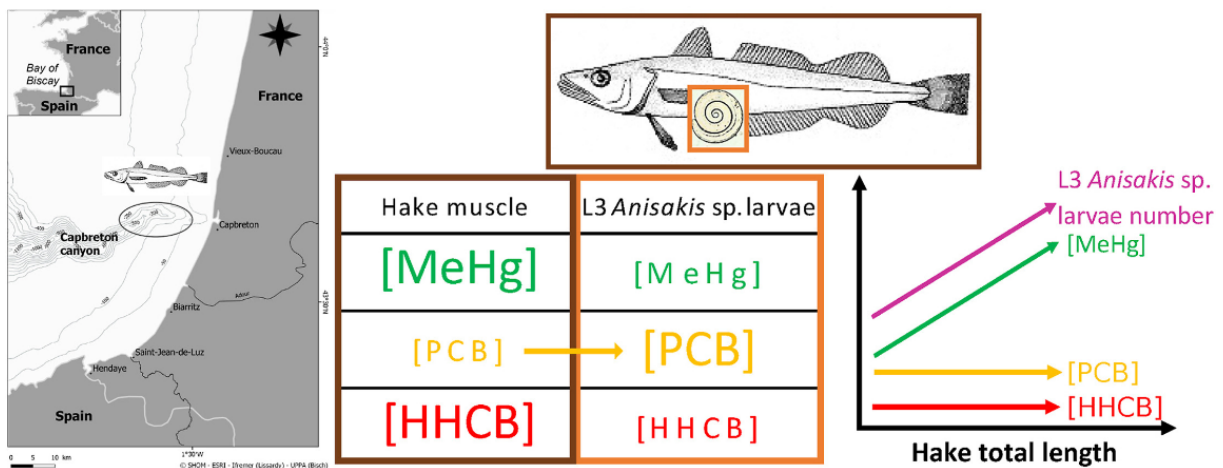


Figure 13 : représentation synthétique des résultats en concentrations de polluants obtenus chez le merlu européen et son parasite *Anisakis* sp (Mille et al., 2020).

Originalité des travaux	Mise en évidence de l'influence de l'habitat, du régime alimentaire et du métabolisme dans la bioaccumulation du MeHg selon les espèces Mise en évidence d'une plus forte concentration en PCB chez le parasite alors que le merlu est supposé être un hôte paraténique
Rôle	Participation
Compétences	Prendre en compte la biologie, l'écologie pour expliquer des différences de contaminations entre espèces
Comment	Implication dans la collecte et les premiers traitements des échantillons, participation à l'analyse des résultats en lien avec la biologie des espèces, contribution à la rédaction de deux articles, démarrage d'un troisième article

4.3.2. Variabilité spatiale (et temporelle) de descripteurs biologiques ou liés à la pêche et environnement

Descripteurs morphométriques et environnement - application à la palourde japonaise du bassin d'Arcachon

Lors de ma thèse, j'avais commencé à m'intéresser d'une part à la variabilité spatiale de patrons de formes de la palourde japonaise dans le bassin au regard des facteurs densité et pathologie (Caill-Milly et al., 2012) et d'autre part à des réponses morphologiques et physiologiques de populations de palourdes à des environnements aux conditions physiques et trophiques variées (Caill-Milly, 2012). Après la thèse, j'ai tout d'abord repris et finalisé l'article 2 du chapitre 3 de mon manuscrit (sur l'évaluation des facteurs non contrôlés impactant la variabilité de la population).

Pour cet article, les questions posées étaient :

- Peut-on discriminer des gisements de palourdes par des ratios morphométriques ?
- Si oui, les niveaux des ratios peuvent-ils être expliqués par des caractéristiques environnementales ?

L'absence de certaines conditions d'applications nécessaires pour l'utilisation de méthodes de classification classiques (analyse discriminante linéaire, analyse discriminante quadratique) m'a contraint de me tourner vers d'autres méthodes d'analyse. J'ai donc utilisé une méthode de classification supervisée relevant du processus de data mining, l'arbre de décision classique appelé arbre de régression (si Y est quantitative) et arbre de classification (si Y est qualitative). La qualité des résultats est évaluée statistiquement grâce au calcul des taux d'erreur de mauvaise classification à partir de la matrice de confusion qui résume la classification des observations et permet d'identifier quel résultat de la variable cible est mal prédit par l'arbre sélectionné. Chaque palourde étant caractérisée par une classe d'appartenance (localisation du gisement), cette méthode permet de construire des arbres de classification binaires, basés sur des variables prédictives ordonnées (Figure 14).

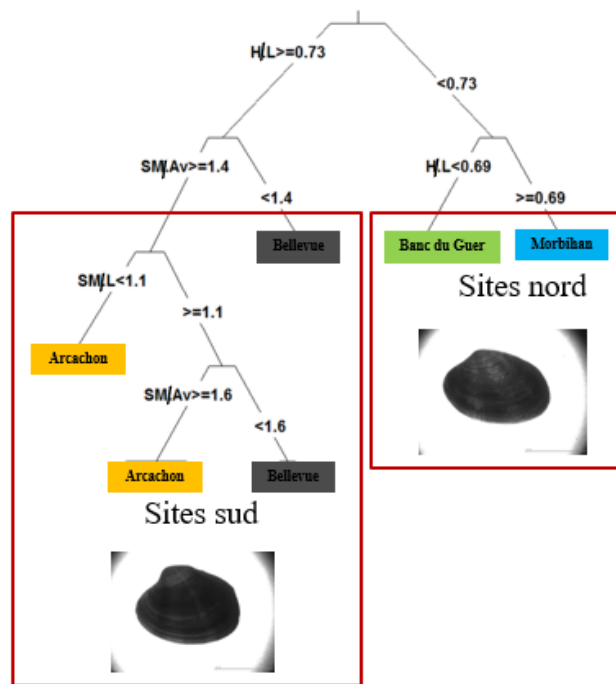


























Figure 14 : représentation de l'arbre de classification sélectionné après élagage de l'arbre. BG : Banc du Guer ; Morbihan : golfe du Morbihan ; BV : Bellevue ; Arcachon : bassin d'Arcachon. + cliché typique (d'après Caill-Milly et al., 2014).

Ainsi, pour les quatre populations de palourdes japonaises considérées, la classification a permis de montrer que sur les huit ratios considérés, trois permettaient de discriminer les quatre gisements : H/L (l'indice d'élongation), SM/Av (un indice de densité de la valve) et SM/L (l'indice représentant le poids de la valve sur la longueur antéro-postérieure de cette dernière). Comme rappelé par Arslan & Secor (2008), ce type de résultat contredit l'idée reçue selon laquelle, une meilleure précision est obtenue en augmentant le nombre de variables explicatives dans le jeu de données.

J'ai ensuite cherché à mettre en évidence de possibles liens entre chaque ratio discriminant (obtenus dans l'étape précédente) et des conditions environnementales (décrivant les conditions de température, salinité et trophique via le proxy concentration en chlorophylle a). Pour ce faire, j'ai considéré chaque ratio séparément et j'ai analysé leur dépendance à des variables environnementales issues de réseaux de surveillance (REPHY et ARCHYD - Belin et al. 2013) en appliquant une modélisation linéaire mixte (LMM). Techniquement, j'ai suivi le processus décrit par Bliese (2012) qui comprend deux étapes : la création d'un premier modèle qui ne prend en compte que les sites, puis l'ajout une à

une des variables environnementales en tant que prédicteurs. L'évaluation du gain apporté par la prise en compte de ces dernières a été appréhendée par le calcul de la variance expliquée ; la qualité d'ajustement des différents modèles a été considérée grâce à l'analyse des résidus et à la visualisation du Q-Q plot (construit par rapport à une loi normale). Pour les trois ratios, ces analyses ont révélé des relations significatives avec les concentrations de chlorophylle a avec en plus, pour le deuxième indice, une relation significative avec des conditions de température de l'eau de mer (12-20°C). En tant qu'indicateur de la densité des valves, le rapport SM/Av était lié négativement à la plage de température optimale connue pour affecter la croissance de la palourde japonaise (Maître-Allain 1982). Des résultats inattendus comme l'effet positif de la concentration en chlorophylle a sur les ratios considérés ont été obtenus. Ils nous ont conduit à identifier quatre causes potentielles (qualité du proxy, compétition, autres facteurs ...).

											
Originalité des travaux	Suggestion, pour la première fois, de tendances morphométriques liées à la latitude pour une espèce de Veneridae										
Rôle	Coordination, identification du sujet de recherche										
Compétences	Identification de ratios discriminants de gisements et lien avec des variables environnementales										
Comment	Conception de l'étude, participation à l'analyse des résultats et rédaction de l'article en lien avec les autres co-auteurs										
											

Descripteurs morphométriques, indicateurs liés à la reproduction et environnement - application à la ressource en oursins de la Côte Basque

Cette question de la variabilité spatiale de caractéristiques morphométriques s'est aussi posée pour une autre ressource d'intérêt régional, l'oursin commun. Dans le cadre de l'activité d'appui aux politiques publiques du laboratoire, nous devions réaliser en 2014 une évaluation du stock d'oursin présent sur la côte basque. Sachant que cette dernière reposerait sur un échantillonnage spatial conséquent, j'ai saisi l'occasion pour recueillir des échantillons biologiques et m'intéresser à d'éventuels patterns morphométriques pouvant contribuer à la description de l'état de santé de cette population. Alors que dans la littérature, les travaux de ce type concernaient essentiellement le test des oursins, je pensais intéressant de travailler sur l'appareil masticateur, la lanterne d'Aristote (sur la partie demi-pyramide). La plasticité phénotypique de cette dernière pouvait en effet s'avérer intéressante pour potentiellement refléter des conditions trophiques différentes.

Dans le cas, la question posée était :

Des caractéristiques morphométriques relatives au test et aux mâchoires des oursins peuvent-elles être mises en relation avec des conditions environnementales ?

Il n'était donc pas question ici de classer des individus en fonction de caractéristiques discriminant les gisements et pouvant être expliquées par des variables environnementales. Il s'agissait dans ce cas de considérer si des différences de niveaux de ratios morphométriques étaient concomitantes de différents niveaux bathymétriques, de la proximité d'une station d'épuration et/ou de l'orientation des couches géologiques. Pour ce faire, après détection de différences effectives entre les variables prises deux à deux pour chaque ratio (Kruskal-Wallis test et multicomparison test after Kruskal-Wallis), une méthode descriptive, l'analyse en composantes principales normées a été effectuée pour regarder les corrélations entre tous.

Les individus présentant une forte densité de tests associée à une demi-pyramide très développée au regard du diamètre et de la hauteur des tests ont été observés de préférence dans les zones intertidales, à distance des stations de traitement et dans les couches géologiques orientées au sud. Un indice hémisphérique de test et un indice d'élongation de la demi-pyramide élevés ont été préférentiellement trouvés loin des stations de traitement des eaux. Parmi les facteurs étudiés, ces travaux ont permis de montrer que le niveau tidal était le plus discriminant. Les hypothèses avancées pour expliquer ce résultat sont : des différences de temps de broutage, d'activité de creusement entre les niveaux bathymétriques, ainsi qu'une morphologie plus adaptée (masse) pour résister à la houle. Concernant des changements morphométriques de *P. lividus* en réponse aux rejets d'eaux usées, il est supposé que la présence de matière organique et de nutriments issus de la STEP pourrait nécessiter un développement moins important de l'appareil masticateur (Figure 15).

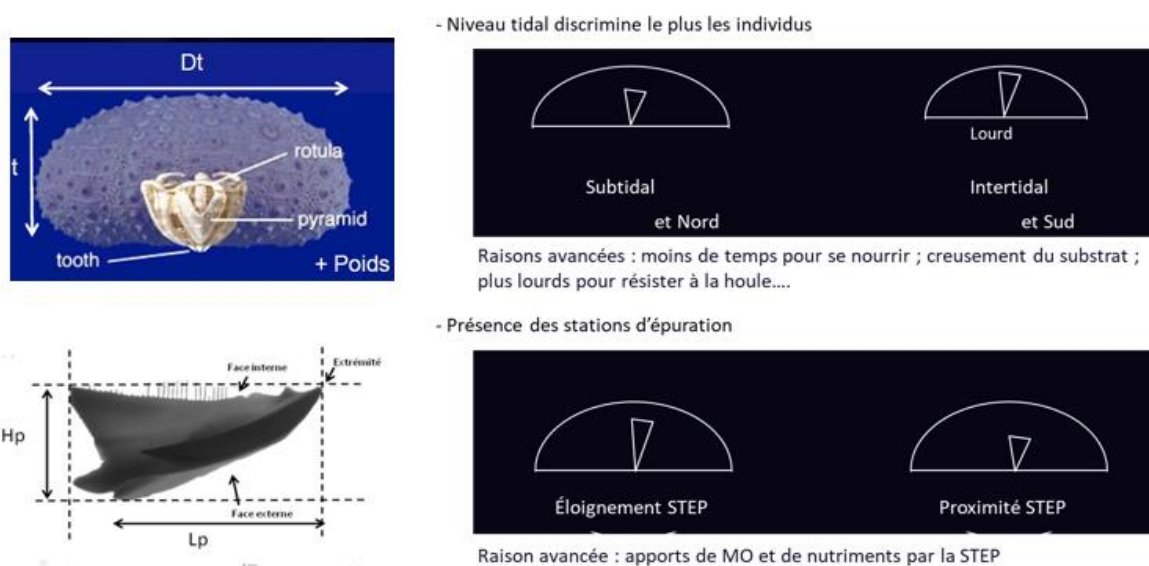


Figure 15 : localisation des mesures (test et appareil masticateur) et synthèse des principaux résultats entre morphométrie et environnement.

Pour la première fois, ce travail a mis en évidence l'intérêt d'utiliser des ratios relatifs aux mâchoires pour distinguer les effets des paramètres naturels de la pression humaine (Caill-Milly et al., 2020). Les résultats contribuent à améliorer les connaissances sur l'évaluation de l'impact des pressions et sur l'état de conservation de l'environnement dans une zone définie. Ils peuvent également être utiles pour proposer des mesures de gestion à une échelle appropriée pour une espèce qui est habituellement gérée à l'échelle régionale.

Lors de ce projet sur la ressource oursin de la côte basque, un second questionnement était également identifié : **Quelle est la variabilité spatio-temporelle de la reproduction de la population d'oursins ?**

Cette action était pilotée par ma collègue biologiste, Marie-Noëlle de Casamajor, également du laboratoire. Ce volet reposait sur un échantillonnage mensuel d'oursins (de septembre 2013 à septembre 2014) sur le site de Socoa (Côte Basque) à deux niveaux bathymétriques (zones intertidales et subtidales). Au delà de mon implication dans la collecte et dans le traitement en laboratoire des échantillons (mesures, pesées, sexage), j'ai participé à l'analyse des données. Deux indices

complémentaires ont été retenus pour étudier la période d'émission des gamètes (Menchaca et al., 2011, Ouréns et al., 2012) : l'indice gonado-somatique (IG ou GI en anglais) et l'indice de réplétion (IR ou RI en anglais) (ils font respectivement intervenir le poids sec des gonades/des viscères et le diamètre du test). Le traitement des données obtenues pour les 991 oursins collectés visait : à déterminer la période de frai et à comparer les processus de maturation des gonades des deux niveaux bathymétriques.

Pour ce faire, différents outils statistiques ont été mis en œuvre pour chaque indice. Ils sont associés aux résultats suivants :

- Le calcul du coefficient de corrélation de Pearson entre les valeurs de chaque indice sur les deux niveaux bathymétriques : les résultats proches de 1 indiquent une très forte corrélation linéaire entre les valeurs obtenues pour les deux niveaux bathymétriques (les tendances sont donc similaires) ;
- La mise en œuvre du test non paramétrique de Wilcoxon–Mann–Whitney par paire pour comparer les moyennes entre les deux niveaux bathymétriques. Les niveaux sont différents (l'IG est généralement plus élevé dans la zone subtidale que dans la zone intertidale, l'IR est généralement plus élevé dans la zone intertidale que dans la zone subtidale) (Figure 16).

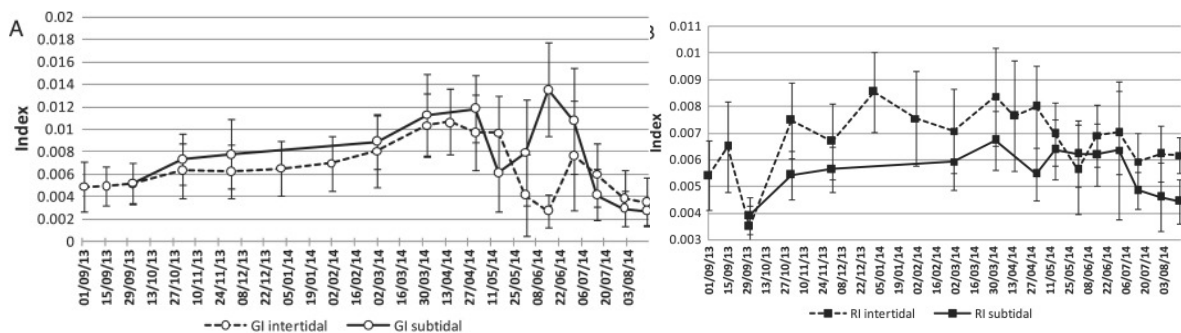




Figure 16 : évolution de l'indice gonadosomatique (GI) et de l'indice de réplétion (RI) de *P. lividus* aux niveaux intertidal (ligne pointillée) et subtidal (ligne continue) (de Casamajor et al., 2017).

La prise en compte du niveau bathymétrique dans le plan d'échantillonnage est originale (de Casamajor et al., 2017) ; elle permet une mise en évidence de différences significatives pour les indices considérés entre les individus intertidaux et subtidaux. Même s'il est entendu que ces résultats ne sont relatifs qu'à un cycle reproducteur, la détermination du frai entre mai et juin contribue aussi aux connaissances utiles pour définir des mesures de gestion pertinentes pour la pêche.

	
Originalité des travaux	Prise en compte de ratios morphométriques de l'appareil masticateur pour distinguer les effets des paramètres naturels de la pression humaine Prise en compte du niveau bathymétrique dans la réalisation du cycle reproducteur
Rôle	Coordination ou participation en fonction des travaux, identification du sujet de recherche dans un cas
Compétences	Analyse des résultats en lien avec la biologie et l'écologie de l'oursin
Comment	Co-conception de l'étude, formation donnée pour la prise de mesures automatiques via le logiciel de Traitement Numérique des Pièces Calcifiées (TNPC), choix des descripteurs morphométriques, participation à l'analyse des résultats et rédaction d'un article en lien avec les autres co-auteurs ou relecture
	

Indicateur d'abondance et environnement - application au rouget barbet

Le changement climatique induit des modifications des paramètres biologiques et physico-chimiques au sein des masses d'eau à différentes échelles spatio-temporelles. Ceux-ci auront à leur tour un impact plus ou moins important sur une espèce en fonction de ses exigences en matière d'habitat, des caractéristiques de son cycle de vie et de sa position trophique (Rijnsdorp et al., 2009). Ces changements peuvent entraîner quatre mécanismes de réponse rappelés par Rijnsdorp et al. (2009) : une réponse physiologique (Cohen et al., 2018) ; une réponse comportementale telle que le déplacement vers de nouvelles zones adaptées ; une réponse relative à la dynamique des populations (par des changements dans l'équilibre entre les taux de mortalité, de croissance et de reproduction en combinaison avec la dispersion) ; et une réponse au niveau de l'écosystème (c'est-à-dire dans la productivité et/ou les interactions trophiques). Les travaux conduits depuis plusieurs décennies sur ces impacts et réponses le sont peu à une échelle régionale (Goujon & Magnan 2018).

Grâce aux travaux conduits sur le rouget barbet, nous disposons d'indices d'abondance issus de données de pêche commerciale pour le golfe de Gascogne (cf. 4.2.2.). Participant activement dans le même temps aux synthèses des connaissances sur les impacts du changement climatique sur les ressources exploitées par la pêche et la conchyliculture à l'échelle régionale pour le conseil scientifique régional sur le changement climatique AclimaTerra (Le Treut, 2013 ; AcclimaTerra, 2018), j'ai constaté que peu de travaux concernaient la population de rouget du Golfe. Je l'ai donc proposée comme un cas d'étude du projet « New Challenge » BigCeas soutenu par l'I-Site E2S/Uppa. Le travail a été conduit par Claire Kermorvant, post-doctorante au Laboratoire de Mathématiques et de leurs Applications de Pau (LMAP). Dans ce contexte, nous avons voulu **déterminer si les modifications de facteurs environnementaux océaniques du golfe de Gascogne avaient un impact sur la population de rouget barbet** présente dans cet espace. Pour ce faire, nous avons utilisé les DPUE des chalutiers à panneaux composés de petites unités travaillant avec un maillage compris entre 70 et 79 mm (issues des données SACROIS) (Caill-Milly et al., 2019a). Pour les données environnementales, les données Copernicus ont été considérées (<https://www.copernicus.eu>). Elles concernaient la température et la salinité de surface, les concentrations en phytoplancton, en chlorophylle, en silicate, phosphate, ammonium, nitrate et en oxygène dissous.

L'originalité de ce travail réside dans la façon dont ont été étudiées les séries chronologiques couvrant la période 2005-2018, qui plus est sur un stock positionné en catégorie 5 par le CIEM. Au-delà du défi que représentait la durée limitée de la série relative aux indicateurs d'abondance, nous avons cherché à décomposer les différentes séries chronologiques en composantes additives de tendance (lisse), saisonnières et résiduelles (Ferguson et al., 2008) pour chaque rectangle (Figure 17).

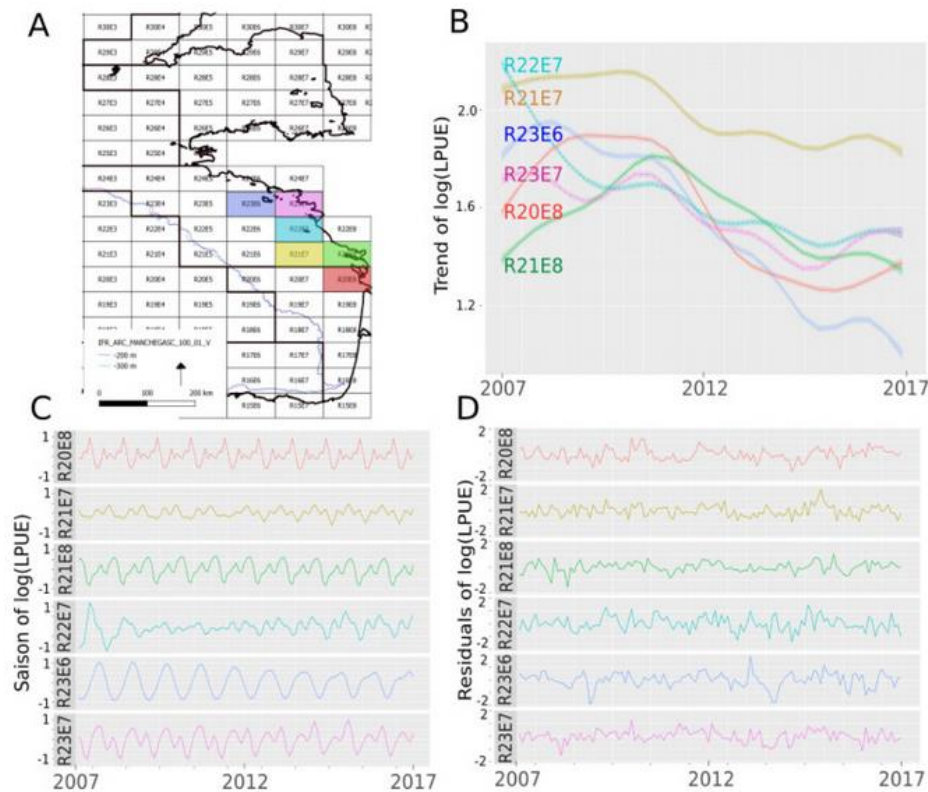




Figure 17 : décomposition chronologique de l'abondance du rouget barbet. A : carte des rectangles étudiés. B, C et D : tendance à long terme (LTT), saisonnière (ST) et résiduelle (R) de log(DPUE) par rectangle statistique ICES (Kermorvant et al., 2021).

Cette méthode est encore rarement utilisée en écologie des poissons (Broekhuizen et McKenzie, 1995 ; Beare et McKenzie, 1999). L'analyse a ensuite été consacrée à l'identification et à la quantification des liens possibles entre les tendances et les fluctuations saisonnières à la fois de l'abondance du rouget et des covariables environnementales. Les outils statistiques mis en œuvre ont fait appel à des modèles additifs généralisés (Wood, 2006), à des régressions harmoniques dynamiques (Young et al., 1999), à des analyses discrètes de Fourier (Bloomfield, 2004), à des modèles linéaires uni et multivariés.

Les tendances générales des DPUE sont une diminution de la composante à long terme et une modification de la saisonnalité avec dans les deux cas une grande hétérogénéité spatiale au sein de la zone d'étude (Figure 17). La plupart de ces changements interannuels et saisonniers d'abondance peuvent être liés aux covariables environnementales, là aussi avec une grande variabilité spatiale. Cela concerne notamment la salinité, la température, l'oxygène dissous, la concentration en silicate, phosphate et en nitrate. De plus, la plupart des sites côtiers ont révélé une saisonnalité bi-annuelle probablement liée au processus de recrutement des individus dans la pêcherie. Les relations entre l'abondance et les variables océaniques, y compris les tendances à long terme et les modèles de changement saisonnier, restent peu documentées. Ce travail contribue à l'amélioration des connaissances sur la compréhension de la distribution du rouget (stock à données limitées) dans le Golfe.

	
Originalité des travaux	Analyses de tendances à long terme et saisonnières sur une espèce DLS en composantes additives de tendance, saisonnières et résiduelles
Rôle	Co-encadrement, identification du sujet de recherche
Compétences	Interprétation des résultats en lien avec la biologie et l'écologie du rouget
Comment	Expertise sur les indices d'abondance issues des données professionnelles Écologie du rouget barbet pour le choix des variables et l'interprétation des résultats
	

Descripteurs d'activité des navires et environnement - application aux flottilles du sud de la Nouvelle-Aquitaine

Les effets de changements environnementaux dont ceux liés au changement climatique sont généralement considérés au niveau des ressources, des communautés. Les travaux sur les répercussions sur les entreprises qui en dépendent (navires professionnels) sont plus récents (Rezaee et al., 2016). J'ai commencé à m'intéresser à ce sujet lors de la coordination des chapitres « pêche et conchyliculture » menés à l'échelle régionale dans le cadre des activités d'AcclimaTerra (Le Treut, 2013 ; AcclimaTerra, 2018). Il a été nourri par de très nombreux échanges et discussions avec mon collègue Gilles Morandau, également convaincu de l'intérêt de développer ce sujet en lien avec l'Appui aux Politiques Publiques.

Les changements dans la répartition spatiale des espèces interrogent les armements sur la révision des droits de pêche et le redéploiement géographique des flottilles (Rajudeen, 2013). Or les Totaux Admissibles de Captures (TAC) et les quotas sont répartis spatialement, annuellement et, dans le cas français, selon les organisations de producteurs (avec possibilité d'échanges entre ces dernières). De plus, le choix d'un changement de zone de pêche est aussi contraint par des questions liées à l'autonomie (longueur, puissance...) et à la sécurité des navires, réduisant ainsi les possibilités de déplacement sur des zones de pêche plus éloignées des ports d'attache, plus particulièrement pour les navires inférieurs à 12 mètres qui représentent 76 % des effectifs de la région Nouvelle-Aquitaine en 2014. Dans l'hypothèse d'une diminution de la productivité, les capacités d'adaptation pourraient porter aussi sur l'apparition de nouveaux métiers (engin + espèce ciblée), une rationalisation de la pêche par une diminution des pertes et des coûts, la mise en place d'écolabels pour une meilleure valorisation et une diversification de l'activité comme le pescatourisme (Brander, 2010).

