



HAL
open science

Implication de la pêche professionnelle dans le deuxième cycle de la DCSMM : cas de la flottille coquillère en rade de Brest sud Spatialisation des enjeux économiques au regard des enjeux écologiques

Sandra Ougier

► To cite this version:

Sandra Ougier. Implication de la pêche professionnelle dans le deuxième cycle de la DCSMM : cas de la flottille coquillère en rade de Brest sud Spatialisation des enjeux économiques au regard des enjeux écologiques. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03142709

HAL Id: dumas-03142709

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03142709>

Submitted on 16 Feb 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



CFR Angers CFR Rennes

<p>Année universitaire : 2019-2020 Spécialité : SML-Biologie Parcours : Sciences halieutiques et aquacoles (GPECC)</p>	<p>Mémoire de fin d'études</p> <p><input type="checkbox"/> d'ingénieur de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> de master de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement</p> <p><input type="checkbox"/> d'un autre établissement (étudiant arrive en M2)</p>
--	---

Implication de la pêche professionnelle dans le deuxième cycle de la DCSMM : cas de la flottille coquillière en rade de Brest sud
Spatialisation des enjeux économiques au regard des enjeux écologiques

Par : Sandra OUGIER

(FranceTVInfo.fr, 2014)



Soutenu à Rennes le 17 septembre 2020

Devant le jury composé de :

Président : Didier Gascuel

Maîtres de stage : Julien DUBREUIL & Jacques DOUDET

Autres membres du jury (Nom, Qualité) : Jacques Grall (Chercheur UBO)

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier mes encadrants, Julien Dubreuil et Jacques Doudet, pour leur confiance, leur accompagnement et leur disponibilité tout au long de ce projet, malgré cette période compliquée de crise sanitaire. J'ai pris plaisir à travailler avec vous. Vous êtes passionnés par votre métier, ce qui a été très motivant et riche d'apprentissage.

Je souhaite remercier particulièrement Jacques Grall pour le partage des données, de ses connaissances et son aide précieuse. Je remercie également Damien Coulais qui m'a apporté son aide sur QGIS à chaque fois que j'en avais besoin. Un grand merci également à Damien Le Guyader et Jérôme Guitton qui ont éclairé mon chemin dans un script R de prime abord très obscur.

Je remercie toute l'équipe du CRPMEM de Bretagne pour leur accueil, leurs sourires et leur bonne humeur au quotidien. Un grand merci à Jehane Prudhomme pour le partage de bureau et pour avoir supporté toutes mes questions ! Merci à Jacques Metayer pour ta joie de vivre, Joëlle Klié pour ta bienveillance malgré le fait que je ne fasse pas partie de la "team poney", Faustine Masson pour tes conseils et aides en sciences juridiques, Mathilde Laboulais pour l'escapade terrain re-vivifiante.

Merci à Olivier Le Nezet pour m'avoir montré que le Leadership est un travail de longue haleine qui ne s'arrête jamais, même pendant un babyfoot. Tu as derrière toi un véritable équipage uni.

Je remercie également les acteurs qui m'ont accordé de leur temps pour les entretiens. Vous avez été nombreux à saluer la démarche et à me partager avec plaisir vos expériences et connaissances qui m'ont été précieuses pour la rédaction de ce mémoire.

Je tiens ensuite à remercier l'ensemble de l'équipe enseignante du pôle Halieutique de l'Institut Agro et plus particulièrement Didier Gascuel, Jean-Eudes Beuret et Marie Lesueur pour leur accompagnement pendant cette dernière année de master.

J'aimerais également dire un grand merci à la meilleure promo SHA (la 50^{ème} !!!) pour votre dynamisme, votre passion et votre motivation tout au long de cette année. Nous avons formé une belle famille. Ce fût un honneur de combattre à vos côtés pendant ce Fort Halieute inoubliable.

Après avoir mentionné les briques essentielles pour l'accomplissement de cette dernière année de Master, je ne peux pas terminer sans mentionner le ciment de ce projet, sans lequel n'importe quelle construction s'effondrerait au premier coup de vent. Ce ciment, c'est ma Famille : mon compagnon, mes parents, ma sœur, ainsi que, certains groupes qui se reconnaîtront : les 3 mousquetaires, ma famille niçoise, la crème de la crème, ma famille brestoise et le BDR, ma famille rennaise.

Je souhaiterais dédier ce mémoire, aboutissement de longues années d'études et de réflexion d'orientation au Pr Patrice Francour qui a été une inspiration et un modèle dès mon arrivée dans les études supérieures et sans qui je ne serais pas la personne que je suis aujourd'hui.

Sommaire

Liste des illustrations	5
Liste des acronymes	7
1. Introduction.....	8
1.1. Un environnement juridique structurant la protection du milieu marin.....	8
1.2. Demande des gestionnaires de la pêche de reconnaître les enjeux socio-économiques au même titre que les enjeux écologiques	10
2. Matériels et Méthodes.....	12
2.1. Sujets de l'étude.....	12
2.1.1. La zone d'étude : La Rade de Brest, un pôle d'activités économiques.....	12
2.1.2. Le sujet de l'étude : la pêche professionnelle à la drague	14
2.1.3. Présence d'un écosystème remarquable : le maërl	15
2.2. Traitement et analyse spatiale des données disponibles.....	17
2.2.1. Spatialisation des activités de pêche : Données AIS.....	17
2.2.2. Mise en forme des données de productions déclaratives et ventes en criée	19
2.2.3. Spatialisation des données de production en kilo et en valeur.....	19
2.2.4. Cartographie des bancs de maërl, objet de la protection.....	22
2.3. Définition d'un modèle cartographique, support de simulation de fermeture de zone à la pêche à la drague.....	23
2.4. Entretiens avec les professionnels de la pêche, les scientifiques et les gestionnaires.....	24
2.4.1. Guide d'entretien	24
2.4.2. Proposition de scénarios de fermeture de zones à la pêche professionnelle à la drague suite aux entretiens.....	25
3. Résultats.....	26
3.1. Les enjeux socio-économiques en rade de Brest sud	26
3.2. Les enjeux économiques par espèces en rade de Brest sud.....	26
3.3. Dynamique temporelle de l'effort de pêche de la praire en fonction de l'épisode d'ASP....	28
3.4. Cartographies des enjeux écologiques	30
3.5. Compte-rendu des entretiens	31
3.5.1. Adéquation des informations cartographiques avec les expériences des acteurs	31
3.5.2. La plus-value de ces cartes pour les acteurs	32
3.5.3. Impact des choix graphiques des cartes et de leur présentation.....	33
3.5.4. Les propositions de mesure faites pas les acteurs	33
3.6. Les impact(s) économique(s) potentiel(s) des scénarios de gestion proposés	34
4. Discussion.....	35
4.1. Les plus-values de la méthode de cartographie des enjeux socio-économiques et écologiques.....	35
4.1.1. Conséquences de l'adaptation de la stratégie de pêche des entreprises.....	35
4.1.2. Une échelle plus fine de discussion pour des mesures de gestion locales	36
4.1.3. Une représentation des enjeux écologiques du maërl qui fait débat	37
4.1.4. Les cartes, support de concertation pour une meilleure acceptabilité des mesures de gestion	37
4.2. Limites et perspectives	39
4.2.1. Lacunes des données.....	39
4.2.2. Limites de la méthode de spatialisation des données AIS et de production	39
4.2.3. Limites de la méthode de krigeage des données de vitalité	40

4.2.4.	La subjectivité des cartes	41
4.2.5.	Limites du modèle cartographique.....	41
4.3.	Conclusion.....	42
5.	Références.....	43
6.	Annexes.....	48

"Tous les modèles sont faux, mais certains sont utiles..."
George Box

Liste des illustrations

Annexes

Annexe 1: Tableau des 11 descripteurs du BEE en milieu marin (envlit.ifremer.fr, s.d.).....	48
Annexe 2: Motion du conseil du CRPMEM de Bretagne (2018).....	49
Annexe 3 : Carte – Zones Natura 2000 en rade de Brest (DREAL Bretagne – données 2007).....	50
Annexe 4 : Annexe 1 de la Délibération 2018-064 "MOLLUSQUES BIVALVES BR/CM – B" du 21 septembre 2018.....	51
Annexe 5 : Lettre d'information n°3 avril 2019 (AGLIA, 2019).....	52
Annexe 6 : Répartition spatiale de la densité annuelle des segments de pêche pour le dragage du pétoncle en 2011-2012. Les lignes rouges mettent en évidence le 95e centile.(Guyader et al., 2017)	53
Annexe 7 : Extrait du script R illustrant le méthode de calcul des lignes de densité de Kernel (package "MASS") et la création des cartes (package "ggplot2" et "sf")	54
Annexe 8 : Code R permettant le krigeage des données de vitalité du maërl.....	55
Annexe 9 : Spatialisation de l'indicateur BenthVal (Bernard et al., 2019), fonction de l'indicateur d'effort de pêche à la drague TTD (c.f. équation 3). BenthVal est un indicateur de vitalité du maërl.....	56
Annexe 10 : Carte de la valeur monétaire (€) de la pêche à la drague en rade de Brest sud-est, cumulé de 2012 à 2017, exprimé en pourcentage.....	56
Annexe 11 : Carte de l'habitat maërl (données du CRPMEM de Bretagne) (réalisé sur QGis).....	57
Annexe 12 : Carte de krigeage des données de vitalité du maërl (méthode du krigeage ordinaire) (Com. Pers. PNRA, 2012).....	57
Annexe 13 : Carte de la variabilité sur les données prédites par la méthode du krigeage en échelle log (méthode du krigeage ordinaire)	58
Annexe 14 : Modélisation des zones de pratiques de pêche à la drague. Utilisation de la méthode de Le Tixerant, 2004. (Gourmelon et al., 2013).....	58
Annexe 15 : Localisation du récepteur terrestre des données AIS en rade de Brest (étoile jaune) et aire de couverture théorique associée(Ray et al., 2019).....	59
Annexe 16 : Illustration de la stratégie d'échantillonnage retenue pour la cartographie du banc de maërl de Belle-Ile. + : stations d'échantillonnage (coordonnées en WGS, UTM zone 30 – 1000 mètres en deux graticules) (Dubreuil et al., s.d.)	59
Annexe 17 : Graphes de a) la production de coquillages déclarée en rade de Brest et b) le prix moyen (PM) en criée de Brest en fonction de la saison de pêche (décembre à avril) et des espèces. La saison d'ASP correspond à la saison 2014-2015. CSJ: Coquille Saint-Jacques P: Praire PN: Pétoncle Noir	60

Cartes

Carte 1 : La Rade partagée (DDTM 29 adapté de Damien Le Guyader, 2012)	13
Carte 2 : Cartographies a) du nombre de navire a avoir travaillé b) de l'effort de pêche (TTD) c) de l'effort de pêche (TTD) avec une variation du gradient de couleur en échelle logarithmique d) de la production de coquillages, cumulé de 2012 à 2017. Les polygones violets représentent les principaux bancs de maërl (Bernard et al. 2019). Les tracés gris clair et gris foncé représentent respectivement la ligne de bathymétrie 5m et 10m. Les polygones rouges en b) représentent les lignes de densité de kernel des données AIS (percentile 80).	27
Carte 3: Cartographies de l'effort de pêche (TTD) pour a) la praire b) la coquille Saint-Jacques, cumulé de 2012 à 2017. Les polygones violets représentent les principaux bancs de maërl (Bernard et al. 2019). Les tracés gris clair et gris foncé représentent respectivement la ligne de bathymétrie 5m et 10m.....	28
Carte 4 : Cartographies de l'effort de pêche moyen par saison de pêche de la praire a) avant (2012-2014) b) pendant (2014-2015) et c) après (2015-2017) la période d'ASP. Les polygones violets représentent les principaux bancs de maërl (Bernard et al. 2019). Les tracés gris clair et gris foncé représentent respectivement la ligne de bathymétrie 5m et 10m.....	29
Carte 5 : Plan d'échantillonnage de la vitalité du maërl (carte produite à partir des données du PNRA, 2012). Les tracés gris clair et gris foncé représentent respectivement la ligne de bathymétrie 5m et 10m.	30
Carte 6 : Carte de krigeage ordinaire de la vitalité du maërl (données du PNRA, 2012). En haut à droite est représenté le variogramme sur lequel un modèle a été défini. Les polygones noirs représentent les principaux bancs de maërl (Bernard et al. 2019). Les tracés gris clair et gris foncé représentent respectivement la ligne de bathymétrie 5m et 10m.	30

Equations

Équation 1 : Allocation de la valeur de production proportionnellement à l'effort pêche (TTD)	20
Équation 2 : Allocation de la valeur de production proportionnellement à l'effort pêche (TTD) par carré, par jour, par navire et par espèce.....	21
Équation 3 : Relation entre BenthVal (maërl vivant/maërl mort par méthode SPI) en fonction de l'effort de pêche à la drague (TTD).....	23

Figures

Figure 1 : Espèces exploitées par la pêche professionnelle à la drague en rade de Brest avec leur taille minimale de capture respective.....	14
Figure 2 : (a) Localisation de la rade de Brest sur la côte Atlantique française. (b) Intensités de dragage (pression) calculé sur 5 années pour des carrés de 50m x 50m. Les tracés gris représentent les délimitations des bancs de maërl nommés par des flèches noires. Les étoiles noires représentent les stations de prélèvement de l'étude de la publication source pour le calcul de l'indicateur BenthVal (adapté de Bernard et al. 2019).....	18
Figure 3 : Schéma illustrant la méthodologie de Bernard et al. 2019 en 3 étapes (a, b et c) pour spatialiser l'effort de pêche à la drague en rade de Brest de 2012 à 2017.....	19
Figure 4 : Schéma méthodologique d'attribution des données de production de coquillage à chaque zone (carré) proportionnellement à l'effort de pêche subit (TTD) par cette zone.....	20
Figure 5 : Schéma méthodologique d'attribution d'une variable d'espèce ciblée aux données AIS puis d'allocation de données de production au prorata de l'effort de pêche	21
Figure 6 : Relation entre l'intensité de dragage et la moyenne par station (a) et l'écart-type (b) du ratio maërl vivant sur maërl mort (Bernard et al., 2019).....	23

Photographies

Photographie 1 : Drague à coquillages (bretagne-peches.org)	14
Photographie 2 : Les deux espèces de maërl principales présentes en rade de Brest, a) Lithothamnion corallioides b) Phymatolithon calcareum (Michez et al., 2011).....	16

Tableaux

Tableau 1 : Détail du nombre d'entretiens sollicités et réalisés par organismes et postes des acteurs	25
Tableau 2 : Réponses synthétiques des acteurs lors des entretiens par organisme et thématiques abordées	31
Tableau 3 : Synthèse des résultats par scénario de fermeture à la pêche à la drague en rade de Brest sud, représentés par les polygones rouges (clairs et foncés). Les polygones verts sont les zones déjà fermées	34

Liste des acronymes

- ❖ AFB: agence française pour la biodiversité
- ❖ AIS: automatic identification system
- ❖ AMP: aire marine protégée
- ❖ ANSES: agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
- ❖ ARP: analyse risque pêche
- ❖ ASP: amnesic shellfish poison
- ❖ BEE: bon état écologique
- ❖ BRGM: bureau de recherches géologiques et minières
- ❖ CDPMEM: comité départemental des pêches maritimes et des élevages marins
- ❖ CMFRI: central marine fisheries research institute
- ❖ CNRS: centre national de recherche scientifique
- ❖ COPIL: comité de pilotage
- ❖ CRPMEM: comité régional des pêches maritimes et des élevages marins
- ❖ DCE: directive cadre sur l'eau
- ❖ DCPEM: directive cadre planification des espaces maritimes
- ❖ DCSMM: directive cadre stratégie pour le milieu marin
- ❖ DHFF: directive habitat faune flore
- ❖ DDTM: direction départementales des territoires de la mer
- ❖ DECIDER: diagnostic des interactions engins habitats, drague maërl
- ❖ DOCOB: document d'objectif
- ❖ EMR: énergie marine renouvelable
- ❖ ETP: équivalent temps plein
- ❖ ESRI: environmental systems reseach institute
- ❖ GIZC: gestion intégrée de la zone côtière
- ❖ GPS: global positoning system
- ❖ IFREMER: institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
- ❖ INEE: institut écologie environnement
- ❖ IUEM: institut universitaire européen de la mer
- ❖ MMSI: maritime mobile service identity
- ❖ MNHN: muséum national d'histoire naturelle
- ❖ MTES: ministère de la transition écologique et solidaire
- ❖ NAMO: nord-atlantique manche-ouest
- ❖ OFB: office français pour la biodiversité
- ❖ ONU: organisation des nations unis
- ❖ PAMM: plan d'action pour le milieu marin
- ❖ PNRA: parc naturel marin d'Armorique
- ❖ REBENT: réseau benthique
- ❖ SNML: stratégie nationale mer et littoral
- ❖ SRM: sous-région marine
- ❖ TTD: times totally dredged
- ❖ UBO: université bretagne occidentale
- ❖ UE: union européenne
- ❖ VMS: vessel monitoring system
- ❖ ZPS: zone de protection spéciale
- ❖ ZSC: zone spéciale de conservation

1. Introduction

Depuis quelques décennies, l'augmentation de la population humaine ainsi que l'évolution technique et industrielle induit une **augmentation des activités anthropiques** (transport terrestre, maritime et aérien, agriculture, industrie, etc.). En milieu marin, de nombreuses activités sont présentes (transport commercial, pêche, activités de plaisance, extraction de granulats marins, aquaculture, activités militaires) ou émergentes (énergies marines renouvelables), etc. Chaque activité apporte un risque supplémentaire de détérioration du milieu marin (par ex. atteintes physiques des fonds, contaminants, transport d'espèces potentiellement invasives, etc.) que l'on appelle "pression". La pression se rapporte à un effet sur l'environnement qui peut être chimique (manque d'oxygène, surplus d'azote, etc.), physique (destruction, abrasion) pouvant causer, directement ou indirectement un stress sur les écosystèmes et les populations. En ce sens, la **pêche est une pression directe** sur les populations de poissons par prélèvement ou mortalité. Si l'on souhaite conserver un milieu résilient, permettant de supporter ces activités sur le long-terme, il est nécessaire d'agir pour un **développement durable de ces activités** c'est-à-dire en exposant le milieu marin à une pression raisonnée intégrant un volet écologique, social et économique.

1.1. Un environnement juridique structurant la protection du milieu marin

Face à une augmentation et une diversification des pressions qui s'exercent sur le milieu marin, une première dynamique réglementaire pour la protection de l'environnement est apparue à l'échelle internationale via la Convention sur la biodiversité de Rio par l'ONU (1992) et la **Convention OSPAR** (1992). Cette dernière pousse 15 pays ainsi que l'Union Européenne (UE) à assurer la **meilleure conservation possible de l'espace marin via une surveillance et une évaluation de l'état de ce milieu**. L'Europe y répond, entre autres, via l'élaboration de la **Directive Habitat Faune Flore**¹(DHFF) pour la protection et la conservation des espaces naturels et des espèces présentant un intérêt patrimonial dans le respect des exigences culturelles, sociales et économiques. Pour cela, cette directive s'appuie sur le **réseau Natura 2000** qui se veut un réseau cohérent de sites naturels protégés.

La protection des milieux aquatiques émerge dans un deuxième temps avec la **directive-cadre sur l'eau (DCE)**² qui établit un cadre pour une politique globale communautaire de la **gestion de l'eau** visant à réduire la pollution de l'eau, protéger les écosystèmes aquatiques (zones humides) et réduire les effets des inondations et des sécheresses. Enfin, la **directive-cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM)**³ établit quant à elle un cadre pour une politique globale communautaire de **protection (ou conservation) du milieu marin**. Cette directive vise l'atteinte du **Bon Etat Ecologique (BEE)** du milieu marin ainsi que **l'amélioration de l'état de conservation de la biodiversité marine** dans les eaux européennes. Pour la réalisation de cet objectif, la DCSMM demande aux Etats membres de l'UE qu'ils mesurent l'impact de l'activité anthropique sur le milieu marin à travers 11 descripteurs (Annexe 1), et qu'ils définissent des objectifs de protection via, le cas échéant, des prises de mesures. On notera que la DCSMM demande « **une prise en compte suffisante des préoccupations sociales et économiques dans la définition des objectifs** » (2008/56/CE, chap.3 art.13 para.3).

Enfin, en 2014, l'UE élabore la **directive cadre planification des espaces maritimes (DCPEM)**⁴ qui demande aux Etats membres d'assurer une **coordination des différentes activités**

¹Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, 1992

²Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, 2000

³Directive 2008/56/CE du Parlement Européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin, 2008

⁴Directive 2014/89/UE du Parlement européen et du Conseil du 23 juillet 2014 établissant un cadre pour la planification de l'espace maritime, 2014

en mer. La planification de l'espace maritime correspond à la « répartition spatiale et temporelle des activités et usages pertinents » (art.8, 2014/89/CE). Cette directive s'inscrit dans l'esprit de la politique maritime intégrée de l'Union Européenne.