Par ailleurs, au-delà des modifications des caractéristiques des masses d'eau ayant des effets sur les ressources et par voie de conséquence sur les entreprises de pêche, le changement climatique peut aussi potentiellement modifier des conditions environnementales liée à la météorologie dans lesquelles les navires évoluent. Les travaux sur le sujet sont peu nombreux alors que les modifications sont aussi susceptibles de conditionner l'activité des navires de pêche et donc la rentabilité des entreprises au côté d'autres facteurs comme la réglementation (catégorie d'armement, type de navigation, quotas, périodes et zones autorisées ...), le prix de vente espéré ou observé des débarquements, les rendements du moment dans la zone, ...). Tout comme pour les ressources, l'impact des changements environnementaux (dont ceux liés au changement climatique) sur les activités de pêche reste peu étudié à une échelle régionale (Goujon & Magnan 2018).

Dans ce contexte, en prenant comme cas d'étude des flottilles régionales, je me suis intéressée :

- **Aux options d'adaptation de navires fortement dépendants d'un nombre restreint d'espèces et aux modes de gouvernance possibles dans un environnement changeant y compris en matière politique.**

En Nouvelle-Aquitaine, le merlu européen et les baudroies (blanches et rousses) constituent près de 50 % de la valeur débarquée par les quelques 495 navires actifs en région sur la période 2013-2015 (AcclimaTerra, 2018). Le choix s'est porté sur des flottilles du quartier maritime de Bayonne particulièrement dépendantes de ces espèces et décrites par Gallet et al. (2019) et Caill-Milly et al. (2019b), à savoir : les chalutiers de plus de 25 m pour les baudroies ; les fileyeurs de plus de 20 m et les ligneurs de plus de 15 m pour le merlu.

Par flottille et pour les 50 rectangles contribuant le plus aux captures, nous avons d'abord analysé l'évolution de la capture totale annuelle par rectangle sur la période. Pour ce faire, une analyse en composantes principales normalisées sur les données agrégées a été réalisée, suivie d'un clustering hiérarchique sur les composantes principales. Ceci a abouti à un regroupement des rectangles en 3 ou 4 groupes, chacun contenant des rectangles ayant une dynamique similaire et ayant identifié des années de captures significatives (Figure 18). Ensuite, pour le premier paragon de chaque groupe, les évolutions des captures ont été affichées par flotte.

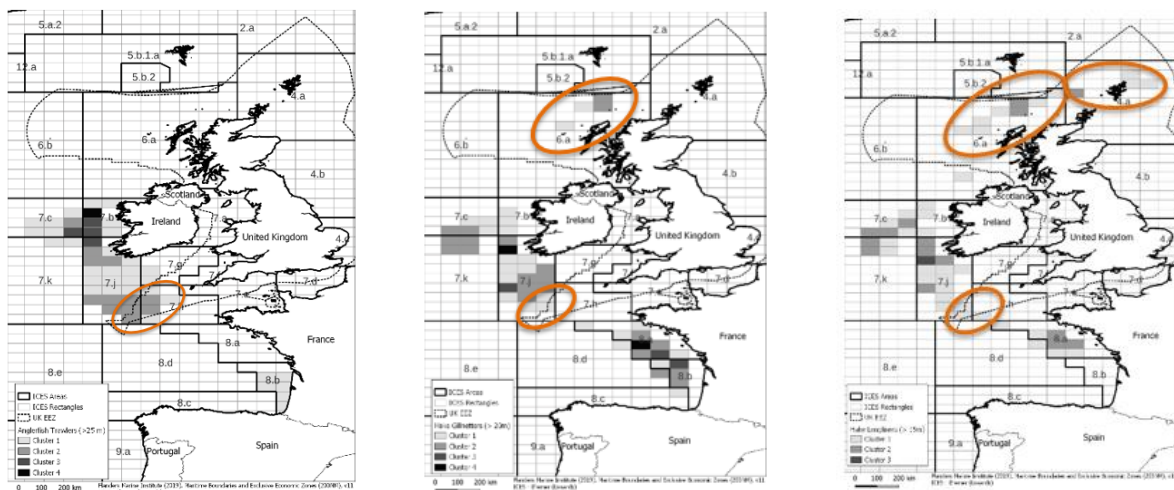


Figure 18 : distribution spatiale des clusters pour les baudroies/chalutiers de plus de 25 m (gauche), les merlus/fileyeurs de plus de 20 m (centre), les merlus/palangriers de plus de 15 m (droite) avec identification des zones comprises dans les eaux sous juridiction britannique suite au Brexit (d'après Caill-Milly et al., 2022).

Les changements ont été considérés au regard des nouvelles frontières maritimes suite au Brexit. Ces informations ont permis d'alimenter la discussion en matières d'adaptation selon deux scénarii : la poursuite (scénario 1) ou non (scénario 2) de la pêche de ces mêmes espèces par les navires.

La situation est différente selon les espèces considérées. Pour le scénario 1, de nouvelles règles et organisations existent ; la pêche d'une même espèce pour ces navires risque de s'opérer dans un contexte politique plus instable. De plus, les considérations réglementaires relatives aux débarquements diffèrent entre l'UE et le Royaume-Uni (traçabilité, douanes). Pour le scénario 2, de nouveaux mécanismes financiers sont nécessaires pour accompagner l'adaptation. La production et le marché étant connectés, un nouveau travail politique est nécessaire pour notamment créer de

nouveaux marchés (au niveau local ou mondial), qui pourraient être collectivisés (par exemple, via les OP, les associations locales de pêcheurs ...). Il s'agit d'un travail préliminaire que j'ai coordonné et qui a été présenté au colloque Uhinak en septembre 2022 avec publication d'un résumé étendu dans la Revista de Investigación Marina éditée par l'AZTI TECNALIA (Caill-Milly et al., 2022). La collaboration entre biologistes, statisticiens (Noëlle Bru, Claire Kermorvant, UPPA) et politologue (Caitriona Carter, INRAE) permet de reposer la question : comment contribuer à une gestion des pêches qui soit à la fois équitable et durable (Carter, 2013 et 2014 ; Drouineau et al., 2023).

- **Aux facteurs environnementaux et économiques influant les sorties de pêche de navires de taille restreinte.**

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet VentsEtMarées soutenu par le DLAL-FEAMP piloté par Noëlle Bru du LMAP/UPPA. Nous avons considéré les sorties en mer et cherché à identifier les facteurs environnementaux (liés à la météorologie maritime) et socio-économiques (prix, pratiques d'activité) qui conditionnaient leur réalisation. La question scientifique posée était donc : quels sont les mécanismes régissant le choix d'une sortie (ou non) de pêche qui sont liés à l'environnement ou à des considérations socio-économiques ?

Le choix des flottilles étudiées s'est porté sur des unités de moins de 20 m mettant en œuvre différents engins car elles sont susceptibles d'être plus sensibles aux changements météorologiques en raison de leurs caractéristiques techniques. Nous avons tenu compte des typologies locales issues des travaux de Gallet et al. (2019) et Caill-Milly et al. (2019b). Nous avons par ailleurs associé pleinement les professionnels via des discussions, échanges : d'une part pour bénéficier de leurs connaissances et identifier les facteurs à prendre en compte ; et d'autre part pour que les résultats soient partagés et utilisés par ces derniers pour de la prospective. Les données d'activité utilisées sont les données SACROIS (cf. 4.2.2.) et ont concerné les bolincheurs, les fileyeurs et les ligneurs du quartier maritime de Bayonne.

L'originalité de ce travail réside dans la phase de reconstitution des non-sorties (rattachée au processus décrit au 4.2.) et dans la méthodologie séquentielle mise en œuvre pour sélectionner les variables discriminantes au sein de données non-structurées et potentiellement volumineuses (rattachée au processus « Description »). Elle repose notamment sur l'utilisation combinée d'algorithmes d'apprentissage supervisé : les arbres de décision conditionnels (Hothorn et al., 2015) et les forêts aléatoires (Fox et al., 2017) sur arbres conditionnels. L'usage des arbres de décision permet entre autre de discriminer les modalités d'une variable qualitative (appelé alors arbre de classification) en considérant plusieurs variables explicatives (Figures 19 et 20 – exemple sur les bolincheurs). La combinaison de ces deux outils permet de s'assurer d'une stabilité dans les résultats.

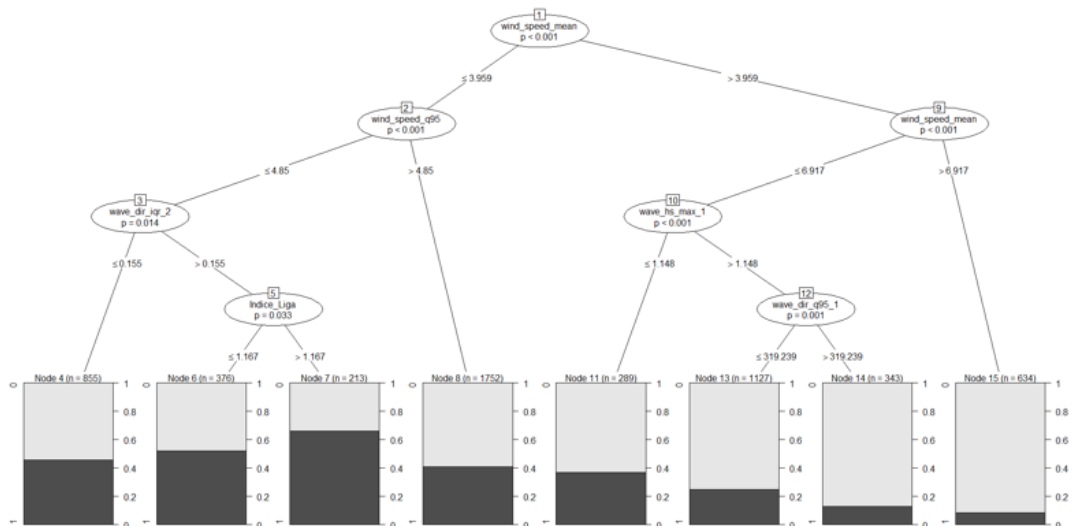


Figure 19 : arbre de décision de la variable d'intérêt SORTIES pour les bolincheurs (erreur : 35.8% globale et 7.2% pour les 0) une fois les caractéristiques de saisonnalité retirées (Bru et al., article en préparation).

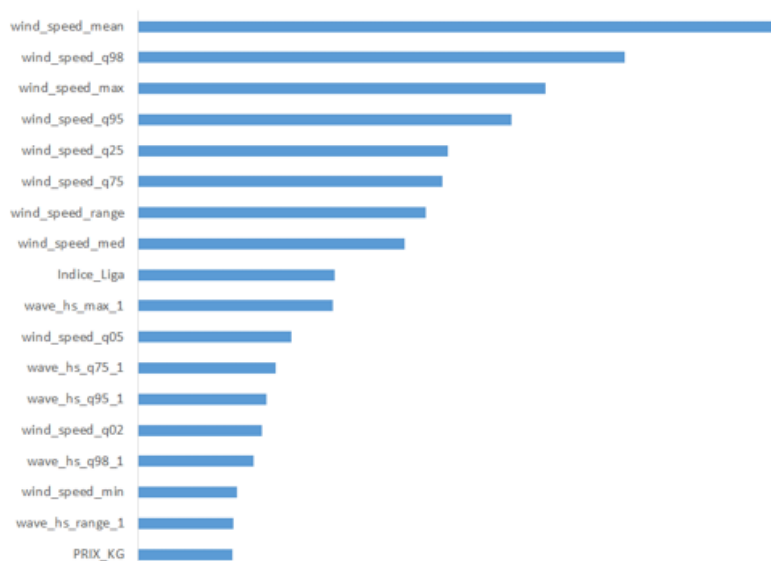


Figure 20 : importance des variables dans la classification de la variable d'intérêt SORTIES des bolincheurs une fois les caractéristiques de saisonnalité retirées (Bru et al., article en préparation).

En fonction du type de navires et parfois du port de sortie, les variables explicatives ressortant des analyses diffèrent mais on retrouve généralement les conditions de vent, de houle, de prix ... Les seuils sont distincts selon les cas.

Les deux travaux présentés sur les indices d'activité des navires et l'environnement contribuent à l'identification des flottilles plus ou moins exposées et sensibles aux changements (climatiques, réglementaires, ...). Ils doivent permettre d'apporter des éléments pour réfléchir à une ou à des stratégies d'adaptation et aider la filière (notamment grâce à son implication) dans sa réflexion sur le maintien/renouvellement des différents types de navires de pêche en fonction de leurs vulnérabilités respectives.

Originalité des travaux	Pluridisciplinarité : écologie des ressources exploitées, statistiques, sciences politiques Impacts sur les entreprises de pêche avec deux approches complémentaires (liées à la taille des navires)
Rôle	Coordination ou participation, identification du sujet de recherche
Compétences	Analyse des résultats en lien avec les pratiques de pêche
Comment	Expertise sur les données professionnelles et les pratiques de pêche Contribution au choix des étapes de la méthodologie

4.3.3. Représentation intégrée du fonctionnement d'une population et scenarii de gestion.

La gestion de la ressource palourde du bassin d'Arcachon repose sur une approche de co-gestion impliquant à la fois les scientifiques et les gestionnaires en lien avec l'Administration. Parmi les outils mobilisés pour définir, évaluer, tester l'efficacité de différentes stratégies de gestion, un modèle analytique spécifique a été développé pour le bassin d'Arcachon (Bald et al., 2009). Cet outil de simulation reproduit l'interaction dynamique entre les processus biologiques et physiques et le processus de détermination de l'action en fonction de l'état courant du système (Goffinet, 2003). Au-delà de sa fonction d'outil d'aide à la décision, son développement permet, de fait, une meilleure compréhension du fonctionnement de la population. Les processus sont décrits à partir des connaissances (biologiques, physiques, sociales, ...) mobilisées et intégrés de manière hiérarchisée au sein du système. Cela implique l'utilisation de paramètres environnementaux et de paramètres liés à la pêche, tous deux sélectionnés pour leurs impacts sur la dynamique de la population. L'état instantané du système détermine univoquement son état à l'instant suivant, c'est un modèle déterministe. Il est par ailleurs de type compartimental basé sur la structure en taille de la population et construit selon le paradigme des systèmes dynamiques qui est développé depuis les années 1950 sous l'impulsion des travaux de Forrester (1973). Le modèle repose sur l'utilisation d'équations différentielles.

Depuis la création du modèle, quelques implémentations avaient été réalisées, notamment à l'occasion de ma thèse (Caill-Milly, 2012). J'ai récemment repris ce travail pour :

- intégrer de nouvelles données sur les traits de vie de la population locale et des connaissances plus fines de l'activité de pêche et de ses paramètres de contrôle. Cela a concerné tout d'abord la croissance linéaire et la mortalité naturelle qui reposaient auparavant sur des données relatives à des sites italiens. Les expérimentations de Dang (2009) dans différentes localisations du bassin d'Arcachon ont permis de paramétrer une fonction de croissance de Von Bertalanffy et d'estimer des taux de mortalité pour le Bassin. Ces grandeurs sont désormais utilisées au niveau des différentes classes de tailles pour calculer le pourcentage de palourdes passant dans la classe suivante et celui correspondant aux palourdes disparaissant pour causes naturelles. Elles concernent le bloc « stock/maturation/mortalité ». Pour le volet « pêcherie », une mise à jour (jusqu'en 2019) des données de captures, du nombre de licences actives, des surfaces en réserve et de la durée de la saison de pêche a été effectuée. Il est apparu également plus réaliste de répartir différemment l'effort de pêche sur les quatre classes de taille afin de mieux prendre en compte la pression de pêche sur les palourdes en dessous de la taille minimale légale de référence ;

- intégrer de nouvelles formulations. Cela a concerné l'intégration de données réelles de température issues du réseau ARCHYD (ARCachon HYDrologie) sur la période 2003 à 2019 puis le calcul d'une moyenne glissante sur trois ans pour chaque mois avec ajout d'un paramètre « variation de température » pour la période 2020 à 2029. La prise en compte de ces données réelles et de ce nouveau paramètre est intéressante pour travailler plus facilement sur des prévisions d'effets de changement de température sur la population. Une autre reformulation a traduit l'effet de la disponibilité de la nourriture et de la matière totale en suspension sur la production de juvéniles nouvellement installés (là aussi en s'appuyant sur les données ARCHYD). Le modèle inclut maintenant non seulement l'effet de la température sur le déclenchement du frai mais aussi celui de la chlorophylle *a* et de la matière totale en suspension sur le recrutement dans les blocs « Production de juvéniles » et « Paramètres environnementaux ». La reformulation a aussi concerné le bloc « Pêcherie ». Le stock exploitable a notamment été redéfini en utilisant l'effort de pêche appliqué à chaque classe au-dessus de la taille minimale légale et la surface totale de la ou des zones protégées applicables selon la législation locale. Cette surface est devenue une variable de contrôle. Un effet prix a aussi été intégré en tant que variable de contrôle de l'activité de pêche. L'ensemble des changements opérés sur ce bloc ont conduit à la reformulation de l'évolution temporelle des captures de pêche par mois et par classe de taille.

Le bien fondé de cette calibration avec des paramètres relatifs à la population, à l'écologie et à la pêche, aussi proches que possible des spécificités du stock considéré, a été étudié en s'intéressant au pourcentage de déviation entre des données observées et des données prédites par le modèle. Les données observées provenaient des campagnes d'évaluations de stock de 2003, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014 et 2018. Conformément aux travaux précédents (Bald et al., 2006, 2009), un pourcentage d'écart maximal fixé à 10 % (en absolu) a été retenu en tant que critère. Ce dernier a été respecté sauf pour l'année 2008 pour laquelle le pourcentage s'établit à 11 %. Il a ainsi été considéré que les sorties du modèle s'ajustaient assez bien aux données réelles. En complément de cette analyse de performance du modèle, j'ai conduit une première analyse de sensibilité pour ce dernier. Ce type d'analyse permet de répondre à divers objectifs tels que l'identification de paramètres non essentiels pouvant autoriser une simplification du modèle, l'évaluation de la robustesse du modèle et l'identification des paramètres qui ont la plus grande influence sur les processus modélisés (Banos-Gonzalez et al., 2018 ; Norton, 2015 ; Pianosi et Wagener, 2018). Dans notre cas, nous souhaitons connaître les paramètres les plus influents parmi ceux liés à la biologie et à l'environnement. Pour ce faire, nous avons étudié la propagation de l'incertitude relative à ces paramètres en considérant la variabilité des sorties du modèle. La démarche s'est appuyée sur les indices décrits par Banos-Gonzalez et al. (2018) et a comporté deux étapes : tout d'abord le calcul d'un indice de sensibilité pour chaque paramètre retenu ; ensuite une approche plus générale pour quantifier l'effet des variations simultanées des paramètres les plus influents grâce au calcul d'un coefficient de variation de la biomasse. Les indices de sensibilité les plus élevés ont été obtenus pour des paramètres décrivant ou influençant les jeunes stades de la population : température maximale de frai, recrutement et température minimale de frai (Figure 21). L'analyse de sensibilité globale révèle un coefficient de variation de 173 %, ce qui signifie que le modèle présente une réponse élevée de la biomasse aux paramètres les plus influents. Ces résultats incitent à poursuivre la compréhension des processus liés à la phase de reproduction et de ses paramètres de contrôle.

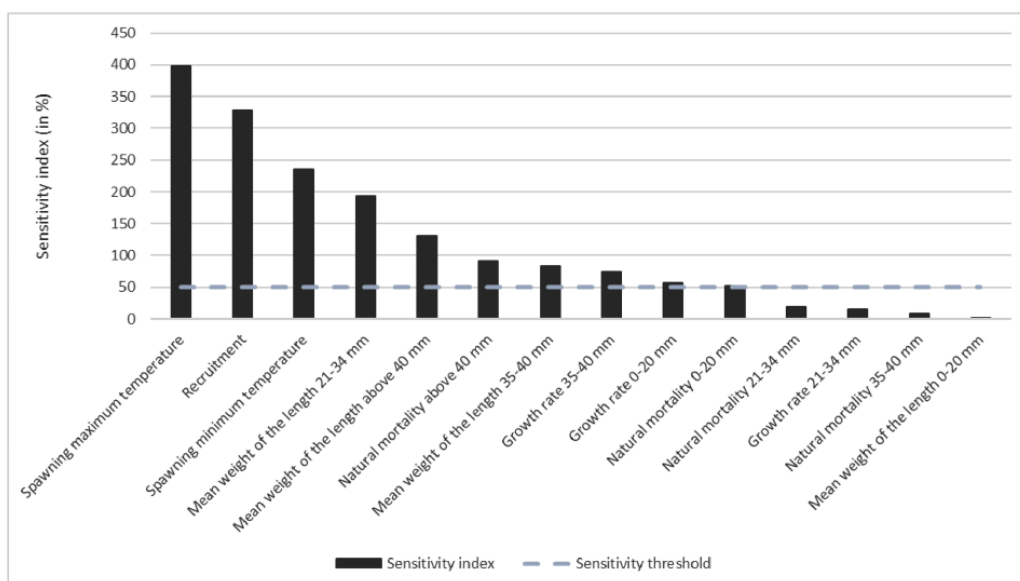


Figure 21 : indices de sensibilité de paramètres de contrôle biologiques et environnementaux utilisés en tant que facteurs d'entrée du modèle palourde (Caill-Milly et al., 2022).

Les améliorations apportées dans les différents blocs depuis la première version du modèle sont identifiables dans la Figure 22. Elles permettent ainsi de disposer d'un modèle calibré avec des paramètres aussi proches que possible des spécificités du stock considéré.

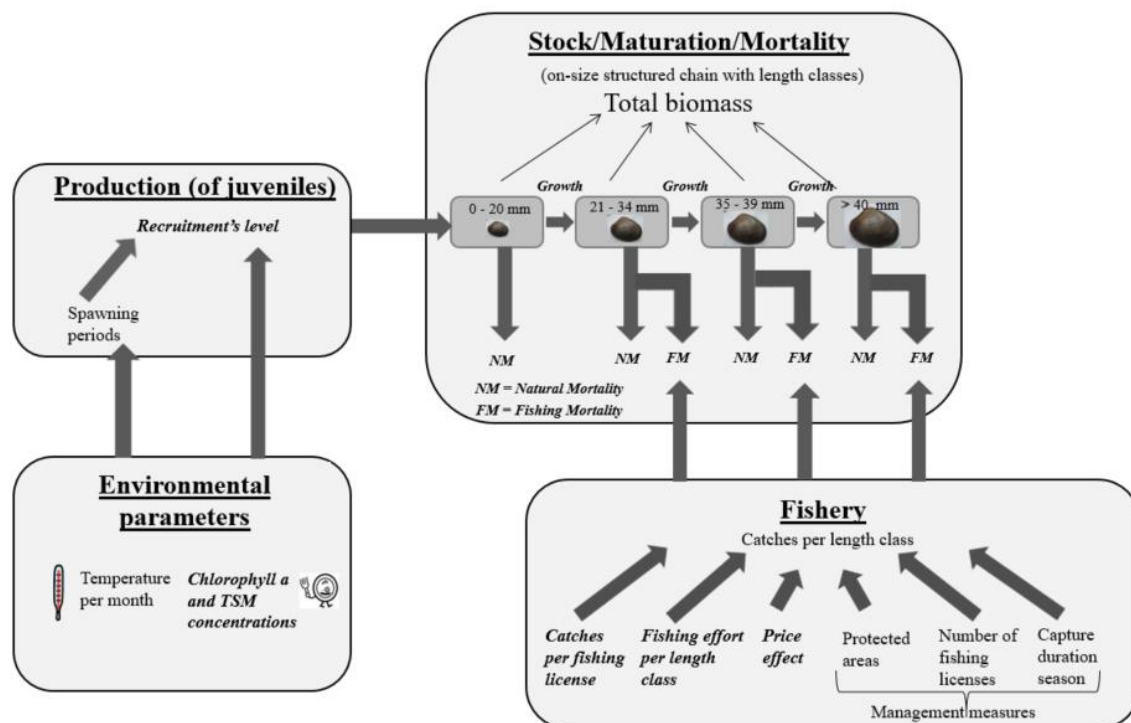


Figure 22 : diagramme du modèle développé pour la palourde japonaise illustrant les quatre blocs et les interactions entre ces blocs. Les améliorations apportées depuis la première version du modèle sont en italique gras (Caill-Milly et al., 2022).

Dès le départ, le modèle de gestion spécifiquement développé pour la palourde japonaise du bassin d’Arcachon visait à renforcer la gestion du stock en permettant un processus décisionnel solide et bien informé, basé sur la science. Les dernières améliorations apportées au modèle permettent d’utiliser ce modèle pour tester l’effet de nouvelles stratégies de gestion ou de changements environnementaux sur la biomasse totale. Différentes mesures de gestion (nombre de licences de pêche, quota par licence, durée de la saison de pêche et superficie de la zone mise en réserve de pêche) ont ainsi été testées à la fois de manière isolée et par combinaison via huit scénarii (Tableau 4) (Caill-Milly et al., 2022). De plus, deux scénarii supplémentaires ont été retenus, l’un relatif à une modification de l’environnement (température), l’autre à une modification des conditions de marché (augmentation du prix de vente).

Table 4 : description des huit scénarios de gestion testés et intégrés dans le modèle de 2020 à 2029. Les différences relatives de chaque mesure de gestion appliquée dans scénarios 2 à 8 sont comparées aux valeurs des mesures de gestion du scénario 1 (statu quo) en utilisant la codification suivante = pas de changement, augmentation comprise entre 1 et 10 %, augmentation (strictement) supérieure à 10 %, ↘ diminution comprise entre 1 et 10 %, ↘↘ diminution (strictement) supérieure à 10 % (Caill-Milly et al., 2022).

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5	Scenario 6	Scenario 7	Scenario 8
Types of measures differing from status quo	/	Technical measures,	Technical measures	Reducing fishing effort	Limitation of catches	Limitation of catches, technical measures	Limitation of catches, technical measures, reducing fishing effort	Limitation of catches, technical measures
NFL	46	=	=	↘↘	=	=	↘	=
CVL	0.74	=	=	=	↘↘	↘	↘	↘↘
CDS	12	=	↘↘	=	=	↘	↘	↘↘
PAS	4.9	↗↗	=	=	=	↗↗	=	=

Key: NFL = number of fishing licenses, CVL = catches volume by license (t month⁻¹ license⁻¹), CSD = capture season duration (month), PAS = Protected area surface (x 10⁶ m²).

Les résultats plaident pour le choix d'une stratégie de gestion impliquant plusieurs mesures de gestion plutôt que la modification d'une mesure de manière forte (Figure 23). De telles combinaisons font partie de l'arsenal de mesures qui ont déjà été mises en œuvre en 2008-2009 (Caill-Milly et al., 2022) et sur cette même espèce dans d'autres systèmes côtiers européens (Coelho et al., 2021). Lorsque la prochaine campagne d'évaluation de stock sera réalisée et les résultats connus, le modèle pourra à nouveau être utilisé pour appuyer les décisions de gestion. Différentes combinaisons sont possibles et ont été testées ; d'autres pourront naître de la discussion entre les scientifiques, les pêcheurs et les représentants de l'Administration. La démarche de co-gestion de ce stock local exploité devra prendre en compte la dimension de l'acceptabilité.