Chaque état membre de l'UE doit transposer les directives européennes dans le droit national. En France, (concernant la DHFF), la **Loi n°2016-1087 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages**⁵ traite particulièrement de la pêche professionnelle en zone **Natura 2000** et introduit la nécessité d'**analyse de risque pêche** (ARP). L'ARP consiste à réaliser l'évaluation des incidences sur les habitats et les espèces d'un site Natura 2000 par une approche basée sur l'évaluation du risque (probabilité d'occurrence d'une atteinte à la conservation). Bien que cette directive ait déjà été transposée en droit national, les évaluations d'incidences liées à la pêche professionnelle n'ont pas été intégrées dans les textes. **Jusqu'à loi biodiversité de 2016, la pêche est hors obligation de mesures au titre de Natura 2000**, néanmoins des prises de mesures sont possibles dans un document d'objectifs (DOCOB) mais ne sont pas obligatoires.

Concernant la pêche professionnelle, il s'agit d'évaluer le risque d'impact d'une activité de pêche au regard de la sensibilité de l'habitat marin pour cette activité. Par exemple, la pêche aux arts traïnants présente un risque d'altération physique des fonds marins. Le risque d'impact est d'autant plus important que le fond marin est sensible au passage d'une drague ou d'un chalut (abrasion). Par exemple, un fond sableux sera moins sensible à la drague qu'un fond de maërl. En effet, les thalles d'algues calcaires qui forment le maërl seront brisées et enfouies sous le sable, privés de photosynthèse, ce qui impacte négativement la productivité de ce dernier (Bernard et al., 2019). A la suite d'une ARP, **l'application de mesures devient obligatoire dès lors qu'un risque de porter atteinte aux objectifs de conservation d'un habitat est identifié au sein d'un site Natura 2000**. La décision d'une mesure est prise au sein d'un comité de pilotage (COFIL) Natura 2000.

Concernant la directive DCSMM, cette dernière a été transposée en droit français dans le code de l'environnement art. L.219-9 et suivants, R.219-2 et suivants. Sa mise en œuvre s'est traduite par un **plan d'action pour le milieu marin (PAMM)** pour chaque sous-région marine concernée, comprenant entre autres la fixation d'objectifs, **un programme de mesures et de surveillance**. Pour atteindre le BEE, elle s'appuie sur une définition (UE et nationale) et sur 11 critères (Annexe 1). Le 1^{er} cycle de mise en œuvre de la DCSMM (PAMM) a couvert la période 2012-2018 (pour les objectifs) et **2015-2021 (pour les mesures)**. Pour l'entrée dans le 2^{ème} cycle (donc dès 2018 pour les objectifs), la France a fait le choix de transposer une seconde directive UE relative à la planification (DCPEM) pour bâtir **un document unique qui intégrera à la fois l'atteinte du BEE et la planification des activités maritimes**. Pour cela une Stratégie Nationale pour la Mer et le Littoral a été développée et des **Documents Stratégiques pour chaque façade maritime** déclinent à la fois cette stratégie et les directives DCSMM et DCPEM. Pour simplifier, le PAMM est devenu le volet environnemental du DSF.

Le **Décret n°2017-724**⁶ présente l'outil **Document Stratégique de Façade (DSF)** comme intégrant le plan d'action pour le milieu marin (DCSMM : 2008/56/CE ; loi n°2010-788) avec la planification des activités en mer (DCPEM : 2014/89/CE). En France, le littoral a été découpé en 4 façades maritimes (ou sous-région marine (SRM)), chacune ayant son DSF propre : Manche Est – mer du Nord (MEMN), Nord Atlantique – Manche Ouest (NAMO), Sud Atlantique et Méditerranée⁷. Ce découpage par façade permet de préciser et compléter les orientations de la stratégie nationale au regard des enjeux économiques, sociaux et écologiques propres à chaque façade. Ainsi, **les enjeux de décisions et de prises de mesures, pour l'atteinte du BEE, se font *in fine* à l'échelle d'une façade maritime.**

⁵(“LOI n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages - Dossiers législatifs - Légifrance,” n.d.)

⁶(“Décret n° 2017-724 du 3 mai 2017 intégrant la planification maritime et le plan d'action pour le milieu marin dans le document stratégique de façade - Version en vigueur au 11 mai 2020 - Légifrance,” n.d.)

⁷ Le Document Stratégique de Façade est appelé, en outre-mer, Document Stratégique de Bassin Maritime

Le DSF de la façade NAMO contient l'état initial écologique et socio-économique de la façade réalisée en 2014 et révisé en 2018. La pêche professionnelle⁸, notamment aux arts traînants, est principalement concernée par cet état initial au travers du descripteur 6 (évaluation de l'intégrité des fonds marins⁹). L'état initial de 2018 énonce que "**pratiquement 100% de la superficie des perturbations physiques potentielles des fonds marins est imputable à l'activité de la pêche professionnelle aux arts traînant**". Le bilan socio-économique de 2018 est que la façade NAMO est la première façade métropolitaine concernant la pêche professionnelle embarquée (6 158 marins-pêcheurs en 2015, 20 des 39 criées de France sont sur la façade NAMO). La pêche professionnelle comprend une grande diversité de métiers de pêche (1 555 navires, 76% pratiquent la petite pêche côtière dont 61 % de la flotte constituée de navires polyvalents et 21 % de chalutiers). Cette activité est majoritairement artisanale et est localisée dans les eaux territoriales(MTES, 2019).

L'enjeu du DSF est l'atteinte du BEE tout en respectant les **objectifs socio-économiques** de la stratégie nationale de la mer et du littoral (SNML) à **l'horizon 2026**. La SNML demande notamment une tendance à la **hausse** en termes de **nombre d'entreprises, d'emplois (équivalents temps pleins (ETP)) et d'actions de sensibilisation** des pêcheurs à une meilleure gestion de la ressource. Elle souhaite maintenir voire **augmenter** le nombre de couple engin-espèce, représentant **la diversité des métiers** de pêche. Elle demande également de favoriser le **renouvellement des navires** qui sont actuellement vieillissant mais avec une cible qui reste à déterminer dans le plan d'action du DSF. Le DSF ne donne pas plus de précision en termes d'objectifs chiffrés, ce qui laisse place à **discussion et concertation pour la décision de ces objectifs par les acteurs locaux**.

L'activité de pêche professionnelle est soumise à une pression réglementaire importante et est sujette à une remise en question permanente. L'ARP est un outil puissant pour les gestionnaires de l'environnement car elle permet, via une méthodologie scientifique cadrée au niveau national, de déclencher une prise de mesure obligatoire. Parmi les mesures nationales existantes pour la mise en œuvre de la DCSMM, la **mesure M003 appelée "mesure de protection forte" suscite une inquiétude forte chez les professionnels de la pêche**. Il s'agit d'une mesure de **protection spatiale** qui doit contribuer à un réseau de protections fortes cohérent, connecté et représentatif de la diversité des écosystèmes marins. Cette mesure dispose d'une réglementation particulière des activités pour permettre de "diminuer très significativement voire de supprimer les principales pressions sur les enjeux écologiques justifiant la protection forte" (AFB, MTEs, 2018). En ces termes, cette **définition de la protection forte est anxiogène pour les gestionnaires des pêches**(Annexe 2 : CRPMEM de Bretagne, 2018). Cette mesure intervient en priorité dans les aires marines protégées (AMP) (Natura 2000, Parc naturel marin (PNM), etc.)(AFB, MTEs, 2018). Néanmoins, la dernière étape de l'ARP est une évaluation de **l'importance socio-économique du site pour les activités de la pêche afin que les mesures prises soient proportionnées aux enjeux écologiques et socio-économiques**, point qui est également demandé, comme nous l'avons vu plus tôt, par la DCSMM (2008/56/CE chap.3 art.13 para.3).

1.2. Demande des gestionnaires de la pêche de reconnaître les enjeux socio-économiques au même titre que les enjeux écologiques

Face à des mesures de protection de l'environnement de plus en plus spatialisées, les gestionnaires de la pêche comme les professionnels se sentent **peu écoutés, compris et considérés** au sein des conseils de gestion (Julien Dubreuil, Olivier Le Nezet, communication personnelle, 2020). Le **manque d'un outil** spatialisé permettant aux professionnels d'exposer leurs intérêts induit des **mesures de gestion** subies et ressenties comme **illégitimes, injustifiées et inacceptables**

⁸ Au regard des 11 descripteurs donnés par la DCSMM, la pêche professionnelle est concernée par 4 descripteurs (D) : de façon directe via le D3-Espèces exploitées et de façon indirecte via les D1-Diversité biologique, D4-Réseau trophique et le D6-Intégrité des fonds marins.

⁹ Descripteur 6 de la DCSMM (Annexe 1)

ce qui peut causer une **absence de respect des mesures** de gestion (CMFRI, 2016). Ce sentiment de mesures de gestion subies est d'autant plus important dans les zones Natura 2000. Au moment de sa création, le réseau Natura 2000 n'était pas un outil réglementaire s'appliquant à la pêche professionnelle (Décret n° 2001-1216, 2001). L'application par la suite d'une ARP avec obligation de prise de mesure (Loi n° 2016-1087, 2016) a été mal vécue par les acteurs de la pêche. Cette expérience les a rendus d'autant plus méfiants et déterminés à défendre leurs intérêts (Caron et al., s.d.)¹⁰. Cette reconnaissance des enjeux économiques des professionnels apparaît d'autant plus nécessaire dans un contexte de diminution de la flotte de pêche professionnelle qui se superpose aujourd'hui à un développement d'autres usages (EMR, plaisance, etc.) et où la pêche professionnelle est de moins en moins visible sur l'espace littoral (Menozzi, 2017).

Afin d'engager les professionnels à respecter les mesures de gestion, l'acceptabilité de ces mesures par l'ensemble des acteurs est primordiale. Pour cela, le processus d'**enrôlement** est efficace car il permet via l'attribution d'un rôle, d'intéresser les acteurs sur le long terme (Lavigne Delville, 2013). Dans le cas des professionnels de la pêche, il s'agit de leur **attribuer un rôle de gestionnaire de la ressource et de l'environnement**. Vis-à-vis de la loi française, la gestion de la ressource revient déjà en partie aux pêcheurs professionnels via l'organisation professionnelle de la pêche (comités nationaux et régionaux) (Code rural et de la pêche maritime - Article L912-2, s.d.).

Le programme **DECIDER (Diagnostic des interactions engins habitats, drague maërl)** mené par l'AGLIA en partenariat notamment avec le CRPMEM de Bretagne et l'Université de Brest, est un bon exemple d'implication de la pêche professionnelle dans la gestion des ressources et dans la mise en œuvre des politiques publiques de protection de l'environnement. Ce programme, visant à acquérir des connaissances sur l'impact de la pêche à la drague sur le maërl et sur la répartition des bancs, a permis de réunir scientifiques et professionnels autour d'une même problématique, permettant de **créer un lien de confiance** entre eux (Menozzi, 2017) et de **légitimer les connaissances** sur l'impact écologique de l'activité de pêche à la drague. Ce programme a notamment permis de montrer qu'à Belle-Ile (Bretagne Sud), au vu de l'état de certains bancs de maërl exploités historiquement, **le maintien en bon état de conservation de l'habitat n'est pas incompatible avec une certaine forme d'exploitation** (AGLIA, 2016; Dubreuil et al., s.d.). Ce programme s'est conclu sur l'élaboration d'une **carte de la distribution du taux de recouvrement et de la vitalité du maërl**, outil nécessaire pour "engager une concertation avec les acteurs [...] dans un objectif de gestion des activités" (Dubreuil et al., s.d.).

Pour les gestionnaires et les professionnels de la pêche, **la prochaine étape est de pouvoir cartographier les enjeux économiques** au regard des données écologiques actuelles toujours à une **échelle locale**. L'objectif de mon stage est de fournir **une méthode simple aux gestionnaires permettant de valoriser leurs données économiques** (données déclaratives de production et prix en criée), le but étant d'apporter un outil supplémentaire pour enrichir la discussion et la concertation dans les secteurs à enjeux à échelle locale, par exemple un site Natura 2000. Cet outil présente également pour les professionnels un intérêt pédagogique, permettant au cours de l'élaboration des mesures de conservation des habitats, d'expliquer aux différentes parties prenantes les secteurs d'intérêt économique essentiels pour une flotte.

Le **sud de la Rade de Brest** est particulièrement intéressant car il abrite un site Natura 2000 visant notamment à protéger un écosystème remarquable et vulnérable, le maërl. Ce site Natura 2000 abrite un des plus grands bancs d'Europe (Bajjouk et al., 2015), faisant du maërl en rade de Brest un enjeu prioritaire (Parc Naturel Régional d'Armorique, 2014). En rade de Brest, le maërl est soumis à une pression de pêche quasi-exclusivement aux dragues à coquillages. La majorité des espèces de coquillages exploitées sont inféodées à l'habitat maërl. Grâce à la collaboration du CDPMEM du Finistère et de Jacques Grall (UBO), je dispose des données AIS de la partie sud de la rade de Brest et les données économiques nécessaires au projet.

¹⁰ Rapport étudiant d'Agrocampus-Ouest, paragraphe "L'exemple symptomatique de l'ARP" (février 2020)

Face à des mesures de protections spatialisées (ex. Mesure M003), il apparaît cohérent de produire un outil cartographique permettant de visualiser les secteurs à enjeux économiques. A échelles large et locale, les données VMS et AIS sont régulièrement utilisées pour cartographier les efforts de pêche, noter les zones d'enjeux pour la pêche (Mazzarella et al., 2014), surveiller l'impact des activités humaines en mer (Ferrà et al., 2018; Le Tixerant et al., 2018) voire améliorer la surveillance (Robards et al., 2016). L'exercice de couplage entre les données AIS ou VMS avec les données déclaratives de production est un exercice moins commun. Dans le cadre de l'état des lieux socio-économiques du DSF-NAMO, ce travail a été réalisé en utilisant des données VMS (Daurès, 2017). En rade de Brest, Guyader et al., 2017 et Bernard et al., 2019 ont cartographié l'effort de pêche respectivement dans la zone nord et sud de la rade de Brest avec de la donnée AIS.

En résumé, la cartographie des enjeux économiques apparaît comme **un besoin** des professionnels de la pêche afin d'exprimer leurs intérêts au sein des instances de gestion. Il s'agit aussi d'**une nécessité** afin de répondre aux **exigences réglementaires** d'une prise de mesures écologiques proportionnées aux enjeux socio-économiques. Dans ce contexte, cette demande des professionnels n'est probablement pas un cas isolé à l'échelle française, voire européenne. La question que l'on se pose ici est de savoir **quelle est la plus-value de cet outil cartographique dans le processus de concertation et de discussion ?** On peut s'interroger sur la **plus-value technique** – quel est l'impact économique potentiel d'une fermeture de zone à la pêche sur le court-terme ? – mais également la **plus-value sociale** de cet outil – quel est l'impact de l'existence de ces cartes d'enjeux sur l'acceptabilité sociale des mesures de gestion ?

Pour y répondre la première étape est de créer la carte de production en valeur qui, mise au regard d'une carte des enjeux écologiques, sera un support de discussion avec les acteurs de gestion du site lors d'entretiens. A partir de ces entretiens, des scénarios de gestion pourront être identifiés puis testés sur un modèle spatial de l'importance économique. Il s'agira d'évaluer les potentiels gains ou pertes économiques de ces scénarios sur le court voire moyen terme.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Sujets de l'étude

2.1.1. La zone d'étude : La Rade de Brest, un pôle d'activités économiques

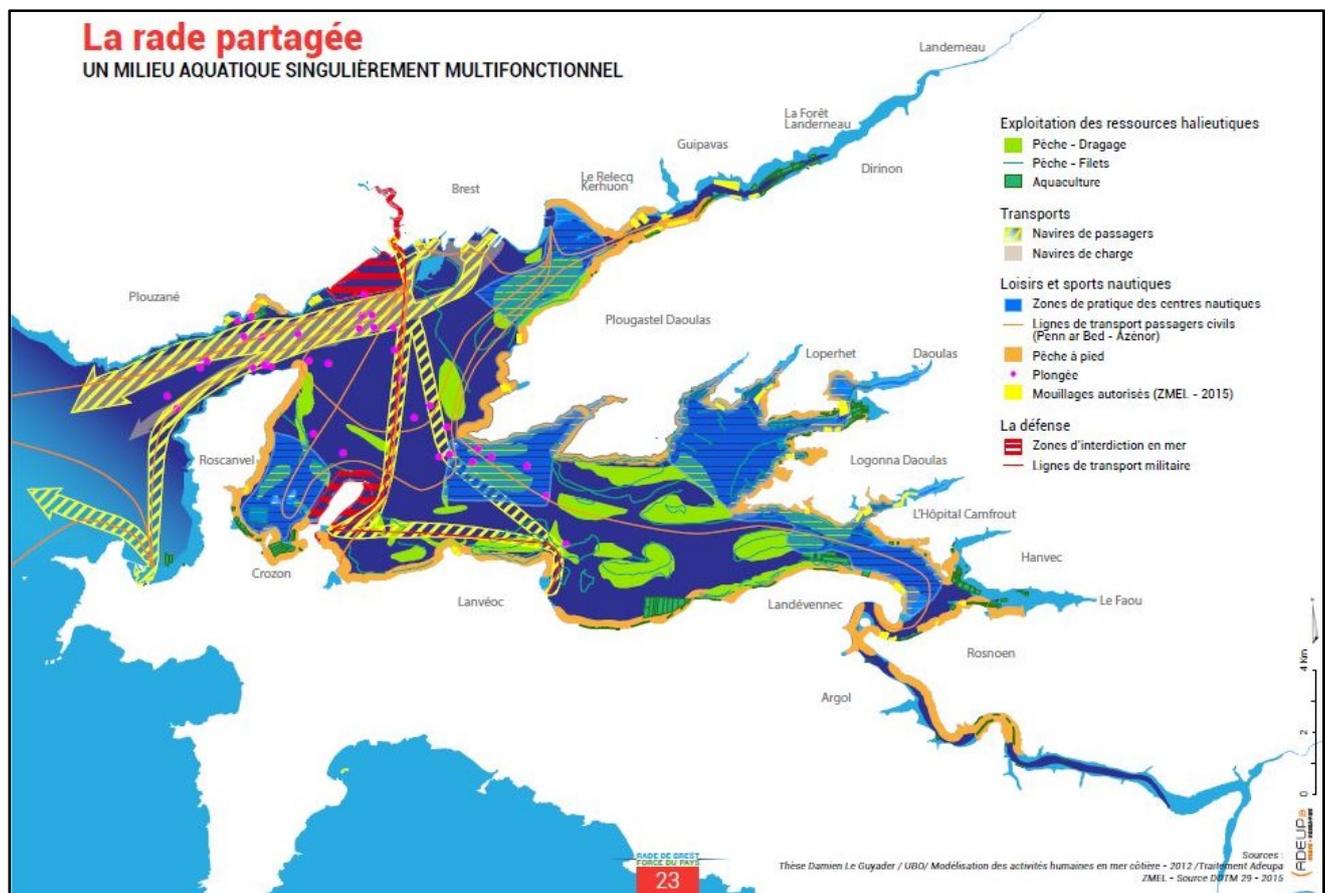
La Rade de Brest se situe à la pointe du département du Finistère (29), en Bretagne (France). Il s'agit d'un territoire de **180 km²** avec **350 km de linéaire côtier**. La Rade est alimentée en eau douce principalement par l'Elorn et l'Aulne, et se déverse dans l'océan Atlantique au nord de la presqu'île de Roscanvel, signant l'entrée dans le Parc Naturel Marin de l'Iroise (PNMI). La baie est peu profonde, avec une profondeur moyenne de 8 mètres et plus de 50% de sa surface en dessous de 5 mètres de profondeur. Les sédiments vont de la boue aux graviers grossiers, **jusqu'à 30% du fond marin étant occupé par des lits de maërl**(Bernard et al., 2019).

La Rade de Brest est un territoire complexe de par la **variété d'activités** qu'elle abrite (Carte 1). On y trouve de l'activité de **plaisances**(voile, pêche à pied, plongée), des **zones militaires** interdites à la circulation (ADEUPa Brest - Bretagne, 2017) et un **transport maritime** intense en zone ouest de la rade. Brest est également le **1^{er} pôle industriel de réparation navale et militaire français**(ADEUPa Brest - Bretagne, 2017).

En plus de ces activités commerciales et touristiques, la Rade de Brest accueille des activités d'**aquaculture** (principalement d'huîtres creuses et plates). En 2013, la rade accueillait 26 installations conchylicoles soit 560 ha de concessions (Pays de Brest : Pôle métropolitain, 2016). La **pêche professionnelle** est aussi une activité notable dans la rade. En 2016, **8.33 millions d'euros** ont été générés par les produits de la mer dans la criée de Brest. Cette activité ciblant principalement les **coquillages**, se pratique surtout dans **la zone sud de la rade**. Ces activités de productions sont historiques en rade de Brest. Elles ont participé à la **forte identité maritime** ainsi qu'à la culture et à l'économie du territoire du pays de Brest (Pays de Brest : Pôle métropolitain, 2016).

L'ensemble de ces **diverses activités sont des pressions anthropiques supplémentaires sur le milieu naturel**, un patrimoine qui nécessite protection. La rade offre des conditions climatiques et hydrologiques particulières permettant la présence d'écosystèmes remarquables (herbiers de zostères, bancs de maërl) et de zones de nurseries pour les oiseaux, primordiales pour leur migration. C'est pourquoi la zone sud de la rade de Brest est le siège de deux sites Natura 2000 (Annexe 3). Il s'agit de la zone spéciale de conservation (ZSC) "Rade de Brest - Estuaire de l'Aulne", désigné au titre de la Directive Habitat Faune Flore et de la zone de protection spéciale (ZPS) "Rade de Brest - Baie de Daoulas - Anse de Poulmic", désignée au titre de la Directive Oiseaux. Ces deux sites jouent également un rôle majeur dans le maintien de populations de poissons migrateurs comme le saumon qui remontent l'Estuaire de l'Aulne jusqu'aux rivières pour y pondre ("Découvrir Natura 2000" - rade-de-brest.n2000.fr, 2011).