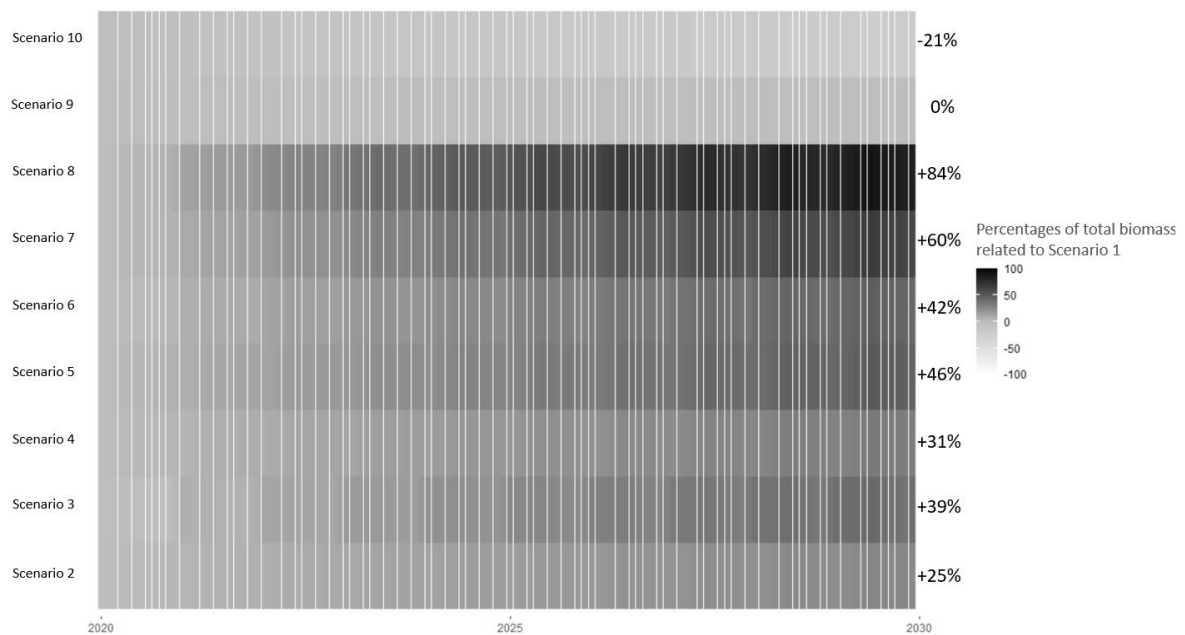


























Figure 23 : différences relatives exprimées en pourcentages entre la biomasse totale estimée pour chaque scénario [scénarios 2 à 8 (stratégies de gestion) ; scénarios 9 à 10 (effets potentiels des modifications de l'environnement ou du marché)] et la biomasse totale estimée pour le scénario 1 (statu quo) de janvier 2020 à décembre 2029. Les gains ou pertes à la fin de 2029 sont affichés à droite du tableau (Caill-Milly et al., 2022).

En tant qu'outil d'aide à la décision, ce type de modèle favorise la conception et la mise en œuvre de modes de gestion adaptatifs qui sont vitaux pour concilier les activités socio-économiques et la durabilité à long terme de l'environnement naturel (De Leo et Levin, 1997). Les développements opérés dernièrement sur le modèle de simulation d'Arcachon, ainsi que son implémentation, sont en accord avec les quatre principales utilisations d'un modèle rapportées par del Granado (2007) : augmenter la compréhension humaine du système considéré, communiquer visuellement, faire des prédictions et soutenir la prise de décision. Cette dernière utilisation a également été décrite par d'autres auteurs (Felleman, 1999 ; Hannon et Ruth, 1994 ; Shenk et Franklin, 2001).

           	<p>Originalité des travaux Première analyse de sensibilité pour ce modèle spécifiquement développé pour le bassin d'Arcachon Construction de scénarii basés sur différentes mesures de gestion à destination des gestionnaires</p> <p>Rôle Coordination, identification du sujet de recherche</p> <p>Compétences Modélisation déterministe de processus naturels et anthropiques</p> <p>Comment Incorporation de nouveaux processus et paramétrages, connaissance de l'activité de pêche, analyse des résultats et rédaction de l'article en lien avec les autres co-auteurs</p>
           	

4.4. Appropriation par les utilisateurs dont les gestionnaires

4.4.1. Appropriation par les scientifiques

Comme indiqué en préambule, les travaux auxquels je participe ou que je conduis sont menés dans le cadre de l'appui aux politiques publiques. Afin de faciliter leur appropriation, je fais en sorte de faire le lien ou d'impliquer les futurs utilisateurs à ces derniers. En fonction des sujets, ces utilisateurs sont soit des scientifiques membres du CIEM et en charge de l'évaluation de stocks, soit des services déconcentrés de l'État ou encore des structures professionnelles (CDPMEM, CIDPMEM, CRPMEM ...).

Pour les travaux (et notamment les indices d'abondances construits à partir des captures des professionnels) sur le rouget barbet, le merlan et le lieu jaune présents dans le golfe de Gascogne, les résultats et mises à jour des indices ont été transmis aux chercheurs en charge de l'évaluation de ces trois stocks. Cela s'est traduit par la rédaction de documents de travail (Tableau 5⁹) ou par l'envoi direct des données pour le rouget en 2022 car il n'y avait pas nécessité d'accompagner l'information par un document de travail. Ces transmissions répondent d'ailleurs à la saisine de la DPMA de 2019 (saisine n° 20-15409 « Suites du projet ROMELIGO : mise à jour des indices issus de CPUE et premier pas vers l'intégration des résultats du projet dans le processus d'émission des avis du CIEM »).

Tableau 5 : documents de travail transmis aux WG du CIEM pour informer sur les résultats des travaux réalisés dans le cadre du projet ROMELIGO et pour mettre à jour les indices d'abondance.

Stocks	Documents de travail transmis au CIEM
Rouget barbet de roche zones VI, VIII et sous-zones VIIa-c, e-k et IXa (zone Ouest) : mur-west	Caill-Milly, N., Lissardy, M., Léauté, J.-P., 2017. Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., Dutertre, M.-A., Saguét, C., 2018. Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., 2020.
Merlan zone VIII et sous-zone IXa : whg-89a	Caill-Milly, N., Lissardy, M., Léauté, J.-P., 2017. Léauté, J.-P., Caill-Milly, N., Lissardy, M., 2018. Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., 2020.
Lieu jaune zone VIII et sous-zone IXa : pol-89a	Caill-Milly, N., Lissardy, M., Léauté, J.-P., 2017. Léauté, J.-P., Caill-Milly, N., Lissardy, M., 2018. Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., 2020.

Par ailleurs, pour le lieu jaune (qui est également en catégorie 5), la flottille de référence proposée, à savoir une flottille de fileyeurs, a pu être utilisée en 2021 par le CIEM (ICES, 2021a et b) pour tester un modèle global de surplus de production en temps continu (modèle SPiCT, Pedersen and Berg, 2017). La mise en œuvre de ce modèle n'a cependant pas donné de résultats satisfaisants (instabilité du modèle). Les raisons étaient que la série temporelle disponible restait trop courte (< 30 ans) et qu'elle ne présentait pas suffisamment de valeurs contrastées dans les niveaux de captures et d'abondance.

4.4.2. Appropriation par les gestionnaires

Pour ce qui concerne les gestionnaires et en particulier les structures professionnelles, l'appropriation des résultats s'appuie très souvent sur une démarche collaborative entretenue dans le temps. Que ce soit pour les travaux sur la palourde, sur le rouget, le merlan et le lieu jaune, sur les liens entre activité des navires et environnement, je m'attache à associer les professionnels pour différentes raisons : faciliter leur reconnaissance des travaux conduits grâce à la participation aux campagnes de prélèvement (ex : campagnes palourde) ou à des groupes de travail accompagnant la réalisation du

⁹ Pour rappel, l'ensemble de mes productions écrites liées à l'expertise est listé en Annexe (issu d'Archimer - <https://archimer.ifremer.fr>).

projet (ex : ROMELIGO, ACOST) ; bénéficiant de leurs savoirs empiriques très souvent non accessibles par ailleurs pour fixer ou valider des seuils qui soient réalistes (ex : projet ROMELIGO, ACOST, VENTSETMAREES) ... En impliquant les pêcheurs dans différentes phases des projets de recherche (échantillonnage, logistique, collecte de données...), ils deviennent des « acteurs de la science » et ils ont davantage confiance dans les données et les résultats (Yochum et al., 2011 ; Massé et al., 2016). D'ailleurs, de nombreuses expériences associant pêcheurs et scientifiques dans une recherche halieutique collaborative mettent en évidence les bénéfices d'un partenariat mutuel (Johnson et van Densen, 2007 ; Yochum et al., 2011 ; Massé et al., 2016).

Ces expériences m'ont permis de contribuer au projet de recherche PARTAGE conduit par Claire Macher de l'UMR AMURE de Brest. Ce projet visait à initier l'animation d'une approche réflexive sur les collaborations/interactions Science-Société sur le milieu marin et faisant intervenir des chercheurs de l'Ifremer. Elles concernaient les sciences et les recherches participatives, l'observation participative et la médiation scientifique. J'ai participé à l'organisation (mise en place d'une enquête, co-animation) et à la restitution des échanges et résultats sous la forme de deux documents (Macher et al., 2021 et 2022). Ce projet a permis de partager des retours d'expériences (Figure 24) en matière de postures, d'acteurs impliqués, de degrés d'engagement, de méthodes, approches et outils mis en œuvre, d'impacts de nombreuses collaborations science-sociétés conduites dans le cadre de recherches collaboratives. Il a permis la formulation de recommandations sur le développement de compétences et de connaissances pratiques pour l'animation et le développement de collaborations Science-Société en interne (Macher et al., 2021).

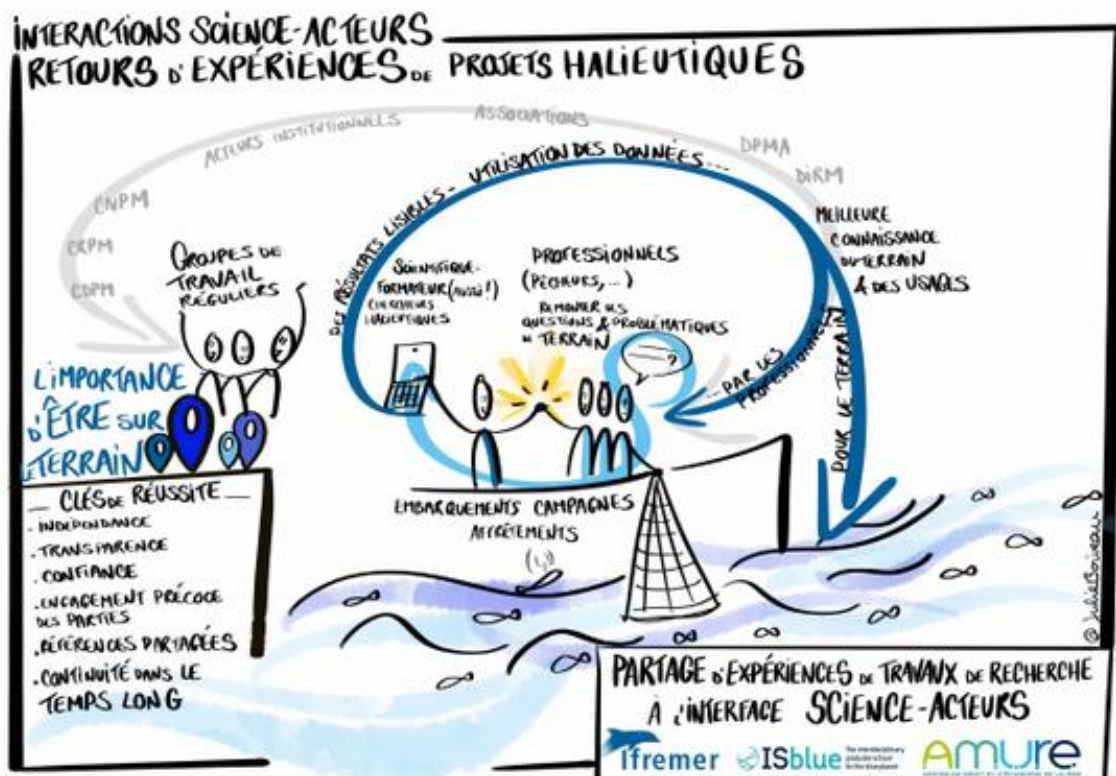




Figure 24 : synthèse des échanges sous la forme d'illustration concernant les projets halieutiques (Macher et al., 2021).

En 2021, le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) a mené une consultation interne de l'Ifremer en vue de l'évaluation de l'Institut. Cela a notamment permis de dresser un premier bilan de l'appropriation par les équipes de trois axes majeurs du projet d'Institut « Horizon 2030 ». L'un d'eux concernait le dialogue avec la société. Il a été jugé actif au sein des unités, mais probablement davantage tourné vers le partage des connaissances que vers les recherches collaboratives ou participatives. À son niveau, le projet PARTAGE apporte des éléments factuels et des pistes d'amélioration.

Dans le cas de la palourde, l'expérience de collaboration est fournie et ancienne. Les échanges entre pêcheurs et scientifiques prennent la forme de groupes de travail (avant et après les campagnes de suivis du stock), d'un partenariat systématique pour la réalisation des suivis à partir de 2003 et d'un appui à la réalisation de certaines expérimentations de terrain. Si l'objectif initial de ces suivis était d'évaluer le stock de palourdes japonaises, ils ont aussi permis de générer des données pour mener des programmes de recherche avec des questions et des hypothèses précises. Les discussions au cours des groupes de travail ont également permis d'identifier des lacunes dans les connaissances indispensables à la gestion. Elles ont alors fait l'objet de travaux spécifiques. De cette expérience, j'ai souhaité faire un bilan des actions menées, identifier les succès et les échecs (Tableau 6), ainsi que les points d'amélioration pour les actions futures (Caill-Milly et al., 2021).

Tableau 6 : points positifs et négatifs identifiés dans le processus de collaboration mis en place pour la gestion de la palourde japonaise du bassin d'Arcachon (Caill-Milly et al., 2021).

	
<p>Good partnership to co-organize the clam survey</p> <p>Correct ownership of the results by professionals</p> <p>Pluridisciplinary scientific approach to respond to policy concerns</p> <p>Scientific findings (applied research) used to a better management process</p> <p>Recognition of the approach and the developed competencies (requests from other sites)</p> <p>Sentinel role of the fishermen regarding environmental quality</p>	<p>Mobilization of available funds/ significant financial implication for a local professional structure and mobilization of available funds for research programs applied to local issues</p> <p>Difficulties to maintain continuous contact with stakeholders (changes and availability in professional partners)</p> <p>Discrepancy between outcomes of survey/research for global management vision and individuals expectations of professionals (short term enterprise vision)</p> <p>Difficulties to assert local characteristics of the resources (growth) to adapt European legislation</p>



Ce bilan illustre le fait que le processus de cogestion ressemble à une recherche perpétuelle d'équilibre (rester connecté entre les parties prenantes, agir, assurer un financement à moyen et long terme, être disponible pour expliquer les tenants et les aboutissants lors d'un changement de représentant...) mais cela vaut la peine à plusieurs titres.

L'apport de connaissances pour le processus de co-gestion est important pour la recherche-action. Il permet de mobiliser les scientifiques (parfois avec des ressources humaines limitées) sur des questions importantes au niveau territorial. Il favorise l'adéquation entre les connaissances produites et les

besoins des utilisateurs. Macher et al. (2018) ont démontré que, dans certains cas, elle permet de mieux aligner les calendriers de développement scientifique avec l'agenda politique et l'évaluation d'impact, notamment dans le golfe de Gascogne. Ceci est d'autant plus intéressant lorsqu'il s'agit de ressources dont la dynamique est fortement influencée par l'environnement local comme c'est le cas pour la palourde.

Ce bilan met également en évidence que l'outil, qu'est le modèle de gestion, doit encore être amélioré pour le rendre plus opérationnel. Actuellement développé sous Vensim®, il demande à chaque fois un temps de réappropriation non négligeable et manque actuellement d'une interface pour être facilement utilisable par les gestionnaires. L'article (Caill-Milly et al., 2021) illustre également la nécessité que les rôles définis pour chacune des parties prenantes dans le processus d'aide à la décision soient explicites. Il s'agit d'un point clé identifié pour la réussite de ce type de processus (Röckmann et al., 2017 in Macher et al., 2018). Dans le cas des travaux palourde, les rôles des acteurs sont déjà bien définis (avec une forte implication de certains) et partagés, mais pour certains rôles, il n'y a pas de leader. Par exemple, concernant « l'animation/organisation des échanges », rien de formel n'existe en dehors des groupes de travail et il serait plus efficace qu'une structure le soutienne. Dans tous les cas, il est crucial de maintenir une séparation claire entre l'aide à la décision et le processus de prise de décision. Sinon, une confusion peut se produire entre l'implication des parties prenantes dans l'aide à la décision et la consultation pour la prise de décision (Macher et al., 2018). Cette déviance peut conduire à une instrumentalisation de la science dans le processus de décision et est souvent citée. Mais une certaine instrumentalisation des producteurs peut aussi être une source de crainte.

La communication entre les acteurs est aussi un point à améliorer. Les échanges ont lieu lors des groupes de travail et la diffusion des résultats se fait par le biais de rapports techniques. Tous les rapports de campagne des enquêtes de surveillance sont également disponibles en ligne (<https://w3.ifremer.fr/archimer/>) ainsi que les rapports et les articles scientifiques mais sont-ils vraiment consultés par les non-scientifiques (même si certains d'entre eux sont en français) ? Un site Internet spécifique comme celui développé pour les programmes sentinelles canadiens du nord du Golfe sur les pêcheries de poissons de fond (Gillis, 2002) serait-il plus à même d'informer ? Une réflexion sur d'autres formes de communication devrait être menée. Par exemple, un tableau de bord sur les principaux résultats de l'enquête (à partir d'indicateurs sélectionnés) serait-il intéressant pour mieux partager les observations sur l'état du stock avec les pêcheurs professionnels ? J'ai depuis contribué à la réalisation d'un 4 pages pour la campagne de 2021. Les prochaines discussions avec les parties prenantes permettront de savoir si ce format court est utile. D'autres initiatives identifiées grâce à ce papier seront à discuter dans le but de renforcer les liens entre les parties prenantes en dehors des temps forts des campagnes et de certaines recherches spécifiques.

	
Originalité des travaux	<p>Bilan de la combinaison des différentes disciplines pour comprendre la dynamique de la population</p> <p>Bilan sur le rôle des parties prenantes de la collaboration en fonction de la nature de leur participation aux études</p>
Rôle	Coordination, identification du sujet de recherche
Compétences	Réaliser un bilan impliquant des disciplines et des acteurs variés pour faire évoluer les choses
Comment	Mise en lien de travaux pluri-disciplinaires
	

Bibliographie section 4

AcclimaTerra, Le Treut, H. (dir), 2018. Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine. Pour agir dans les territoires. Éditions Région Nouvelle-Aquitaine, 488 pp.

Arslan, Z., Secor, D., 2008. High resolution micromill sampling for analysis of fish otoliths by ICP-MS: effects of sampling and specimen preparation on trace element fingerprints. *Mar. Environ. Res.* 66:364–371.

Bald, J., Siquin, A., Borja, A., Caill-Milly, N., Duclerc, B., Dang, C., de Montaudouin, X., 2009. A system dynamics model for the management of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850) in the Bay of Arcachon (France). *Ecol. Model.* 220, 2828–2837.

Banos-Gonzalez, I., Martínez-Fernández, J., Esteve-Selma, M.-A., Esteve-Guirao, P., 2018. Sensitivity analysis in socio-ecological models as a tool in environmental policy for sustainability. *Sustainability* 10, 2928. <https://doi.org/10.3390/su10082928>

Bargione, G., Donato, F., Barone G., Virgili, M., Penna, P., Lucchetti, A., 2021. *Chamelea gallina* reproductive biology and Minimum Conservation Reference Size: implications for fishery management in the Adriatic Sea. *BMC Zoology*, 6(32), 1-16.

Beare, D., McKenzie, E., 1999. Connecting ecological and physical time-series: the potential role of changing seasonality. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 178, 307–309.

Belin, C., Claisse, D., Daniel, A., Fleury, E., Le Mao, P., Amouroux, I., Miossec, L., Boisseaux, A., Lamoureux A., Soudant, D., 2013. Qualité du milieu marin littoral: synthèse nationale de la surveillance 2012, édition 2013. Ifremer. 80 pp. Available at: <http://envlit.ifremer.fr>

Benedetti, R., Piersimoni, F. 2017. A spatially balanced design with probability function proportional to the within sample distance. *Biom J* 59:1067-1084

Bliese, P., 2012. Multilevel modeling in R (2.4): a brief introduction to R, the multilevel package and the nlme package. Available at: [www.cran.r-project.org/doc/contrib/Bliese Multilevel.pdf](http://www.cran.r-project.org/doc/contrib/Bliese%20Multilevel.pdf).

Binias, C., 2013. Epizootiologie et contribution à la caractérisation de l'agent infectieux de la maladie du muscle marron, une pathologie émergente de la palourde japonaise, *Venerupis philippinarum*. PhD thesis, University of Bordeaux, France.

Biseau, A., 2021. Résumé graphique des diagnostics et avis émis par le CIEM en 2021. 207 pg.

Bloomfield, P., 2004. *Fourier Analysis of Time Series: An Introduction*. John Wiley & Sons.

Bouché, L., D'Hardivillé, C., 2021. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du golfe du Morbihan. 23,24,25 et 26 mars 2021. CDPMEM 56 - Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Élevages Marins du Morbihan, Ref. LTBH/LO, 45p.

Brander, K., 2010. Impacts of climate change on fisheries. *Journal of Marine Systems*, vol. 79, p. 389-402.

Broekhuizen, N., McKenzie, E., 1995. Patterns of abundance for calanus and smaller copepods in the north sea: time series decomposition of two cpr data sets. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* Oldendorf 118, 103–120. <https://doi.org/10.3354/meps118103>

Brown, J.A., Robertson, B.L., McDonald, T., 2015. Spatially Balanced Sampling: Application to Environmental Surveys. *Spat Stat Conf* 2015 27:6-9. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.108>

- Caill-Milly N., 2012. Relations entre l'état d'une ressource et son exploitation via la compréhension et la formalisation des interactions de socio-écosystèmes. Application à la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) du bassin d'Arcachon. PhD thesis, University of Pau and Pays de l'Adour, France.
- Caill-Milly, N., Bru, N., Barranger, M., Gallon, L., D'Amico, F., 2014. Morphological Trends of Four Manila Clam Populations (*Venerupis philippinarum*) on the French Atlantic Coast: Identified Spatial Patterns and Their Relationship to Environmental Variability. *Journal Of Shellfish Research*, 33(2), 355-372. Publisher's official version: <https://doi.org/10.2983/035.033.0205>
- Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., Dutertre, M.-A., Saguet, C., 2019a. A methodology based on data filtering to identify reference fleets to account for the abundance of fish species: Application to the Striped red mullet (*Mullus surmulletus*) in the Bay of Biscay. *Continental Shelf Research*, 183, 51-72. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.06.004>
- Caill-Milly, N., Lissardy, M., Lesueur, M., Gallet, F., Gueguen, A., Morandea, G., Ducommun, L., Le Grand, C., 2019. Étude du poids socio-économique de la filière pêche dans le quartier maritime de Bayonne. Fiches métier. Livrable du projet EPOSE (Etude du POids Socio-Economique de la filière pêche dans le quartier maritime de Bayonne). CIDPMEM64-40/Ifremer/Agrocampus Ouest/CRPMEM Nouvelle-Aquitaine, 36 pages.
- Caill-Milly, N., Mahias, J., Bru, N., de Casamajor, M.-N., Pigot, T., Corbet, P., 2020. Tests and jaws' morphological patterns of regular sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) in relation to environmental conditions. *Regional Studies In Marine Science*, 35, 101220 (11p.). Publisher's official version: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101220>
- Caill-Milly, N., Garmendia, J. B., D'Amico, F., Guyader, O., Dang C., Bru N., 2022. Adapting a dynamic system model using life traits and local fishery knowledge — Application to a population of exploited marine bivalves (*Ruditapes philippinarum*) in a mesotidal coastal lagoon. *Ecological Modelling*, 470, 110034 (15p.). <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.110034>
- Carter, C., 2013. Constructing sustainability in EU fisheries: Re-drawing the boundary between science and politics? *Environmental Science and Policy*, 30, 26-35.
- Carter, C., 2014. The transformation of Scottish fisheries: Sustainable interdependence from « net to plate ». *Marine Policy*, 44, 131-138.
- Casamajor (de), M.-N., Mahias, J., Castets, V., Caill-Milly, N., Bru, N., Lissardy, M., 2017. Tidal level influence on the spawning process of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) on a rocky shore (Bay of Biscay). *Regional Studies In Marine Science*, 9, 126-134. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2016.12.004>
- Christianson, D.S., Kaufman, C.G., 2016. Effects of sample design and landscape features on a measure of environmental heterogeneity. *Methods Ecol Evol* 7:770-782. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12539>
- Choi, K. H., Park, G. M., Chung, E. Y., 2005. Ovarian Maturation in Female *Ruditapes philippinarum* on the West Coast of Korea. *Development and Reproduction*, 9 (2), 123-134.
- Chung, E. Y., Hur, S.B., Hur, Y.-B., Lee J.S., 2001. Gonad maturation and artificial spawning of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Bivalvia: Veneridae) in Komso Bay, Korea. *Journal of Fisheries Science and Technology* 4(4), 208–218.

- Chung, E. Y., Chung, J. S., Lee, K. Y., 2013. Gametogenic Cycle, the Spawning Season, First Sexual Maturity, and the Biological Minimum Size in Male *Ruditapes philippinarum* (Bivalvia: Veneridae) in Western Korea. *Journal of Life Sciences*, 7(6), 613-622.
- Coelho, P., Carvalho, F., Goulding, T.A., Chainho, P., Guerreiro, J., 2021. Management models of the Manila Clam (*Ruditapes philippinarum*) fisheries in invaded European coastal systems. *Front. Mar. Sci.* 8, 685307. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.68530>
- Cohen, J.M., Lajeunesse, M.J., Rohr, J.R., 2018. A global synthesis of animal phenological responses to climate change. *Nat. Clim. Chang.* 8, 224–228. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0067-3>
- Cornou, A.-S., Quinio-Scavinner, M., Delaunay, D., Dimeet, J., Goascoz, N., Dube, B., Fauconnet, L., Rochet, M.-J., 2015. Observations à bord des navires de pêche professionnelle. Bilan de l'échantillonnage 2014. <https://doi.org/10.13155/39722>
- De Leo, G.A., Levin, S., 1997. The multifaceted aspects of ecosystem integrity. *Conserv.Ecol.* 1, 1–3.
- de Montaudouin, X., Lucia, M., Binias, C., Lassudrie, M., Baudrimont, M., Legeay, A., Raymond, N., Jude-Lemeilleur, F., Lambert, C., Le Goic, N., Garabetian, F., Gonzalez, P., Hegaret, H., Lassus, P., Mehdioub, W., Bourasseau, L., Daffe, G., Paul-Pont, I., Plus, M., Do V. T., Meisterhans, G., Mesmer-Dudons, N., Caill-Milly, N., Sanchez, F., Soudant, P., 2016. Why is Asari (= Manila) clam *Ruditapes philippinarum* fitness poor in Arcachon Bay: a meta-analysis to answer? *Estuarine Coastal And Shelf Science*, 179, 226-235. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.09.009>
- Dang, C., 2009. Dynamique des populations de palourdes japonaises (*Ruditapes philippinarum*) dans le bassin d'Arcachon, conséquences sur la gestion des populations exploitées. PhD thesis, University of Bordeaux I, France.
- Del Granado, S.M., 2007. The Use of Computer Models in Collaborative Decision-making in the Great Lakes: Two Case Studies. State University of New York College of Environmental Science and Forestry. Environmental Science, ProQuest.
- Demanèche, S., Bégot, E., Gouëlle, A., Campéas, A., Habasque, J., Merrien, C., Leblond, E., Berthou, P., Harscoat, V., Fritsch, M., Leneveu, C., Laurans, M., 2013. PROJET SACROIS « IFREMER/DPMA » V 3.2.5 - 11/2013. pp. 43.
- Drouineau, H., Moullec, F., Gascuel, D., Laloë, F., Lucas, S., Bez, N., Guillotreau, P., Guitton, J., Hervann, P.-Y., Huret, M., Lehuta, S., Leopold, M., Mahévas, S., Robert, M., Woillez, M., Vermard, Y., 2023. Food for thought from French scientists for a revised EU Common Fisheries Policy to protect marine ecosystems and enhance fisheries performance. *Marine Policy*, 148, 105460.
- Drummond, L., Mulcahy, M., Culloty, S., 2006. The reproductive biology of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, from the North-West of Ireland. *Aquaculture* 254, 326–340.
- Felleman, J., 1999. Internet Facilitated Open Modeling: A Critical Policy Framework. *Policy Stud. Rev.* 16, 193–219 (3/4).
- Field, S.A., Tyre, A.J., Possingham, H.P., 2005. Optimizing allocation of monitoring effort under economic and observational constraints. *The Journal of Wildlife Management* 69, 473–482.
- Ferguson, C., Carvalho, L., Scott, E., Bowman, A., Kirika, A., 2008. Assessing ecological responses to environmental change using statistical models. *J. Appl. Ecol.* 45, 193–203. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01428.x>

- Forrester, J.W., 1973. Confidence in Models of Social Behavior – With Emphasis on System Dynamics Group, Sloan School of Management. MIT.
- Fox, E.W., Hill, R.A., Leibowitz, S.G., Olsen, A. R., Thornbrugh, D. J., Weber, M. H., 2017. Assessing the accuracy and stability of variable selection methods for random forest modeling in ecology. *Environ Monit Assess* 189, 316. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6025-0>
- Galimany, E., Baeta, M., Durfort, M., Lleonart, J., Ramón, M., 2015. Reproduction and size at first maturity in a Mediterranean exploited *Callista chione* bivalve bed. *Scientia Marina*, 79, 233-242.
- Gallet, F., Ducommun-Rigole, L., Caill-Milly, N., Lesueur, M., Gueguen, A., Lissardy, M., Morandeau, G., Le Grand, C., 2019. Étude du poids socio-économique de la filière pêche dans le quartier maritime de Bayonne. Rapport final du projet EPOSE (Etude du POids Socio-Economique de la filière pêche dans le quartier maritime de Bayonne). CIDPMEM64-40/Ifremer/Agrocampus Ouest/CRPMEM Nouvelle-Aquitaine, 56 pages. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00634/74660/>
- Gillespie, G., Kronlund, AL., 1999. A manual for intertidal clam surveys. *Can. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2270, 144 pp.
- Gillis, D.J., 2002. Workshop on the Groundfish Sentinel Program. November 07 – 09, 2001 Moncton, New Brunswick. Fisheries and Oceans Canada Science, p. 95.
- Goffinet, B. (Coordinateur), 2003. La modélisation à l’Inra. Groupe de réflexion Modélisation, non paginé. Consultable sur : http://www.inra.fr/mia/doc/rapport_modelisation_VO.pdf
- Goujon, M., Magnan, A. K., 2018. Appréhender la vulnérabilité au changement climatique, du local au global. *Regards croisés. Ferdi et Iddri*, WP 215. 22 pp.
- Grafström, A., 2012. Spatially correlated Poisson sampling. *J Stat Plan Inference* 142:139-147. <https://doi.org/10.1016/j.jspi.2011.07.003>
- Grafström, A., Lundström, N. L., Schelin, L., 2012. Spatially balanced sampling through the pivotai method. *Biometrics* 68:514-520.
- Grafström, A., Lundström, N. L., 2013. Why well spread probability samples are balanced. *Open J Stat* 3:36-41.
- Gray, C.A., Johnson, D.D., Reynolds, D., Rotherham, D., 2014. Development of rapid sampling procedures for an exploited bivalve in the swash zone on exposed ocean beaches. *Fish. Res.*, 154 (2014), pp. 205-212. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.02.027>
- Haining, R.P., 2003. *Spatial data analysis: theory and practice*. Cambridge University Press.
- Hannon, B., Ruth, M., 1994. *Dynamic modeling*. Springer-Verlag.
- Hilborn, R., Walters, C. J., 1992. *Quantitative Fisheries Stock Assessment* (pp. 177-178). London: Chapman and Hall. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3598-0>
- Hothorn, T., Hornik, K., Zeileis, A., 2015. ctree: Conditional inference trees. *The comprehensive R archive network*, 8.
- ICES, 2020. Tenth Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on LIFE-history traits, exploitation characteristics, and other relevant parameters for data-limited stocks (WKLIFE X). *ICES Scientific Reports*. 2:98. 72 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5985>

- ICES, 2021a. Benchmark Workshop on the development of MSY advice for category 3 stocks using Surplus Production Model in Continuous Time; SPiCT (WKMSYSPICT). ICES Scientific Reports. 3:20. 317 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.7919>
- ICES, 2021b. Working Group for the Bay of Biscay and the Iberian Waters Ecoregion (WGBIE). ICES Scientific Reports. 3:48. 1101 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8212>
- ICES, 2022. Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE). ICES Scientific Reports. 4:73. 922 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.21088804>
- Johnson, T.R., van Densen, W.L.T., 2007. The benefits and organization of cooperative research for fisheries management. ICES J. Mar. Sci. 64, 834–840.
- Kermorvant, C., Caill-Milly, N., D'Amico, F., Bru, N., Sanchez, F., Lissardy, M., Brown, J., 2017. Optimization of a survey using spatially balanced sampling: a single-year application of clam monitoring in the Arcachon Bay (SW France). Aquatic Living Resources, 30(11), 37, 1-11. Publisher's official version: <https://doi.org/10.1051/alr/2017036>
- Kermorvant, C., D'Amico, F., Bru, N., Caill-Milly, N., Robertson, B., 2019a. Spatially balanced sampling designs for environmental surveys. Environmental Monitoring And Assessment, 191(8), 524, 7p. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7666-y>
- Kermorvant, C., Caill-Milly, N., Bru, N., D'Amico, F., 2019b. Optimizing cost-efficiency of long term monitoring programs by using spatially balanced sampling designs: The case of manila clams in Arcachon bay. Ecological Informatics, 49, 32-39. Publisher's official version: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.11.005>
- Kermorvant, C., Coube, S., D'Amico, F., Bru, N., Caill-Milly, N., 2020. Sequential process to choose efficient sampling design based on partial prior information data and simulations. Spatial Statistics, 38, 100439, 13p. <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2020.100439>
- Kermorvant, C., Caill-Milly, N., Sous, D., Paradinas, I., Lissardy, M., Liquet, B., 2021. Detecting the effects of inter-annual and seasonal changes in environmental factors on the striped red mullet population in the Bay of Biscay. *Journal Of Sea Research*, 169, 102008 (11p.). Publisher's official version: <https://doi.org/10.1016/j.seares.2021.102008>
- Kombiadou, K., Florian, G., Romaric, V., Martin, P., Sottolichio, A., 2014. Modelling the Effects of Zostera Noltei Meadows on Sediment Dynamics: Application to the Arcachon Lagoon. *Ocean Dynamics* 64 (10): 1499–1516.
- Laruelle, F., Guillou, J, Paulet, Y. M., 1994. Reproductive pattern of the clams, *Ruditapes decussatus* and *R. philippinarum* on intertidal flats in Brittany. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74, n°2, pp 351-366.
- Le Treut, H., 2013. Les impacts du changement climatique en Aquitaine : un état des lieux scientifique. ISBN : 978-2867818745. Chap.6 Estuaires et domaine côtier, Partie III, 189-208 (Presses Universitaires de Bordeaux - LGPA-Editions).
- Macher, C., Bertignac, M., Guyader, O., Frangoudes, K., Fresard, M., Le Grand, C., Merzereaud, M., Th'ebaud, O., 2018. The role of technical protocols and partnership engagement in developing a decision support framework for fisheries management. *J. Environ. Manag.* 223, 503–516. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.063>

Macher, C., Bacher, C., Bertignac, M., Burdallet, J., Caill-Milly, N., Cugier, P., Marty, L., Marzloff, M., Pomade, A., Levain, A., Rollet, C., Savina-Rolland, M., Thebaud, O., Ulrich, C., 2021. Synthèse de l'Atelier PARTAGE. Partage d'expériences de collaborations Science-Société à l'Ifremer. 3 au 5 novembre 2020.

Macher, C., Caill-Milly, N., Rollet, C., 2022. Collaborations Scientifiques-Acteurs. Résultats de l'enquête 2020. Panorama et retours d'expériences. Projet PARTAGE.

Maia, F., Barroso, C., Gaspar, M., 2021. Ciclo reprodutivo, índice de condição e primeira maturação da amêijoia-japonesa *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) na Ria de Aveiro, Portugal. Relatórios Científicos e Técnicos do IPMA (<http://ipma.pt>) nº 28, 32 pp.

Maître-Allain, T., 1982. Influence du milieu sur la croissance de deux palourdes, *Ruditapes decussatus* et *Ruditapes philippinarum*, dans l'étang de Thau (Hérault). Vie Marine 4, 11–20.

Massé, J., Sanchez, F., Delaunay, D., Robert, J.M., Petitgas, P., 2016. A partnership between science and industry for a monitoring of anchovy & sardine in the Bay of Biscay: when fishermen are actors of science. Fish. Res. 178, 26–38.

Maunder, M.N., Sibert, J.R., Fonteneau, A., Hampton, J., Kleiber, P., Harley, S.J., 2006. Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities. ICES J. Mar. Sci. 63, 1373–1385. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.05.008>

Menchaca, I., Belzunce, M. J., Franco, J., Garmendia, J. M., 2011. Investigation on the annual availability of gametes in two populations (south-eastern Bay of Biscay, Spain) of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) for toxicity tests. AZTI-Technicalia. Rev. Investig. Mar., 18 (3) (2011), pp. 38-44.

Mille, T., Bisch, A., Caill-Milly, N., Cresson, P., Deborde, D., Gueux, A., Morandeau, G., Monperrus, M., 2021. Distribution of mercury species in different tissues and trophic levels of commonly consumed fish species from the south Bay of Biscay (France). Marine Pollution Bulletin, 166, 112172 (8p.). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112172>

Mille, T., Soulier, L., Caill-Milly N., Cresson, P., Morandeau, G., Monperrus, M., 2020. Differential micropollutants bioaccumulation in European hake and their parasites *Anisakis* sp. Environmental Pollution, 265(Part A), 115021, 10 p. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115021>

Morandeau, G., Ezan, M., Caill-Milly, N., Soulier, L., Huguenin, L., de Casamajor, M.-N., D'Elbée, J., Castege, I., Gueux, A., Guyoneaud, R., Monperrus, M., Milon, E., 2020a. Projet Micropolit. Compartiment biologique. Protocoles de collecte, mesures, préparation et stockage des échantillons biologiques en vue de leurs analyses chimiques. Rapport UPPA/Ifremer/CNRS/IMA/LAPHY/Centre de la Mer.

Morandeau, G., Caill-Milly, N., Mille, T., Soulier, L., Huguenin, L., de Casamajor, M.-N., Milon, E., D'Elbée, J., Castege, I., Monperrus, M., Bolliet, V., Goni, M. S., Lalanne, Y., Ezan, M., Gueux, A., Deborde, J., Miossec, C., Guyoneaud, R., Azaroff, A., Lissardy, M., Gassie, C., 2020b. Projet Micropolit. Synthèse sur l'évaluation des impacts sur les différents sites ateliers en matière de biodiversité et de bioaccumulation. Compartiment biote. Livrable L2.7. Rapport UPPA/Ifremer/CNRS/IMA/LAPHY/Centre de la Mer.

Moura, P., Vasconcelos, P., Pereira, F., Chainho, P., Lino Costa, J., Gaspar, M., 2018. Reproductive cycle of the Manila clam (*Ruditapes philippinarum*): an intensively harvested invasive species in the Tagus Estuary (Portugal). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 98(7), 1645-1657.

Mourguiart, B., 2022. Bayesian modelling of species-environment relationships for partially observed data. PhD thesis, University of Pau and Pays de l'Adour, France.

Nations-Unies, 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. General Assembly 17th Session, Agenda Items 15 and 116.

Norgard, T., Davies, S., Stanton, L., Gillespie, GE., 2010. Evaluation of survey methodologies for monitoring Olympia oyster (*Ostrea lurida* Carpenter, 1864) populations in British Columbia. CSAS Research Document 2010/0006, 62 pp

Norton, J., 2015. Introductory overview - an introduction to sensitivity assessment of simulation models. Environ. Model. Softw. 69, 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.03.020>

Ouréns, R., Freire, J., Fernández, L., 2012. Definition of a new unbiased gonad index for aquatic invertebrates and fish: its application to the sea urchin *Paracentrotus lividus*. Aquat. Biol., 17, pp. 145-152. <https://doi.org/10.3354/ab00476>

Pedersen, M.W., Berg, C.W., 2017. A stochastic surplus production model in continuous time. Fish and Fisheries, 18: 226-243.

Pianosi, F., Wagener, T., 2018. Distribution-based sensitivity analysis from a generic input-output sample. Environ. Model. Softw. 108, 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.07.019>

Pitel, M., Savina, M., Fifas, S., Berthou, P., 2004. Evaluations locales des populations de bivalves dans le golfe de normand breton. Résultats de la campagne BIVALVES2002 - IFREMER. 6–7.

Plus, M., Dumas, F., Stanisière, J.Y., Maurer, D., 2009. Hydrodynamic characterization of the Arcachon Bay, using model-derived descriptors. Cont. Shelf Res. 29, 1008–1013.

Rajudeen, R., 2013. Expansion of *Lophius piscatorius* distribution in Iceland: Exploring ecological and economic viability for establishing sustainable monkfish fisheries in northwestern Iceland. University of Akureyri. Master's thesis, 105 p.

Rezaee, S., Pelot, R., Ghasemi, A., 2016. The effect of extreme weather conditions on commercial fishing activities and vessel incidents in Atlantic Canada. Ocean & Coastal Management, 130, 115-127.

Rijnsdorp, AD., Peck, MA., Engelhard, GH., Möllmann, C. and Pinnegar, JK., 2009. Resolving the effect of climate change on fish populations. ICES Journal of Marine Science, 66:1570–1583.

Robertson, B., Brown, J., McDonald, T., Jaksons, P., 2013. BAS: Balanced Acceptance Sampling of Natural Resources. Biometrics 69 (3): 776-84.

Robertson, B., McDonald, T., Price, C., Brown, J., 2018. Halton iterative partitioning: spatially balanced sampling via partitioning. Environ Ecol Stat 1-19

Röckmann, C., Kraan, M., Goldborough, D., Hoof, L.V., 2017. Stakeholder participation in marine management: the importance of transparency and rules for participation. In: Levin, P., Poe, M. (Eds.), Conservation in the Anthropocene Ocean. Forthcoming.

Sanchez, F., Caill-Milly, N., Lissardy, M., Antajan, E., Meteigner, C., 2021. Suivi de la population de palourde japonaise dans le bassin d'Arcachon - Année 2021. ODE/LITTORAL/LER AR 21.018. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00747/85909/>

Shenk, T.M., Franklin, A.B., 2001. Modelling in Natural Management: Development, Interpretation, and Application. Island Press, Washington, D.C.

- Smith, A.N., Anderson, M.J., Pawley, M.D., 2017. Could ecologists be more random? Straightforward alternatives to haphazard spatial sampling. *Ecography*. <https://doi.org/10.1111/ecog.02821>
- Stevens, D.L., Olsen, A.R., 2004. Spatially balanced sampling of natural resources. *J Am Stat Assoc* 99:262-278.
- Sugiura, D. Kikuya, N., 2022. Cycle of reproduction, oocyte atresia, and maturation size of the Manila clam *Ruditapes philippinarum* on a pebble beach in Mutsu Bay, Northern Japan, *Invertebrate Reproduction & Development*, 66:1, 8-15.
- Theobald, D.M., Stevens, Jr. D.L., White, D., Urquhart, N.S., Olsen, A.R., Norman, J.B., 2007. Using GIS to generate spatially balanced random survey designs for natural resource applications. *Environ Manage* 40:134-146.
- Yoccoz, N.G., Nichols, J.D., Boulinier, T., 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends Ecol Evol* 16:446–453.
- Yochum, N., Starr, R.M., Wendt, D.E., 2011. Utilizing fishermen knowledge and expertise: keys to success for collaborative fisheries research. *Fisheries* 36 (12), 593–605.
- Young, P.C., Pedregal, D.J., Tych, W., 1999. Dynamic harmonic regression. *J. Forecast.* 18, 369–394. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-131X\(199911\)18:6<369::AIDFOR748>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-131X(199911)18:6<369::AIDFOR748>3.0.CO;2-K)
- Yu, H., Jiao, Y., Su, Z., Reid, K., 2012. Performance comparison of traditional sampling designs and adaptive sampling designs for fishery-independent surveys: a simulation study. *Fish Res* 113:173–181.
- Wang, J.F., Jiang, C.S., Hu, M.G., Cao, Z.D., Guo, Y.S., Li, L.F., Liu, T.J., Meng, B., 2012. Design-based spatial sampling: Theory and implementation. *Environmental modelling & software* 40, 280–288.
- Wood, S.N., 2006. *Generalized Additive Models: An Introduction with R* (1st ed.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781420010404>
- Zhao, G., Hoffmann, H., Yeluripati, J., Xenia, S., Nendel, C., Coucheney, E., Kuhnert, M., Tao, F., Constantin, J., Raynal, H., Teixeira, E., Grosz, B., Doro, L., Kiese, R., Eckersten, H., Haas, E., Cammarano, D., Kassie, B., Moriondo, M., Trombi, G., Bindi, M., Biernath, C., Heinlein, F., Klein, C., Priesack, E., Lewan, E., Kersebaum, K.-C. Reimund Rotter, Roggero, P. P., Wallach, D., Asseng, S., Siebert, S., Gaiser, T., Ewert, F., 2016. Evaluating the precision of eight spatial sampling schemes in estimating regional means of simulated yield for two crops. *Environ Model Softw* 80:100–112.
- Zurell, D., Berger, U., Cabral, J.S., Jeltsch, F., Meynard, C.N., Münkemüller, T., Nehrbass, N., Pagel, J., Reineking, B., Schröder, B., 2010. The virtual ecologist approach: simulating data and observers. *Oikos* 119, 622–635.

5. Exposé sur les perspectives de recherche

À l'issue du travail exposé dans ce mémoire, plusieurs sujets paraissent intéressants à poursuivre du point de vue méthodologique, biologique et opérationnel. Certaines de ces perspectives correspondent à des projets ou actions déjà engagées, d'autres sont à l'état d'idées. Dans tous les cas, ces perspectives s'inscrivent toujours dans le cadre de **l'appui aux politiques publiques sur le thème de la gestion durable des ressources dans leur environnement**. Elles mobiliseront des approches pluridisciplinaires et de plus en plus collaboratives pour lever les différents verrous identifiés.

Je souhaite naturellement **poursuivre les travaux sur la dynamique de la population de palourde du bassin d'Arcachon dans son environnement**.

Il s'agira tout d'abord de continuer à approfondir les connaissances sur la reproduction de cette espèce en valorisant l'échantillonnage biologique conséquent réalisé pour le projet ACOPALBA. Les questions de recherche identifiées sont : l'état de santé des palourdes d'Arcachon impacte-t-il leur reproduction de manière différenciée (taille, sexe ...) ? Les bivalves (palourdes japonaises, et européennes, moules et huîtres) présentent-ils une variabilité de la reproduction ?

Le premier questionnement s'attachera à voir si des différences de maturité (stades, éléments décrivant la maturité) peuvent être concomitantes d'affections et/ou d'indicateurs d'état de santé particuliers. Le second produira une étude comparée de la reproduction chez des espèces commerciales de bivalves. Elle s'appuiera sur des échantillonnages déjà réalisés par l'UPV (huître, moule), sur ceux du projet ACOPALBA (palourde japonaise) et par des échantillonnages prévus dans le cadre du projet ARCELLI sur l'effondrement des populations de palourdes européennes dans l'étang de Thau (le LER AR et l'UPV ayant proposé une contribution sur le volet écologie du projet).

Les connaissances sur la reproduction seront également mobilisées pour s'interroger d'une manière plus globale sur les considérations biologiques liées aux traits de vie à prendre en compte pour une révision de la taille minimale de référence de conservation (TMRC). L'application sera la palourde japonaise du bassin d'Arcachon mais des éléments de généralisation seront recherchés. Sur ce sujet, une publication est actuellement en préparation ; elle associe le LER AR, le LMAP, l'Université de Bordeaux et la Station Marine de Plentzia. La revue ciblée est Marine Policy (soumission en 2023).

Il s'agira aussi de poursuivre la compréhension des interactions population et environnement. Tout d'abord, je contribuerai à la publication du dernier chapitre de la thèse de Bastien Mourguiart sur l'impact du désalignement spatial sur les performances de modèles de distributions spatiales. Ce travail associera en interne Ifremer le LER AR et DYNECO. Les résultats finaux permettront d'orienter le choix des modèles de distributions à tester pour la palourde japonaise. Les jeux de données populationnelles et environnementaux sont déjà disponibles, des choix d'agrégations et de modèles restent à opérer. En l'état des connaissances, des modèles GLM spatiaux et GLM avec une structure d'erreur de Berkson semblent intéressants à considérer. L'objectif *in fine* est de mieux comprendre les facteurs prépondérants dans la distribution de l'espèce pour intégrer ces connaissances lors du choix des zones de réserve notamment.

En matière d'outils pour la prévision, je crois aussi nécessaire de poursuivre le développement du modèle palourde. Parmi les pistes identifiées, il me semble utile de revoir le découpage en classes de taille du modèle pour pouvoir tester de nouvelles modifications de la réglementation. Le découpage actuel en classes (en mm) est : 0 à 20 ; 21 à 34 ; 35 à 39 et longueur supérieure à 40. Je pense qu'il serait plus logique d'aller vers le découpage suivant : 0 à 20 ; 21 à 27 ; 27 à 32 ; 32 à 35 et supérieure à 35. Cela suppose de proposer des paramètres et des équations pour chaque classe de taille et donc d'aller chercher les données biologiques dans les travaux antérieurs ou bien de s'appuyer sur ces

derniers pour faire des hypothèses. Ce changement permettrait de pouvoir tester l'effet de changement de TMRC sur la population. Concernant la validation du modèle, une nouvelle piste est identifiée avec les travaux de Martins et al. (2014). Ces derniers s'appuient sur les recommandations de Qudrat-Ullah (2012) et Barlas (1996) en considérant les aspects structurels et comportementaux du modèle.

Un dernier chantier sera de transposer complètement (ou pas) les résultats de la thèse de Claire Kermorvant dans le protocole appliqué sur le Bassin. Les professionnels sont associés à chaque évaluation de stock ; il faut donc trouver le moment et le format idoines pour expliquer aux professionnels les avantages des échantillonnages spatialement équilibrés et qu'une décision soit prise quant au choix du protocole pour la prochaine campagne. La transparence sur les méthodes, les échanges sur les différentes options, la question du risque ... restent cruciaux pour que l'appropriation des résultats des campagnes par l'ensemble des parties prenantes demeure.

L'ensemble de ces travaux continuera à améliorer les connaissances sur l'état de la population de palourde du bassin d'Arcachon et viendra nourrir l'expertise. Leur déclinaison en fonction des trois activités listées section 4.1. est présentée dans le tableau 7. Nous utiliserons aussi notre expérience pour participer à des travaux sur d'autres gisements. C'est d'ailleurs pour cela que nous sommes impliqués sur le volet campagne et écologie – axe croissance, reproduction et survie des palourdes européennes du projet de recherche en cours de montage sur la palourde européenne de l'étang de Thau.

Pour ce volet, les financements actuellement identifiés sont : financements recherche région, DLAL-FEAMP. Concernant le volet reproduction, ce dernier bénéficie déjà d'un post-doc co-encadré avec l'UPV et financé par la bourse espagnole Margaritas Sala qui entre dans sa deuxième année en 2023.

Tableau 7 : déclinaison des actions/projets identifiés sur le modèle palourde en fonction des trois activités listées en début de document et réflexion sur l’encadrement de doctorants et post-doctorants.

Activités		2023	2024	2025	2026	Encadrement de doctorant/post-doctorant	
« Besoins liés aux données » Collecte de données/Consolidation	Collecte de données pour le suivi						
	Sélection de données pour le suivi						
	Construction d’indicateurs/descripteurs pour la caractérisation d’un stock						
« Compréhension des processus et des interactions entre indicateurs » Description/Prédiction	Variabilité de la contamination chimique d’espèces commerciales						
	Variabilité spatiale (et temporelle) de descripteurs biologiques ou liés à la pêche et environnement	Reproduction					Post-doctorant 1
		Données populationnelles et environnement					Post-doctorant 2
	Représentation intégrée du fonctionnement d’une population et scénarii		Modélisation				
« Appropriation par les utilisateurs » Recommandation	Appropriation par les scientifiques						
	Appropriation par les gestionnaires	Évolution du protocole campagne					

Je souhaite continuer le développement de travaux sur les impacts des changements sur les ressources et les entreprises en allant jusqu'à l'implication dans des recherches sur l'anticipation.

Pour ce volet, j'ai identifié deux axes de travail.

Tout d'abord, je souhaite approfondir le travail pluri-disciplinaire initié avec des statisticiens et politologues sur les options d'adaptation d'entreprises de pêche particulièrement dépendantes d'un nombre limité d'espèces. Cela concerne de grandes unités de pêche travaillant au chalut, au filet ou à la palangre. Nous avons appréhendé le déplacement des captures de merlu et de baudroies mais nous n'avons pas travaillé à l'échelle des stocks. Ces espèces sont connues pour être impactées par le changement climatique (Hislop et al., 2001; Soldmussen et al., 2007; Rajudeen, 2013, Cormon et al., 2016; Punzon et al., 2016) avec notamment la présence d'individus plus au nord qu'auparavant. Reste à savoir s'il s'agit d'un déplacement ou d'une extension des stocks concernés. Dans ce cadre, les travaux de Janc et al. (2022) proposent des indicateurs rendant compte de ces deux cas distincts. Ils ont été utilisés sur des espèces présentes sur le plateau continental et fortement dépendantes des zones côtières et/ou estuariennes en tant que zones fonctionnelles de nurseries (bar commun, sole commune, flet commun, plie, maigre et sole sénégalaise). Je voudrais tester cette approche sur le merlu et les baudroies. L'idée ensuite est d'étendre à d'autres espèces contribuant de manière importante au chiffre d'affaires et d'examiner les répercussions au niveau des navires voire même des entreprises (et non de la flottille) pour appréhender la variabilité des situations. Pour y parvenir, je compte construire avec différents partenaires un projet pluridisciplinaire ; il intégrera le financement de stagiaires et d'une thèse. Les guichets identifiés sont France Filière Pêche, l'AAP Thèse de la DS Ifremer, l'appel à thèse PPR Océan et Climat, les Projets de Grande Ambition Régionale (en proposant par exemple un cas d'étude filière pêche dans un projet intégré filières de production du territoire), l'ADEME (financement de thèse sur la transition écologique). L'appel à projets PEPS (Projets Exploratoires Premier Soutien) proposé par l'INSIS début 2023 semblait intéressant car il soutenait des projets visant à répondre au défi du changement climatique. Nous serons donc attentifs à un possible renouvellement de cet appel à projets en 2024.

Ensuite, je compte contribuer à la valorisation des résultats du projet VentsetMarées. Ma motivation tient au fait que peu de publications s'intéressent à l'impact des conditions hydro-climatiques et économiques sur l'activité de navires alors que potentiellement, les petites unités peuvent être concernées. Il s'agit d'une autre forme de vulnérabilité que la précédente. Les partenaires visent la préparation d'un article pour la revue Journal of Sea Research et une soumission d'ici fin 2023. Il sera piloté par le LMAP. J'apporterai mon expertise en matières d'appropriation des données utilisées, de pratiques de pêche et de choix d'étapes dans la méthodologie séquentielle développée. Nous avons par ailleurs identifié l'intérêt de travailler sur la durée et/ou sur l'intensité des événements en complément de la prise en compte des moyennes et de la variabilité. Partant des seuils de conditions environnementales et socio-économiques identifiés comme impactant la sortie, nous avons aussi l'intention d'aller sur des travaux de prédiction. La modélisation par réseau bayésien nous semble d'intérêt dans ce cadre. En effet, elle nous permettra d'incorporer d'autres facteurs potentiellement impactants mais non pris en compte jusqu'à présent. Les interactions entre les différentes variables mises en évidence pourront aussi être considérées. Je vais donc participer à l'encadrement d'un stagiaire de M2 pour lequel nous avons obtenu le financement par le réseau régional de recherche sur l'anticipation au changement climatique dans les territoires - Futurs-ACT.