De part la présence d'activités multiples, la rade se place comme un pôle économique important en Bretagne, nécessitant une **gestion intégrée de la zone côtière (GIZC)** c'est-à-dire une **gouvernance par les acteurs du territoire** afin que tous les enjeux (écologiques, sociaux et économiques) puissent être reconnus et gérés à l'échelle locale. La zone **Natura 2000 offre un lieu de concertation** et de discussion pour la bonne gestion des activités au regard des objectifs Natura2000 définis par le comité de pilotage (COFIL), au sein d'un document d'objectif (DOCOB). Dans le cas du maërl, le DOCOB actuel (2015) demande de **"veiller à concilier activités socio-économiques et préservation des bancs de maërl"** et s'engage à ce que le site Natura 2000 de la rade de Brest soit "un site pilote pour l'étude d'impact des arts traïnants sur le maërl". Depuis, des études ont notamment permis **d'acquérir des connaissances sur la vitalité du maërl** dans la partie sud de la rade et de proposer **3 zones de fermeture à la pêche à la drague** en 2016, une dans le secteur de **Poulmic**, une dans le secteur de **Roz** et une dernière de 10m² autour du point de prélèvement **REBENT (ouest Benty)** (Annexe 4). Ces fermetures sont encore d'actualité (Délibération 2018-064 du CRPMEM de Bretagne).



Carte 1 : La Rade partagée (DDTM 29 adapté de Damien Le Guyader, 2012)

2.1.2. Le sujet de l'étude : la pêche professionnelle à la drague

En rade de Brest, la pêche professionnelle embarquée est soumise à un rythme saisonnier. Les professionnels pratiquent souvent plusieurs métiers au cours de l'année: **dragage à coquillages en hiver** puis goémonier ou petit métier polyvalent en été en mer d'Iroise. La législation en vigueur indique que la rade est une zone à accès restreint (Arrêté n°2011-2529 approuvant la Délibération "Mollusques et Bivalves" BR/CM 2011 A) : seuls les navires ayant la "Licence spéciale pour la pêche des mollusques bivalves à la drague" peuvent pratiquer la pêche aux bivalves en rade de Brest. Pour la période 2015/2016, **42 licences de pêche** à la coquille Saint-Jacques ont été délivrées par le CRPMEM Bretagne, en 2020 c'est 43 licences (Délibération "Mollusques et Bivalves BR/CM 2018 B). La pêche à la drague cible les bivalves tels que la coquille Saint-Jacques, la praire, le pétoncle noir et l'huître plate de façon plus anecdotique (Figure 1).

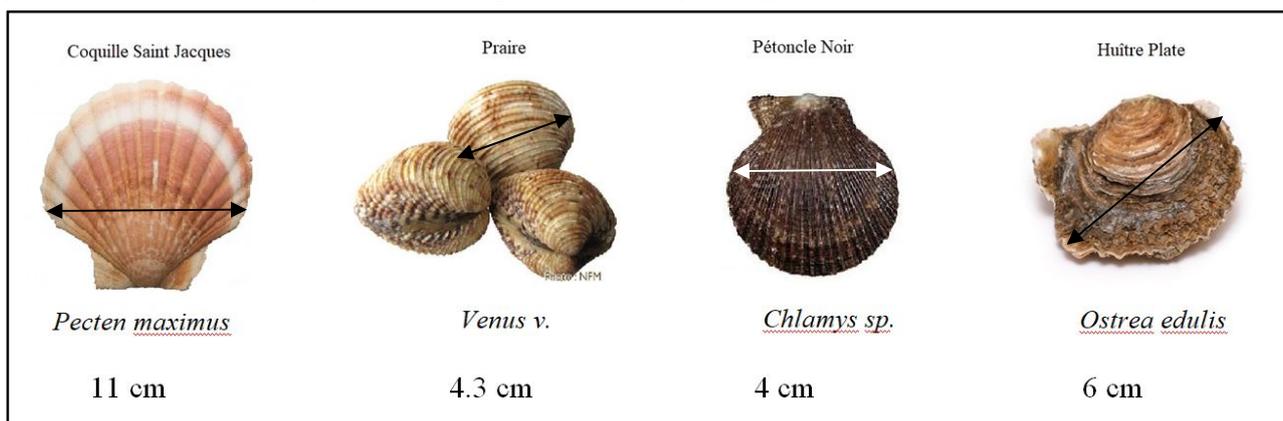


Figure 1 : Espèces exploitées par la pêche professionnelle à la drague en rade de Brest avec leur taille minimale de capture respective

Les bateaux de pêche à la drague ont des caractéristiques techniques particulières avec des navires de moins de 7 m à environ 16m avec un équipage de 1 à 4 marins et **une drague de 1,5 à 1.8m** de large ("Métiers et technique de pêche," site du CRPMEM de Bretagne) (photographie 1). Suivant l'espèce de bivalve ciblée, la drague a des caractéristiques techniques différentes car les espèces ne sont pas réparties de la même façon dans le benthos. Les pétoncles sont les plus en surface du benthos alors que la coquille Saint-Jacques et la praire sont plus en profondeur, nécessitant des dents pour les atteindre (Annexe 5). Le programme DECIDER piloté par le CRPMEM de Bretagne, a pu montrer, qu'en rade de Brest, les effets sur le maërl étaient différents, selon l'espèce ciblée et l'effort de pêche. **La drague à praire cause potentiellement plus d'impact sur les fonds de maërl** car elle vise une espèce petite en taille qui se trouve plus en profondeur, nécessitant plus de dents par rapport aux dragues ciblant d'autres espèces de coquillages.



Photographie 1 : Drague à coquillages (bretagne-peches.org)

Les produits de la pêche peuvent être vendus en criée de Brest et sont alors soumis à déclaration par les pêcheurs. Cette déclaration est obligatoire depuis la saison de pêche 2014-2015 (Décret n° 2014-1608, 2014). Avant cette date, les produits halieutiques pouvaient être vendus de gré à gré ou via la vente directe (par ex. sur les marchés) sans déclaration à la criée. En 2013, le Pays de Brest estime que 65% du tonnage débarqué en pêche fraîche sur les ports brestois ne transite pas par la criée de Brest. En cause, la spécificité des pratiques du territoire (crustacés, pêche coquillière...), pour lesquelles les professionnels se tournent généralement vers les ventes directes et de gré à gré. De part leurs caractéristiques techniques et les espèces pouvant être ciblées en période hivernale, le Pays de Brest ajoute, dans son rapport de 2016, que **les dragueurs sont inféodés à la rade de Brest pour leur activité en hiver, ce qui rend difficile l'éventualité d'un report d'activité en dehors de la rade** (Pays de Brest : Pôle métropolitain, 2016).

Dans les années 50, la praire avait un rôle secondaire dans le contexte halieutique brestois. La flottille qui ciblait cette espèce était différente de celle ciblant la coquille Saint-Jacques, et avait une capacité de capture modeste avec des **captures annuelles moyennes de l'ordre de 150 tonnes**. Au cours de la **décennie 60, après l'effondrement du stock coquillier, la praire est devenue une ressource de substitution**, subissant un report d'effort. La production a dépassé les **400 tonnes**. Au fur et à mesure, la flottille s'est transformée. A partir des années 70, les goémoniers, qui pêchaient les algues immergées en période estivales, sont entrés progressivement dans la pêcherie de coquille Saint-Jacques. La conséquence fût un accroissement des capacités de capture. Or la dynamique biologique de **la population de coquilles Saint Jacques ne permettait pas un taux d'exploitation aussi élevé car les recrutements abondants sont rares**. On a observé un déclin de la production jusqu'à **l'interruption de la pêche au cours des années 80** (Fifas et Caroff, 2013). En 1983, les marins-pêcheurs ont créé **l'écloserie du Tinduff**, à Plougastel-Daoulas, afin d'assurer la production de larves et de post-larves de Saint Jacques. La totalité du naissain produit est destiné aux opérations de repeuplement et de soutien du stock menées dans différentes zones de pêche (de Granville à la Rochelle)¹¹. Un arrêt total de la pêche pendant plusieurs années, combiné à une abondance satisfaisante de plusieurs classes d'âges de coquille Saint-Jacques, a contribué à reconstituer le stock, permettant d'atteindre, au cours des années 2000, des niveaux de capture comparables à ceux des années 50.

Dans ce contexte, la praire est une espèce moins emblématique que la coquille Saint-Jacques. Pourtant, elle est l'espèce, en rade de Brest, rapportant le plus en chiffres d'affaires depuis plusieurs années. **Depuis la fin de l'année 2004, des épisodes d'efflorescence toxique amnésiante(ASP) sont réguliers dans la rade de Brest**. Ces épisodes conduisent à des fermetures de pêche à la coquille Saint-Jacques, pendant que les autres espèces peuvent toujours être exploitées. En effet, les coquilles Saint-Jacques ont une vitesse d'élimination des toxines lente par rapport aux autres espèces exploitées (Lassus, 2002). Pendant que la pression de pêche sur la coquille Saint-Jacques est nulle certaine année, cette pression est reportée sur les autres espèces et notamment sur la praire. Ce report d'effort connu sur la praire amène les scientifiques à évaluer son stock tous les 4 ans afin d'adapter l'effort de pêche en conséquence(Fifas et Caroff, 2013).Face à des phénomènes d'ASP qui pourraient être de plus en plus réguliers avec le changement climatique actuel, **la crainte des professionnels est que la pêcherie soit de moins en moins diversifiée (report total sur la praire) et donc moins résiliente**. L'écloserie du Tinduff travaille actuellement sur le pétoncle noir dans l'optique de répondre aux besoins de diversification de la pêcherie et soutenir les pêcheurs face à la fermeture de la pêche à la coquille Saint-Jacques (Pays de Brest: Pôle métropolitain, 2016).

Malgré les périodes d'interdiction de pêche et une faible attractivité des métiers de la pêche, l'intérêt sociologique de la filière pêche ne doit pas être sous-estimé. En outre, cette activité maritime est **source d'attractivité touristique et de développement pour les communes du littoral**. **La pêche professionnelle en rade de Brest est considérée comme étant un support de la vie du territoire**(Pays de Brest : Pôle métropolitain, 2016). Mais cette pratique professionnelle est remise en question de part l'impact écologique qu'elle génère en rade, notamment sur le maërl.

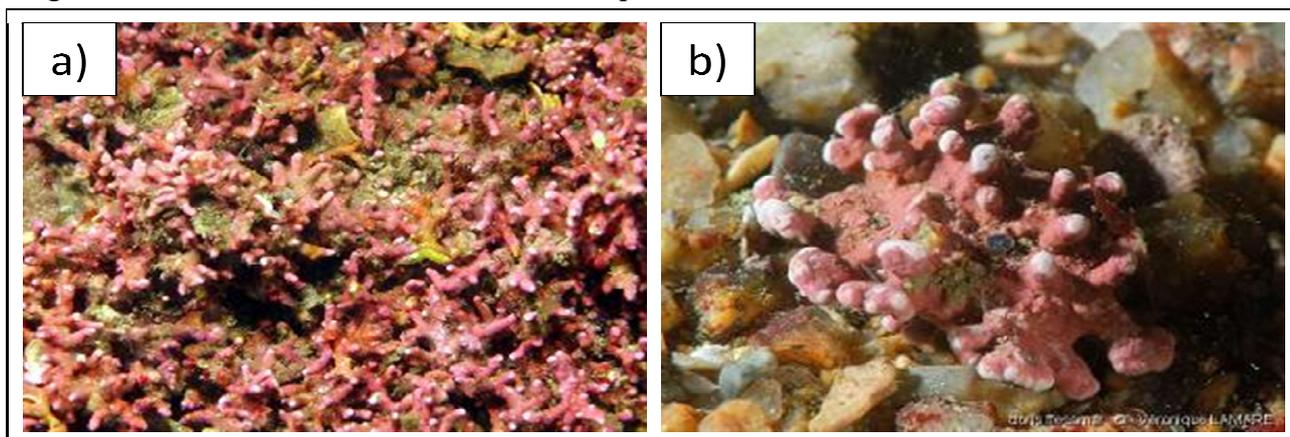
2.1.3. Présence d'un écosystème remarquable : le maërl

Le maërl est un écosystème faisant parti des habitats remarquables notifiés dans la Directive Habitat Faune Flore¹². Cette directive rend obligatoire la gestion et la conservation de deux principales espèces européennes formant du maërl : *Phymatolithon calcareum* ((Pall.) W.H.Adey et D.L.McKibbin, 1970) et *Lithothamnion corallioides* (P.L. Crouan et H.M. Crouan, 1867) (Photographie 2). En rade de Brest, *L. corallioides* domine au sein des bancs de

¹¹ Aujourd'hui, ce sont 10 millions de naissains qui sont produits par an dont 3 millions semés en Rade de Brest. En fonction des années, les coquilles issues de semis peuvent représenter de 30 à 60 % des coquilles pêchées en rade. Elles constituent ainsi une part importante de la pêcherie et participent à la reproduction de l'ensemble du gisement.

¹² Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, 1992

maërl (Grall et al., 2003). Cette obligation de gestion des écosystèmes fragiles se traduit comme nous l'avons vu par la présence de sites Natura 2000. Parmi les 28 sites Natura 2000 proposés le long de la côte bretonne, 14 d'entre eux sont disposés sur des bancs de maërl.



Photographie 2 : Les deux espèces de maërl principales présentes en rade de Brest, a) *Lithothamnion corallioides* b) *Phymatolithon calcareum* (Michez et al., 2011)

Le maërl est un ensemble d'algues rouges, formant des **thalles ramifiés et calcifiés vivant librement sur les fonds meubles infralittoraux**(Grall et al., 2003). Les bancs se forment par accumulation de ces algues sur une épaisseur variant de quelques centimètres à plusieurs mètres. L'entassement des thalles provoque la mort et le blanchissement des couches inférieures. Seule la couche supérieure reste vivante et colorée(Grall, 2009). Cette **structure particulière offre un grand nombre de micro-habitats (micro-niches) et ainsi qu'une grande diversité et densité d'espèces macrofauniques et algales**(Barbera et al., 2003; Steller et al., 2003; Grall et al., 2003; Hall-Spencer et al., 2008). La richesse spécifique associée au maërl dépend fortement de la densité et de la morphologie des thalles, de l'hétérogénéité des particules constitutives¹³, et de la **proportion de thalles vivants**(Steller et al., 2003; Sciberras et al., 2009; Berlandi et al., 2012) nommée aussi vitalité. Sur les côtes bretonnes, ce sont plus de 900 espèces d'invertébrés et 150 espèces d'algues qui ont été recensées vivant sur le maërl (Grall, 2009). Ce **réservoir de biodiversité constitue une nurserie importante pour les espèces commerciales de poissons et de crustacés**(Steller et al., 2003; Hall-Spencer et al., 2003).

Les espèces d'algue formant le maërl ont besoin de lumière pour effectuer la photosynthèse qui est leur source d'énergie pour se développer. La formation de bancs de maërl est donc principalement limitée par la profondeur et la turbidité. La rade de Brest est une zone estuarienne relativement turbide ce qui explique **une présence du maërl jusqu' à 10 m maximum. La dynamique des bancs peut aussi être influencées par les courants marins, la concentration de nitrate et la température de l'eau**(Dutertre et al., 2015). Le maërl est un écosystème fragile dû à sa croissance lente d'un millimètre par an (Wilson et al., 2004). En Bretagne, certains bancs ont un âge estimé supérieur à 5500 ans (Grall et al., 2003). Au cours des 30 dernières années plusieurs lits ont été détruits. Les habitats de maërl ont été très impactés par les activités humaines telles que d'extraction¹⁴ ainsi que par l'eutrophisation, la mariculture et la pêche. Le maërl subit également la propagation de l'espèce de gastéropode invasive *Crepidula fornicata*.

Le passage d'un chalut ou d'une drague provoque un nuage **turbide** qui, en retombant, provoque l'apparition d'une couche fine de sédiment empêchant toutes activités photosynthétiques. Cela peut causer la mort du maërl, son blanchiment, de fortes baisses de biodiversité ainsi qu'une **forte réduction de la production primaire** (macroalgues et microphytobenthos) dont dépend une grande partie des réseaux trophiques. Cet effet peut être également provoqué par un ancrage ou bien

¹³ Coexistence de particules fines avec de grands thalles de maërl

¹⁴ L'extraction de maërl était réalisée pour fournir du calcaire pour les produits pour le traitement des sols, les systèmes de filtration d'eau, les cosmétiques et pour l'industrie pétrolière (Barbera et al., 2003). L'activité d'extraction est interdite depuis 2013.

par le changement de la qualité de l'eau comme en période d'eutrophisation. La pêche commerciale menace les bancs de maërl en diminuant également la taille des thalles par cassure, augmentant les taux de sédimentation et d'enfouissement (Steller et al., 2003). **L'enfouissement des thalles résultant de la remise en suspension des sédiments par dragage du pétoncle est connu pour entraîner une réduction des thalles vivants de plus de 70%, sans signe de rétablissement après quatre ans**(Wilson et al., 2004).

Depuis l'interdiction de l'activité d'extraction de maërl en 2013, de nombreux scientifiques appellent maintenant à une **meilleure gestion de l'effort de pêche aux arts traïnants pour améliorer la conservation du maërl**(Grall et Hall-Spencer, 2003; Steller et al., 2003; Wilson et al., 2004). Des études sur l'état actuel des bancs de maërl ont d'abord émergés. Par exemple, Dubreuil et al., (s.d.) ont réalisé en 2016 une cartographie fonctionnelle des bancs de maërl dans le secteur de Belle-Ile-en-Mer (Bretagne sud) via l'étude de la distribution du taux de recouvrement et de la vitalité du maërl, par estimation visuelle. Cette étude a permis d'alimenter les connaissances sur **la localisation** des bancs mais également sur sa dynamique en identifiant les **bancs "sources" et "puits"**, permettant d'identifier les zones à enjeux écologiques et de les hiérarchiser. Ils ont pu montrer que les parties du banc présentant les plus forts taux de recouvrement sont situés dans les secteurs les plus côtiers, dans des profondeurs inférieures à 10m.

En 2016, en rade de Brest, le PNRA, en partenariat avec les comités des pêches (CDPMEM du Finistère et CRPMEM de Bretagne) et l'IUEM, a étudié l'impact des activités de pêche à la drague, sur les bancs de maërl, afin qu'une gestion de ces activités puisse être faite au regard des enjeux écologiques (Annexe 5). Cette étude a donné lieu à la fermeture de 3 zones à la pêche (Annexe 4).

Ensuite, l'étude de Bernard et al., 2019, a permis d'introduire un nouvel outil d'imagerie de profil de sédiment *in situ* (SPI) pour évaluer la vitalité des bancs de maërl et la complexité de l'habitat suivant un gradient d'intensité d'effort de pêche à la drague. Ce travail a pu montrer l'existence de **relations quantitatives entre l'intensité des activités de pêche utilisant des engins traïnants et l'architecture des bancs de maërl**. Cette étude a nécessité dans un premier temps de spatialiser l'effort de pêche à la drague grâce aux données AIS des navires. Mon travail intervient à la suite de cette étude et **à pour but d'introduire une composante économique et sociale dans la bonne gestion des bancs de maërl**.

2.2. Traitement et analyse spatiale des données disponibles

Pour rappel, l'objectif de mon stage est de **spatialiser la production de coquillages en Rade de Brest** (en poids et en valeur) afin que les enjeux écologiques puissent être mis au regard des enjeux économiques de la zone. Le maërl est l'écosystème qui nous intéresse particulièrement. Pour cela, je dispose des données AIS (Automatic Identification System) en rade de Brest sud de 2012 à 2017 ainsi que des données de production déclarées en criée de Brest de 2012 à 2017. Le traitement de ces deux types de données sera expliqué en 2 parties distinctes puis l'association des 2 types de données sera expliquée dans une troisième partie.

2.2.1. Spatialisation des activités de pêche : Données AIS

Pour spatialiser un effort de pêche à haute résolution spatiale, 2 types de données fournissent des informations sur la position des navires (géo-référencement) : les données VSM issues des systèmes de surveillance des navires de pêche et les données AIS, mis au point pour la sécurité de l'ensemble des bateaux naviguant. **En rade de Brest, l'AIS est obligatoire pour toutes les tailles de navires** (CRPMEM Bretagne, 2016, 2011). Pour les données VMS, l'obligation commence à 12m (depuis janvier 2012). La **VMS** fournit des géo-référencements à des intervalles de temps réguliers allant **d'une à deux heures** (Hintzen et al., 2012) et sont **généralement exploitées à une résolution spatiale de 1 à 10 km mais la transmission des données est moins fréquente qu'avec l'AIS**. L'AIS est transmis à intervalles de temps variables selon la vitesse du navire (de 2 secondes à 3 minutes) (Le Guyader et al., 2016). Pour des raisons de confidentialité, l'accès aux données brutes du VMS est souvent très restreint (Lee et al., 2010). A contrario, les données AIS archivées sont relativement faciles d'accès (Guyader et al., 2017). Depuis une dizaine d'années, l'utilisation des

données AIS pour cartographier les activités humaines à haute résolution spatiale connaît un développement majeur (Gourmelon et al., 2013; Guyader et al., 2017; Le Tixerant et al., 2018) et ce à l'échelle globale (Høye et al., 2008) européenne (Natale et al., 2015), et régionale (McCauley et al., 2016).

Le Guyader et al., (2017) proposent d'exploiter les données AIS de la partie nord de la rade de Brest pour y caractériser l'effort de pêche à la drague (Annexe 6). **Bernard et al., (2019)** effectue un travail similaire à partir des données AIS dans la partie sud de la rade (Figure 3). **C'est sur la base de cette étude que je vais spatialiser la production de coquillage en zone sud de la rade.**

Grâce à la collaboration de Jacques Grall (co-auteur de Bernard et al., 2019) dans mon projet de stage, les données AIS ainsi que le script de traitement de ses données sur le logiciel R (R Core Team, 2019), qui leur ont servi à spatialiser l'effort de pêche, ont été mis à ma disposition. J'ai pu avoir également les données des polygones délimitant les bancs de maërl (Figure 2). Ces données viennent d'une synthèse de C. Hily de 1988 (Jacques Grall Com. Pers.). Pour la bonne compréhension de mon travail, il me faut expliquer la méthode utilisée par Bernard et al., (2019). Cette première étape de compréhension et d'application sur R m'a demandé d'adapter le code à ma nouvelle version de R et à utiliser d'autres packages car certains n'étaient plus compatibles.

Les **données AIS** fournissent la **position GPS**, l'**heure** à laquelle la donnée a été reçue par la balise, le **cap** (la direction) et le **numéro MMSI** (Maritime Mobile Service Identity) du navire qui a émis cette donnée.

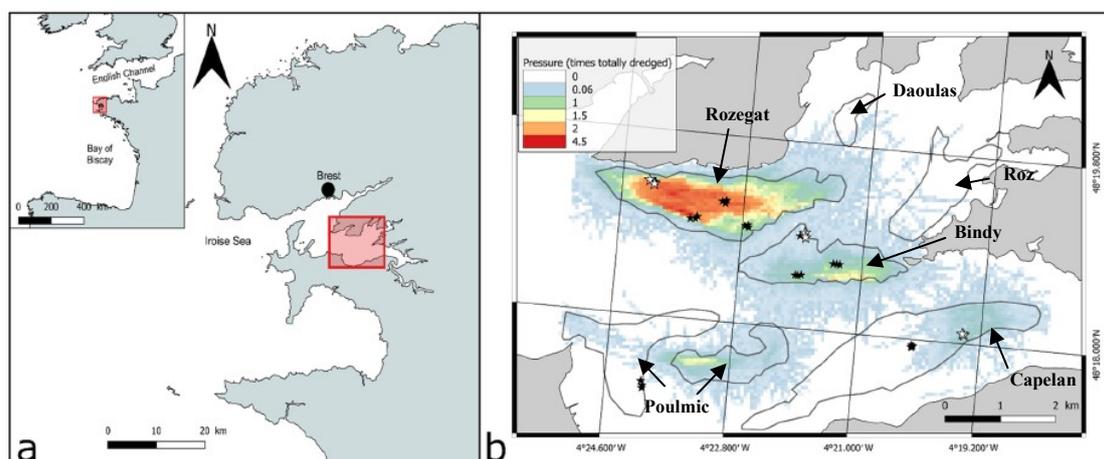


Figure 2 : (a) Localisation de la rade de Brest sur la côte Atlantique française. (b) Intensités de dragage (pression) calculé sur 5 années pour des carrés de 50m x 50m. Les tracés gris représentent les délimitations des bancs de maërl nommés par des flèches noires. Les étoiles noires représentent les stations de prélèvement de l'étude de la publication source pour le calcul de l'indicateur BenthVal (adapté de Bernard et al. 2019).

A contrario des données VMS, **les données AIS ne transmettent pas d'information sur les caractéristiques des engins de pêche.** On ne peut donc pas savoir directement si le navire est un navire de pêche et à quelle flottille il appartient. Afin de **ne sélectionner que les navires entrain de pêcher à la drague**, la première étape est de ne garder que les données AIS dans la plage des horaires maximales autorisées à la pêche à la drague en rade de Brest à cette période (2012-2017) c'est-à-dire **de 9h à 11h30** (Figure 3 étape a). Il s'agit ensuite d'identifier l'activité de pêche en se basant sur **l'analyse des profils de vitesse** de chaque navire (Campbell et al., 2014) (Figure 3 étape b). Concrètement, lorsque le navire est à faible vitesse, cela correspond à son déplacement dans le port. Les plus fortes vitesses correspondent à leur moment de navigation jusqu'à leur zone de production. La vitesse intermédiaire correspondant donc au moment où les navires sont en pêche. Cette méthode de sélection des données AIS par la vitesse et l'heure de pêche est commune dans la littérature (Ferrà et al., 2018; Guyader et al., 2017; Natale et al., 2015). Pour les dragueurs de la rade, **la vitesse des navires durant leur temps de pêche a été estimée entre 2.5 et 6.5 nœuds.**

Les segments reliant les points GPS proches sont une approximation du trajet des dragues sur le fond. En multipliant la longueur de ce trajet par la largeur de la drague, on obtient la surface draguée. **La largeur de la drague est fixée à 1,5 m**, ce qui correspond à la réglementation en

vigueur pour la drague à praire (CRPMEM Bretagne, 2018a). Cette surface draguée est sommée au sein de carrés de 50 m par 50 m puis traduite en nombre de fois où la surface du carré a été totalement draguée (TTD : Times TotallyDredged) (Figure 3 étape c). Ce traitement des données AIS permet de conserver les données de 115 navires. En relevant les numéros MMSI de chacun de ces navires et vérifiant leurs caractéristiques sur VesselDataBase (VesselFinder), j'ai noté que **sur les 115 navires sélectionnés, seuls 60 étaient des navires de pêche**. Je n'ai conservé que ces 60 navires pour la suite de mon traitement.

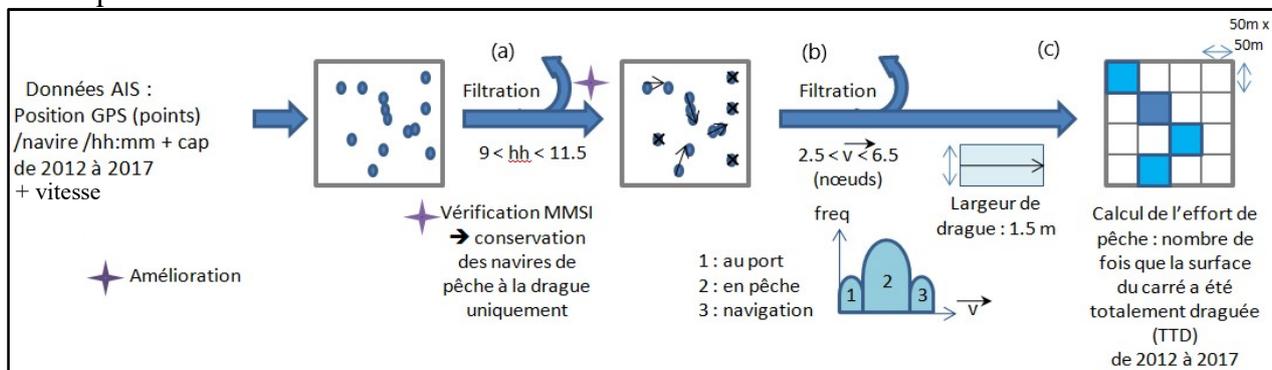


Figure 3 : Schéma illustrant la méthodologie de Bernard et al. 2019 en 3 étapes (a, b et c) pour spatialiser l'effort de pêche à la drague en rade de Brest de 2012 à 2017.

2.2.2. Mise en forme des données de productions déclaratives et ventes en criée

Le CDPMEM 29 m'a autorisé à utiliser les données déclaratives de production en criée de Brest de 2012 à 2017. Je disposais d'un fichier Excel par demi-saison de pêche, renseignant, pour chaque nom de navire de pêche, le nombre de kilo déclarés par jour et par espèce de coquillage (feuilles Excel distinctes par espèce). Les espèces étant la coquille-Saint-Jacques (CSJ), la praire (P), le pétoncle noire (PN) et l'huître plate (HP). Les prix en criée du jour par espèce étaient également fournis mais on pourra noter l'existence de quelques lacunes dans ces prix.

La première étape a été de mettre en forme une base des données de production claire, facilement exploitable sur le logiciel R. Pour cela, après une rentrée de l'ensemble des fichiers Excel sur le logiciel Access, j'ai établi une connexion de R à Access me permettant de connecter l'ensemble des données entre elles et de les mettre en forme relativement rapidement. Pendant ce traitement, j'ai ajouté, pour chaque nom de navire, le numéro MMSI correspondant.

2.2.3. Spatialisation des données de production en kilo et en valeur

Afin de pouvoir se rendre compte de la localisation des enjeux économiques dans la rade de Brest, la méthode est d'attribuer une valeur économique à une zone de la rade. J'expliquerai dans une première étape la démarche suivie pour allouer la production globale de coquillage au prorata de l'effort de pêche, c'est-à-dire sans différencier les espèces produites. Cette méthode relativement simple implique une limite majeure qui est l'absence de différenciation des enjeux économiques par espèce. La spatialisation de la production par espèce demande une étape préliminaire supplémentaire et sera traitée dans une seconde partie.

2.2.3.1. Allocation de la production de coquillage au prorata de l'effort de pêche

Pour spatialiser les zones de production en rade de Brest, la méthode a été d'attribuer à chaque zone de la rade (carré de 50x50m) une valeur de production en kilo de coquillage. Pour cela, on émet l'hypothèse que la production déclarée en criée le jour j par le navire n a été produite sur la zone de la rade qui a été travaillée ce même jour par le navire concerné.

Pour cela, il est nécessaire d'avoir au minimum des données détaillées à l'échelle du jour et du navire. Cela est le cas pour les données de production. En revanche, concernant l'effort de pêche calculé à partir des données AIS, le traitement effectué par Bernard et al., (2019) sur R ne rend, en données de sortie, que l'effort de pêche à la drague par zone pour l'ensemble des 5 années. Soit l'effort de pêche cumulée par zone sur 5 années de pêche. Il a donc été nécessaire d'adapter le script R qui m'avait été fourni pour obtenir, en sortie, un effort de pêche calculé par zone par navire et par

jour (étape découpage de la Figure 4). La variable "navire" correspond au numéro MMSI, pareillement aux données de production. En connaissant la date et le navire pour les 2 types de données, on peut alors les relier.

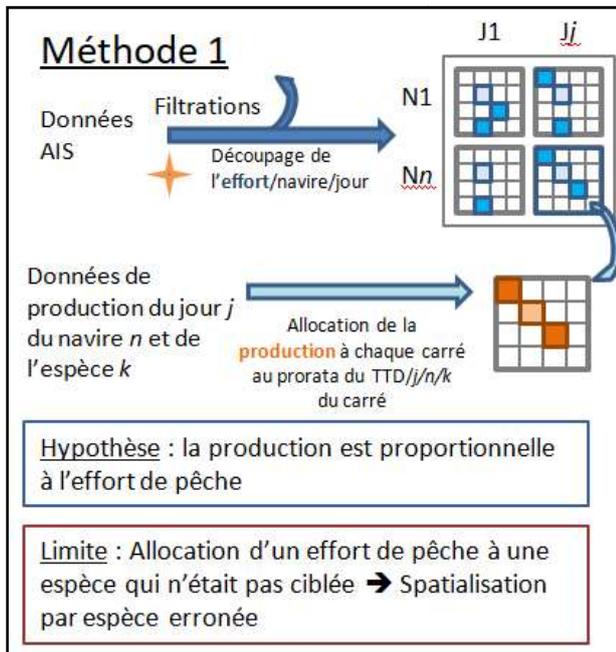


Figure 4 : Schéma méthodologique d'attribution des données de production de coquillage à chaque zone (carré) proportionnellement à l'effort de pêche subit (TTD) par cette zone

informe pas sur les zones à enjeux pour chaque espèce. En effet, chaque espèce ciblée n'a pas exactement la même niche écologique et leur zone de répartition respective sont donc différentes. Pour pallier à ce manque, une étape préliminaire est nécessaire.

Équation 1 : Allocation de la valeur de production proportionnellement à l'effort pêche (TTD)

$$Production_{carré/bateau} = \sum Production_{bateau} \times \frac{TTD_{carré/bateau}}{\sum TTD_{bateau}}$$

2.2.3.2. Attribution d'une variable d'espèce aux données AIS

En fonction du moment dans la saison, un pêcheur à la drague ne va pas cibler les mêmes espèces. Néanmoins même s'il décide de cibler, par exemple, principalement la CSJ, il est probable qu'il ait des captures accessoires. En posant **l'hypothèse que chaque pêcheur de la rade est expérimenté, on peut dire que le pêcheur aguerrri sait où se trouve majoritairement l'espèce qu'il cible le jour j et va donc s'y rendre pour la journée.** En effet, une journée de pêche étant de 9h à maximum 11h30, il est peu probable que le pêcheur change radicalement de zone de pêche dans la journée pour cibler une autre espèce.

L'étape préliminaire consiste à allouer une espèce cible aux données AIS par jour et par navire. Pour cela, à partir des données de production, on calcule pour chaque navire et chaque jour quelle est l'espèce qui a été majoritairement déclarée à la criée. (Figure 5). Le calcul de l'espèce majoritaire se fait sur la base de la production déclarée en kilo. Certains auteurs ont considéré que le choix de l'espèce majoritaire était plus pertinent à partir de la production en valeur car les pêcheurs cherchent à valoriser chaque jour en priorité un chiffre d'affaire (Russo et al., 2016).

Cela est pertinent quand les espèces visées sont des poissons car ce sont des espèces mouvantes dont les aires de répartitions qui se chevauchent. Quand la pêche cible des poissons, les prises accessoires sont les plus conséquentes et les écarts de prix au kilo entre les espèces également. Dans le cas de pêcheries de coquillages, **j'ai estimé la discrimination sur la production en kilo suffisante** car il est plus simple de viser des espèces peu mobiles avec des aires de répartitions peu chevauchantes. Néanmoins, j'ai testé les deux méthodes et j'ai pu remarquer qu'il n'y avait aucune

différence entre les 2 types de discriminations. Pour la suite de mon travail, j'ai décidé de conserver une discrimination de l'espèce majoritairement pêchée par jour sur la base de la production en kilo.

Chaque jour, il y a néanmoins des prises accessoires. L'espèce ciblée représente donc rarement 100% de la production en kilo du jour. Il faut donc choisir à partir de quel pourcentage on décide que l'espèce est majoritaire ce jour. J'ai évalué plusieurs gammes de pourcentages (50, 60, 80 et 90%) et aucune différence majeure (de plus de 1% des attributions) n'est remarquable à partir de 60%. Pour la suite de mon travail, **j'ai considéré qu'une espèce était majoritaire quand elle représente au moins 60% de la production en kilo de la journée.**

De la même façon que l'on a attribué une valeur de production à une donnée AIS, on peut ici attribuer une variable d'espèce ciblée à cette donnée AIS. Cette variable permettra par la suite de ne garder que les données AIS pour l'espèce qui nous intéresse. En suivant la méthode expliquée en 2.2.3.1. on calcul alors l'effort de pêche par carré puis on alloue à chaque carré une valeur de production en kilo ou en euro au prorata de l'effort du carré (Figure 5, Equation 2).

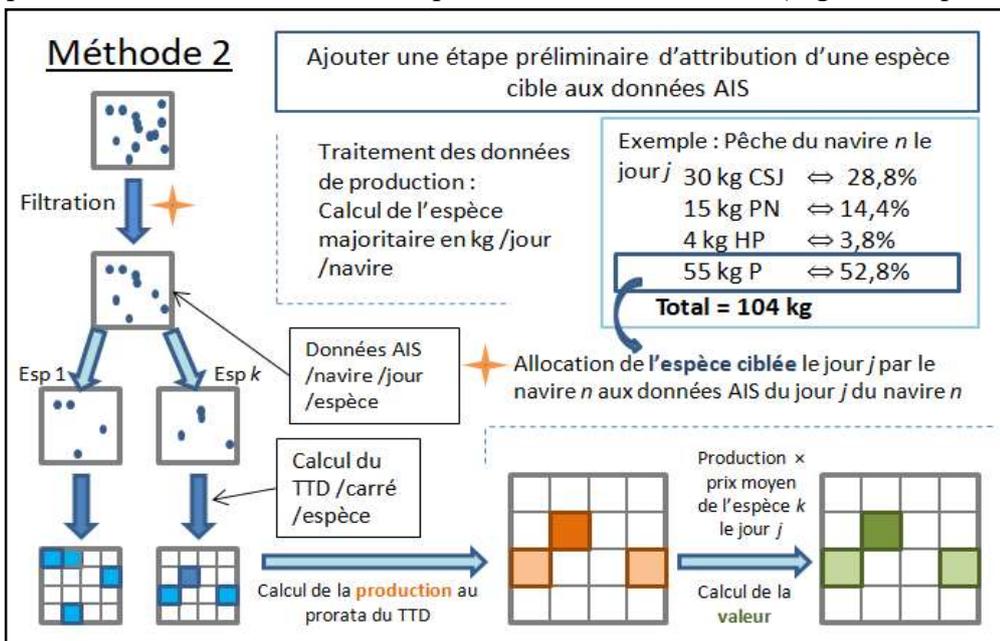


Figure 5 : Schéma méthodologique d'attribution d'une variable d'espèce ciblée aux données AIS puis d'allocation de données de production au prorata de l'effort de pêche

Équation 2 : Allocation de la valeur de production proportionnellement à l'effort pêche (TTD) par carré, par jour, par navire et par espèce

$$Production_{carré/jour/bateau/espèce} = \sum Production_{jour/bateau/espece} \times \frac{TTD_{carré/jour/bateau}}{\sum TTD_{jour/bateau}}$$

2.2.3.3. Production d'une carte à partir de données géo-référencées

Suite à la méthode expliquée ci-dessus, j'obtiens en données de sortie une liste de carrés (la maille) définis par 4 points GPS. Chaque carré a pour variables une date, un navire, un effort de pêche (TTD), une espèce ciblée, une production en kilo et une production en valeur. Après avoir fait mes choix de représentation (quelle espèce ? quelle période de temps ? etc.), l'élaboration d'une carte nécessite dans un premier temps de **sommer les données pour chaque carré**, ce que j'ai effectué avec un script R que j'ai créé. Par exemple, si je souhaite représenter une carte de l'effort de pêche par espèce, alors je vais ne garder que les données renseignant un effort de pêche pour cette espèce. Je somme ensuite l'effort de pêche pour chaque carré.

Pour la création de la carte, j'ai choisi d'utiliser le package "sf" sur le logiciel R qui permet de manipuler des données spatiales. Pour simplifier la transformation des données en données spatiales, j'ai remplacé les 4 points délimitant un carré de 50 par 50 m par 1 point placé au centre de chaque carré. La projection des données est faite avec la projection WGS 84 : EPSG (4626). J'ai ensuite utilisé le package ggplot2 pour spatialiser les données en format spatial (Annexe 7).

Pour le fond de carte, j'ai utilisé un fichier shapefile des contours détaillés des terres à l'échelle du monde. Ce fichier m'a été fourni par le CRPMEB de Bretagne. Le comité m'a également fourni un fichier shapefile des données de bathymétrie à l'échelle de la rade de Brest, me permettant de représenter les isobathes 5m, 10m et 15m. Sur la majorité des cartes sont également représentés les contours des bancs de maërl, dont la méthodologie est donnée ci-après.

2.2.4. Cartographie des bancs de maërl, objet de la protection

Dans ce projet de stage, le maërl est le sujet majeur de la protection. La bonne localisation des bancs de maërl est donc nécessaire afin de pouvoir repérer sur les cartes, les zones d'interaction potentielles avec les dragues à coquillages. Dans un cadre de mesure potentiellement restrictives, la qualité des données est primordiale c'est-à-dire que les données doivent être précises mais également actuelles. Si les données s'avèrent en contradiction avec l'expérience des pêcheurs et de leur perception de leur milieu de travail, les discours des gestionnaires seront peu acceptés et les propositions de mesures rejetées par les professionnels de la pêche (cf. partie 1.2.).

2.2.4.1. Utilisation des données de délimitation des bancs de Bernard et al., (2019)

Pour Bernard et al., (2019), la localisation des bancs de maërl est très stable avec une variation négligeable à l'échelle de plusieurs années. Ainsi, on peut considérer que la localisation des bancs de maërl est stable à l'échelle de temps de notre étude, c'est-à-dire 5 ans.

Comme mentionné en partie 2.2.3.3., des contours de bancs de maërl sont représentés sur la majorité des cartes. Ils correspondent aux zones où le maërl était le plus dense en 1988 (Com. Pers. Jacques Grall). Malgré leur ancienneté, j'ai trouvé intéressant de conserver ses données afin d'avoir une vision historique des bancs de maërl 25 ans avant les données d'étude de vitalité. Ces données sont les mêmes que celles utilisées par Bernard et al., (2019) et m'ont été transmises sous forme de dataframe listant des points GPS par nom de banc de maërl. Pour que ces points s'affichent en différents polygones sur ma carte, j'ai également transformé ces données en données spatiales en spécifiant que chaque nom de banc correspondait à un polygone, grâce au package "sf" sur le logiciel R (Annexe 7). Ces données me permettent de connaître la localisation des bancs uniquement, mais pas prioriser la protection d'un banc par rapport à un autre.