Ces travaux envisagés ou en démarrage sur les liens entre déplacements d'espèces et activité des navires, sur les indices d'activité des navires et l'environnement, contribuent à l'identification des flottilles plus ou moins exposées et sensibles aux changements (climatiques, réglementaires, ...).

Ils doivent permettre d'apporter des éléments pour réfléchir à une ou des stratégies d'adaptation et aider la filière (notamment grâce à son implication déjà existante) dans sa réflexion sur le maintien ou le renouvellement des différents types de navires de pêche en fonction de leurs vulnérabilités respectives. Pour objectiver les décisions, il sera utile de disposer d'indicateurs pour mesurer la vulnérabilité des flottilles d'une manière harmonisée. Les travaux engagés permettront de contribuer à leur construction sachant que l'ensemble des dimensions biologique, environnementale, réglementaire et socio-économique seront à prendre en compte. L'implication des structures professionnelles sera primordiale dans ce cadre et est déjà engagée.

Récemment, j'ai pris connaissance des travaux menés par Agrocampus Ouest (Dewals et Gascuel, 2020) puis par l'Ifremer (projet SCEDUR – Danto et al., 2022) sur les indicateurs de durabilité de la pêche française. Certains indicateurs peuvent venir alimenter la mise en place d'indicateurs de vulnérabilité car ils sont complémentaires. Je me suis donc rapprochée fin 2022 des collègues Ifremer impliqués dans le projet SCEDUR pour voir dans quelle mesure les deux démarches pouvaient se rejoindre, éventuellement en proposant les flottilles du sud Gascogne comme un cas d'étude. Cette piste est donc à suivre de près si une opportunité de collaboration se présente.

Ce volet de mon activité est cohérent avec mon implication dans le réseau régional de recherche Futurs-ACT. Je suis membre du CODIR et co-animatrice du Groupe Action Vulnérabilités de ce Réseau Régional de Recherche (R3). Mon objectif de travail est que les chercheurs travaillant sur la vulnérabilité s'identifient, partagent leurs approches et sujets d'intérêt et possiblement s'associent pour contribuer ou construire des projets de recherche répondant aux attentes du territoire de Nouvelle-Aquitaine sur l'anticipation. Ce cadre peut aussi me permettre de participer au montage de projets ayant une démarche collaborative forte science/société ancrée dans le territoire.

La déclinaison de l'ensemble de ces actions/projets en fonction des trois activités listées section 4.1. est présentée dans le tableau 8.

Tableau 8 : déclinaison des actions/projets identifiés sur les impacts des changements dont le changement climatique sur les ressources et les entreprises en fonction des trois activités listées en début de document et réflexion sur l'encadrement de doctorants et post-doctorants.

Activités		2023	2024	2025	2026	Encadrement de doctorant/post-doctorant
« Besoins liés aux données »	Collecte de données pour le suivi					
	Sélection de données pour le suivi					
Collecte de données/Consolidation	Construction d'indicateurs/descripteurs pour la caractérisation d'un stock ou d'un état		Indicateurs de vulnérabilité			
« Compréhension des processus et des interactions entre indicateurs » Description/Prédiction	Variabilité de la contamination chimique d'espèces commerciales					
	Variabilité spatiale (et temporelle) de descripteurs biologiques ou liés à la pêche et environnement		Impact de changements de distribution de ressources sur l'activité de navires			Doctorant
	Représentation intégrée du fonctionnement d'une population ou de flottilles et scénarii	Prédiction d'activité de navires				
« Appropriation par les utilisateurs » Recommandation	Appropriation par les scientifiques					
	Appropriation par les gestionnaires	Participation des représentants professionnels				

Je souhaite aussi poursuivre le développement d'indicateurs issus de données professionnelles pour rendre compte d'abondances et l'analyse de la variabilité spatiale de descripteurs de population en lien avec l'environnement.

Le premier aspect de ce travail est réalisé dans le cadre du projet ACOST en cours. J'applique actuellement l'approche « design based » (méthode développée lors du projet ROMELIGO) sur les flottilles de senneurs en zone 8 (golfe de Gascogne) afin de voir si elles peuvent permettre de construire un indice d'abondance du rouget barbet au-delà de ceux déjà obtenus (Caill-Milly et al., 2019). Je poursuis également l'analyse sur des flottilles de chalutiers, de fileyeurs et celle des senneurs sur une emprise spatiale autre (zone CIEM 7, zones CIEM 7 et 8). Les résultats de cette approche seront comparés avec ceux d'une approche « model-based », à savoir par l'application d'une standardisation des débarquements par unité d'effort par des modèles statistiques de types GLM, GAM Cette méthode est actuellement utilisée pour le merlan et le lieu jaune par les collègues de l'UMR DECOD (Youen Vermard et Fanny Ouzoulias). Son adaptation aux données du rouget sera testée. Pour ce faire, je co-encadrerai un stagiaire de M2 à partir de février 2023.

En fonction des résultats, une publication comparant les méthodes pourra être envisagée ou non.

Le second aspect, l'analyse de la variabilité spatiale de descripteurs de population en lien avec l'environnement, sera développée dans le cadre du projet Gelidium64 en cours et porté par ma collègue Marie-Noëlle de Casamajor. Il est conduit en partenariat avec la Chaire MANTA d'E2S et associe des biologistes et des chimistes. Je participerai à l'analyse des caractéristiques morphologiques des algues, de leurs communautés épiphytes et de leur composition biochimique en lien avec des caractéristiques de l'environnement (données de houles, énergie de la houle ...). La finalité est d'apporter des connaissances pour la gestion de la ressource et améliorer sa valorisation.

La déclinaison de l'ensemble de ces actions/projets en fonction des trois activités listées section 4.1. est présentée dans le tableau 9.

Tableau 9 : déclinaison des actions/projets identifiés sur le développement d'indicateurs issus de données professionnelles et l'analyse de la variabilité spatiale de descripteurs de population en lien avec l'environnement en fonction des trois activités listées en début de document et réflexion sur l'encadrement de doctorants et post-doctorants.

Activités		2023	2024	2025	2026	Encadrement de doctorant/post-doctorant
« Besoins liés aux données »	Collecte de données pour le suivi					
	Sélection de données pour le suivi					
Collecte de données/Consolidation	Construction d'indicateurs/descripteurs pour la caractérisation d'un stock ou d'un état	Indicateurs d'abondance du rouget barbet				
« Compréhension des processus et des interactions entre indicateurs » Description/Prédiction	Variabilité de la contamination chimique d'espèces commerciales					
	Variabilité spatiale (et temporelle) de descripteurs biologiques ou liés à la pêche et environnement	Variabilité spatiale du Gelidium				
	Représentation intégrée du fonctionnement d'une population et scénarii					
« Appropriation par les utilisateurs » Recommandation	Appropriation par les scientifiques					
	Appropriation par les gestionnaires					

Liens avec les documents stratégiques de l'Ifremer et de l'UPPA

La stratégie de l'Ifremer et sa déclinaison opérationnelle sont décrits dans le projet d'Institut Horizon 2030¹⁰ et dans le contrat d'objectifs et de performance État-Ifremer¹¹.

Concernant le projet d'Institut, les trois sujets que je souhaite poursuivre contribuent, à leur niveau et en prenant en compte le caractère régional des pêcheries et des ressources, à apporter des éléments pour répondre à l'Enjeu 10 « Évaluer la résilience et anticiper les changements d'état – points de basculement des socio-écosystèmes et de la biodiversité associée aux différents niveaux d'organisation » et à l'Enjeu 14 « Gestion adaptative des socio-écosystèmes maritimes ». En matière de défis, les trois sujets concernent principalement les aspects modélisation et application de technologies de big data dans les sciences marines.

Le site d'Anglet fait partie des implantations localisées dans un site universitaire (celui de l'UPPA) avec une équipe scientifique Ifremer de taille réduite (deux chercheuses et deux ingénieures depuis 2022). Depuis plus d'une quinzaine d'années, je fais partie des personnes qui œuvrent pour nouer, puis maintenir et renforcer des liens forts avec les partenaires locaux notamment via une contribution constante aux travaux de la Fédération de Recherche sur les Milieux et Ressources Aquatiques (Fédération MIRA). Au-delà de la mutualisation d'équipements, cette collaboration permet surtout de faire émerger des projets partagés dans lesquels les structures (Ifremer, UPPA ...) apportent des compétences complémentaires. Ce travail commun a été formalisé par la signature d'une nouvelle convention cadre UPPA/Ifremer en août 2022. Cette action correspond d'ailleurs pleinement à la recommandation formulée par l'HCERES¹² quant au renforcement de la « capacité à mobiliser les partenaires académiques pour contribuer à l'apport d'expertise en appui aux politiques publiques ».

Par ailleurs, la recherche collaborative, au sens de projets mobilisant la participation active d'acteurs du monde socio-professionnel et de la gestion des ressources, est déjà mise en œuvre par le LER AR sur la plupart des projets (avec des interactions différentes en fonction des sujets et des problématiques). Je poursuivrai avec ce mode de fonctionnement dans les projets que je conduirai. L'imbrication recherche-expertise est inhérente à mon activité car je mène des travaux de recherche finalisée en appui à la puissance publique et je réalise ou contribue à des expertises scientifiques qui permettent de faire émerger de nouvelles questions de recherche. Depuis ma thèse, j'ai toujours cherché à valoriser sous la forme d'articles scientifiques les résultats de mes travaux, non seulement de recherche mais aussi d'expertise. Je continuerai à fonctionner ainsi. Ce mode de fonctionnement, tant du point de vue des collaborations que du point de vue de la valorisation concorde avec ce qui est attendu dans le projet d'Institut Horizon 2030.

Pour ce qui est du contrat d'objectifs et de performance État-Ifremer 2019-2023, ces activités correspondent à l'objectif 2 : mobiliser les connaissances scientifiques et développer l'expertise en appui aux politiques publiques. Cet objectif se décline en trois axes :

- Maintenir une expertise de qualité qui répond aux besoins de la puissance publique ;
- Construire les modalités de transfert des innovations produites par la recherche pour concevoir des politiques publiques plus efficaces ;
- Soutenir la préparation des politiques publiques de demain.

¹⁰ <https://www.ifremer.fr/sites/default/files/2022-08/ifremer-projet-dinstitut.pdf>

¹¹ <https://www.ifremer.fr/sites/default/files/2022-08/cop-fr.pdf>

¹² <https://www.hceres.fr/fr/dossiers-et-communiqués/publication-du-rapport-devaluation-de-lifremer>

A leur niveau et toujours en prenant en compte le caractère régional des pêcheries et des ressources, mes travaux passés et à venir s'inscrivent dans ce cadre. Deux indicateurs sont par ailleurs établis pour cet objectif : satisfaction d'un demandeur d'expertise et taux de couverture des activités d'appui à la puissance publique. Je m'attache à satisfaire les cibles définies pour ces indicateurs dans le cadre de mon activité.

La stratégie de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour est liée depuis 2017 à sa labellisation I-SITE (Initiative Science, Innovation, Territoires, Economie) pour son projet e2s UPPA® « Energy and Environment Solutions »¹³. Cette labellisation a été obtenue définitivement en mars 2022 et s'inscrit dans le cadre du Plan d'Investissements d'Avenir mis en place par l'État. Le projet s'appuie sur un consortium de recherche associant l'UPPA, l'INRAE, l'INRIA et le CNRS. L'activité de recherche de l'UPPA est guidée par les deux valeurs suivantes : réconcilier sciences et société pour un progrès raisonné et agir au sein d'un territoire. Pour la période 2022-2026, ces valeurs sont déclinées en cinq missions interdisciplinaires focalisées sur les enjeux sociétaux¹⁴ (Figure 25).



Figure 25 : les 5 missions interdisciplinaires de l'UPPA pour la période 2022-2026.

Une large part de mes activités (passées et à venir) décrites dans ce mémoire font échos à deux de ces missions : concilier développement, environnement sécurisé et biodiversité préservée ; adapter les écosystèmes littoraux, forêts et montagnes pour les rendre plus résilients.

Elles s'inscrivent pour l'essentiel dans le cadre collaboratif de la Fédération de Recherche MIRA qui tient un rôle important dans le dispositif I-SITE sur les problématiques liées à l'environnement. En effet, l'objectif général de MIRA est de fédérer les compétences et les moyens dédiés aux milieux aquatiques au sein des différents laboratoires autour du thème commun : "Pressions anthropiques et durabilité des milieux aquatiques". A leur niveau, mes travaux en collaboration avec des laboratoires de l'UPPA contribuent à deux des axes que souhaite développer la fédération MIRA pour le contrat 2022-2026 : durabilité des ressources aquatiques et réponses et adaptation des populations et communautés face aux changements globaux. Ces travaux sont déclinés en différents programmes de recherche et viennent également alimenter la formation.

¹³ <https://organisation.univ-pau.fr/fr/grands-projets/le-label-i-site-avec-le-projet-e2s.html>

¹⁴ <https://recherche.univ-pau.fr/fr/accueil.html>

Sans être exclusives d'autres collaborations entre établissements, les approches interdisciplinaires auxquelles je participe et mises en œuvre entre l'UPPA et l'Ifremer, renforcent la qualité de l'expertise en permettant d'intégrer des savoirs les plus récents issus de différentes disciplines et d'apporter ainsi la meilleure réponse possible aux questions complexes qui sont posées.

Enfin, l'Ifremer et l'UPPA sont engagés tous deux dans des processus d'ouverture et de transparence envers la société au service du débat et de la décision publique (respectivement avec la charte d'ouverture à la société pour l'Ifremer et le label « science avec et pour la société » pour l'UPPA). A leur échelle, la plupart des travaux décrits dans ce mémoire y contribuent.

Bibliographie section 5

Barlas, Y., 1996. Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review*, 12 (3), 183–210.

Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., Dutertre, M.-A., Saguët, C., 2019. A methodology based on data filtering to identify reference fleets to account for the abundance of fish species: Application to the Striped red mullet (*Mullus surmulletus*) in the Bay of Biscay. *Continental Shelf Research*, 183, 51-72. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.06.004>

Cormon, X., Kempf, A., Vermard, Y., Vinther, M., Marchal, P., 2016. Emergence of a new predator in the North Sea: evaluation of potential trophic impacts focused on hake, saithe, and Norway pout. *ICES Journal of Marine Science*, 73(5), 1370-1381.

Danto, J., Daurès, F., Desroy, N., Savina-Rolland, M., Vermard, Y., Zambonino Infante, J.-L., 2022. Projet SCEDUR. Identification des indicateurs de durabilité de la pêche française. RBE/HALGO/LTBH.2021-10. <https://doi.org/10.13155/87378>

Dewals, J.-F., Gascuel, D., 2020. Les dimensions, critères et indicateurs de durabilité des pêches françaises, Pré-étude – Rapport final. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST n°53 : 119 p.

Hislop, J. R.G., Gallego, A., Heath, M. R., Kennedy, F., Reeves, S. A., Wright, P. J., 2001. A synthesis of early life history of the anglerfish, *Lophius piscatorius* (L, 1758) in northern British waters. *ICES Journal of Marine Science*, 58, 70-86.

Janc, A., Cabral, H., Butenschon, M., Dambrine, C., Kristiansen, T., Lassalle, G., Lepage, M., Lobry, J., Lambert, P., 2022. Projecting marine-estuarine opportunist fish distributions in the Northeast Atlantic Ocean, under different climate scenarios. ECSA 59 Conference, Using the best scientific knowledge for the sustainable management of estuaries and coastal seas. 5-8 September 2022, San Sebastian, Spain, oral communication.

Martins, J.H., Camanho, A.S., Oliveira, M.M., Gaspar, M.B., 2015. A system dynamics model to support the management of artisanal dredge fisheries in the south coast of Portugal. *International Transactions in Operational Research*, 22, 611-634. <https://doi.org/10.1111/itor.12090>

Punzón, A., Serrano, A., Sánchez, F., Velasco, F., Preciado, I., González-Irusta, J.M., Lopez-López, L., 2016. Response of a temperate demersal fish community to global warming. *Journal of Marine System*, 161, 1-10.

Quadrat-Ullah, H., 2012. On the validation of system dynamics type simulation models. *Telecommunication Systems*, 51 (2–3), 159–166.

Rajudeen, R., 2013. Expansion of *Lophius piscatorius* distribution in Iceland: Exploring ecological and economic viability for establishing sustainable monkfish fisheries in northwestern Iceland. University of Akureyri. Master 's thesis, 105 p.

Soldmussen, J., Jonsson, E., Bjorsson, H., 2007. Recent change in the distribution and abundance of monkfish (*Lophius piscatorius*) in Icelandic waters. Conference paper ICES CM 2007/ K:02, 16p.

6. Insertion dans l'unité de recherche d'appartenance du candidat

De février 2005 à décembre 2016, j'ai assuré la fonction de cheffe du Laboratoire Ressources Halieutiques d'Aquitaine composé de cinq agents. Ce laboratoire était rattaché à l'Unité Halieutique Gascogne Sud dépendant du département RBE (Ressources Biologiques et Environnement) basée à l'Houmeau (17). Hormis les tâches habituelles liées à la fonction (animation, montage de projets, gestion administrative), cette expérience managériale a été marquée par un épisode fort de menace de fermeture de l'implantation. Grâce à la cohésion et à la complémentarité au sein de l'équipe, nous avons produit plusieurs documents pour faire valoir la nécessité de maintenir l'implantation. Nous avons aussi reçu de nombreux soutiens (scientifiques, professionnels, politiques). Après neuf mois d'incertitude, la direction a décidé de conserver l'implantation. La décision de fermeture de l'Houmeau dont nous dépendions a entraîné pour l'équipe un changement de rattachement. Depuis janvier 2017, nous dépendons du Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon (LER AR) du département ODE (Océanographie et Dynamique des Écosystèmes).

Depuis janvier 2017, je suis adjointe au LER AR (composé de quatorze agents). J'ai en charge l'animation de l'équipe d'Anglet et la représentation de l'Institut auprès des partenaires locaux sur les aspects halieutiques. J'ai aussi eu pour mission d'œuvrer pour la mise en place d'une nouvelle convention cadre de collaboration avec l'UPPA (signature officielle le 29/08/2022) et de participer aux réflexions sur nos collaborations avec l'Université de Bordeaux (projet Labex COTE 2 essentiellement).

J'ai donc expérimenté à la fois des tâches d'animation de la recherche, de gestion administrative et financière dans le cadre de ces responsabilités.

6.1. Obtention et gestion de contrats de recherche

Depuis la soutenance de ma thèse, j'ai contribué à 11 projets de recherche (dont 2 sont en cours). Le budget des projets est compris entre 40 k€ et 4 M€.

6.1.1. Projets achevés

ARISTOT (2013-2014)	Analyse des Ressources et des caractéristiques Individuelles du Stock d'Oursin (<i>Paracentrotus lividus</i>) du Territoire 64
Porteur du projet	CIDPMEM 64-40
Objectifs	Évaluer le stock par la réalisation d'une campagne d'échantillonnage en zone subtidale Acquérir des connaissances sur les paramètres biologiques de la population d'oursins en zones subtidale et intertidale
Financements	Axe 4 fonds FEP
Budget total	57 711 €
Partenaires impliqués	CIDPMEM 64-40, Ifremer, UPPA, AZTI, LAPHY
Questions de recherches soulevées auxquelles j'ai participé	Quelles sont les modalités saisonnières de la maturation des gonades en fonction du niveau bathymétrique ? Quelles sont les modalités de croissance en fonction du régime trophique ?
Lien avec l'APP	Aide pour le choix, par les gestionnaires, des conditions d'autorisations compatibles avec le renouvellement de cette espèce
Rôle	Participation au montage du projet, coordination d'un volet (voir section 4.3.2.). Contribution à un livrable et à deux articles dont un en premier auteur.

ROMELIGO (2015-2017)	Amélioration des connaissances halieutiques du ROuget-barbet, du MERlan et du Lieu jaune du GOLfe de Gascogne
Porteur du projet	Ifremer RBE/HGS/LRHRLR et ODE/UL/LERAR
Objectifs	Apporter des connaissances pour améliorer les diagnostics du CIEM sur l'état de trois populations (rouget barbet, merlan et lieu jaune) à partir des données disponibles (déclarations de débarquement, échantillonnages biologiques, campagnes scientifiques...) ou de données à recueillir (paramètres biologiques).
Financements	France Filière Pêche, Ifremer et UPPA
Budget total	358 844 €
Partenaires impliqués	Ifremer-HGS (La Rochelle et Anglet), Ifremer-HMMN (Boulogne et Port en Bessin), UPPA (LMAP), COREPEM Pays de la Loire, CRPMEM Poitou-Charentes, CRPMEM Aquitaine, CRPMEM Bretagne Participation au Groupe de Travail partenarial : OP Pêcheurs de Bretagne, OP Vendée, OP de la Cotinière, OP Pêcheurs d'Aquitaine et CNPMEM.
Questions de recherches soulevées auxquelles j'ai participé	Comment mettre au point une méthode pour identifier des flottilles de référence et proposer un indicateur d'abondance à partir des DPUE (Débarquements Par Unité d'Effort) pour chacune des espèces dans le cadre d'une démarche collaborative scientifiques/pêcheurs ?
Lien avec l'APP	Présentation aux groupes de travail du CIEM (WGBIE et WGWIDE), fourniture annuelle de ces indicateurs au CIEM et utilisation des connaissances pour répondre à saisine DPMA

Rôle	Participation au montage et à la coordination du projet, coordination des travaux sur le rouget barbet (voir section 4.2.2.). Contribution à un livrable et publication d'un article en premier auteur.
ECOGOV (2015-2018)	A political sociology of ECOSystem sciences: theories, narratives, interactions and GOVernance
Porteur du projet	INRAE (ex IRSTEA)
Objectifs	Appréhender, via une analyse socio-politique, l'application de l'approche écosystémique aux sciences en Aquitaine à travers différents cas d'étude (estuaire, lagune, mer, terre)
Financements	Labex COTE
Budget total	184 950 €
Partenaires impliqués	UMR BIOGECO, (INRAE-UBx1), LER Arcachon et ex-LRHA
Questions de recherches soulevées auxquelles j'ai participé	Comment le travail politique des acteurs autour de la notion de l'Approche Écosystémique est-il mis en œuvre dans la gestion des écosystèmes marins en Aquitaine ?
Lien avec l'APP	Amélioration de la compréhension des processus amenant à l'intégration de résultats scientifiques par les gestionnaires
Rôle	Contribution à la définition des cas d'études en zone maritime (pêche palourde et gouf de Capbreton). Participation à l'état des lieux des programmes de recherche couplant science et gouvernance, des structures impliquées, à la cartographie des réseaux ..., contribution à l'analyse concernant la comparaison des cas d'étude. Contribution aux livrables.

NAVIRE (2015-2018)	Scenarios of bioeconomic viability and resilience for ecosystem-based fisheries management in Aquitaine
Porteur du projet	Université de Bordeaux (CNRS GREThA-Bordeaux)
Objectifs	Utiliser le cadre d'analyse de la viabilité comme support méthodologique pour explorer, à travers la modélisation et les scénarios, la mise en œuvre de l'approche intégrée sous-jacente à l'EBFM pour les productions de pêche de capture durables et la biodiversité marine.
Financements	Labex COTE
Budget total	155 090 €
Partenaires impliqués	Ifremer AMURE, Ifremer ex-LRHA, Campus DoMar (Espagne), INRAE (ex Irstea), CNRS & Université de Bordeaux 4 - GREThA Bordeaux
Questions de recherches soulevées auxquelles j'ai participé	Comment est mise en œuvre une approche de viabilité pour identifier des stratégies de gestion à objectifs multiples qui conduisent à la préservation de la biodiversité marine et des services écosystémiques, à la sécurisation ou à l'amélioration de l'approvisionnement alimentaire et au maintien de la rentabilité économique des pêcheries ?
Lien avec l'APP	Pas directement mais expérimentation de différents scénarii de viabilité sur des pêcheries du sud Gascogne.
Rôle	Contribution à la présentation du cas d'étude (pêcheries sud Gascogne), contribution à l'analyse des résultats. Contribution à un article.

MICROPOLIT (2016-2019)	État et évolution de la qualité du milieu littoral sud-aquitain
Porteur du projet	UPPA/IPREM
Objectifs	Identifier les substances et les sources polluantes Évaluer le transfert et le devenir de ces substances dans le milieu littoral Connaître leur impact sur les milieux aquatiques et la santé humaine Développer des nouveaux procédés de traitement pour réduire les rejets et leur transfert vers le milieu Fournir des éléments d'aide à la décision
Financements	Europe, Région Nouvelle-Aquitaine, Agence de l'Eau Adour Garonne
Budget total	4 173 176 €
Partenaires impliqués	UPPA, Ifremer, IMA, Centre de la Mer, INRAE
Questions de recherches soulevées auxquelles j'ai participé	Pour le volet ressources, quels liens éventuels entre la bioaccumulation de contaminants (métaux, organométaux, PCB, musks) et des indicateurs d'état de santé d'organismes exploités de différents niveaux trophiques ?
Lien avec l'APP	Amélioration des connaissances sur les sources et impacts sur le vivant
Rôle	Participation au montage du projet sur le volet ressources, co-responsabilité de l'action « amélioration des connaissances sur les sources, la réactivité et les impacts des micropolluants », contribution aux livrables et à 2 articles (voir section 4.3.1.).

Thèse C. Kermorvant (2016-2019)	Optimisation de protocoles d'échantillonnage appliqués aux suivis de la biodiversité et des ressources
Porteur du projet	UPPA
Objectifs	Considérer l'intérêt du protocole d'échantillonnage appliqué (aléatoire stratifié) pour gagner en précision et/ou en coûts
Financements	Communauté Pays Basque
Budget total	85 172 € thèse Claire
Partenaires impliqués	UPPA (LMAP), Ifremer
Questions de recherches soulevées auxquelles j'ai participé	Peut-on optimiser le protocole d'échantillonnage par la comparaison de méthodes dont des méthodes spatialement équilibrées ?
Lien avec l'APP	Vers une amélioration de l'efficacité de la campagne de suivi
Rôle	Apport du questionnement de recherche appliquée, participation au montage et à la défense du projet, participation aux articles (voir section 4.2.1.)

BIGBIG (2018 – 2021)	BIGCEES - Big model and Big data in Computational Ecology and Environmental Sciences
Porteur du projet	UPPA/LMAP et UPPA-UTLN (Institut Méditerranéen d'Océanologie)
Objectifs	Développer des outils permettant de traiter des jeux de données conséquents en écologie et en sciences de l'environnement et de révéler des informations sur la nature, actuellement cachées au sein des « big data ».
Financements	Projet I-Site E2S
Budget total	379 250 €
Partenaires impliqués	SIAME (UPPA), Rivage Pro Tech, Ifremer LER AR, INRAE (ex IRSTEA), QUT (Queensland University of Technology)
Questions de recherches soulevées auxquelles j'ai participé	Quels sont les facteurs déterminant la distribution des espèces en appliquant des méthodes tenant compte de la nature variée des données (mesures vs produits numériques issus de modélisation) et de leurs caractéristiques spatiales et temporelles (mesures longitudinales, répétées) ?
Lien avec l'APP	Renforcement de l'expertise par une meilleure connaissance de la dynamique des ressources dans leur environnement (par exemple dans le choix de zones de réserve).
Rôle	Sur le volet impact de changements environnementaux sur la répartition d'espèces dans le golfe de Gascogne (rouget barbet et palourde japonaise), participation à la définition de la problématique, à la prise en main de données, aux échanges sur les résultats, relecture d'écrits (communications orales et articles) (voir section 4.3.2.)