2.2.4.2. Cartographie de la vitalité du maërl avec les données du PNRA

Le bon état du maërl peut être évalué par sa vitalité, correspondant au rapport entre le maërl vivant (coloré) et le maërl mort (blanc). Une modification de la vitalité des bancs de maërl empêche très probablement leur contribution significative aux fonctions importantes de l'écosystème à l'échelle de la baie telles que le recyclage des nutriments et le contrôle de la production phyto-planctonique ainsi que le stockage de carbone. La **vitalité du maërl** pourrait ainsi être un **indicateur intéressant de productivité biologique** à considérer (Bernard et al., 2019), montrant son importance écologique pour le milieu. Par exemple, les secteurs de maërl ayant une vitalité de 100% peuvent générer une production nette annuelle de l'ordre de 800 gCaCo3/m²/an (Potin et al., 1990) assurant le renouvellement du banc (Dubreuil et al., s.d.). Bien que cela doit être discuté avec les professionnels et scientifiques, on peut supposer que la priorité de protection doit se faire sur les bancs de maërl dont la vitalité est la plus importante et qu'il est nécessaire de les conserver pour que le maërl ainsi que ses fonctions écologiques perdurent en rade de Brest.

Comme nous l'avons vu en partie 2.1.3., la vitalité de maërl est couramment évaluée par échantillonnage (prélèvement par carottage) puis par mesure de la proportion de maërl vivant et mort en laboratoire. Ce travail fastidieux a été effectué en rade de Brest par le Parc Naturel Régional d'Armorique (PNRA) en 2012 en partenariat avec l'IUEM. Bien que n'ayant pas été soumis à publication scientifique, une carte d'extrapolation statistique des données de vitalité avait déjà été produite par le PNRA. Dans un but d'apprentissage, j'ai décidé de reproduire l'exercice. Ce travail m'a aussi permis d'avoir un support de discussion avec les acteurs plus récent. Avec l'accord du PNRA, j'ai pu récupérer les données d'échantillonnage de la vitalité du maërl.

A partir de ces données, j'ai effectué l'extrapolation statistique de la vitalité sur l'ensemble de la

partie sud de la rade de Brest en appliquant la méthode du krigeage ordinaire (Krige, 1951) (Annexe 8). Cette méthode est la même que celle utilisée par le PNRA. Le krigeage est une technique géostatistique de modélisation spatiale permettant, à partir de données dispersées, d'obtenir une représentation homogène de l'information étudiée. Le terme de krigeage ordinaire ou simple, signifie que la variable informative, ici la vitalité, est spatialisée en fonction d'un régresseur égal à 1. J'ai effectué le krigeage sur le logiciel R à l'aide du package "gstat".

2.2.4.3. Spatialisation de l'indicateur BenthVal

L'étude de Bernard et al., (2019) en rade de Brest a pour objectif d'identifier si l'utilisation d'une technique d'imagerie de profil de sédiments (SPI) pouvait être une alternative d'acquisition et d'analyse d'un grand nombre d'échantillons de maërl, dans un délai limité, pour évaluer sa vitalité. Ils ont pu montrer l'existence d'une relation entre le ratio de maërl vivant et de maërl mort évalué par SPI en fonction de l'effort de pêche à la drague (Figure 6-a). Cet indicateur de vitalité obtenu par la méthode SPI sera nommé BenthVal pour la suite du mémoire.

La relation entre BenthVal et l'effort de pêche à la drague sous-entend une **hypothèse forte que l'état du maërl n'est influencé que par l'activité de pêche à la drague**. Cette relation ne prend pas en compte la variabilité naturelle qui est forte dans les endroits peu dragués (Figure 6-b).

De façon pratique, le calcul de BenthVal est simple car je dispose de l'effort de pêche à la drague (TTD) par carré par navire par date par espèce. Je n'ai qu'à appliquer l'équation 3 pour obtenir BenthVal par carré par navire par date par espèce. Je peux alors cartographier l'indicateur BenthVal suivant ma méthode expliquée en partie 2.2.3.3. (Annexe 9).

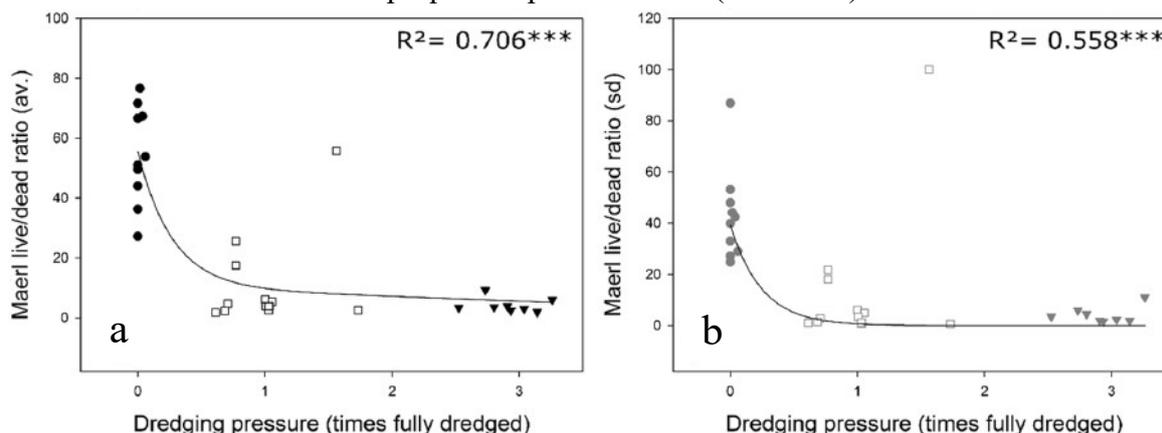


Figure 6 : Relation entre l'intensité de dragage et la moyenne par station (a) et l'écart-type (b) du ratio maërl vivant sur maërl mort (Bernard et al., 2019)

Ainsi, ayant à ma disposition deux méthodes pour évaluer la vitalité du maërl en rade de Brest, j'ai voulu utiliser ces deux méthodes afin de pouvoir comparer les résultats et évaluer quelle méthode pouvait être la plus pertinente pour notre étude.

$$BenthVal_{TTD} = 10,31 + (45,12 \times e^{-3,49 \times TTD}) - (1,56 \times TTD)$$

Équation 3 : Relation entre BenthVal (maërl vivant/maërl mort par méthode SPI) en fonction de l'effort de pêche à la drague (TTD)

2.3. Définition d'un modèle cartographique, support de simulation de fermeture de zone à la pêche à la drague

Une fois la spatialisation des enjeux économiques et écologiques réalisée, il est intéressant pour les gestionnaires de connaître les impacts potentiels d'une fermeture de zone à la pêche à la drague. J'ai simulé 2 zones de fermeture que j'ai présentées aux acteurs pendant les entretiens afin qu'ils puissent comprendre le potentiel et les limites du modèle présenté. Ces premières simulations ont été un support pour des discussions et propositions pendant les entretiens. Suite à ces propositions, j'ai simulé 2 autres fermetures. Pour connaître les impacts potentiels d'une fermeture de zone, j'ai défini un **modèle cartographique simple** à interroger. Concernant les enjeux socio-économiques

en rade de Brest sud, le modèle cartographique **contient, pour chaque carré (50m par 50m), navire et jour : l'effort de pêche à la drague (indicateur TTD) ; l'espèce majoritaire de la journée c'est-à-dire l'espèce ciblée ; la production en kilo et la production en valeur.** Concernant les enjeux écologiques, j'ai décidé de ne conserver que les données de krigeage de **vitalité du maërl**. En effet, l'indicateur BenthVal a une variabilité importante quand l'effort de pêche est faible et sera donc moins représentatif de la réalité que l'indicateur de vitalité du PNRA.

Pour tester l'impact d'un scénario de fermeture de zone, j'ai d'abord **tracé un polygone sur le logiciel QGis** représentant une zone potentielle à fermer puis je l'ai importé sur R. Sur R, **j'ai extrait les données cartographiques se trouvant à l'intérieur du polygone.** Finalement, j'ai effectué une interrogation simple de ces données extraites. Par exemple, j'ai calculé le nombre de navires qui ont travaillé dans cette zone, la production en valeur et en kilo par an et par navire. J'ai également calculé la perte potentielle d'effort de pêche en pourcentage de l'effort de pêche à la drague dans la zone sud de la rade. Ces indicateurs informent sur l'importance socio-économique de la zone potentielle à fermer. Enfin, j'ai calculé la vitalité moyenne du maërl dans la zone à fermer.

Afin de pouvoir éprouver mes résultats cartographiques et simuler des zones de fermetures cohérentes, réalistes et intéressantes pour les acteurs de la gestion, j'ai effectué des entretiens avec des acteurs concernés par la gestion de la pêche à la drague en rade de Brest.

2.4. Entretiens avec les professionnels de la pêche, les scientifiques et les gestionnaires

La carte semble être un bon outil pour diffuser une information rapidement et de façon synthétique mais il ne faut pas perdre de vue qu'une carte n'est qu'une représentation parmi d'autres de la réalité (Bunch et al., 2012). Cet outil n'est pas toujours adapté en fonction des lieux de concertation (Caquard, 2003). Sébastien Caquard (2003) explique, par exemple, que l'outil carte n'est pas adapté aux concertations publiques car **la lecture de la carte est dépendante de l'expérience cartographique.** Pour l'auteur, la carte n'est pas une diffusion d'information neutre et égalitaire. Cette subjectivité des cartes, souvent inconsciente par les lecteurs, passe par diverses étapes comme le choix des données, les méthodes d'analyses, les outils de traitement ou encore les formes de représentations (Caquard, 2003; Poidevin, 1999). C'est pourquoi j'ai trouvé intéressant **d'évaluer si les acteurs avaient tous la même perception des cartes.** Pour qu'une discussion soit constructive, il est primordial que l'ensemble des acteurs de la gestion reçoivent la même information en lisant les cartes. Si ce n'est pas le cas, il est intéressant de comprendre pourquoi.

Des **mesures** d'aménagement du territoire et de gestion de l'environnement ne sont **soutenues que si les décisions** et les interventions **intègrent la vision du terrain et les compréhensions des parties prenantes concernées** (Bunch et al., 2012). Les entretiens que j'ai pu réaliser m'ont permis de compléter mes représentations cartographiques avec les expériences des acteurs et de relever leurs attentes, incompréhensions et décalages avec leur vision du terrain. Ce stage s'étant déroulé durant la **crise sanitaire de la COVID-19**, ces entretiens, réalisés fin juillet, se sont principalement déroulés **à distance** via le logiciel Zoom Meetings (Copyright © 2020 Zoom Video Communications) qui permettait aux acteurs de visualiser les cartes via un simple **partage d'écran.** Ils ne pouvaient donc pas directement interagir avec les cartes en faisant des annotations ou dessins sur ces dernières. Or crise sanitaire, les acteurs en désaccord avec les cartes proposées auraient pu représenter leur propre vision du terrain, et enrichir les discussions.

2.4.1. Guide d'entretien

Ces entretiens ont pour objectif principal de comprendre dans quelle mesure les cartes peuvent être un outil dans la prise de décision par les acteurs de la gestion. J'ai pu interroger **11 acteurs** de différentes structures (Tableau 1) au cours d'entretiens semi-directifs. Ces acteurs ont en commun qu'ils interviennent régulièrement dans les instances de gestions des pêches maritimes notamment dans les zones Natura 2000. Six d'entre eux connaissent particulièrement bien la rade de Brest de part leur métier ou leurs missions sur ce terrain.

Tableau 1 : Détail du nombre d'entretiens sollicités et réalisés par organismes et postes des acteurs

Organisme	Poste ou Métier	La Rade de Brest, un lieu de travail	Nombre de personnes sollicitées	Nombre de personnes enquêtées
Entreprise de production halieutique	Patron pêcheur retraité.e	Oui	2	2
	Patron pêcheur actif	Oui	1	1
Comités des pêches maritimes et des élevages marins bretons : régional et départemental (29)	Chargé.e de mission Natura 2000 en mer	Non	2	2
	Secrétaires Générales	1 Oui/ 1 Non	2	2
	Elu.e pêcheur	Non	1	1
Parc Naturel Régional d'Armorique	Chargé.e de mission Natura 2000 en mer	Oui	1	1
Office Française pour la Biodiversité	Chargé.e de mission Pêche	Non	1	1
Université Bretagne Occidentale	Chercheur spécialiste du maërl	Oui	1	1
Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Bretagne	Chargé.e de mission Natura 2000 en mer	/	1	0

Thèmes abordés pendant les entretiens :

- Présentation de l'acteur de son métier, ses missions, expériences en gestions des pêches à la drague en rade de Brest et sa formation notamment en cartographie ;
- La compréhension que les acteurs ont des cartes présentées ;
- La validation des informations cartographiques par les expériences terrains et la reconnaissance des cartes comme étant représentatives de la réalité ;
- Le besoin d'un outil cartographique dans les instances de gestion ;
- Les propositions de gestion de la pêcherie discutées ;

Les questions d'analyse :

- Est-ce que les acteurs comprennent tous les cartes de la même façon ? Les cartes sont-elles plutôt objectives ou subjectives ?
- Comment les acteurs légitiment les informations cartographiques apportées ?
- Dans quelles mesures ces cartes peuvent-elle être un support de discussion à la gestion ?
- Quel impact de la considération du savoir des pêcheurs sur l'acceptabilité des mesures de gestion ?
- Quelles sont les priorités de gestion des acteurs ?

2.4.2. Proposition de scénarios de fermeture de zones à la pêche professionnelle à la drague suite aux entretiens

Sur la base de la récurrence des propositions de gestion pendant les entretiens, j'ai défini 4 scénarios de fermeture de zone à la pêche. Deux de ces scénarios correspondent aux exemples montrés aux acteurs pour illustrer le modèle pendant les entretiens. Il s'agit de la **fermeture de la partie Est du banc de Rozegat et de la zone de plus forte vitalité du maërl**, entre le banc de Rozegat et le banc du Roz (cf. Partie 3). Ces deux scénarios, volontairement opposés en termes d'importance économique, ont été source de discussions et de remarques des acteurs que j'ai trouvés intéressant de présenter et discuter ensuite.

Les deux autres scénarios, proposés par la majorité des acteurs correspondent à une fermeture sur le banc de Rozegat, mais plus petite en surface que celle que je leur ai proposé, et un système de jachère sur les bancs les plus au sud de la rade (en dessous de 48.3°N). Dans cette partie sud il y a deux zones principales de pêche (cf. Partie 3). Pour la proposition de jachère, j'ai donc simulé deux fermetures. La première centrée sur l'unique zone d'effort de pêche dans l'anse du Poulmic, et la deuxième centrée sur la zone de pêche sur le banc du Capelan (cf. Partie 3). Cette dernière simulation permet de se rendre compte de la productivité et de l'effort des deux zones de jachère. Cet effort sera potentiellement reporté d'une zone de jachère à l'autre selon l'année.

3. Résultats

3.1. Les enjeux socio-économiques en rade de Brest sud

La carte 2-a présente le nombre de navires différents à avoir fréquenté le maillage (50mx50m) de 2012 à 2017. Les navires de pêche ont des zones de travail récurrentes sur des bancs de maërl. **Le banc de Rozegat est le banc le plus fréquentée** avec un maximum de 22 navires atteint en son centre. Les bancs du Bindy et du Poulmic sont moins fréquentés. Le banc du Poulmic est travaillé en son centre (48.29°N 4.38°W) et le banc du Capelan sur son bord Est (48.3°N 4.32°W). On remarque que les professionnels de la pêche travaillent surtout dans des **bathymétries faibles** de 5m à 10m maximum à l'exception de l'ouest du banc de Rozegat.

Le calcul de l'indicateur d'effort de pêche (TTD), cumulé de 2012 à 2017 (carte 2-b) indique que **l'effort est le plus important sur la zone Ouest du banc de Rozegat** avec 1,25 fois de surface (50mx50m) entièrement draguée au maximum. Les lignes de densité de Kernel nous permettent de discerner les surfaces (intérieurs des polygones rouges) à l'intérieur desquels sont présent 80% des données AIS. On retrouve les zones les plus régulièrement fréquentée décrite précédemment.

La carte 2-c présente également l'indicateur TTD mais avec progression logarithmique du gradient de couleur, ce qui permet de mieux discerner les différences spatiales pour les petits efforts de pêche. On peut discerner des traits de passage de drague réguliers et alignés à l'Est du banc de Rozegat, avec la formation d'un épïcentre vert (TTD>0.05), ainsi qu'au travers du banc du Roz et, de façon plus anecdotique dans la baie de Daoulas.

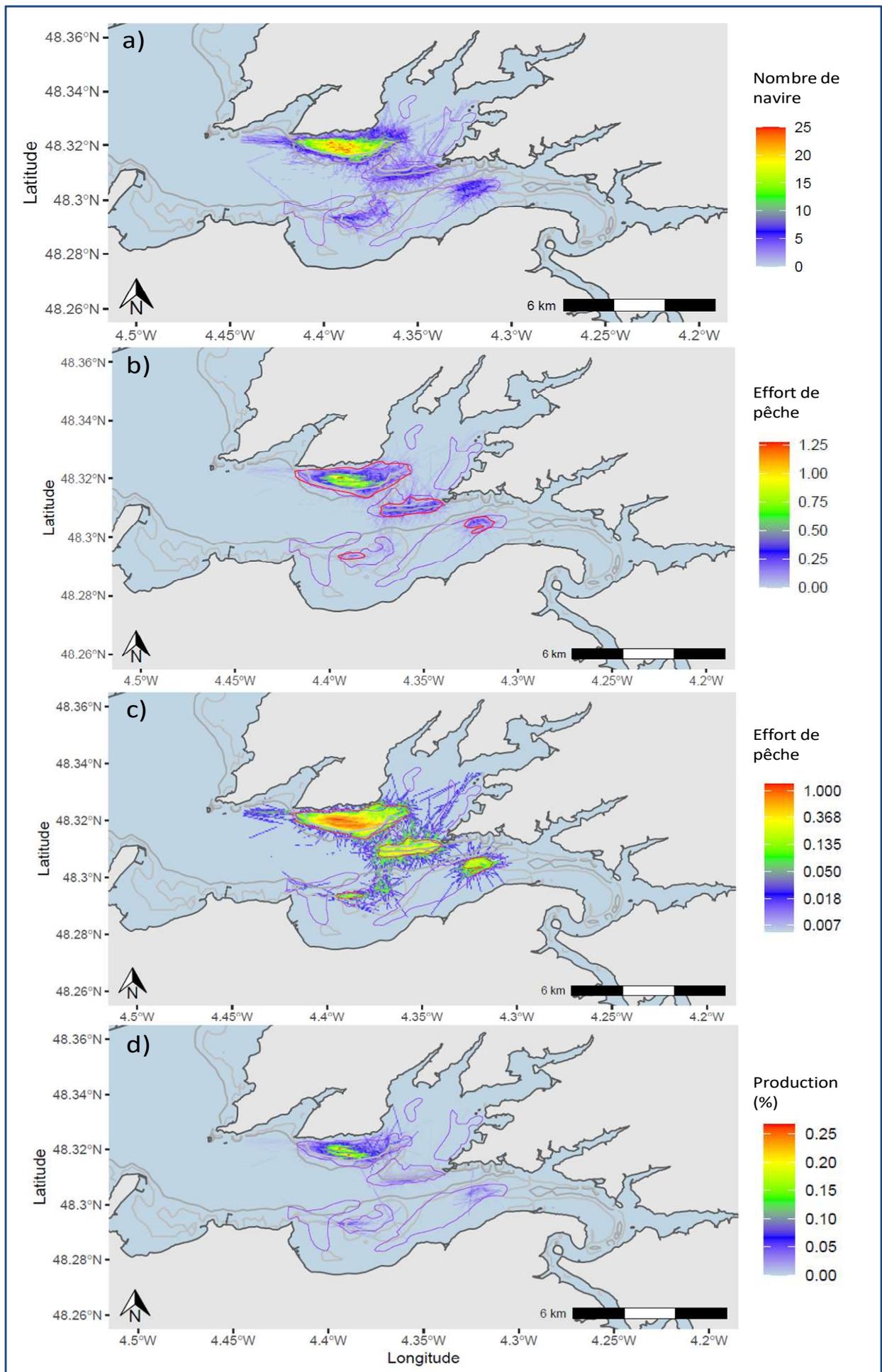
Le couplage des données AIS avec les données de production déclarées permet l'obtention de la carte 2-d. L'expression de la production en pourcentage signifie, par exemple, que lorsqu'une maille a une couleur rouge alors cette zone de 50m par 50m produit à elle seule 0.25% de la production totale déclarée de 2012 à 2017. On peut noter que **la zone la plus productive en coquillages est le centre Ouest du banc de Rozegat avec 2 épïcêtres** de production forte, relativement au reste de la maille, par la présence de 2 carrés rouges entourés de jaune. Des zones de production moins importante en pourcentage se retrouvent au sud du banc du Bindy, sur un banc de l'Anse du Poulmic (48.29°N 4.38°W) et sur le banc du Capelan (48.3°N 4.32°W). Une carte similaire a été réalisée, représentant la valeur en euro exprimée également en pourcentage (Annexe 10). Les 2 cartes sont identiques et les mêmes commentaires peuvent être faits.