Projet VENTSETMAREES (2021-2022)	Impact des conditions météorologiques sur l'activité des flottilles de pêche du quartier maritime de Bayonne, dans le contexte du changement climatique
Porteur du projet	UPPA/LMAP
Objectifs	En utilisant la typologie de flottille du projet EPOSE (voir ci-après), identifier les conditions météorologiques et les facteurs économiques favorables/défavorables à la réalisation des sorties en mer, leurs impacts sur les rendements et observer l'évolution de ces grandeurs selon des scénarii.
Financements	DLAL-FEAMP, UPPA
Budget total	40 075 €
Partenaires impliqués	UPPA, Ifremer, + liens CIDPMEM64-40
Questions de recherches soulevées auxquelles j'ai participé	Quels sont les mécanismes régissant le choix d'une sortie (ou non) de pêche qui sont liés à l'environnement ou à des considérations socio-économiques ?
Lien avec l'APP	Aider les gestionnaires à identifier les flottilles les plus vulnérables aux changements (dont le changement climatique)
Rôle	Contribution à la prise en main et au traitement des données spatio-temporelles relatives à l'activité des flottilles, à la qualité/fiabilité des données et sur l'analyse des résultats. Faciliter les échanges avec le milieu professionnel local. Contribution au livrable (voir section 4.3.2.)

Projet ACOPALBA (2021-2022)	Amélioration des CONnaissances sur la PALourde japonaise et la pêche associée dans le Bassin d'Arcachon pour complément d'une demande de diminution de la taille minimale de référence de conservation
Porteur du projet	CRPMEM Nouvelle-Aquitaine
Objectifs	Estimer la taille de première maturité sexuelle (SL_{50}) de la palourde japonaise dans le bassin d'Arcachon et sa variabilité spatiale Synthétiser les mesures de gestion et de suivi de la pêche associée
Financements	France Filière Pêche – enjeux immédiats 2021
Budget total	54 158,97 €
Partenaires impliqués	CRPMEM Nouvelle-Aquitaine, CDPMEM 33, CNPMEM, Ifremer LER AR + Station Marine de Plentzia (Espagne)
Questions de recherches soulevées auxquelles j'ai participé	Comment construire un descripteur pertinent pour rendre compte de la variabilité d'une caractéristique décrivant la reproduction et liée à la longueur ?
Lien avec l'APP	Réponse à une demande explicite du CSTEP
Rôle	Choix du protocole d'échantillonnage, participation au choix des méthodes référentes, co-coordination, rédaction d'une short note en lien avec les autres auteurs (voir section 4.2.3.)

6.1.2. Projets en cours

ACOST (2021 – 2025)	ACOST - Amélioration de la CONnaissance sur des STocks du golfe de Gascogne
Porteur du projet	Ifremer (EMH)
Objectifs	Le projet ACOST s'intéresse à quatre espèces : lieu jaune, merlan, rouget barbet et maigre. Pour partie, il fait suite au projet ROMELIGO. En fonction des stocks : - apporter des connaissances pour atteindre une évaluation analytique pour proposer des quotas de pêche en adéquation avec la santé des populations ; - proposer des indicateurs de suivi pouvant être calculés de façon régulière et pérenne afin de surveiller leur évolution et si besoin d'adapter leur exploitation.
Financements	France Filière Pêche, Ifremer, Régions Bretagne, Pays de Loire et Nouvelle-Aquitaine, OPs, UBO
Budget total	2 332 412 €
Partenaires impliqués	Ifremer, UBO, UPPA, OFB, OPs (Les Pêcheurs de Bretagne, OPPAN, From Sud Ouest, Pêcheurs d'Aquitaine), CRPMEMs (Bretagne, Nouvelle-Aquitaine, COREPEM), AGLIA.
Questions de recherches soulevées auxquelles je participe	Mise au point d'indicateurs d'abondances à partir de données commerciales en poursuivant le développement de la méthode de sélection (data-filtering) développée lors du projet ROMELIGO tout en la comparant avec des approches plus classiques type GLM.
Lien avec l'APP	Contribuer aux connaissances mobilisées pour la gestion du stock de rouget barbet (stock mur-west), répondre aux attentes de la DGAMPA ...
Rôle	Participation au montage du projet, pour le rouget, responsabilité de l'élaboration des indicateurs de suivi du stock, participation au groupe partenarial « flottilles de référence et CPUE ».

Projet GELIDIUM64 (2022-2023)	Caractérisation de la ressource Gelidium sur la côte basque
Porteur du projet	Ifremer LER AR
Objectifs	Caractériser les champs de Gelidium sur la côte basque du point de vue de leur densité et de la hauteur de la canopée Visualiser la répartition du Gelidium à l'échelle de la zone principale de colonisation afin de connaître qualitativement l'étendue de ses champs Évaluer la qualité du Gelidium d'un point de vue biochimique (propriétés moléculaires d'intérêt), de l'épiphytisme (biodiversité associée) et de la présence de dinoflagellés toxiques (<i>Ostreopsis</i>) et/ou de mucilage marin (liga) en lien avec des facteurs environnementaux (bathymétrie, distance à la côte, distance aux émissaires, énergie des vagues ...) Caractériser l'activité de pêche actuelle du Gelidium et son historique.
Financements	DLAL-FEAMP, UPPA, Ifremer
Budget total	76 605 €
Partenaires impliqués	Université de Pau et des Pays de l'Adour, IMA, CIDPMEM64-40, Ifremer
Questions de recherches soulevées auxquelles je participe	Caractéristiques du Gelidium en relation avec des facteurs environnementaux et l'épiphytisme
Lien avec l'APP	Apport de connaissances pour la gestion de la ressource et pour mieux la valoriser
Rôle	Participation à la description de la ressource Gelidium en lien avec son environnement.

6.1.3. Autres projets (venant en appui à la recherche)

EPOSE (2019-2020)	Étude du POids Socio-Économique de la filière pêche dans le quartier maritime de Bayonne
Porteur du projet	CIDPMEM 64-40
Objectifs	Actualiser des indicateurs du poids socio-économique de la filière pêche dans le quartier maritime de Bayonne Réaliser des fiches socio-économiques par métier Améliorer des connaissances sur la caractérisation des apports commercialisés par les navires du quartier Réaliser un focus sur l'activité socio-économique des navires des armements à capitaux franco-communautaires du quartier Améliorer la collecte et l'analyse des données sur les entreprises de l'aval et de l'amont de la filière sur le territoire
Financements	DLAL-FEAMP
Budget total	45 000 €
Partenaires impliqués	CIDPMEM64-40, Agrocampus Ouest, Ifremer, CRPMEM Nouvelle-Aquitaine, Ifremer, CCI Bayonne Pays Basque, Chambre des Métiers et de l'Artisanat des Pyrénées Atlantiques
Lien avec l'APP	Indicateurs établis à partir de la mise en commun de différentes sources de données Établissement d'une typologie de flottille commune entre scientifiques et professionnels avec des données mobilisées pour les projets de recherche
Rôle	Participation au montage et à la réalisation du projet. Contribution aux livrables avec coordination des fiches métier.

Campagnes palourdes bassin d'Arcachon (récurrent – tous les 2 voire 3 ou 4 ans)	Campagne pour le suivi de l'état de santé de la population de palourde japonaise (<i>Venerupis philippinarum</i>) du bassin d'Arcachon
Porteur du projet	CDPMEM 33
Objectifs	Suivre la population de palourde dans son environnement : observations de la ressource palourde pour la construction d'indicateurs standardisés décrivant son état de santé et collecte d'échantillons (sédiment, autres bivalves ...) pour mieux comprendre la dynamique de cette population dans son environnement
Financements	UE (DLAL FEAMP), CR Nouvelle-Aquitaine, CG 33 (selon les années), CDPMEM33, CRPMEM Nouvelle-Aquitaine, Ifremer
Budget total	48 255 € pour la campagne 2021
Partenaires impliqués	CDPMEM33, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Université de Bordeaux 1
Lien avec l'APP	Rapport technique et présentation des résultats aux gestionnaires Connaissances mobilisées lors de l'émission d'avis Utilisation des résultats pour calibration du modèle de simulation utilisé à des fins de gestion
Rôle	Participation au projet (depuis la campagne au traitement des résultats).

6.2. Collaborations internationales et/ou nationales et l'insertion dans un réseau international et/ou national

6.2.1. Via les publications

La cellule Appuidoc de l'Ifremer a réalisé une analyse bibliométrique de mes publications (Quimbre, 2023¹⁵). Je m'appuie sur ce document pour décrire les collaborations internationales et nationales.

L'intégralité des 33 articles auxquels j'ai contribué sont signés par au moins un auteur affilié en France. 15 % du corpus sont signés par un ou plusieurs auteurs affiliés en Espagne (dont AZTI), 9 % par l'Australie (dont Univ Tech Queensland, CTR MARINE SCI Brisbane ...) et 6 % par respectivement l'Italie (Univ Foscari Venezia ...) et la Nouvelle-Zélande (Univ Canterbury). La figure 26 illustre la collaboration entre pays pour ces 33 articles. 23 de mes publications sont co-signées uniquement avec des auteurs affiliés en France.

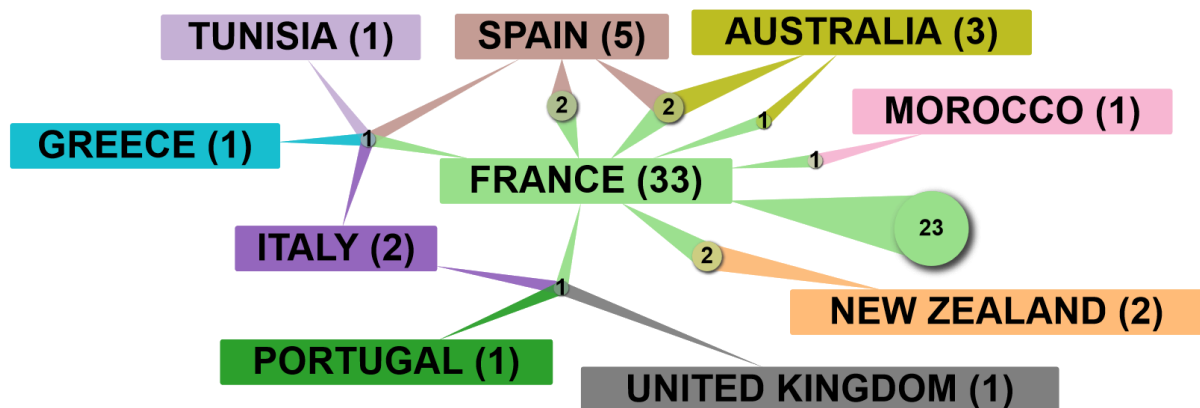


Figure 26 : nombre de publications en commun (co-publications) via la représentation des pays par cluster (Quimbre, 2023).

En matière d'établissements, la figure 27 représente le réseau de collaboration que j'entretiens avec les structures co-signataires (hors Ifremer). Les traits plus épais vers l'Université de Pau, le CNRS et l'Université de Bordeaux traduisent un nombre de co-publications importants avec ces derniers.

Au niveau interne Ifremer, les principales unités co-signataires sont les unités Littoral pour 55 % du corpus et Halieutique Gascogne Sud (HGS) pour 52 % du corpus. Les unités Halieutique Manche Mer du Nord (HMMN) (12 % du corpus), Économie Maritime (EM) (9 % du corpus) et Écologie et Modèles pour l'Halieutique (EMH) (6 % du corpus) co-signent plus d'une publication (Figure 28). À noter que plusieurs unités de recherche de l'Ifremer ont disparu, ont été créées ou encore ont changé de nom sur la période considérée.

¹⁵ Quimbre, M., 2023. Bibliométrie – Analyse des publications de Nathalie Caill-Milly. Publications référencées dans Archimer et le Web of Science, Bibliothèque La Pérouse, Cellule Appuidoc, 34 pp.

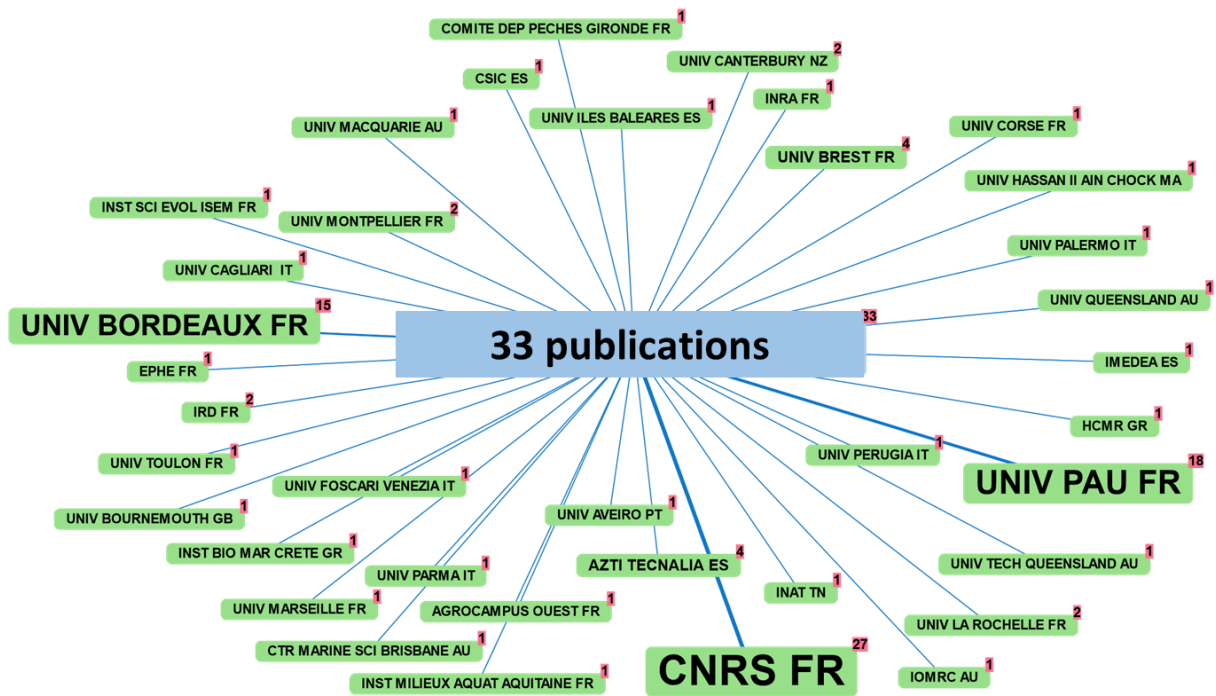


Figure 27 : réseau de collaboration entretenu avec les structures co-signataires (hors Ifremer) (Quimbre, 2023).

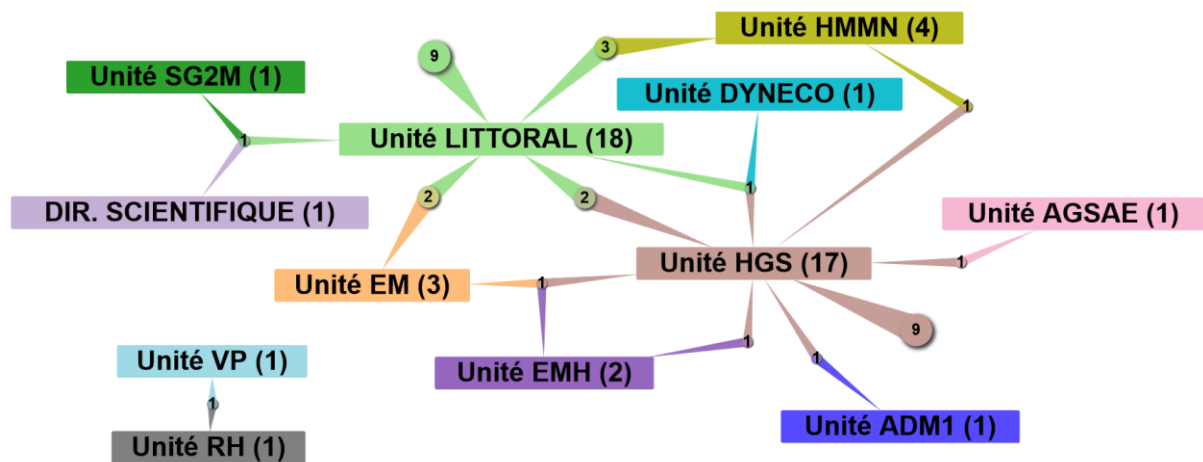


Figure 28 : nombre de publications en commun (co-publications) via la représentation des unités et directions fonctionnelles par cluster (internes à l’Ifremer) (Quimbre, 2023).

6.2.2. Via les réseaux locaux et régionaux

Au niveau local, je représentais l’Ifremer en tant que membre de la fédération de recherche MIRA (Milieux et Ressources Aquatiques) entre 2011 et 2019. J’ai notamment fortement contribué à l’organisation du colloque Isobay en 2018 (cf. 6.3.). Depuis le nouveau conventionnement avec l’UPPA décidé par la Direction Scientifique et signé en 2022, je participe à nouveau aux réunions du CODIR, mais en tant que représentante d’une structure partenaire.

En matière de réseau, je suis membre de l'association AcclimaTerra (comité scientifique régional sur le changement climatique - <https://www.acclimaterra.fr/>). Il s'agit d'un groupe d'experts scientifiques permanent, indépendant, constitué sous l'impulsion de la région Aquitaine (désormais Nouvelle-Aquitaine), pour apporter aux acteurs du territoire les connaissances nécessaires à leur stratégie d'adaptation au changement climatique. Je suis impliquée dans ce réseau depuis sa création en 2011 avec la coordination de deux chapitres d'ouvrages, la relecture de cahiers thématiques, la participation à différents événements destinés aux élus, aux collégiens/lycéens, aux étudiants. Je participe aux décisions en tant que membre du CODIR.

Je suis aussi fortement impliquée dans le réseau régional de recherche Futurs-ACT (<https://futurs-act.fr/>). Ce réseau, financé par la région Nouvelle-Aquitaine, porte sur l'Anticipation au changement climatique dans les territoires en transition. Il s'appuie sur la participation de scientifiques issus de 15 établissements de recherche et la collaboration avec les acteurs de la société civile, des collectivités locales, d'organismes gestionnaires et des filières socio-économiques pour développer des sciences de l'anticipation et explorer les futurs des territoires face au changement climatique. Je suis membre du CODIR et co-animatrice du Groupe Actions Vulnérabilités.

6.3. Organisation de manifestations scientifiques (colloques, congrès, diffusion des résultats de la recherche en direction du public...)

Intitulé	Année	Lieu	Part assurée
International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay (ISOBAY 16)	2018	Anglet	Responsable du comité d'organisation (recherche de financements, animation, planification des tâches ...), membre du comité scientifique, éditeur invité pour le numéro spécial dédié au colloque de la revue Continental Shelf Research

Je réalise également des conférences à la demande de médiathèques (Pau, Anglet, ...), d'associations (AcclimaTerra, Femmes 3000, Donibaneko Batzoki ...), de mairie (Biarritz), du CPIE Littoral Basque (Hendaye). Dans le cadre d'événements type Fête de la Corniche ou Fête de la science, je participe également à l'animation de stands (avec différents supports selon les thèmes).

Enfin, en lien avec le Rectorat de Bordeaux et AcclimaTerra, je participe à la Semaine du Développement Durable en réalisant depuis plusieurs années des interventions en collèges et lycées sur les départements 64 et 40.

7. Encadrement et co-encadrement d'étudiants (stagiaires dont masters, doctorants) et de post-doctorants

7.1. Stagiaires

Nom	Prénom	Niveau	Formation	Année	Durée	Intitulé	Part d'encadrement assurée (activités de recherche)
DOS SANTOS	Alex	Licence 3	Université de Bordeaux Biologie des Organismes et des Écosystèmes	2013	2,5 mois	Étude des relations entre les caractéristiques granulométriques du bassin d'Arcachon et des critères morphométriques de la palourde japonaise <i>Venerupis philippinarum</i>	Encadrement complet
BRUEL	Rosalie	Master 1	UPPA Master Dynea	2013	4 mois	Étude des relations entre les caractéristiques morphométriques de la palourde japonaise (<i>Venerupis philippinarum</i>) et les conditions environnementales dans le bassin d'Arcachon	Encadrement complet
LAFFONT	Clémentine	Licence 2	UPPA Biologie des organismes	2014	1 mois	Étude bibliographique sur l'écologie de la lamproie marine et du merlu d'Europe	Co-encadrement avec accompagnement pour la recherche bibliographique, relecture d'écrits
CORBET	Paul	Licence 3	Université Pierre et Marie Curie Sciences du vivant	2014	2,5 mois	Étude morphométrique de la lanterne d'Aristote de l'oursin commun (<i>Paracentrotus lividus</i>)	Encadrement complet
HEMMERET	Simon	Licence 3	Université de Poitiers Écologie et biologie des organismes	2015	2 mois	Analyse des captures de rouget barbet du golfe de Gascogne	Encadrement complet
KERMORVANT	Claire	Master 2	UPPA Master Dynea	2016	6 mois	Optimisation de protocoles d'échantillonnage appliqués aux suivis de ressources exploitées dans les substrats meubles, exemple du stock de palourdes dans le bassin d'Arcachon	Co-encadrement avec accompagnement sur les aspects protocole, biologie/écologie, relecture d'écrits
DUTERTRE	Marie-Adèle	Master 2	UPPA Master Dynea	2017	6 mois	Identification de flottilles de référence pour le calcul de CPUE d'espèces à données limitées (DLS) - Application au Rouget barbet (<i>Mullus surmuletus</i>)	Encadrement complet
ARQUE	Coline	Master 1	UPPA Master Dynea	2020	4 mois	Étude de distribution et de l'abondance de trois espèces de vénéruidés en lien avec les conditions environnementales au sein du bassin d'Arcachon	Co-encadrement avec explications sur l'origine des données et leurs spécificités, échanges sur les résultats, relectures des écrits

MONCEAU	Gaël	Master 2	Université de Nantes Master IS Département Mathématiques	2021	6 mois	Analyse des performances des plans d'échantillonnage spatialement équilibrés : application au cas concret du suivi du stock de palourde du Bassin d'Arcachon	Co-encadrement avec accompagnement sur les aspects données et leurs spécificités, échanges sur les résultats, relecture finale
---------	------	----------	--	------	--------	--	--

7.2. Doctorants

Nom	Prénom	Formation	Années	Durée	Intitulé	Part d'encadrement assurée (activités de recherche)
DANG	Cécile	Université de Bordeaux École doctorale Sciences et Environnements	2006-2009	3 ans	Dynamique des populations de palourdes japonaises (<i>Ruditapes philippinarum</i>) dans le bassin d'Arcachon – Conséquences sur la gestion des populations exploitées	Co-encadrement avec accompagnement sur les aspects exploitation, biologie/écologie, certains traitements de données, relecture d'écrits (communications colloques et articles)
KERMORVANT	Claire	UPPA École doctorale Sciences Exactes et leurs Applications	2016-2019	3 ans	Optimisation de procédures d'échantillonnage appliquées aux suivis de la biodiversité et des ressources	Co-encadrement avec accompagnement sur les aspects protocole employé, transférabilité des résultats, biologie/écologie, relecture d'écrits (communications colloques et articles)
MOURGUIART	Bastien	UPPA École doctorale Sciences Exactes et leurs Applications	2020- 2022	3 ans	Bayesian modelling of species-environment relationships for partially observed data	Participation aux travaux sur le cas d'étude palourde avec accompagnement dans la prise en main des données et contribution à l'étude de l'effet du désalignement spatial sur les performances de modèles de distributions spatiales

7.3. Post-doctorants

Nom	Prénom	Rattachement	Années	Durée	Intitulé	Part d'encadrement assurée (activités de recherche)
PARADINAS	Iosu	UPPA LMAP	2018-2019	11 mois	Spatio-temporal variable selection and predictive models for risk assessment	Co-encadrement avec accompagnement sur la problématique, échanges sur les résultats, relecture d'écrits (communications orales)
MILLE	Tiphaine	UPPA IPREM	2019-2020	1 an	Niveaux et évolution des micropolluants émergents: transfert dans les réseaux trophiques	Fourniture des échantillons sur la base d'un échantillonnage défini préalablement. Co-encadrement avec échanges sur les résultats micropolluants, contribution et relecture d'articles

KERMORVANT	Claire	UPPA LMAP	2019-2021	16 mois	Utilisation de méthodes Bayésiennes pour traiter les nouveaux enjeux environnementaux	Co-encadrement avec accompagnement sur la problématique, relecture d'écrits (communications orales et article)
BRIAUDEAU	Tifanie	UPV Station Marine de Plentzia	2022-2024	2 ans	Application d'approches histopathologiques sur des ressources d'intérêt régional exploitées dans le Sud du golfe de Gascogne.	Co-encadrement avec mise en place du protocole d'échantillonnage, participation au choix des méthodes référentes pour estimer la maturité sexuelle de la palourde japonaise, contribution à la valorisation

8. Participation à des tâches administratives et à des activités d'enseignement

8.1. Tâches administratives

J'ai peu de tâches administratives liées à l'enseignement.

Je suis co-responsable de l'UE « Fonctionnement et vulnérabilité des écosystèmes côtiers » du Master 1 mention « Sciences et technologie de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement » (STAEE) de l'UPPA. Il concerne deux parcours : « Dynamique des écosystèmes aquatiques » (DynEA) et « Qualité des milieux aquatiques » (QuaMA). Outre le choix des intervenants, je contribue à la définition des sujets d'examens (QCM et questions de réflexion) ainsi qu'à leur correction.

Je suis également invitée, en fonction des années, au Conseil de perfectionnement du Master 2 mention STAEE parcours DynEA. Je suis attentive à l'évaluation annuelle faite par les étudiants et pour l'UE dont j'ai la responsabilité, je m'attache à la faire évoluer, lorsque cela me semble pertinent et après échanges avec les intervenants de l'UE (exemple : changements dans le contrôle continu écrit en 2019).

8.2. Activités d'enseignement

Jusqu'en 2020, j'effectuais l'ensemble de mes activités d'enseignement à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA), Collège Sciences et Technologies pour l'Énergie et l'Environnement (STEE) sur le site d'Anglet. Depuis la rentrée scolaire 2020, je contribue également à des enseignements de Sciences PO Bordeaux (IEP). Pour l'UPPA, cela concerne la formation Master mention « Sciences et technologie de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement » (STAEE) et deux parcours DynEA et QuaMA. Pour Sciences Po, cela concerne la formation Master, parcours « Gouvernance de la transition écologique » (GTE). Le volume horaire annuel oscille entre 17 et 23 heures actuellement. La répartition est précisée dans le Tableau 10.

J'ai aussi contribué à l'encadrement d'un projet d'Escape Games mené par des étudiants de L2 et L3 Bio dans le cadre d'une l'UE « Animation Scientifique ». Ce projet a été intégré aux activités AcclimaCampus d'AcclimaTerra (activités impliquant des étudiants sur la question du changement climatique). Il s'appuyait sur le contenu du chapitre que j'avais coordonné en 2018 (Caill-Milly et al., 2018). Il a été testé fin 2019 sur des élèves de maternelle.

Sur la question de la gestion des pêches dans un contexte de changements (climatique, politique comme le Brexit ...), il m'a semblé très intéressant de tester une interaction entre des étudiants du M2 DYNEA de l'UPPA et M2 GTE de Sciences Po Bordeaux. J'ai organisé cette rencontre fin 2021. Les résultats et les retours ont été très positifs et je projette de réitérer l'expérience en associant si possible le Lycée maritime de Ciboure afin d'avoir la composante « futurs pêcheurs professionnels ». J'ai donc proposé une action dans le cadre du projet de FabLab Milieux aquatiques déposé fin 2022 par l'UPPA à l'appel à projets 2023 « Favoriser la réussite étudiante en Nouvelle-Aquitaine ». Mon objectif est de créer des espaces de réflexion et d'échanges entre futurs scientifiques, gestionnaires et pêcheurs afin de les sensibiliser à ces problématiques avant leur entrée dans le monde professionnel. Mme Cairiona Carter, politologue de l'INRAE, devrait m'aider dans cette organisation si le projet est retenu.

Tableau 10 : répartition des enseignements actuellement réalisés à l'UPPA et à Sciences Po Bordeaux.

Établissement	Formation/Parcours	UE	Intitulé intervention	Durée
UPPA	Master 1 / QuaMA et DynEA	Fonctionnement et vulnérabilité des écosystèmes côtiers	Zones fonctionnelles et connectivité	3 h
		Master 2 / DynEA	Stratégies d'échantillonnage et estimation d'abondance	Estimation de stocks de bivalves
	Bio-indication et outils de diagnostic des milieux aquatiques		L'exploitation des ressources halieutiques : place de l'avis et de l'expertise scientifique dans les décisions de gestion Exemples of fleet of interest selection (for Striped red mullet)	3 h
	Evolutionary dynamics and management applications		Avis et expertise dans décisions de gestion : la palourde japonaise sur le Bassin d'Arcachon Les ressources exploitées et le changement climatique en Nouvelle-Aquitaine	3 h
	Projet Tuteuré	« Vulnérabilité des espèces et des entreprises de pêche »	4,5 h	
Sciences Po Bordeaux	Master 2 / GTE	Certificat d'approfondissement 2 « Océans et changement climatique »	La gestion des ressources halieutiques Place de l'avis et de l'expertise Les ressources marines exploitées et les pêcheurs face au changement climatique (cas de la Nouvelle-Aquitaine)	7,5 h

Enfin en 2023, j'interviendrai dans deux nouvelles formations :

- Université de Bordeaux – Licence 1 Cycle pluridisciplinaire d'études supérieures - UE Vivre durablement consacrée à la gestion durable des ressources naturelles – 3 h ;
- UPPA – Anglet - Licence 2 Informatique parcours Numérique pour les Environnements Connectés (NEC) - UE Calcul et modélisation numérique – 3 h.

En matières de revues et de citations, l'analyse porte sur les 30 indexées dans le WoS ou dans Scopus (Quimbre, 2023). Le tableau 11 et la figure 31 renseignent sur les 23 revues à comité de lecture au sein desquelles ont été publiés les articles. À noter que les revues Sciences des aliments et Journal of Environmental Monitoring ne sont pas classées par le Journal of Citation Report à cette date.

Tableau 11 : liste et caractéristiques (nombre de publications, facteur d'impact, Quartile, Open Access) des 23 revues à comité de lecture au sein desquelles ont été publiés les articles (Quimbre, 2023).

Revue	Nb de publi.	Facteur d'impact	Quartile	Revue Open Access (DOAJ)	% de publi. en Open Access
DISEASES OF AQUATIC ORGANISMS	3	1,769	Q2	-	100%
ECOLOGICAL MODELLING	2	3,512	Q2	-	0%
FISHERIES RESEARCH	2	2,817	Q2	-	100%
JOURNAL OF SEA RESEARCH	2	2,287	Q2	-	100%
REGIONAL STUDIES IN MARINE SCIENCE	2	2,166	Q2	-	100%
ESTUARINE COASTAL AND SHELF SCIENCE	2	3,229	Q1	-	100%
AQUATIC LIVING RESOURCES	1	1,592	Q3	-	100%
PLOS ONE	1	3,752	Q2	Oui	100%
ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT	1	3,307	Q3	-	100%
SPATIAL STATISTICS	1	2,125	Q2	-	100%
MARINE POLICY	1	4,315	Q1	-	100%
ENVIRONMENTAL POLLUTION	1	9,988	Q1	-	100%
CONTINENTAL SHELF RESEARCH	1	2,629	Q2	-	100%
MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES	1	2,915	Q2	-	100%
JOURNAL OF SHELLFISH RESEARCH	1	1,218	Q4	-	100%
MARINE BIOLOGY	1	2,941	Q2	-	100%
HYDROBIOLOGIA	1	2,822	Q2	-	0%
ECOLOGICAL INFORMATICS	1	4,498	Q2	-	100%
ECOLOGICAL ECONOMICS	1	6,536	Q1	-	0%
MARINE POLLUTION BULLETIN	1	7,001	Q1	-	100%
JOURNAL OF FISH DISEASES	1	2,580	Q1	-	100%
SCIENCES DES ALIMENTS	1	n/a	n/a	-	0%
JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MONITORING	1	n/a	n/a	-	100%

60 % de mes publications appartiennent à des revues classées en Q2 : « revue excellente », 23 % à des revues en Q1 : « revue à forte notoriété », 7 % à des revues en Q3, 3 % à des revues en Q4 et 7 % à des revues non-classées.

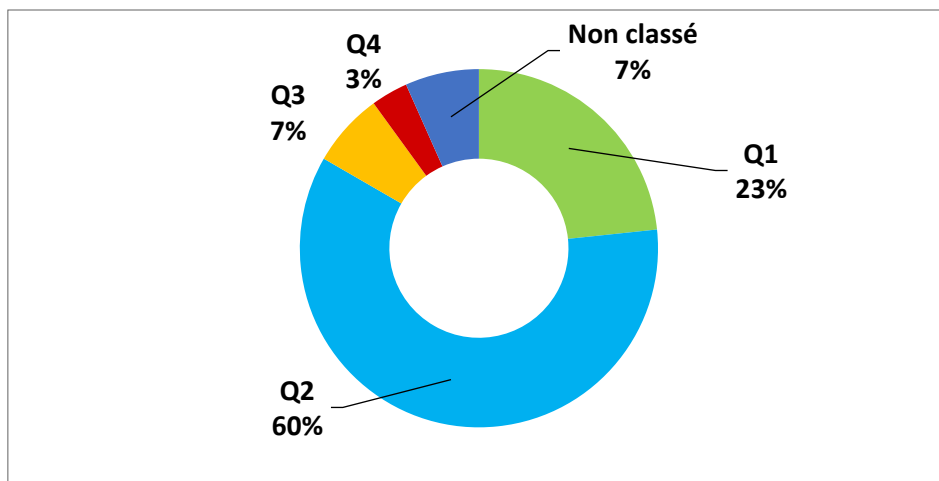


Figure 31 : classement des 30 publications par quartile de revues (Quimbre, 2023).

Parmi les 23 titres de revues dans lesquels les 30 documents classés par le Wos-InCites sont publiés, un est un titre en *Open access* (DOAJ). Dans le Web of Science, **25 publications (83 % du corpus) sont signalées accessibles en *Open access***. Cela comprend les titres *Open access* du DOAJ, les revues hybrides (option Gold), et les archives ouvertes (Green) comme Archimer. Par ailleurs, 100 % du corpus est disponible en Open Access dans Archimer.

En matière de citations, le corpus des 30 documents cumule **380 citations en janvier 2023**, soit une moyenne de 12,7 citations par publication (médiane : 8,5 citations). 312 articles citent les publications du corpus. 12 publications totalisent plus des trois quarts (79 %) du total des citations du corpus.

La figure 32 illustre l'évolution du nombre de publications (33) et des citations associées pour le corpus des 30 documents indexés.

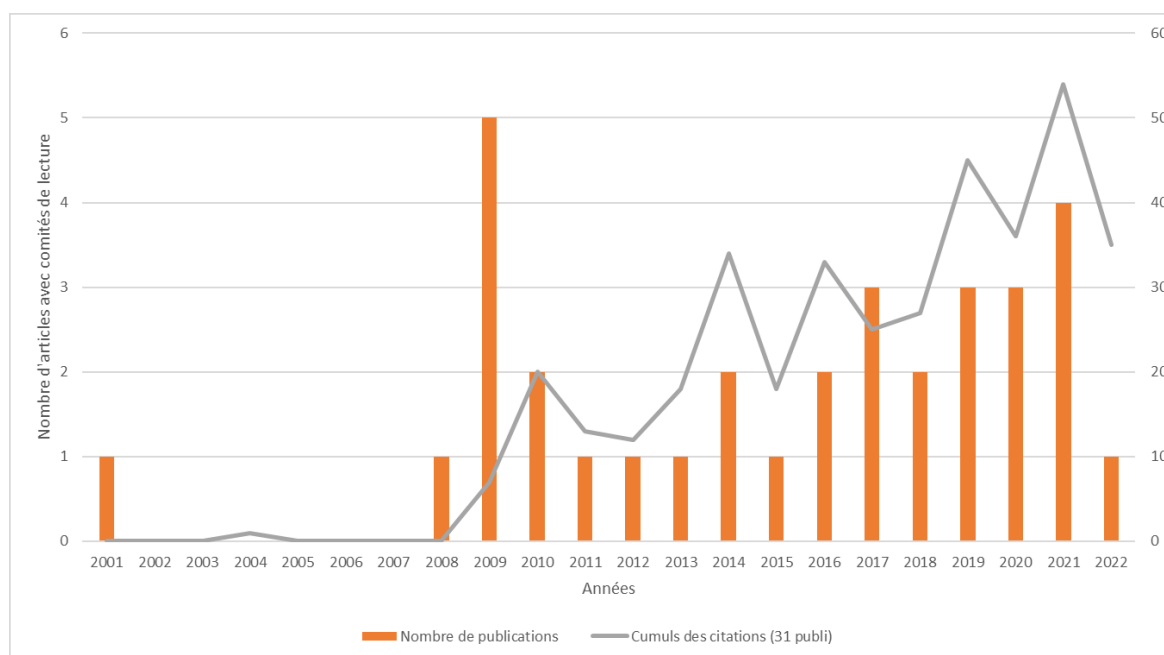


Figure 32 : évolution du nombre de publications (33 au total) et des citations associées pour le corpus des 30 documents indexés (élaboré d'après Quimbre, 2023).

La publication la plus citée, avec 75 citations, est : Dang C., et al. The Manila clam population in Arcachon Bay (SW France): Can it be kept sustainable? Journal of Sea Research 2010.

L'indice CNCI¹⁶ de cette publication est le plus élevé du corpus : 2,6. Quatre autres publications ont un CNCI supérieur à 1.

Enfin, le facteur d'impact Top 10 % est un indicateur proposé dans le WoS (InCites et ESI¹⁷). Il est basé sur le nombre de citations obtenues par une publication et son classement dans le Top 10 % des publications les plus citées parmi celles de la même année, du même type de document, et dont la revue appartient au même domaine de recherche (selon la classification des Catégories WoS-InCites).

1 publication est classée dans le Top 10 % : il s'agit de la publication la plus citée du corpus.

Autres indicateurs

- 5 livres ou chapitres de livre ;
- 2 articles à comités de lecture dans des journaux nationaux (France) ;
- 21 présentations orales (12 par moi-même et 4 par doctorants/post-doctorants encadrés) ;
- 15 présentations posters (7 par moi-même et 1 par doctorant encadré).

Pour plus d'informations :

<https://annuaire.ifremer.fr/cv/15839/>

<https://orcid.org/0000-0001-5837-6105>

<https://www.researchgate.net/profile/Nathalie-Caill-Milly>

¹⁶ Indicateur issu de Quimbre (2023) : indicateur proposé dans WoS-Incites (indice de citation normalisé par catégorie - Category Normalized Citation Impact) correspond au nombre de citations d'une publication rapporté à la moyenne mondiale du taux de citations pour les publications, de la même année, du même type et dans la même thématique (ici, catégorie WoS). La valeur de référence mondiale est par défaut 1 : une valeur CNCI de 2 correspond à un taux de citations 2 fois supérieur à la valeur moyenne mondiale. Les valeurs pour l'année en cours peuvent être fluctuantes et ainsi non significatives.

¹⁷ Issu de Quimbre (2023) : [Essential Science Indicators](#)

9.1. Liste des publications

• *Publications internationales avec comité de lecture*

Caill-Milly, N., Garmendia, J. B., D'Amico, F., Guyader, O., Dang C., Bru N., 2022. **Adapting a dynamic system model using life traits and local fishery knowledge — Application to a population of exploited marine bivalves (*Ruditapes philippinarum*) in a mesotidal coastal lagoon.** *Ecological Modelling*, 470, 110034 (15p.).

<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.110034>

Mille, T., Bisch, A., Caill-Milly, N., Cresson, P., Deborde, D., Gueux, A., Morandeau, G., Monperrus, M., 2021. **Distribution of mercury species in different tissues and trophic levels of commonly consumed fish species from the south Bay of Biscay (France).** *Marine Pollution Bulletin*, 166, 112172 (8p.).

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112172>

Kermorvant, C., Caill-Milly, N., Sous, D., Paradinas, I., Lissardy, M., Liquet, B., 2021. **Detecting the effects of inter-annual and seasonal changes of environmental factors on the striped red mullet population in the Bay of Biscay.** *Journal of Sea Research*, 169, 102008 (11p.).

<https://doi.org/10.1016/j.seares.2021.102008>

Caill-Milly, N., Sanchez, F., Lissardy, M., de Montaudouin, X., Bru, N., Kermorvant, C., Ganthy, F., 2021. **Drawing lessons from a pluridisciplinary approach associating stakeholders for a better management of a bivalve population (French Atlantic coast)?** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 251, 107194, 12p.

<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107194>

Mahé K., Bellamy E., D'Amico F., Caill-Milly N., 2021. **In situ fast marking study of manila clams (*Ruditapes philippinarum*).** *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 9(1 Part A), 47-51.

<https://doi.org/10.22271/fish.2021.v9.i1a.2387>

Mille, T., Soulier, L., Caill-Milly N., Cresson, P., Morandeau, G., Monperrus, M., 2020. **Differential micropollutants bioaccumulation in European hake and their parasites *Anisakis* sp.** *Environmental Pollution*, 265(Part A), 115021, 10 p.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115021>

Kermorvant, C., Coube, S., D'Amico, F., Bru, N., Caill-Milly, N., 2020. **Sequential process to choose efficient sampling design based on partial prior information data and simulations.** *Spatial Statistics*, 38, 100439, 13p.

<https://doi.org/10.1016/j.spasta.2020.100439>

Caill-Milly, N., Mahias, J., Bru, N., de Casamajor, M.-N., Pigot, T., Corbet, P., 2020. **Tests and jaws' morphological patterns of regular sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) in relation to environmental conditions.** *Regional Studies In Marine Science*, 35, 101220, 11p.

<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101220>

Kermorvant, C., D'Amico, F., Bru, N., Caill-Milly, N., Robertson, B., 2019. **Spatially balanced sampling designs for environmental surveys.** *Environmental Monitoring And Assessment*, 191(8), 524, 7p.

<https://doi.org/10.1007/s10661-019-7666-y>

- Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., Dutertre, M.-A., Saguët, C., 2019. **A methodology based on data filtering to identify reference fleets to account for the abundance of fish species: Application to the Striped red mullet (*Mullus surmulletus*) in the Bay of Biscay.** *Continental Shelf Research*, 183, 51-72.
<https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.06.004>
- Kermorvant, C., Caill-Milly, N., Bru, N., D'Amico, F., 2019. **Optimizing cost-efficiency of long term monitoring programs by using spatially balanced sampling designs: The case of manila clams in Arcachon bay.** *Ecological Informatics*, 49, 32-39.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.11.005>
- Lagarde, A., Doyen, L., Ahad-Cisse, A., Caill-Milly, N., Gourguet, S., Le Pape, O., Macher, C., Morandeau, G., Thébaud, O. 2018. **How Does MMEY Mitigate the Bioeconomic Effects of Climate Change for Mixed Fisheries.** *Ecological Economics*, 154, 317-332.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.07.001>
- Viret, A., Tsaparis, D., Tsigenopoulos, C.S., Berrebi, P., Sabatini, A., Arculeo, M., Fassatoui, C., Magoulas, A., Marengo, M., Morales-Nin, B., Caill-Milly, N., Durieux, E. D. H., 2018. **Absence of spatial genetic structure in common dentex (*Dentex dentex* Linnaeus, 1758) in the Mediterranean Sea as evidenced by nuclear and mitochondrial molecular markers.** *Plos One*, 13(9), e0203866, 21p.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203866>
- Kermorvant, C., Caill-Milly, N., D'Amico, F., Bru, N., Sanchez, F., Lissardy, M., Brown, J., 2017. **Optimization of a survey using spatially balanced sampling: a single-year application of clam monitoring in the Arcachon Bay (SW France).** *Aquatic Living Resources*, 30(11), 37, 1-11.
<https://doi.org/10.1051/alr/2017036>
- Chiesa, S., Lucentini, L., Freitas, R., Marzano, F.N., Breda, S., Figueira, E., Caill-Milly, N., Herbert, R. J. H., Soares, A. M. V. M., Argese, E., 2017. **A history of invasion: COI phylogeny of Manila clam *Ruditapes philippinarum* in Europe.** *Fisheries Research*, 186, 25-35.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.07.024>
- de Casamajor, M.-N., Mahias, J., Castets, V., Caill-Milly, N., Bru, N., Lissardy, M., 2017. **Tidal level influence on the spawning process of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) on a rocky shore (Bay of Biscay).** *Regional Studies In Marine Science*, 9, 126-134.
<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2016.12.004>
- de Montaudouin, X., Lucia, M., Binias, C., Lassudrie, M., Baudrimont, M., Legeay, A., Raymond, N., Jude-Lemeilleur, F., Lambert, C., Le Goic, N., Garabetian, F., Gonzalez, P., Hegaret, H., Lassus, P., Mehdioub, W., Bourasseau, L., Daffe, G., Paul-Pont, I., Plus, M., Do V. T., Meisterhans, G., Mesmer-Dudons, N., Caill-Milly, N., Sanchez, F., Soudant, P., 2016. **Why is Asari (= Manila) clam *Ruditapes philippinarum* fitness poor in Arcachon Bay: a meta-analysis to answer?** *Estuarine Coastal And Shelf Science*, 179, 226-235.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.09.009>
- de Montaudouin, X., Arzul, I., Caill-Milly, N., Khayati, A., Labrousse, J.-M., Lafitte, C., Paillard, C., Soudant, P., Gouilletquer, P., 2016. **Asari clam (*Ruditapes philippinarum*) in France: history of an exotic species 1972 – 2015.** *Bulletin of Japan Fisheries Research and Education Agency*, (42), 35-42.
- Fauconnet, L., Trenkel, V. M., Morandeau, G., Caill-Milly, N., Rochet, M.-J., 2015. **Characterizing catches taken by different gears as a step towards evaluating fishing pressure on fish communities.** *Fisheries Research*, 164, 238-248.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.11.019>

Morandeau, G., Macher, C., Sanchez, F., Bru, N., Fauconnet, L., Caill-Milly, N., 2014. **Why do fishermen discard? Distribution and quantification of the causes of discards in the Southern Bay of Biscay passive gear fisheries.** *Marine Policy*, 48, 30-38.

<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.02.022>

Caill-Milly, N., Bru, N., Barranger, M., Gallon, L., D'Amico, F., 2014. **Morphological Trends of Four Manila Clam Populations (*Venerupis philippinarum*) on the French Atlantic Coast: Identified Spatial Patterns and Their Relationship to Environmental Variability.** *Journal Of Shellfish Research*, 33(2), 355-372.

<https://doi.org/10.2983/035.033.0205>

Dang, C., de Montaudouin, X., Binias, C., Salvo, F., Caill-Milly, N., Bald, J., Soudant, P., 2013. **Correlation between perkinsosis and growth in clams *Ruditapes* spp.** *Diseases Of Aquatic Organisms*, 106(3), 255-265.

<https://doi.org/10.3354/dao02640>

Caill-Milly, N., Bru, N., Mahé, K., Borie, C., D'Amico, F., 2012. **Shell Shape Analysis and Spatial Allometry Patterns of Manila Clam (*Ruditapes philippinarum*) in a Mesotidal Coastal Lagoon.** *Journal of Marine Biology*, 2012(ID 281206), 1-11.

<https://doi.org/10.1155/2012/281206>

Tabouret, H., Bareille, G., Mestrot, A., Caill-Milly, N., Budzinski, H., Peluhet, L., Prouzet, P., Donard, O. F. X., 2011. **Heavy metals and organochlorinated compounds in the European eel (*Anguilla anguilla*) from the Adour estuary and associated wetlands (France).** *Journal Of Environmental Monitoring*, 13(5), 1446-1456.

<https://doi.org/10.1039/c0em00684j>

Dang, C., de Montaudouin, X., Caill-Milly, N., Trumbic, Z., 2010. **Spatio-temporal patterns of perkinsosis in the Manila clam *Ruditapes philippinarum* from Arcachon Bay (SW France).** *Diseases Of Aquatic Organisms*, 91(2), 151-159.

<https://doi.org/10.3354/dao02243>

Dang, C., de Montaudouin, X., Gam, M., Paroissin, C., Bru, N., Caill-Milly, N., 2010. **The Manila clam population in Arcachon Bay (SW France): Can it be kept sustainable?** *Journal Of Sea Research*, 63(2), 108-118.

<https://doi.org/10.1016/j.seares.2009.11.003>

Bald, J., Siquin, A., Borja, A., Caill-Milly, N., Duclercq, B., Dang, C., de Montaudouin, X., 2009. **A system dynamics model for the management of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve, 1850) in the Bay of Arcachon (France).** *Ecological Modelling*, 220(21), 2828-2837.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.03.031>

Dang, C., de Montaudouin, X., Bald, J., Jude, F., Raymond, N., Lancelleur, L., Paul-Pont, I., Caill-Milly, N., 2009. **Testing the enemy release hypothesis: trematode parasites in the non-indigenous Manila clam *Ruditapes philippinarum*.** *Hydrobiologia*, 630(1), 139-148.

<https://doi.org/10.1007/s10750-009-9786-9>

Dang, C., Sauriau, P.-G., Savoye, N., Caill-Milly, N., Martinez, P., Millaret, C., Haure, J., de Montaudouin, X., 2009. **Determination of diet in Manila clams by spatial analysis of stable isotopes.** *Marine Ecology Progress Series*, 387, 167-177.

<https://doi.org/10.3354/meps08100>

Dang, C., Gonzalez, P., Mesmer-Dudons, N., Bonami, J.-R., Caill-Milly, N., de Montaudouin, X., 2009. **Virus-like particles associated with brown muscle disease in Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, in Arcachon Bay (France).** *Journal Of Fish Diseases*, 32(7), 577-584.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2009.01019.x>

Dang, C., de Montaudouin, X., Savoye, N., Caill-Milly, N., Martinez, P., Sauriau P.-G., 2009. **Stable isotopes changes in the adductor muscle of diseased bivalve *Ruditapes philippinarum*.** *Marine Biology*, 156(4), 611-618.

<https://doi.org/10.1007/s00227-008-1112-y>

Dang, C., de Montaudouin, X., Gonzalez, P., Mesmer Duldons, N., Caill-Milly, N., 2008. **Brown muscle disease (BMD), an emergent pathology affecting Manila clam *Ruditapes philippinarum* in Arcachon Bay (SW France).** *Diseases of aquatic organisms*, 80(3), 219-228.

<https://doi.org/10.3354/dao01941>

- ***Livres ou chapitres de livres***

Caill-Milly, N., Morandeau, G., Castège, I., Sanchez, F., Lissardy, M., Chust, G., Borja, A., Auby, I., Lapègue, S., Prou, J., Oger-Jeanerret, H., Lassalle, G., Prévost, E., Buoro, M., Lobry, J., de Pontual, H., de Casamajor, M.-N., Biais, G., D'Elbée, J., 2018. **Les ressources exploitées par la pêche et la conchyliculture.** In *AcclimaTerra*, Le Treut, H. (dir). *Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine. Pour agir dans les territoires.* Éditions Région Nouvelle-Aquitaine, 2018. ISBN : 978-2-9564516-0-0. Chap.8, 200-223 (Editions Région Nouvelle-Aquitaine).

<https://archimer.ifremer.fr/doc/00444/55568/>



Acclima Terra, Le Treut, H. (dir.), 2018. *Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine. Pour agir dans les territoires. Synthèse.* Éditions Région Nouvelle-Aquitaine.

<https://archimer.ifremer.fr/doc/00444/55570/>

Caill-Milly, N., Prouzet, P., Auby, I., Borja, A., Castège, I., Chust, G., de Casamajor, M.-N., D'Elbée, J., Goñi, N., Lepage, M., Maurer, D., Morandeau, G., Quéro, J.-C., Renault, T., 2013. *Ressources exploitées par la pêche et l'ostréiculture.* In Le Treut, H., 2013. *Les impacts du changement climatique en Aquitaine : un état des lieux scientifique.* ISBN : 978-2867818745. Chap.6 Estuaires et domaine côtier, Partie III, 189-208 (Presses Universitaires de Bordeaux - LGPA-Éditions).



Caill-Milly, N., 2018. Requin peau bleue *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758). In Atlas des oiseaux marins et cétacés du sud Gascogne : De l'estuaire de la Gironde à la Bidassoa. Castège, I, Milon, É. (coords), 2018. Muséum National d'Histoire Naturelle, p. 228-231.



Caill-Milly, N., 2004. La senne à anchois au Pays Basque et la genèse de la senne à appât vivant pour thonier canneur. Transmission de texte et figure pour le Chapitre 6. Filets tournants, sennes et senneurs. In Le Gall, J.-Y., 2004. Engins, techniques et méthodes des pêches maritimes. ISBN : 2-7430-0730-3. Lavoisier, p 236-237, 243.

- ***Co-direction d'ouvrage***

Augris, C., Caill Milly, N., de Casamajor, M.-N. (coords), 2009. Atlas thématique de l'environnement marin du Pays basque et du sud des Landes, Editions Quae, 127 p.
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00505/61656/>

Caill-Milly, N., Prouzet, P., 2000. Pêches basques et sud-landaises. Ressources, flottille, économie, commercialisation. Repères océans, (17).
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00451/56238/>

- ***Publications nationales avec comité de lecture***

Caill-Milly, N., Milly, D, Etienne, M., 2001. **Évaluation des principaux critères de qualité des thons rouges capturés pour le marché japonais.** *Sciences Des Aliments*, 21(3), 255-270.

Lagarde, A., Ahad-Cisse, A., Gourguet, S., Le Pape, O., Thébaud, O., Caill-Milly, N., Morandeau, G., Macher, C., Doyen, L., 2017. **Comment la stratégie MMEY atténue les effets bio-économiques du changement climatique dans les pêcheries mixtes / How MMEY mitigates bio-economic impacts of climate change on mixed.** *Cahiers du GREThA*, (2017-22), 40 p.

- ***Documents multi-médias***

Caill-Milly, N., 2018. Palourde japonaise. In AcclimaTerra, Le Treut, H. (dir). Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine. Pour agir dans les territoires. Éditions Région Nouvelle-Aquitaine, 2018. Fiche espèce - Webcomplément. 2 p. (Éditions Région Nouvelle-Aquitaine).

Compte-rendu de colloques (avec et/ou sans sélection sur résumés)

9.2. Liste des communications classées

- ***Communication à des colloques, congrès, symposiums nationaux ou internationaux avec sélection sur résumé***

Caill-Milly, N., Sanchez, F., Bru, N., Briaudeau, T., de Montaudouin, X., Benito, D., Ruiz, R., Izagirre, U., Biseau, A., 2022. **Biological features consideration for a minimum conservation reference size revision: Insights for fishery management of manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in Arcachon Bay (French Atlantic Coast)**. ECSA 59 - Using the best scientific knowledge for the sustainable management of estuaries and coastal seas. 5-8 September 2022, San Sebastian, Spain, Poster.

Caill-Milly, N., Carter, C., Kermorvant, C., Lissardy, M., Bru, N., 2022. **Adaptation options at the fishing enterprise scale and governance modes in response to climate change effects in a changing political environment. Case of New Aquitaine (France) southern fleets**. Uhinak - V Cross border conference on climate and coastal change. 16-17 November 2022, Irun, Spain, Communication orale + résumé étendu dans la Revue de Recherche Marine (RIM).