3.2. Les enjeux économiques par espèces en rade de Brest sud

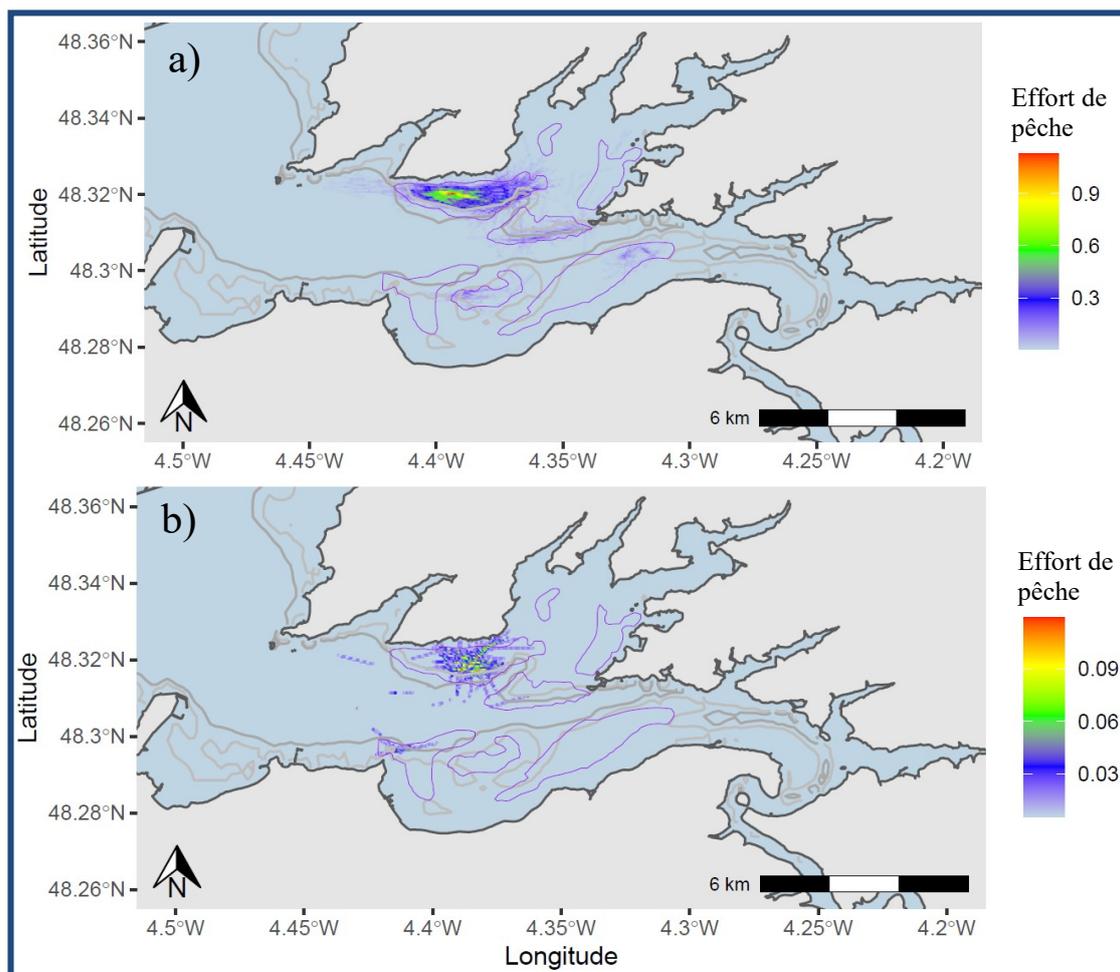
La méthode expliquée en 2.2.3.2. permet d'attribuer une espèce cible à une donnée AIS. Ce travail permet de produire des cartes d'effort spécifique à une espèce ciblée. **Cette méthode n'a pas permis d'attribuer de données AIS au pétoncle noir ou à l'huître plate** dans le sud de la rade Brest car ils n'ont jamais été déterminés comme espèce pêchée majoritaire de la journée.

La carte 3-a présente l'effort de pêche à la drague pour la **praire**. Cette carte est similaire à celle de l'effort global (carte 2-b), avec un indicateur d'effort maximal à 1.25 également. On observe **les mêmes zones les plus travaillées**.

La carte 3-b, représentant l'effort de pêche de la **coquille Saint-Jacques**, indique des niveaux d'effort à une échelle **10 fois inférieure à ceux de la praire**. La zone principale de travail de la coquille se trouve sur le centre-ouest du banc de Rozegat. Quelques traits de drague sont visibles dans le banc Est du Capelan (4.42°W 48.295°N) ainsi que dans la partie nord du chenal à des bathymétries inférieures à 10m. Aucun épïcentre net n'est visible, en comparaison avec la carte d'effort pour la praire.



Carte 2 : Cartographies a) du nombre de navire à avoir travaillé b) de l'effort de pêche (TTD) c) de l'effort de pêche (TTD) avec une variation du gradient de couleur en échelle logarithmique d) de la production de coquillages, cumulé de 2012 à 2017. Les polygones violets représentent les principaux bancs de maërl (Bernard et al. 2019). Les tracés gris clair et gris foncé représentent respectivement la ligne de bathymétrie 5m et 10m. Les polygones rouges en b) représentent les lignes de densité de kernel des données AIS (percentile 80).



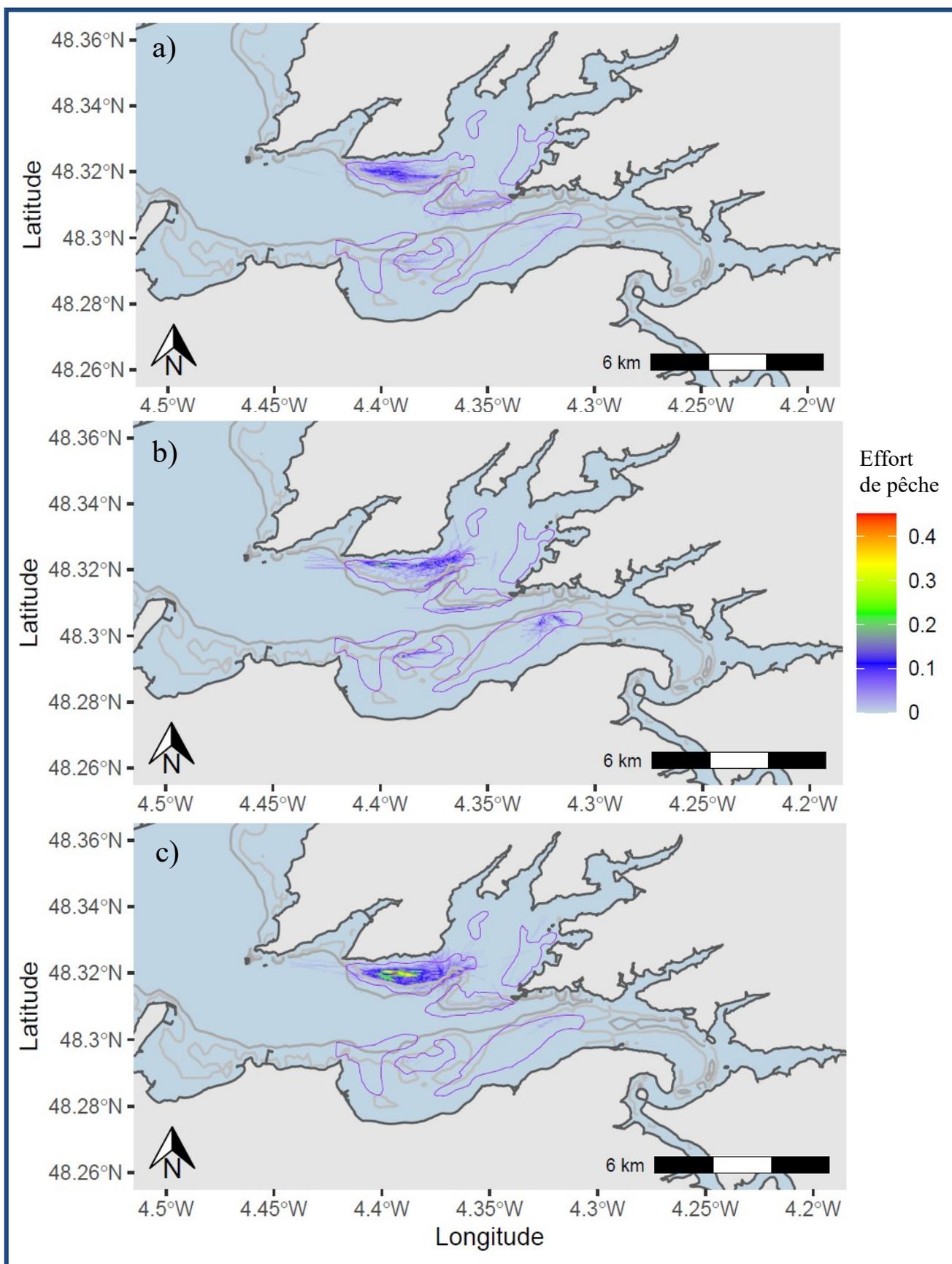
Carte 3: Cartographies de l'effort de pêche (TTD) pour a) la praire b) la coquille Saint-Jacques, cumulé de 2012 à 2017. Les polygones violets représentent les principaux bancs de maërl (Bernard et al. 2019). Les tracés gris clair et gris foncé représentent respectivement la ligne de bathymétrie 5m et 10m.

3.3. Dynamique temporelle de l'effort de pêche de la praire en fonction de l'épisode d'ASP

La carte 4 présente l'évolution de l'effort de pêche de praire de 2012 à 2017 en fonction de l'évènement d'ASP. Dans ce cas, **l'indicateur TTD n'est pas cumulé mais est moyenné par saison** ou année. L'évènement d'ASP a causé une fermeture de pêche à la coquille Saint-Jacques pendant la saison de pêche décembre 2014 à avril 2015. La carte 4-a correspond à l'effort de pêche à la praire avant l'évènement d'ASP, c'est-à-dire pour les saisons 2012-2013 et 2013-2014. On observe que pendant ces 2 saisons, **avant l'évènement d'ASP, l'effort est concentré sur la partie ouest du banc de Rozegat**. Le TTD ne dépasse pas 0,2. On peut voir un effort de pêche sur le sud du banc du Bindy et sur le banc du centre de l'Anse du Poulmic.

La carte 4-b représente l'effort de pêche à la drague pour la saison 2014-2015. **Pendant la saison d'ASP, l'effort de pêche a augmenté** en comparaison aux 2 saisons précédentes, dépassant 0.3. L'effort est plus prononcé sur les bancs du Bindy et du Poulmic. Sur le banc de Rozegat, l'effort s'est **délocalisé le long de la limite nord du banc**, d'Est en Ouest, avec une zone d'effort plus intense à l'Ouest et un étalement d'effort plus conséquent à l'est, dans une zone qui n'était pas travaillée les saisons précédentes.

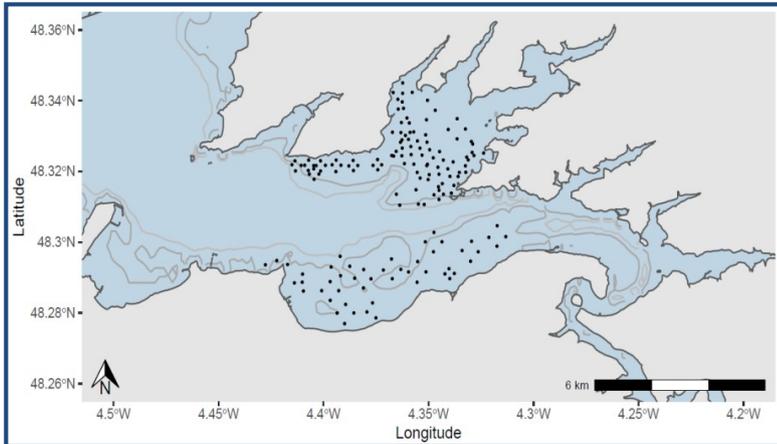
Les 2 saisons **suivant la période d'ASP** (carte 3-c), l'effort sur les bancs, hors banc de Rozegat, a fortement diminué. En revanche, **sur le banc de Rozegat**, le TTD indique une augmentation de **l'effort de pêche** atteignant plus de 0.4 en son centre ouest, ce qui **est 4 fois supérieur à l'effort des saisons précédant la période d'ASP**. La zone Est du banc de Rozegat est toujours travaillée. A cet endroit on discerne des traits de dragues répétés horizontaux.



Carte 4 : Cartographies de l'effort de pêche moyen par saison de pêche de la praire a) avant (2012-2014) b) pendant (2014-2015) et c) après (2015-2017) la période d'ASP. Les polygones violets représentent les principaux bancs de maërl (Bernard et al. 2019). Les tracés gris clair et gris foncé représentent respectivement la ligne de bathymétrie 5m et 10m.

3.4. Cartographies des enjeux écologiques

En zone Natura 2000 rade de Brest, l'accent est mis sur la protection et la bonne conservation du maërl. Les bancs de maërl, représentés sur les cartes précédentes, informent uniquement sur les zones de forte densité de maërl des années 1990. Le maërl est en réalité plus étendu de part et d'autres de ces polygones (Hily et al., 1992), recouvrant le fond de la rade sud **jusqu'à la limite des 10m de profondeur** (Annexe 11). L'étude du PNRA de 2012 a eu pour but d'échantillonner les



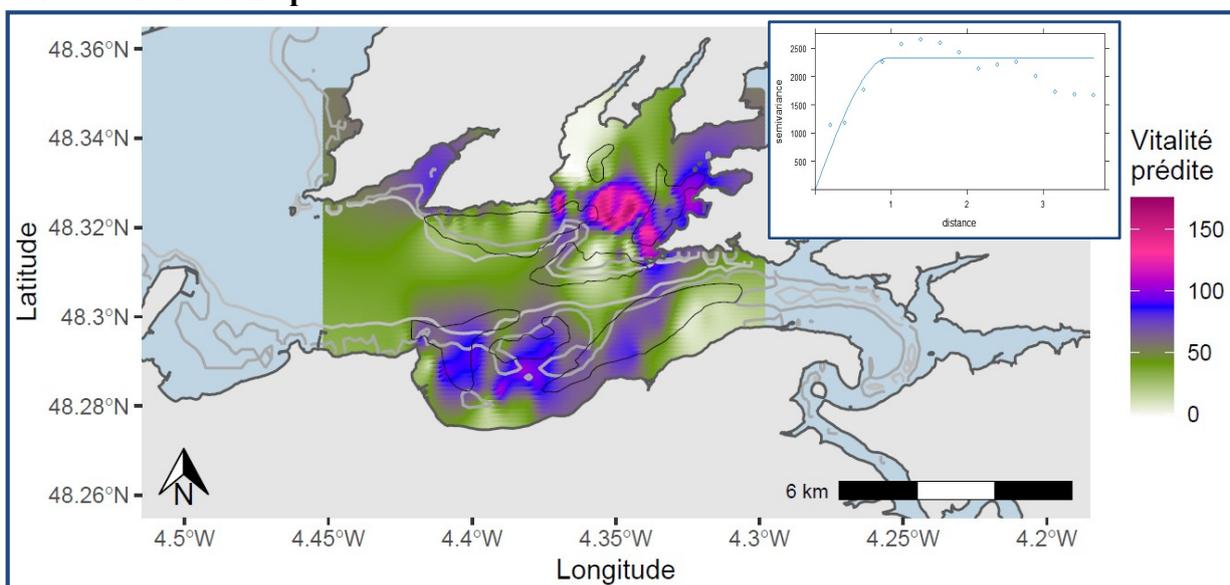
Carte 5 : Plan d'échantillonnage de la vitalité du maërl (carte produite à partir des données du PNRA, 2012). Les tracés gris clair et gris foncé représentent respectivement la ligne de bathymétrie 5m et 10m.

différents espaces de maërl existant et d'en mesurer leur vitalité. Le plan d'échantillonnage est présenté en carte 5. Pour l'exercice méthodologique et technique, j'ai reproduit des cartes qui avaient déjà été faites par le PNRA en 2012 (Annexe 12). La carte 6 représente la vitalité du maërl extrapolée à la zone d'étude par méthode du **krigeage ordinaire** (cf. partie 2.2.4.2.). Cette méthode apporte une valeur de vitalité estimée d'autant

plus précise que la zone est proche de points d'échantillonnage (Annexe 13).

Entre le banc de Rozegat et le banc du Roz se trouve une zone de forte vitalité atteignant un **maximum de 152%**. Cette zone de forte vitalité s'étend sur la pointe sud du banc du Roz. **L'Anse du Poulmic** contient également du maërl avec une forte vitalité avec un maximum autour des **100%**, correspondant relativement bien aux délimitations des bancs des années 2000. On trouve également des zones de vitalité proche du 100% sur la partie côtière du banc du Roz ainsi que dans la baie de Lougerlat (4.42°W 48.33°N). **Les zones de plus faibles vitalité (0 à 30%)** se trouvent au **sud de l'anse du Poulmic**, à l'extrémité **Est du banc du Capelan**, au **centre du banc du Bindy** et du banc de **Rozegat** ainsi qu'au **nord du banc de Daoulas**.

Le **modèle d'auto-corrélation spatiale** des données correspond à un **modèle sphérique** (variogramme sur la carte 6). Ce modèle indique une réduction progressive de l'auto-corrélation spatiale (équivalent à une augmentation de semi-variance) jusqu'à une distance de 1, au-delà de laquelle l'auto-corrélation est de 0. Le modèle sphérique est l'un des modèles les plus fréquemment utilisés (ESRI, s.d.). **Seuls les emplacements d'échantillons séparés par une distance inférieure à 1 sont auto-corrélés spatialement.**



Carte 6 : Carte de krigeage ordinaire de la vitalité du maërl (données du PNRA, 2012). En haut à droite est représenté le variogramme sur lequel un modèle a été défini. Les polygones noirs représentent les principaux bancs de maërl (Bernard et al. 2019). Les tracés gris clair et gris foncé représentent respectivement la ligne de bathymétrie 5m et 10m.

3.5. Compte-rendu des entretiens

Lors des entretiens, la méthodologie de traitement des données n'a pas été explicitée, seules les données sources ont été mentionnées (cf partie 2.4.). Dans un premier temps, les cartes ont été uniquement présentées, sans orientation d'interprétation afin de **recueillir les premières compréhensions des acteurs**. Ces entretiens semi-directifs ont ensuite permis aux acteurs de s'exprimer sur l'adéquation des informations reçues via les cartes avec leurs expériences et d'en faire une analyse critique et d'expliquer leurs positions. Le tableau 2 permet une vue synthétique des réponses obtenues.

Tableau 2 : Réponses synthétiques des acteurs lors des entretiens par organisme et thématiques abordées

Thématiques	Entreprise de production halieutique	Comités des pêches maritimes et des élevages marins bretons	Parc Naturel Régional d'Armorique	Office Française pour la Biodiversité	Université Bretagne Occidentale
Informations principales relevées sur les cartes	<ul style="list-style-type: none"> • Effort de pêche important sur le banc de Rozegat, zones de pêche accessoire sur les bancs de l'Anse du Poulmic. La majorité de la flottille est dépendante au banc de Rozegat. Ce banc est le plus productif en poids et en valeur. • Un report d'effort sur la praire suite à l'évènement d'ASP • Des zones de forte vitalité du maërl dans l'Anse de Poulmic et à l'Est de Rozegat • Observation de la faible vitalité quand l'effort de pêche est fort 				
Cartes représentatives de la réalité terrain des acteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Oui à l'exception de la carte d'effort de pêche de la CSJ • L'indicateur de vitalité du maërl ne correspond à la perception de leur environnement. Ils s'identifient à indicateur d'épaisseur sur le fond 	<ul style="list-style-type: none"> • Oui, l'effort de pêche majoritaire correspond bien à la praire sur le banc de Rozegat 			
		<ul style="list-style-type: none"> • La vitalité est un indicateur fondé sur la couleur du maërl mais ne prend pas en compte la biodiversité et la structure 3D 			
La légitimité des informations cartographiques	<ul style="list-style-type: none"> • Les résultats sont moins appréciés s'ils ne viennent pas du monde de la pêche • Soupçons sur les données de vitalité en l'absence de participation des pêcheurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Concernant les données habitat, ces données doivent être récentes avant toute prise de décision 	<ul style="list-style-type: none"> • La méthode doit être énoncée afin d'en apprécier ses biais 	<ul style="list-style-type: none"> • Interrogations fortes sur la fiabilité des données AIS 	
La plus-value des cartes dans le jeu d'acteur	<ul style="list-style-type: none"> • Un support objectif de discussion • Travail de spatialisation des enjeux socio-économiques à fine échelle apprécié, ce qui permet d'engager les discussions 				
	<ul style="list-style-type: none"> • La carte, un outil indispensable car un outil de travail quotidien 	<ul style="list-style-type: none"> • Une prise de mesure spatiale nécessite un outil spatial 			<ul style="list-style-type: none"> • Un outil figé, mal adapté aux habitats marins dynamiques
Mesures de gestion proposées	<ul style="list-style-type: none"> • Protection des zones où la vitalité est la plus forte et où l'effort de pêche est faible c'est-à-dire à l'Est du banc de Rozegat 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Système de jachère sur les bancs exploités accessoires 			<ul style="list-style-type: none"> • Pêche en plongée dans l'Anse du Poulmic 	

3.5.1. Adéquation des informations cartographiques avec les expériences des acteurs

Les acteurs n'ont pas tous une vision du terrain à la même échelle. Certains acteurs interviewés comme l'OFB et certains membres des comités des pêches à l'échelle régionale, ont peu de connaissances précises à l'échelle locale (la rade sud) voire par site (bancs de maërl). Ces acteurs se reconnaissent facilement dans les cartes proposées car ils connaissent les caractéristiques principales de la pêcherie c'est-à-dire un effort de pêche à la drague à praire prononcé dans la zone sud de la rade. Les **acteurs ayant des connaissances plus précises** sur ces caractéristiques sont les **pêcheurs professionnels** et les **acteurs ayant régulièrement embarqués** avec ces derniers (chargé de mission au PNRA et scientifique interviewés). Les acteurs PNRA et scientifiques ont relevés les

lacunes de l'indicateur de vitalité du maërl. A lui seul, cet indicateur n'est pas suffisant pour comprendre l'ensemble des enjeux écologiques du maërl. **"La vitalité ne permet pas d'apprécier, par exemple, la structure tridimensionnelle, la biodiversité ou l'épaisseur de la couche de maërl"** (PNRA). Le **manque d'un indicateur d'épaisseur** est également ressorti des échanges avec les pêcheurs professionnels. En effet les pêcheurs perçoivent le maërl à travers leurs traits de drague et parlent du maërl majoritairement en termes quantitatifs et moins qualitatifs. Ce manque d'un indicateur quantitatif a parfois causé des incompréhensions avec même un rejet franc de **l'information** de vitalité proposée car **en opposition avec leur ressenti du milieu**. En effet, l'indicateur de vitalité indique des zones relativement précises de très bonnes qualités alors que les pêcheurs insistent sur la présence de maërl en bonne quantité (jusqu'à "plusieurs dizaines de cm" dans l'Anse du Poulmic). Cet indicateur de quantité est important pour les pêcheurs car, pour eux, quand le maërl est trop important en quantité, ce dernier colmate les dragues et les "empêchent de travailler correctement". Le maërl est perçu par les pêcheurs professionnels comme **un "champ qu'il faut d'abord labourer et travailler pour le rendre productif"**. Certains professionnels s'intègrent comme un élément essentiel de l'écosystème car ils permettent, par les passages de drague, "d'oxygéner le fond" et de lui **"redonner vie"**. Un des trois pêcheurs comprenait difficilement l'intérêt écologique du maërl, sa sensibilité aux dragues et l'intérêt de sa protection. Il parlait du maërl comme "une espèce invasive qui revient en force chaque année".

De façon générale, **les acteurs se reconnaissent difficilement dans un indicateur d'effort comme le TTD** car ce dernier dépend du nombre de données d'entrée. Le TTD est soumis à plusieurs biais, qui seront détaillés en discussion, et il n'existe pas de seuil indiquant quand l'effort est trop "conséquent ou non" (OFB). Les acteurs conceptualisent **plus facilement le nombre de navire qui ont travaillé par zone** car c'est un indicateur reproductible à un autre cas d'étude et déjà régulièrement utilisé dans le cadre du projet VALPENA et des ARP (comité des pêches). Le nombre de navire considéré dans le jeu de donnée est un **indicateur de représentativité des cartes apprécié** des acteurs mais ces derniers demandent une confirmation des pêcheurs. Dans le cas de la rade sud, le maximum de navire considéré de 25 (carte 2-a) est cohérent pour les pêcheurs car, sur la 40aine de navire qui travaillait en rade à cette période, 5 travaillaient le pétoncle noir en zone nord de la rade et une dizaine travaillait la coquille Saint-Jacques en zone ouest. **Une 15aine de navire serait hors champs d'étude d'après les pêcheurs**.

Pour l'ensemble des pêcheurs interrogés, **il existe des zones de pêche de coquille Saint-Jacques en rade de Brest sud qui ne correspondent pas à ceux sur la carte 3-b**. Cette inadéquation a fortement interrogé les pêcheurs sur la méthodologie et les données utilisées. L'un d'entre eux a émis **l'hypothèse de données truquées par les scientifiques** (les données AIS et de vitalité m'ayant été fournies par Jacques Grall). En revanche, l'ensemble des **cartes d'effort de praire correspondent à leur expérience** et ceux de façon très précise à l'échelle de quelques mailles. Par exemple, les 2 noyaux de forte productivité de coquillages (carte 2-d) correspondent à 2 zones de travail différent au cours de la saison.

3.5.2. La plus-value de ces cartes pour les acteurs

Au cours des entretiens il est ressorti que l'ensemble des **acteurs sont favorables** voire recommandent fortement **l'utilisation de cartes dans le processus de concertation**. En effet, les cartes sont un support de travail pour tous les acteurs. Seul l'acteur **scientifique a émis des réserves** sur l'outil cartographique qui est un outil peu utilisé dans son champ de recherche et qu'il jugeait figé, problématique pour la gestion d'une pêcherie en interaction avec un écosystème sédimentaire dynamique. Pour cet acteur, **"les cartes induisent des mesures figées alors que le maërl est un écosystème en mouvement perpétuel"**.

Les acteurs trouvent très important voire "primordial" d'avoir des cartes des zones importantes de production et les zones les plus travaillées par les pêcheurs car elles permettent à ses derniers de **se sentir représentés, à condition que les cartes correspondent à leur expérience**. Cette confirmation des acteurs sur le terrain, notamment par les pêcheurs, permet **"une discussion plus constructive** et une **meilleure acceptabilité** des mesures de gestion".

Pour les acteurs interviewés, il est nécessaire que le travail de spatialisation des enjeux socio-économiques soit réalisé par les comités des pêches, représentants des pêcheurs et de leurs intérêts. Ce travail permet de démarrer la concertation et d'avoir "une visibilité socioéconomique qui manque très souvent dans les instances de gestion" (OFB). Néanmoins, il a été noté que **ce travail reste incomplet** pour une réelle prise de décision de gestion mais reste "un support de discussion pour la suite" (comité des pêches, OFB, PNRA), notamment pour l'ARP qui sera réalisée en rade de Brest.

3.5.3. Impact des choix graphiques des cartes et de leur présentation

Ainsi, pour les acteurs, les cartes sont primordiales dans les instances de concertation car elles permettent "d'objectiver les demandes des pêcheurs par la représentation de leurs intérêts" (comité des pêches). Néanmoins, les acteurs chargés de mission ou scientifiques relèvent facilement des composantes qui rendent l'**interprétation subjective** des cartes. Par exemple, le **manque d'un seuil d'impact fort** pousse les acteurs à utiliser la progression des couleurs du gradient pour interpréter les cartes. Certains acteurs émettent alors des réserves quand au réel impact de l'activité sur le maërl.

La maille de 50m par 50m est très précise ce qui est un point apprécié par la majorité des acteurs sauf par l'OFB. Pour ce dernier, au sein des discussions, cette maille apporte trop de détails, ne qui n'est pas nécessaire pour une prise de décision de gestion à cette échelle. Par exemple, la carte de production exprimée en pourcentage (carte 2-d) rend l'interprétation du gradient par maille complexe pour beaucoup d'acteurs. L'interprétation se fait à travers le gradient de couleur.

Pour les acteurs, ces cartes ont des limites qu'ils ont besoin de connaître pour permettre une "discussion sans crispation" (PNRA). Les acteurs souhaitent tous **connaître les sources de données** utilisées. L'OFB trouve nécessaire que la méthodologie soit clairement expliquée en début de chaque réunion. Au contraire, les pêcheurs ne veulent pas d'explications méthodologiques, souvent peu accessibles, ce qui peut causer leur sortie volontaire des discussions (comité des pêches, PNRA). Ils évaluent les cartes par la concordance avec leurs connaissances du milieu. Pour les chargés de mission (comités des pêches, OFB et PNRA), le bon compromis se trouve dans la définition d'un **indicateur de représentativité des données, accessible pour tous et de façon rapide**. Mais cela demande de la **confiance** entre les acteurs c'est pourquoi des explications méthodologiques doivent pouvoir être mises à disposition si besoin (comité des pêches).

3.5.4. Les propositions de mesure faites par les acteurs

A la fin des entretiens, le modèle cartographique, permettant l'évaluation d'impact potentiel socio-économique, a été présenté en l'illustrant par 2 exemples de fermeture de zone à la pêche : une à l'Est du banc Rozegat (zone de forte vitalité) et une sur la moitié Est du banc de Rozegat (Tableau 3). Pour les acteurs, il s'agissait de proposer, ou non, une ou plusieurs mesures de gestion au regard de l'indicateur de vitalité du maërl et des enjeux socio-économiques de la pêcherie.

La proposition de fermeture ayant eu la plus forte acceptabilité auprès des acteurs interviewés est celle de **fermer en priorité la zone de plus forte vitalité du maërl** (scénario 1) qui a de faibles enjeux économiques. Aux vues des informations disponibles, cette fermeture de zone est la plus "logique" (comité des pêches, scientifique, PNRA).

En revanche, l'exemple de fermeture sur le banc de Rozegat (scénario 2) est "totalement inenvisageable en l'état" (comité des pêches et pêcheurs). La pêcherie est trop dépendante du banc de Rozegat pour envisager une fermeture aussi importante en surface. L'ensemble des acteurs en ont conscience. Cependant, les comités des pêches et pêcheurs ne seraient pas défavorables à une **fermeture sur le banc de Rozegat de petite taille**, qui permettrait aux scientifiques **d'évaluer la résilience du banc** après une longue période d'exploitation (scénario 3). Il est indispensable à leurs yeux que cette fermeture potentielle soit l'objet d'un suivi. La demande d'un **suivi du milieu** a été souvent mentionné (pêcheurs, leurs représentants, PNRA, scientifique) car l'habitat sensible, ici le maërl, est dynamique et est soumis à des facteurs externes autres que la pêche à la drague.

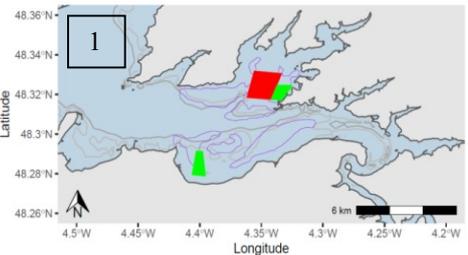
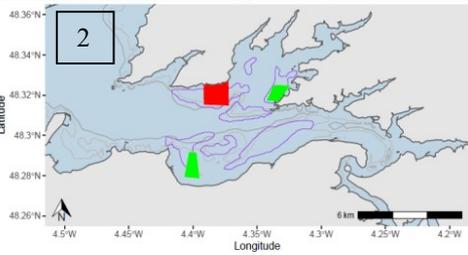
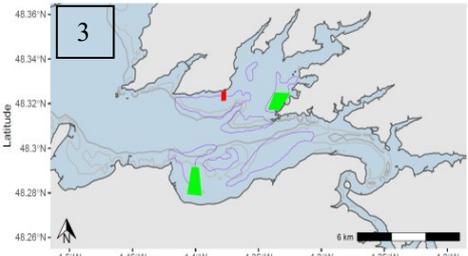
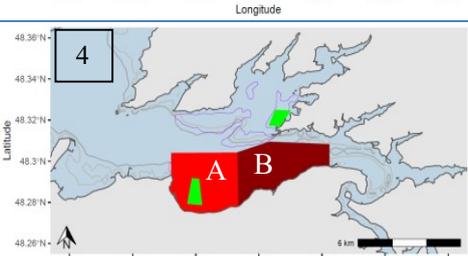
La majorité des acteurs (seul un pêcheur ne le souhaite pas) a abordé la possibilité d'une mise

en **jachère des bancs de maërl de l'Anse du Poulmic** (scénario 4). Cette zone, servant de replis en cas de mauvaise météo (pêcheurs professionnels), accueille peu de navires. Dans l'anse du Poulmic, 3 zones sont exploitées (carte 2-b). Pour ces acteurs, l'idée serait de ne garder ouverte que 1 de ces 3 zones, en roulement chaque année, permettant de laisser la ressource et l'habitat au repos 2 ans et **laissant toujours disponible** aux pêcheurs **une zone de replis en cas de mauvaise météo**. Pour les 2 pêcheurs professionnels qui sont favorables à cette mesure, les praires ont plus de mal à croître et à atteindre la taille de commercialisation (43mm) dans l'anse du Poulmic. La jachère permettrait alors de laisser le temps à la praire de prendre en taille et *in fine* de **mieux valoriser** ces zones tout en laissant le maërl dans son bon état (au regard de l'indicateur de vitalité). Le scientifique et le chargé de mission à l'OFB ont proposé pour cette zone de l'anse du Poulmic que la pêche à la drague soit convertie en **pêche à la main, en plongée**. Cette proposition est peu acceptée par les pêcheurs et leurs représentants car, entre autres, la praire, vivant en profondeur dans le maërl, ne serait pas simple à ramasser sur le fond (Annexe 5) et la coquille Saint-Jacques y est peu présente.

3.6. Les impact(s) économique(s) potentiel(s) des scénarios de gestion proposés

Les scénarios testés sont les 2 exemples de fermeture que j'ai proposé aux acteurs (scénario 1 et 2), le scénario de fermeture pour l'étude du maërl (scénario 3) et le scénario de jachère (scénario 4). Les résultats sont synthétisés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Synthèse des résultats par scénario de fermeture à la pêche à la drague en rade de Brest sud, représentés par les polygones rouges (clairs et foncés). Les polygones verts sont les zones déjà fermées

Scénarios	Aire fermée (km ²)	Nombre de navires concernés	Effort de pêche supprimé	Production de la zone fermée	Vitalité moyenne
	2,4	10/22	1,32% (P: 1,32%, CSJ: 0% PN: 0%)	826 kg/an/navire 3 812 €/an/navire 3,96 % du Chiffre d'Affaire moyen (CAm)	98
	1,66	20/22	36% (P: 32%, CSJ: 4%, PN: 0%)	8 152 kg/an/navire 38 340 €/an/navire 36% du CAm	31,6
	0,14	14/22	1,48% (P: 1,23%, CSJ: 0,25%, PN: 0%)	570 kg/an/navire 2 610 €/an/navire 2,7% du CAm	16,6
	A: 12 B: 10,9	A: 10/22 B: 10/22	A: 4% (P: 3,56%, CSJ: 0,41%, PN: 0%) B: 3,523% (P: 3,52%, CSJ: 0%, PN: 0,003%)	A: 4 170 kg/an/navire 21 166 €/an/navire 21,98% du CAm B: 3 650 kg/an/navire 17 915 €/an/navire 18,6% du CAm	A: 63,5 B: 43,7

4. Discussion

Les résultats cartographiques nous renseignent sur l'importance socio-économique du banc de Rozegat pour la pêche et notamment pour la pêche de la praire. Il n'y a pas de pêche ciblant l'huître plate ou le pétoncle noir dans la zone sud de la rade de Brest. L'évènement d'ASP a eu des conséquences sur la spatialisation de l'effort de pêche de la praire.

4.1. Les plus-values de la méthode de cartographie des enjeux socio-économiques et écologiques

4.1.1. Conséquences de l'adaptation de la stratégie de pêche des entreprises

Les **entretiens** avec les pêcheurs professionnels ont permis d'apporter des **compléments de discussion** au report d'effort sur la praire en conséquence de l'ASP. Durant ma période d'étude, l'ASP a causé la fermeture de la pêche à la coquille Saint-Jacques pendant une saison et la fermeture des entreprises **les plus fragiles économiquement**. Ces entreprises sont bien souvent **les plus petits navires** qui travaillent sur les bancs accessoires du Bindy, du Poulmic et du Capelan. Ils travaillent presque exclusivement ces bancs car ces navires sont plus sensibles à la mauvaise météo de part leur plus petite taille. Pendant la saison d'ASP, les professionnels ne souhaitent pas payer la licence de coquille Saint-Jacques pour une pêche fermée. Le manque de licence payées à cette saison a **impacté négativement** la capacité de **réensemencement de coquille Saint-Jacques** pour son exploitation l'année suivante. On a donc observé une concentration de l'effort sur la praire l'année suivant l'ASP. Ce report d'effort s'est fait plus près des côtes et sur l'Est du banc du Rozegat, d'abord **individuellement puis collectivement, par mimétisme**. Cette zone était peu travaillée à cause de la présence de grosses roches. On peut supposer qu'un rapprochement sur les côtes peu causer une augmentation du risque accidentel d'arrachement d'autres habitats comme des herbiers de zostère. Cet évènement nous illustre **l'adaptabilité des pêcheurs** les plus robustes économiquement face à des évènements soudains.

Ce travail nous a permis de mieux comprendre la stratégie de pêche en période de crise et interroge sur les adaptations stratégiques des entreprises face à des fermetures de zones à la pêche. Cette interrogation a été également relevée par les acteurs qui craignent **un report d'effort sur d'autres ressources comme le goémon**. Pour les professionnels, la question sous-jacente à cette inquiétude est que, si la mise en œuvre d'une mesure, comme une fermeture de zone à la pêche, induit une perte de chiffre d'affaire, est-ce que **ce chiffre d'affaire perdu est compensable par du report d'effort ou y aura-t-il une perte sèche de chiffre d'affaire** pour l'entreprise ? Un report d'effort sur une autre ressource, ou dans une autre zone, est limité par **le droit d'accès à produire**. Par exemple, dans le cas de la pêche au goémon, **un report semble difficile au vu de la réglementation** en vigueur (CRPMEM Bretagne, 2018b). La pêche goémonnière est **limitée à 35 navires** de pêche, appelés contingents, et est complète chaque année. De plus, les attributions de licence se font, entre autres, sur la base des antériorités de pêche. Si les navires pêchant les coquillages à la drague souhaitent se reporter sur la pêche au goémon, ils devront demander la licence et être mis sur liste d'attente, ce qui peut durer plusieurs années (Com. Pers. CRPMEM de Bretagne). Les navires pêchant déjà le goémon l'été seraient également limités car la réglementation n'autorise **pas plus de 994 tonnes/jour/navire**. Pour d'autres ressources, comme par exemple des poissons pêchés à la ligne ou à la palangre, un report d'effort nécessiterait **une demande de quota de pêche supplémentaire**, pour lesquelles les pêcheurs ne seraient peut-être pas éligibles. Ainsi, la possibilité d'un report d'effort sur une autre ressource doit être évaluée avant une prise de décision afin que de s'assurer que ce report soit une solution viable pour les pêcheurs.

On comprend qu'un évènement, causant l'impossibilité de pêche dans une zone pendant une saison, comme l'ASP ou une décision de fermeture de zone à la pêche peut avoir des conséquences sur la stratégie de pêche des entreprises et causer un report d'effort non désiré sur une ressource et/ou un habitat. Lorsqu'une mesure de gestion est proposée, il est **difficile de maîtriser l'impact sur l'environnement causé par la prospection des entreprises**. Cette prospection est peu observable en période stable car le temps de pêche par jour est court (2h). Dans la littérature, de

nombreux travaux ont été fait pour évaluer les impacts socio-économiques de report d'effort due à l'instauration d'AMP (Stevenson et al., 2013) mais peu ont étudié les conséquences écologiques pour les habitats en dehors des zones protégées. Néanmoins, il est largement reconnu que les AMP avec **interdiction totale de pêches**, permettent d'**améliorer l'état de stocks halieutiques et les CPUE** pour la pêche environnante sur le **long terme** (Kerwath et al., 2013; Stevenson et al., 2013; Stobart et al., 2009).

Il est important pour la suite de comprendre les réactions et les stratégies des entreprises pour gérer les ressources et les milieux sensibles. Les mesures potentielles de fermeture de zone à la pêche visent à protéger le maërl. Pendant les entretiens des acteurs, j'ai présenté 2 mesures qui s'opposent, que l'on peut classer l'une de "**réparatoire**" (scénario 2) et l'autre de "**conservatoire**" (scénario 1). Les conséquences socio-économiques potentielles à **court-terme** sont significativement différentes avec une perte potentielle de **36%** de l'effort de pêche cumulé sur 5 saisons pour le scénario réparatoire contre **1,32%** pour le scénario conservatoire. Le scénario 2 a été peu accepté, en l'état, par l'ensemble des acteurs qui le jugeait "impossible socio-économiquement" à mettre en place. En effet, comme nous l'avons vu plus tôt, un report d'effort sur d'autres ressources ou habitats serait à envisager si une mesure aussi ambitieuse que le scénario 2 étaient mise en application. Il est donc également nécessaire d'évaluer l'impact sur l'environnement des mesures de gestion. De plus, une mesure réparatoire ne peut être envisagée par les acteurs de la pêche sans une "absolue certitude" que cette mesure aura un **impact positif mesurable** pour le maërl et la ressource. C'est pourquoi une petite zone de fermeture sur le banc de Rozegat pourrait être étudiée, avec pour **obligation** que cette zone soit l'objet d'un **suivi régulier** (comité des pêches).

4.1.2. Une échelle plus fine de discussion pour des mesures de gestion locales

Les acteurs ont relevé des intérêts forts pour quelques points de la méthode de représentation cartographique employée. Pour les pêcheurs professionnels, la représentation de **la bathymétrie** sur les cartes est primordiale car elle leur **permet de mieux se repérer** sur ces dernières. Cela leur permet d'avoir une vision précise de la zone et de proposer un apport d'autant plus riche pour les discussions. L'indicateur du **nombre de navire travaillant par zone** est apprécié par les acteurs car c'est un indicateur **déjà utilisé dans les instances de gestions** (ex. ARP). Cet indicateur a été un **repère** pour les chargés de missions des comités des pêches, du PNRA et de l'OFB. Néanmoins, l'indicateur d'**effort TTD apporte des précisions et informations supplémentaires** et permet une **compréhension plus fine de l'impact potentiel** des dragues sur le milieu d'après les acteurs. En effet, le nombre de navire ayant travaillé dans la zone, ne donne pas d'information sur la redondance de son passage dans cette zone, et donc son impact potentiel.