Caill-Milly, N., Sanchez, F., Bru, N., de Montaudouin, X., Biseau, A., 2021. **Do biological characteristics of Manila clam claim for a possible revision of the minimum catch/harvest size in Arcachon Bay?** ISOBAY 17 – XVIIth International Symposium of Oceanography of the Bay of Biscay. 1-4 June 2021, Gijón, Spain. Communication orale.

Caill-Milly, N., Sanchez, F., Lissardy, M., de Montaudouin, X., Kermorvant, C., Ganthy, F., Laffitte, C., 2019. **A pluridisciplinary approach associating stakeholders to better understand a bivalve population functioning**. CHEERS conference – “Global Changes and Estuarine and coastal systems functioning: innovativE appRoaches and assessment toolS”. 4-8 November 2019, Bordeaux, France. Communication orale.

Caill-Milly, N., Morandeau, G., Castège, I., Sanchez, F., Lissardy, M., Chust, G., Borja, A., Lassalle, G., Prévost, E., Buoro, M., Lobry, J., de Pontual, H., de Casamajor, M.-N., Biais, G., D'Elbée, J., 2018. **Les ressources halieutiques et les pêcheurs face au changement climatique (cas de la Nouvelle-Aquitaine)**. 2ème colloque national science et société : Pour l'adaptation des territoires aux changements climatiques. 17-19 décembre 2018, Marseille. Communication orale.

Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., Dutertre, M.-A., 2018. **A methodology based on data filtering to identify reference fleets to account for the abundance of fish species: application to the Striped red mullet (*Mullus surmulletus*) of the Bay of Biscay**. ISOBAY 16 - XVIth International Symposium of Oceanography of the Bay of Biscay. 5-7 June 2018, Anglet, France. Communication orale.

Caill-Milly, N., Morandeau, G., Castège, I., Sanchez, F., Lissardy, M., Chust, G., Borja, A., Lassalle, G., Prévost, E., Buoro, M., Lobry, J., de Pontual, H., de Casamajor, M.-N., Biais, G., D'Elbée, J., 2017. **From biological impacts on natural resources to fisheries impacts in the context of climate change - a case study within the Nouvelle-Aquitaine region**. COAST Bordeaux 2017 "Evolution systémique et de la biodiversité des environnements côtiers et littoraux sous la pression du changement climatique, des facteurs naturels et anthropiques locaux". 7-10 novembre 2017, Bordeaux. Poster.

Caill-Milly, N., Castelle, B., Sautour, B., Garnier, E., Cabaret, Y., Hamon, B., D'Amico, F., 2016. **Acclimaterra: a pluridisciplinary council to address climate-change impacts on regional environments – a focus on the coastal zone**. Littoral 2016 "The changing littoral. Anticipation and adaptation to climate change" - 13th conference of the traditional biennial international event of the Coastal & Marine Union (EUCC). 25-29 octobre 2016, Biarritz. Poster.

Caill-Milly, N., de Casamajor, M.-N., Pigot, T., Paulin, T., Bru, N., Sanchez, F., Marticorena, J., Lancelleur, L., Gonzalez, P., Daffe, G., 2015. **Assessment of the impact of a wastewater treatment process including Advanced Oxidation Technique on environment using chemical and biological indicators.** ECSA 55 Unbounded boundaries and shifting baselines: Estuaries and coastal seas in a rapidly changing world. 6-9 September 2015, London, UK. Poster.

Caill-Milly, N., Bru, N., D'Amico, F., Sanchez, F., Lissardy, M., Brown, J., 2015. **Survey effort allocation using advanced design: clam population as case study.** 3rd International conference: Environmental monitoring and assessment. 1-2 October 2015, Aarhus, Denmark. Communication orale.

Caill-Milly, N., D'Amico, F., Guyader, O., Bru, N., Bald, G., Dang, C., 2015. **From system dynamic modeling to co-management initiative reinforcement – an applied case with an exploited marine bivalve population (*Venerupis philippinarum*) in a mesotidal coastal lagoon.** 2015 International Conference of the Resource Modeling Association. June 29 - July 1st, 2015, Bordeaux, France. Communication orale.

Caill-Milly, N., Mahe, K., Bellamy, E., D'Amico, F., 2013. **Croissance de la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) : périodicité des micro-incréments et taux de croissance journaliers en fonction de la taille et des conditions environnementales par marquage à la calcéine.** Colloque de Sclérochronologie : Structures dures ou calcifiées chez les organismes aquatiques : leur utilisation en écologie halieutique, 2-4 Juillet 2013, Rennes. Poster.

Caill-Milly, N., Bru, N., D'Amico, Plus, M., Bruel, R., Mahé, K., 2013. **Prise en compte de patrons morphométriques de la palourde japonaise (*Venerupis philippinarum*) et de leurs liens avec l'environnement pour le choix de zones de réserve de pêche.** Colloque de Sclérochronologie : Structures dures ou calcifiées chez les organismes aquatiques : leur utilisation en écologie halieutique, 2-4 Juillet 2013, Rennes. Communication orale.

Caill-Milly, N., Bellamy, E., D'Amico, F., Mahé, K., 2011. **Growth of the Japanese carpet shell: Validation of increment deposition periodicity by chemical marking.** 10^{ième} Forum Halieumétrique, 29 juin-1 juillet 2011, Boulogne sur mer. Poster.

Carter, C., Auby, I., Boet, P., Bouleau, G., Caill-Milly, N., Carnus, N., Carreira, J.M., Conchon, P., Lugand, J., Morandeau, G., Oger-Jeanneret, H., Salles, D., Sergent, A., Thomas, A., 2018. **How science-politics « coupling practices » shape ecosystem approaches, as well as 'winners and losers' governing ecosystems in New Aquitaine.** ECOGOV Conférence The « Ecosystem Approach » Does it live up to its promise? 4-5 October 2018, Bordeaux, France. Communication orale.

Carter, C., Thomas, A., Salles, D., Caill-Milly, N., Morandeau, G., Auby, I., Oger-Jeanneret, H., 2016. **New Integrated Framework to grasp transforming Science-Politics 'coupling practices'. Participatory European coastal & marine water management.** ECSA 56 - Coastal systems in transition: From a 'natural' to an 'anthropogenically modified' state. 4-7 September 2016, Bremen, Germany. Poster.

de Casamajor, M.-N., Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., Maron, P., Abadie, S., Maillet, G., Regard, V., 2016. **An ecosystem approach for stock assessment of sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) on rocky shore of the Bay of Biscay.** Littoral 2016 "The changing littoral. Anticipation and adaptation to climate change" - 13th conference of the traditional biennial international event of the Coastal & Marine Union (EUCC). 25-29 octobre 2016, Biarritz. Communication orale.

de Casamajor, M.-N., Castets, V., Caill-Milly, N., Brun, M., Bru, N., 2014. **Reproductive cycle of the sea urchin *Paracentrotus lividus* on the French Basque coast.** ISOBAY 14 - XIV International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay, 11-13 June 2014, Bordeaux. Poster.

de Casamajor, M.-N., Caill-Milly, N., Morandeau, G., Lissardy, M., 2010. **Biodiversity and distribution of bivalves on the Aquitain coast (Bay of Biscay, France)**. Isobay 2012, Brest. Poster.

Dang, C., de Montaudouin, X., Gonzalez, P., Mesmer-Dudons, N., Caill-Milly, N., 2008. **Description of a new pathology affecting the adductor muscle of manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in Arcachon bay (SW France)**. 100th Annual Meeting National Shellfisheries Association Providence, 6-10 April, 2008, Rhode Island, United States. Communication orale.

Kermorvant, C., Caill-Milly, N., D'Amico, F., Bru, N., 2018. **Using spatially balanced sampling designs to optimise cost-efficiency of long term monitoring programs: The case of manila clams in Arcachon bay**. ISOBAY 16 - XVIth International Symposium of Oceanography of the Bay of Biscay. 5-7 June 2018, Anglet, France. Communication orale.

Kermorvant, C., Caill-Milly, N., Bru, N., D'Amico, F., Sanchez, F., Lissardy, M., Brown, J., 2016. **Clam monitoring: optimization of a recurring survey in the Arcachon Bay using spatially balanced sampling**. ISOBAY 15 - XV International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. 22-24 June 2016, Bilbao, Spain. Communication orale.

Regard, V., de Casamajor, M.-N., Maillet, G., Prémaillon, M., Caill-Milly, N., 2017. **Quantification of a rock platform bioerosion by the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) the Basque Coast case (Bay of Biscay)**. European Geosciences Union General Assembly 2017, Vienna, Austria. Poster.

- ***Communication à des colloques, congrès, symposiums internationaux et/ou nationaux***

Paradinas, I., Liquet, B., Caill-Milly, N., Sous, D., Lissardy, M., Kermorvant, C., 2019. **Résultats préliminaires sur les relations entre un indice d'abondance issue des données SACROIS et des variables environnementales. Cas du Rouget Barbet du golfe de Gascogne**. JIEM 2019 : Journées Ifremer - Réseau Mexico - GDR Ecosat - GDR MascotNum. 22-23 octobre 2019, Nantes, France. Communication orale.

Carter, C., Lugand, J., Caill-Milly, N., Morandeau, G., 2018. **L'approche écosystémique à l'épreuve des faits, comme outil de gestion des pêcheries côtières, dans le contexte du changement global**. RiuESS 2018 "Modernité des idées et pratiques fondatrices de l'Economie Sociale et Solidaire: s'associer, s'autogérer, s'émanciper". 16-17 mai 2018, Université de Rennes. Communication orale.

Morandeau, G., Caill-Milly, N., Carter, C., Chust, G., Oger-Jeanneret, H., Auby, I., Alvarez, P., Marga, A., Prou, J., 2016. **Face au changement climatique, revue bibliographique concernant des espèces halieutiques importantes pour les flottilles de pêche du sud du golfe de Gascogne et pour les entreprises conchylicoles**. Uhinak - II Congrès transfrontalier sur le Changement Climatique et Littoral. 27 - 28 septembre 2016, Irun, Espagne. Communication orale.

Caill-Milly, N., 2015. **Les impacts du changement climatique en Aquitaine : Ressources exploitées par la pêche et l'ostréiculture**. UHINAK 2015 - Congrès transfrontalier sur le Changement Climatique et Littoral. 6-7 Octobre 2015, Irun, Espagne. Communication orale.

Léauté, J.-P., Caill-Milly, N., 2002. **Caractéristiques des petites pêches côtières et estuariennes de la côte atlantique du sud de l'Europe**. XIVème Rencontres Interrégionales de l'Agria : "Estuaire et bande côtière... des espaces à aménager, à partager, à valoriser". 11-12 octobre 2002, les Sables d'Olonne. Poster.

- *Communications diverses*

Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., Saguet, C., Dutertre, M.-A., 2018. **Data filtering to identify reference fleets to account for abundance of fish species: strengths and weaknesses through three applications -Striped red mullet (*Mullus surmulletus*), Whiting (*Merlangius merlangus*) and Pollack (*Pollachius pollachius*) of the Bay of Biscay**. Rencontres de la Fédération de Recherche MIRA (Milieux et Ressources Aquatiques). 29 novembre 2018, Anglet, France. Poster.

Caill-Milly, N., Lissardy, M., Saguet, C., Dutertre, M.-A., Bru, N., Dossou-Gbete, S., 2018. **Mise au point d'une méthodologie pour identifier des flottilles de pêche pouvant rendre compte de l'abondance d'espèces (sur la base de l'analyse de leur CPUE) - Application au rouget barbet (*Mullus surmulletus*)**. Rencontres de la Fédération de Recherche MIRA (Milieux et Ressources Aquatiques). 12 janvier 2018, Pau, France. Communication orale.

Kermorvant, C., D'Amico, F., Bru, N., Caill-Milly, N., 2017. **De nouveaux packages pour sélectionner des points d'échantillonnage spatialement équilibrés sous R**. Angletr2017 - Sixièmes Rencontres R. 28 au 30 juin 2017, Anglet. Poster.

Caill-Milly, N., de Casamajor, M.-N., Bru, N., D'Amico, F., Lalanne, Y., Huguenin, L., Kermorvant, C., Sanchez, F., Lissardy, M., Abadie, S., Maron, P., Maillet, G., Regard, V., Pigot, T., Labrousse, J.-M., 2016. **Développement d'outils méthodologiques pour l'évaluation de biocénoses marines et de ressources halieutiques d'intérêt régional en vue de leur conservation ou de leur valorisation durable**. Rencontres de la Fédération MIRA (Fédération de recherche sur les milieux et les ressources aquatiques). 8 décembre 2016. Communication orale.

Bellamy, E., Caill-Milly, N., Lissardy, M., Mahé, K., 2015. **Pièces calcifiées utilisées pour estimer l'âge des principales espèces de poissons du sud du golfe de Gascogne**. Fête du port de Saint-Jean de Luz / Ciboure - 11-12 avril 2015. Poster.

Léauté, J.-P., Caill-Milly, N., Leblond, E., 2005. **Caractéristiques des petites pêches côtières et estuariennes françaises du sud du golfe de Gascogne**. Journées Défi Golfe, mars 2005, Brest. Poster.

9.3. Liste des conférences scientifiques sur invitation personnelle

Morandeau, G., Caill-Milly, N., Carter, C., Chust, G., Oger-Jeanneret, H., Auby, I., Alvarez, P., Marga, A., Prou, J., 2016. **Face au changement climatique, revue bibliographique concernant des espèces halieutiques importantes pour les flottilles de pêche du sud du golfe de Gascogne et pour les entreprises conchylicoles.** Uhinak - II Congrès transfrontalier sur le Changement Climatique et Littoral. 27 - 28 septembre 2016, Irun, Espagne. Communication orale.

Caill-Milly, N., 2015. **Les impacts du changement climatique en Aquitaine : Ressources exploitées par la pêche et l'ostréiculture.** Uhinak 2015 - Congrès transfrontalier sur le Changement Climatique et Littoral. 6-7 Octobre 2015, Irun, Espagne. Communication orale.

10. Annexe – productions écrites relatives à l'activité d'expertise

de Casamajor, M.-N., Caill-Milly, N., Ganthy, F., Trut, G., Antajan, E., 2021. Avis de l'Ifremer sur une procédure de demande d'autorisation environnementale pour le dragage du Port de Capbreton. DDTM 40 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Landes, Service Police de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Bureau Planification de l'Eau et Transversalité, Mont-de-Marsan, Ref. 21-073_ifremer/LERAR/2021-18, 6p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00727/83911/>

Morandeau, G., Caill-Milly, N., de Casamajor, M.-N., Antajan, E., 2021. Commentaires Ifremer sur le dossier de concertation sur l'Interconnexion électrique France-Espagne. DREAL Nouvelle-Aquitaine - Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement Nouvelle-Aquitaine, Mont-de-Marsan, Ref. 21-061_ifremer/LERAR/2021-016, 3p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00704/81653/>

Caill-Milly, N., Sanchez, F., Bru, N., de Montaudouin, X., 2020. Détermination des impacts éventuels sur le gisement d'une modification de la taille minimale [de capture] de la palourde japonaise sur le bassin d'Arcachon. DPMA - Direction des Pêches Maritimes & de l'Aquaculture, Sous-direction de l'Aquaculture et de l'Economie des Pêches, Bureau de l'Aquaculture, La Défense, Ref. DG/2020.431 - Saisine n° 20-15409 du 2 mars 2020, 6p., 2p., 50p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00631/74284/>

Morandeau, G., Caill-Milly, N., Antajan, E., 2020. Avis de l'Ifremer sur l'augmentation éventuelle des autorisations de pêche aux filets fixes - estran Gironde. DDTM 33 - Direction départementale des territoires et de la mer de la Gironde, Arcachon, Ref. LERAR/002-2020/EA/FT, 9p., 9p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00601/71296/>

Morandeau, G., Caill-Milly, N., Antajan, E., 2020. Réponse à la demande d'expertise halieutique sur un fichier de recensement des espèces de poissons du golfe de Gascogne. Association pour la Défense des Milieux Aquatiques, Artigues, Ref. Ifremer LER-AR/2020-027 - Expertise Ifremer n° 20-094, 5p., 5p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00665/77659/>

Caill-Milly, N., Lissardy, M., Bru, N., 2020. Suites du projet ROMELIGO : mise à jour des indices issus de CPUE et premier pas vers l'intégration des résultats du projet dans le processus d'émission des avis du CIEM. DPMA - Direction des Pêches Maritimes & de l'Aquaculture, Sous-direction des ressources halieutiques, Bureau de l'appui scientifique et des données, La Défense, Ref. DG/2020.282 - n°19-015164 du 24 décembre 2019, 4p., 2p., 19p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00615/72732/>

Trut, G., de Casamajor, M.-N., Ganthy, F., Caill-Milly, N., 2019. Dragage de la Baie de Txingudi, dossier complémentaire. DDTM 64 - Direction départementale des territoires et de la mer des Pyrénées-Atlantiques, Service Gestion Police de l'eau, Bayonne, Ref. LER/AR/033-2019/NCM/ft, 2p., 2p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00588/70000/>

Oger-Jeanerret, H., Bourillet, J.-F., de Casamajor, M.-N., Caill-Milly, N., Morandeau, G., Trut, G., 2019. Avis technique et scientifique sur le dossier de demande d'autorisation environnementale (AE), plus particulièrement sur le volet maritime, des travaux notamment le franchissement du gouf de Capbreton et l'atterrage des câbles au niveau du Porge. DDTM 33 - Direction départementale des territoires et de la mer de la Gironde, Bordeaux, Ref. LER/AR/022-2019/HOJ/ft - Votre mail du 25/04/2019, 11p.

Caill-Milly, N., Sanchez, F., Oger-Jeanerret, H., 2019. Avis de l'Ifremer sur la délibération n°2019-B06 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins. DIRM Sud-Atlantique - Direction interrégionale de la mer Sud Atlantique, Service de l'action économique et de l'emploi maritime, Bordeaux, Ref. LER/AR/019-2019/HOJ/ft, 3p., 3p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00497/60867/>

Morandeau, G., Sanchez, F., Caill-Milly, N., Oger-Jeanerret, H., 2019. Avis sur les filets fixes posés sur l'estran landais. DDTM 64 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Pyrénées-Atlantiques, DML 64/40, Service Environnement et activités maritimes, Anglet, Ref. LER/AR/001-2019/HOJ/NCM/ft - Votre demande d'avis reçue par mail le 12/12/2018, 2p., 2p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00476/58765/>

Caill-Milly, N., Sanchez, F., Oger-Jeanerret, H., 2017. Avis du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins Nouvelle-Aquitaine pour le maintien de l'interdiction de pêche de la palourde sur deux zones du bassin d'Arcachon jusqu'au 31 octobre 2018 et pour une ouverture exceptionnelle de la pêche sur 4 week-ends de décembre 2017 sur ces mêmes zones. DIRMSA - Direction interrégionale de la mer Sud Atlantique, Bordeaux, Ref. LER/AR/44-2017/HOJ/NCM/FS/ft - votre demande d'avis du 24 octobre 2017, 4p., 4p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00439/55102/>

Morandeau, G., Caill-Milly, N., Auby Isabelle, Oger-Jeanerret, H., 2016. Avis sur la fermeture temporaire de la pêche de la moule et du pétoncle dans le bassin d'Arcachon. DIRM Sud-Atlantique - Direction Interrégionale de la mer Sud-Atlantique, Bordeaux, Ref. LER/AR/051-2016/HOJ/ft - 423/DIRM, 4p., 4p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00357/46841/>

Oger-Jeanerret, H., Auby Isabelle, Ganthy, F., Caill-Milly, N., de Casamajor, M.-N., 2015. Nouvelle autorisation des travaux de dragage d'entretien et d'immersion du port de Bayonne. DDTM 64 - Direction départementale des territoires et de la mer des Pyrénées-Atlantiques, Anglet, Ref. LER/AR/040-2015/HOJ/ft, 6p.

Andral, B., Caill-Milly, N., 2015. Etude de stock de coquillages bivalves fouisseurs sur la bordure côtière de l'étang de Berre. DDTM 13 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches du Rhône, Marseille, Ref. LER-PAC/15-41, 3p., 3p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00276/38752/>

Caill-Milly, N., Oger-Jeanerret, H., 2015. Pêche professionnelle à pied de la palourde et des coques dans le Bassin d'Arcachon. DIRM Sud-Atlantique - Direction Interrégionale de la mer Sud-Atlantique, Bordeaux, Ref. LER/AR/036-2014/HOJ/NCM/ft - courrier n°171 DIRM du 20 mai 2015, 3p., 2p., 1p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00270/38172/>

Caill-Milly, N., Morandeau, G., Oger-Jeanerret, H., 2014. Avis de l'Ifremer sur la pertinence d'une augmentation du nombre d'autorisations annuelles de pêche au filet sur le littoral girondin en 2015. DDTM 33 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Gironde, Ref. LER/AR/03-12-14, 1p., 1p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00250/36099/>

Caill-Milly, N., Oger-Jeanerret, H., 2014. Pertinence d'une fixation de taille minimale réglementaire de la palourde japonaise à une échelle plus locale que l'échelle européenne. DDTM 33 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Gironde, Arcachon, Ref. LER/AR/013-2014/HOJ/NCM/ft, 2p., 2p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00179/29026/>

Ganthy, F., Caill-Milly, N., de Casamajor, M.-N., Oger-Jeanerret, H., 2014. Avis sur les dragages d'entretien et d'immersion du port de Bayonne. DDTM 64 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Pyrénées Atlantiques, Bayonne, Ref. LER/AR/008-2014/HOJ/ft, 8p.

Caill-Milly, N., Morandeau, G., Oger-Jeanerret, H., 2013. La faisabilité et la pertinence d'une augmentation du nombre d'autorisations annuelles de pose de filets fixes sur le littoral girondin, à hauteur de 50, pour l'année 2014. DDTM 33 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Gironde, Arcachon, Ref. LER/AR/-046-2013/NCM-HOJ/ft, 3p., 3p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00166/27680/>

Caill-Milly, N., Oger-Jeanneret, H., 2013. Réensemencement en palourdes du Bassin d'Arcachon. DDTM 33 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Gironde, Service Maritime et Littoral, Arcachon, Ref. LER/AR/042-2013/NCM-HOJ/ft, 4p., 4p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00175/28641/>

Caill-Milly, N., de Casamajor, M.-N., 2013. Avis sur la nécessité de fermeture de la pêche de l'oursin sur la côte basque durant la période de reproduction. CIDPMEM 64/40 - Comité InterDépartemental des Pêches Maritimes et des Élevages Marins, Ciboure, Ref. LRHA/2013/01, 2p., 2p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00175/28637/>

Caill-Milly, N., de Casamajor, M.-N., Auby, I., Trut, G., Kantin, R., 2013. Avis concernant le protocole de suivi environnemental du chantier de reconstruction du quai Castel amont situé sur le port de Bayonne. DDTM 64 / DDE-CQEL 64 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer de Bayonne / Direction Départementale de l'Équipement, Cellule Qualité des Eaux de Bayonne, Ref. LER/AR/014-2013, 4p., 4p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00175/28607/>

Kantin, R., Caill-Milly, N., Trut, G., 2012. Dragage de la passe ouest de la Gironde. DDTM 33 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Gironde, Arcachon, Ref. LER/AR/44-2012/GT/ft, 2p.

Trut, G., Kantin, R., Caill-Milly, N., 2012. Dossier d'autorisation pour les opérations décennales de dragage du port d'Arcachon. DDTM 33 - Direction Départementale des Territoires et de la Mer, Arcachon, Ref. LER/AR/038-2012/GT/ft, 4p.

Caill-Milly, N., Morandea, G., 2012. Pose des filets fixes dans la zone de balancement des marées du département de la Gironde. DDTM 33 - Direction des territoires et de la mer de la Gironde, Arcachon, Ref. D-CNA LHC/2012-119, 1p., 1p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00109/22012/>

Le Goff, R., Morizur, Y., Levrel, H., Biseau, A., Véron, G., Drogou, M., Laurans, M., Merrien, C., Morandea, G., Caill-Milly, N., 2012. Note relative à la pêche maritime de loisir et à sa gestion. DPMA-DEB, Ref. RBE/EDERU, 10p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00111/22177/>

Morandea, G., Caill-Milly, N., 2012. Pose des filets fixes dans la zone de balancement des marées de la côte landaise pour les pêcheurs de loisirs. DDTM 64/40 - Direction des territoires et de la mer, Délégation à la mer et au littoral des Pyrénées-Atlantiques et des Landes, Bayonne, Ref. RBE/HGS/LRHA/2012-01, 2p., 2p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00109/22013/>

Caill-Milly, N., Sanchez, F., de Casamajor, M.-N., 2011. Avis sur le renouvellement du cantonnement de pêche de Guéthary et Saint-Jean de Luz (2011). DIRM 64 - Direction interrégionale de la mer Sud Aquitaine - Division économie et formation, Bayonne, Ref. HGS/LRHA/2011-003, 1p., 1p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00052/16361/>

Caill-Milly, N., Morandea, G., 2011. Avis sur modifications de l'arrêté réglementant la pose de filets fixes dans la zone de balancement des marées du département de la Gironde. DDTM 33 - Direction des Territoires et de la Mer de Gironde, Délégation à la Mer et au Littoral, Arcachon, Ref. HGS/LRHA/2011-002, 1p.

Caill-Milly, N., Trut, G., Kantin, R., 2011. Dragage d'entretien du port de Bayonne. DDTM - Direction Départementale des Territoires et de la Mer, Bayonne 64, Ref. LER/AR/056-2011-RK/ft, 3p.

Morandea, G., Caill-Milly, N., 2011. Note sur les captures de saumons atlantiques en mer au sud de Mimizan. Comité Local des Pêches Maritimes et des Élevages Marins, Bayonne - 64, Ref. HGS/LRHA/2011-001, 8p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00050/16170/>

Caill-Milly, N., Auby, I., Kantin, R., 2010. Impact de la mesure proposée par le CLPMEM d'Arcachon en matière de casiers et de verveux. DRAM 33 - Direction Régionale des Affaires Maritimes d'Aquitaine, Bordeaux, Ref. LER/AR/25-2010/RK/ft, 2p.

Caill-Milly, N., de Casamajor, M.-N., Morandeau, G., 2010. Avis sur les mesures d'encadrement de la pêche du calmar commun pour la DRAM Aquitaine. DRAM 33 - Direction Régionale des Affaires Maritimes d'Aquitaine, Bordeaux, Ref. HGS/LRHA/2010-002, 2p.

Caill-Milly, N., Morandeau, G., 2010. Demande sur la senne danoise (définition de l'engin, efficacité, réglementation) par la DRAM Aquitaine. DRAM 33 - Direction Régionale des Affaires Maritimes d'Aquitaine, Bordeaux, Ref. HGS/LRHA/2010-001, 3p., 3p.
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00022/13281/>

Augris, C., Simplet, L., Leaute, J.-P., Blanchard, M., Cayocca, F., Caill-Milly, N., Morandeau, G., 2009. Demande d'autorisation de prospection préalable de granulats marins au large de la commune de Contis et demande d'ouverture de travaux présentés par la société GSM. Préfecture des Landes, Direction de l'administration générale et de la réglementation, Mont-de-Marsan 40, Ref. PDG/DPCP/2009-273, 3p.

Biseau, A., Foucher, E., Véron, G., Forest, A., Berthou, P., Fifas, S., Peronnet, I., Caill-Milly, N., Gerard, A., 2009. Fixation de la taille minimale des coquillages. Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture, Paris 75, Ref. 08-2783, 2p., 3p.
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00004/11555/>

Caill-Milly, N., Morandeau, G., Sanchez, F., de Casamajor, M.-N., 2009. Éléments de connaissance pouvant illustrer le caractère durable de l'exploitation sur le gouf de Capbreton pour le CLPMEM de Bayonne. Comité Local des Pêches Maritimes et des Élevages Marins (CLPMEM) de Bayonne, 64, Ref. HGS/LRHA/2009-001, 2p., 2p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00022/13306/>