Au sein des concertations, une prise de mesure demande d'**utiliser la meilleure donnée disponible**. La donnée régulièrement utilisée pour discuter de l'impact d'engins de pêche sur un milieu sensible est celle utilisée dans le cadre des ARP. Il s'agit classiquement des données VALPENA¹⁵ qui est fournie à l'échelle de carrés statistiques de 3 milles nautiques de côté. En rade de Brest sud, 4 carrés de la maille VALPENA sont disponibles (Annexe 14). Les données de position des navires de pêche utilisées sont habituellement les données VMS. Mais la VMS ne fournissant qu'une donnée par bateaux et par heure en moyenne, est peu informative pour des pêcheries aussi restreintes en temps dans la journée (2h de pêche à la drague par jour en rade de Brest). Ainsi, la principale plus-value technique de ce travail, relevée par les acteurs interviewés, est que **la méthode de traitement de donnée proposée permet de donner de l'information à une échelle plus fine que celle classiquement proposée dans le cadre des ARP**. Cette échelle plus fine est plus adaptée pour une prise de mesure locale.

Pourtant **l'utilisation de la donnée AIS** est encore **controversée** car peu encouragée par les pêcheurs professionnels (Serry et Lévêque, 2015). La donnée AIS est à l'origine une donnée

¹⁵ *éVALuation des Pratiques de Pêches au regard des Nouvelles Activités : acquisition de données de spatialisation en flux réguliers et sur une base déclarative («navire*mois*maille*engin*espèce_ciblée»)*

exploitée pour la sécurité (réduction des collisions, etc.) et non pas pour le contrôle et la gestion de la pêche. Dans le cadre de ce projet, aucune réticence à l'utilisation de l' AIS n'a été soulevée par les pêcheurs car cette **utilisation a été faite par leur représentant** (comité des pêches).

Le traitement de cette donnée a permis de fournir une **représentation précise de l'effort de pêche notamment à la praire**, ce qui a été souligné par les pêcheurs qui ont pu visualiser leur stratégie de pêche à une échelle spatiale et temporelle fine. Ils ont relevé, par exemple, la présence de 2 secteurs de pêche différents entre le début et la fin de la saison sur le banc de Rozegat (carte 2-d) et le passage longitudinal de dragues répétées formant des lignes parallèles et horizontales sur la partie Est du banc de Rozegat (carte 3-a). Cette reconnaissance fine par les pêcheurs dans les cartes présentées a permis une **meilleure objectivation de la méthode et des données utilisées**.

4.1.3. Une représentation des enjeux écologiques du maërl qui fait débat

En revanche les données de vitalité du maërl, spatialisées grâce à la méthode du krigeage ordinaire, ont été plus débattues par l'ensemble des acteurs. Il est ressorti des entretiens que les acteurs étaient globalement **insatisfaits qu'un seul indicateur puisse être utilisé pour débattre d'une mesure de gestion**. Les acteurs ont besoin de cartes où ils reconnaissent le milieu qu'ils connaissent. Par exemple, les pêcheurs qualifient principalement le maërl avec un indicateur d'épaisseur car une grande épaisseur de maërl impacte négativement leur efficacité et leur production. Pendant les entretiens, les pêcheurs professionnels se sont sentis mal à l'aise, voire "piégés" pour l'un d'entre eux, par ces cartes car elles occultent "la présence de maërl partout en rade en grande quantité". Un des pêcheurs a fortement exprimé son mécontentement, se sentant "encore attaqué" alors que **leur activité est finalement restreinte à de petites zones par rapport à la surface totale du maërl** (lignes de kernel de la carte 2-b comparées à l'annexe 11). Des zones ayant déjà été fermées à la pêche (Annexe 4), ils estiment qu'ils ont "déjà fait assez pour le maërl". Ainsi, **l'indicateur de vitalité n'est pas suffisant** pour que les pêcheurs puissent comprendre les intérêts écologiques d'une protection et certains émettent un refus catégorique quant à d'autres fermetures.

Les acteurs PNRA, scientifique, et OFB souhaiteraient une spatialisation d'autres indicateurs écologiques comme la **structure 3D et la biodiversité du maërl**. Pour ces acteurs, la vitalité n'est pas suffisante pour apprécier les zones écologiques prioritaires. "Un maërl vivant ne signifie par forcément qu'il peut accueillir une grande biodiversité ou qu'il soit une zone maërl source pour le reste de la rade" (PNRA), points prioritaires de protection pour ces acteurs.

La présentation de ces indicateurs aux pêcheurs serait bénéfique pour une meilleure compréhension des enjeux écologiques par ces derniers. De même, un indicateur d'épaisseur de maërl permettrait aux acteurs non professionnels de la pêche de comprendre la vision professionnelle des pêcheurs, et de situer les zones peu intéressantes pour la pêche, de part la surcharge de travail qu'une épaisseur conséquente de maërl peut représenter.

4.1.4. Les cartes, support de concertation pour une meilleure acceptabilité des mesures de gestion

Pour que des discussions constructives puissent être faites, l'ensemble des acteurs interviewés ont témoigné de la nécessité d'avoir des supports de discussion cartographiques dans lesquels ils se reconnaissent. Les entretiens ont permis d'illustrer cela. Les acteurs retrouvant leur milieu dans les cartes étaient **plus enclins à participer** et à faire des propositions que ceux qui étaient en désaccord avec les informations proposées. La source des désaccords pouvait être une **inadéquation** de la spatialisation de l'effort (notamment de l'effort de pêche à la coquille Saint-Jacques) avec l'**expérience** des pêcheurs professionnels, de l'estimation d'une forte **incertitude sur les résultats** ou bien d'une **obsolescence** de ces résultats. Pour le cas d'un pêcheur professionnel, les désaccords relevés sur certaines cartes (**méfiance envers l'origine des données** de vitalité, inadéquation de la carte d'effort de pêche de la coquille Saint-Jacques avec son expérience) ont soulevé des **méfiances pour les autres cartes voire pour le projet** dans son ensemble.

Pour que les **instances de concertations soient des lieux de confiance**, les acteurs doivent

comprendre les potentielles erreurs des modèles cartographiques. Pour cela, il est primordial d'expliquer la méthodologie et ses limites pour **éviter un sentiment de tromperie** qui pourrait ralentir les discussions. Néanmoins, pour les représentants des pêcheurs, ces apports techniques doivent être succins afin de ne pas "perdre les pêcheurs" et éviter de "les mettre à l'écart dès le départ". Pour les chargés de mission aux comités des pêches, le bon compromis est d'envoyer en amont des réunions des **notes techniques méthodologiques** pour les acteurs intéressés et de faire **en début de réunion une présentation des limites** méthodologiques principales.

Les entretiens ont permis de mettre en lumière **un passif de concertation difficile**. D'après l'acteur PNRA, en charge de l'animation du site Natura 2000 rade de Brest, **Natura 2000** était perçu comme **une menace** par les pêcheurs, à ses débuts. Sous la pression du CDPMEM du Finistère, le **PNRA ne pouvait pas parler directement avec les pêcheurs** et devait passer par le comité des pêches pour les discussions d'aménagement et d'environnement. Quand un dialogue a pu être instauré directement avec les pêcheurs, le PNRA leur a demandé de **tracer à la main les zones importantes pour la pêche**. Pour ne pas "froisser le monde de la pêche" et "créer de nouvelles tensions", le PNRA n'a jamais évoqué un croisement de ces cartes empiriques avec les données de vitalité du maërl. Cet acteur était donc très satisfait que ce travail soit réalisé aujourd'hui par les **structures professionnelles qui "doivent être proactives pour que les mesures soient acceptées par les pêcheurs"**. L'acteur du PNRA craignait que des décisions de fermetures de zones à la pêche viennent "d'en haut" et a sollicité les pêcheurs pour lui proposer des zones. Grâce à un climat de **confiance instauré** depuis quelques années grâce à des **embarquements fréquents** du chargé de mission du PNRA sur les bateaux de pêches, la discussion a pu aboutir. Malgré l'intervention houleuse d'un pêcheur, effrayé que "tout finisse par être interdit", un compromis a été trouvé, aboutissant aux zones de fermetures actuelles. D'après les pêcheurs interviewés, ce compromis a conduit à des **pêcheurs qui ont "subit des mesures" sans réelles compréhensions des enjeux écologiques subjacents**, appelant cela des "problèmes de bobo écolo".

Les entretiens révèlent que les meilleures données disponibles sur l'état du maërl ne permettent pas de légitimer, auprès des pêcheurs, les revendications de protection du maërl. En revanche, les revendications socio-économiques, sont légitimes et comprises par l'ensemble des acteurs car les structures professionnelles sont proactives ce qui permet "une meilleure acceptabilité des mesures qui suivront" (chargés de missions aux comités des pêches, OFB, PNRA et scientifique). **Les données écologiques doivent donc être complétés et mises à jour, et ce, en partenariat avec les structures professionnelles, permettant d'apporter une légitimité aux données aux yeux des pêcheurs**. Pour l'un des pêcheurs interviewés, "les scientifiques risquent de trafiquer les données". Il légitimera les résultats que si les comités participent aux échantillonnages voire aux traitements des données. Cette démarche a fonctionné dans le **cas de Belle-Ile en Mer** où les structures professionnelles se sont chargées d'obtenir des données de vitalité actuelles sur le maërl, en collaboration avec les scientifiques et les pêcheurs, permettant in fine de définir des zones de fermeture à la pêche cohérentes (Dubreuil et al., s.d.).

Il existe un **objectif commun** à l'ensemble des acteurs qui est de faire en sorte que les termes de "fermeture ou interdiction" de zone à la pêche soient remplacés par les termes de "protection d'habitat et de la ressource". Il faut que "les pêcheurs s'approprient leur milieu et soient fiers d'avoir participé à la défense de l'environnement (CRPMEM de Bretagne). Cet objectif commun est un point essentiel pour **la consolidation de la concertation** (Boltanski et Thévenot, 1991).

Finalement, ce travail a permis l'émergence d'innovations grâce à des propositions de gestion originales partagées. Par exemple, la **proposition de jachère** sur les bancs sud (Anse du Poulmic et du Capelan), **là où le maërl est encore très abondant et de bonne qualité** d'après les acteurs, est revenue régulièrement pendant les entretiens. Cette proposition est acceptée par l'ensemble des acteurs à **l'exception d'un pêcheur**. Ce pêcheur est contre toutes autres fermetures potentielles en rade, même si ces fermetures ne se feraient pas sur des zones de pêche, car c'est un "dérangement par principe" inacceptable. Pour les professionnels de la pêche et leurs représentants, la jachère permettrait de **laisser le temps à la ressource de prendre en taille** car, dans cette zone, les

coquillages ont plus de difficultés à dépasser la taille commerciale. La jachère pourrait donc apporter une **plus-value économique** qui serait intéressant d'étudier pour la suite. Elle permettrait également de conserver, chaque année une zone de pêche abritée en cas de mauvaise météo, pour les plus petits navires de la pêcherie. De plus, la jachère, mesure de gestion souvent utilisée par le monde de la pêche (Com. Pers. CRPMEM de Bretagne), répond à une **demande de contrôle des mesures** par les représentants des pêcheurs, pour qu'elles soient "plus flexibles et adaptables aux cours des années, en fonction de l'état de la ressource ou des conditions environnementales" (Com. Pers. CRPMEM de Bretagne). Cette innovation, dernière étape du processus de concertation d'après Boltanski et Thévenot (1991), pourra être utile pour les concertations futures.

4.2. Limites et perspectives

La carte 3-b, représentant l'effort de pêche de coquille Saint-Jacques dans la rade de Brest sud, ne correspondait pas à l'expérience des pêcheurs professionnels. D'après la carte, il existe un effort de pêche sur le banc de Rozegat. Or, Les professionnels affirment que le banc de Rozegat n'est travaillé que pour la praire. L'**hypothèse de prise accessoire de coquille Saint-Jacques** pendant une pêche ciblant la praire a été évoquée en entretien. Les coquilles Saint-Jacques étant plus larges que les praires, elles peuvent entrer dans les dragues ciblant les praires. De plus, l'effort de pêche de la coquille Saint-Jacques en 5 ans est marginal avec **un effort 10 fois moindre par rapport à l'effort de pêche de la praire**. Les pêcheurs ont réfuté cette hypothèse. Pour eux, l'effort se trouve à des bathymétries plus grandes, en **dessous des 10m au sud et à l'ouest du banc de Rozegat**, là où le travail de la coquille Saint-Jacques est bien connu des pêcheurs. Ces remarques sont cohérentes avec les zones de pêches par espèce décrites par Gourmelon et al. (2013) (Annexe 14).

4.2.1. Lacunes des données

La carte d'effort de coquille Saint-Jacques a permis de soulever des questions concernant les potentielles **lacunes des données AIS dans la zone du chenal**, là où l'on devrait trouver de l'effort de pêche à la coquille Saint-Jacques. En effet, dans le jeu de données fournies, peu de données AIS sont disponibles dans la zone inférieure à 10m (fig. 2 et carte 2-c). Cette lacune peut venir de **zones blanches de réseau**, empêchant la transmission des données AIS des navires à la borne de réception terrestre de la rade (Annexe 15). On peut également faire l'hypothèse d'**AIS volontairement éteinte**. Cette pratique illégale permet aux pêcheurs ne pas dévoiler leurs zones de pêches (Com. Pers. Pêcheur au chalut pendant le stage embarqué). En entretien, les pêcheurs ont tous affirmés que ce n'était pas **une pratique ni courante ni utile en rade de Brest** car les zones de pêches sont très localisées avec peu de prospection à cacher possible.

Concernant les données de production, elles peuvent être partiellement incomplètes de 2012 à 2014 car la déclaration de production en criée n'est obligatoire que depuis 2014 (Décret n° 2014-1608, 2014). L'utilisation de données de production rend la méthodologie de ce travail **peu répliquable** car ce sont des données privées, donc peu accessibles pour d'autres travaux potentiels.

4.2.2. Limites de la méthode de spatialisation des données AIS et de production

Le script R de spatialisation de l'effort de pêche à partir des données AIS des navires de pêche (adapté de Bernard et al., 2019), sélectionne les **données AIS "en pêche"** dans une **plage de vitesse** ($2.5 < v < 6.5$ nœuds) et d'**horaires de pêche (9h < h < 11.5) fixes**. Or, les horaires habituels de pêche sont de **9h à 11h** (CRPMEM Bretagne, 2019). La pêche est prolongée exceptionnellement à 11h30 avant les fêtes de fin d'année (Com. Pers. CRPMEM de Bretagne). Il peut donc y avoir une **surestimation** de l'effort de pêche. A cela s'ajoute un possible biais dû à un nombre important de sélection d'AIS "en pêche" **faussement positifs** (Gerritsen et Lordan, 2011). L'idéal aurait été d'appliquer une filtration via les horaires, correspondant aux réglementations sur les 5 saisons étudiées. Concernant la sélection par la vitesse des navires, elle est influencée par le métier pratiqué (Guyader et al., 2017). Dans notre cas, il s'agit de l'utilisation de différentes dragues avec, entre autres, des poids différents en fonction de l'espèce ciblée. Ainsi, il aurait été plus juste de **commencer par identifier le métier pratiqué** chaque jour par navire, puis de déterminer une plage de vitesse "en pêche" spécifique à l'espèce ciblée. Pour ce faire, Guyader et al.(2017) ont appliqué

la méthode de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sur la composition spécifique des débarquements et des prix de vente à la criée de Brest (saison 2011-2012). Enfin, une comparaison des résultats de sélection des données AIS avec des **données GPS d'observation**, sur des bateaux, aurait permis de **valider la méthode** (Guyader et al., 2017).

Un **biais d'attribution d'espèce cible aux données AIS** peut exister car j'ai attribué des données de production, recueillies à l'échelle de la rade de Brest, aux données AIS de la zone sud uniquement. Il est possible qu'une donnée production soit attribuée par erreur à une zone de pêche. Cela pourrait expliquer la carte d'effort de pêche de coquille Saint-Jacques qui ne correspond pas au savoir des pêcheurs. D'après les pêcheurs, la production, même accessoire, de coquille ne peut pas dépasser celle de la praire sur le banc de Rozegat. **La production de coquille doit donc provenir d'autres zones de pêche dont nous n'avons pas les données AIS.** Mais cette potentielle autre zone de pêche est peu probablement dans la zone nord car, le temps de pêche par jour étant court (2h), il est peu probable qu'un navire change de zone de pêche en passant de la zone sud à la zone nord ou inversement. Les seuls changements de zone se font en cas de mauvaise météo du banc de Rozegat vers les bancs plus au sud (pêcheurs) mais il s'agit toujours de pêche de la praire. L'explication la plus probable est que la zone de pêche de coquille Saint-Jacques se trouve dans une **zone blanche de réseau**, au niveau du chenal (cf. 4.2.1.) (Annexe 14).

La valeur de l'indicateur d'effort de pêche (TTD) est **proportionnelle au nombre de données** d'entrée, expliquant la différence d'effort entre la méthode Bernard et al. (2019) (Fig. 2) et la carte 2-b où je n'ai gardé que les données AIS des navires de pêche. Cette limite rend une comparaison entre différentes pêcheries à la drague délicate. Ce biais peut aussi se retrouver au sein d'une même pêcherie si un récepteur AIS terrestre reçoit moins bien les données AIS d'une zone de pêche particulière. Le **temps total cumulé de pêche** par surface, par temps et par métier est un indicateur déjà connus des acteurs de la gestion et permet une comparaison d'effort de différentes pêcheries. Mais cet indicateur est aussi influencé par le nombre de données d'entrée (Guyader et al., 2017).

Pendant les entretiens, acteurs ont exprimé la nécessité d'un indicateur d'effort qui puisse informer sur **l'impact du passage des dragues sur maërl**. Le TTD a été critiqué en ce sens car **aucun seuil d'effort à partir duquel l'effort est "trop impactant" n'est donné**. En l'état, le TTD, n'est pas adapté pour la cogestion de la pêche à la drague et du maërl. Le TTD pourrait être amélioré en prenant en compte la différence d'impact de l'effort de pêche sur le maërl, qui est **fonction de la drague utilisée**. Par exemple, une drague à praire impacte plus le maërl qu'une drague à coquille Saint-Jacques ou à pétoncle noir (Annexe 5). Des études supplémentaires seraient nécessaires afin de trouver un **facteur multiplicatif d'effort** fonction de la drague utilisée.

4.2.3. Limites de la méthode de krigeage des données de vitalité

Pour que le krigeage permette une bonne estimation de la vitalité du maërl en tout point, il faut que le variogramme soit exhaustif pour que l'on puisse y ajuster le meilleur modèle. Dans notre cas, on remarque sur le variogramme (carte 6) que le pallier asymptotique est atteint pour une distance de 1. Il n'y a plus de dépendance spatiale pour une distance supérieure à 1. Seulement 4 points permettent l'ajustement du modèle avant l'atteinte du pallier aussi appelée la portée pratique. Ainsi, **le plan d'échantillonnage manque de points de prélèvement rapprochés**, ce qui apporte un biais au modèle. De plus, l'ajustement du modèle a été faite de façon **empirique**, ce qui ajoute un biais aux résultats. Dubreuil et al.(s.d.) ont, par exemple, fait des **échantillonnages en croix** (Annexe 16). Ce manque de points rapprochés nous empêche d'identifier **un effet pépité potentiel** (limite du variogramme en zéro). Un effet pépité peut provenir d'une **variabilité naturelle du paramètre** mesuré, de la **variabilité de la mesure** ou bien d'une **variation brutale du paramètre** mesuré (Hennequi, 2010). Or, le maërl est un écosystème avec une **dynamique spatio-temporelle complexe** car soumis à différents facteurs comme les courants, les vagues, la turbidité voire la bioturbation (Millar, 2017). Mais ces dynamiques sont encore peu comprises. De ce fait, les acteurs soulignent l'importance que **la donnée écologique soit actualisée** avant toute prise de décision car le maërl a pu évoluer depuis 2012. Comme nous l'avons vu, la vitalité n'est pas un indicateur suffisant pour satisfaire l'ensemble des acteurs de la gestion. Dans leur étude de l'impact de la pêche

à la drague sur le maërl, Gourmelon et al.(2013), ont utilisé la **richesse spécifique** (espèces sensibles, peu sensibles et favorisées par les dragues) et le **rapport épifaune/endofaune** pour évaluer la biodiversité de l'habitat. Il serait souhaitable d'utiliser ses indicateurs, ainsi qu'un indicateur d'épaisseur demandé par les pêcheurs, pour compléter les connaissances sur les enjeux du maërl en rade de Brest.

4.2.4. La subjectivité des cartes

Un des objectifs de ce stage était de pourvoir déterminer avec les acteurs des mesures de gestion au regard des informations spatialisées disponibles. Leurs propositions ont fait suite à la lecture des cartes qui ne sont que **des propositions de lecture des données**. J'ai pu créer un biais en donnant une **orientation de lecture et d'interprétation** des données à travers ma représentation (gradient de couleur, indications sur les cartes, etc.) (Poidevin, 1999). Par exemple, les cartes 2-b et 2-c représentent toutes les deux l'effort de pêche en rade de Brest sud mais avec une variation du gradient de couleur différente. Si les acteurs ne prennent pas le temps de lire la légende, ils peuvent être induits en erreur en interprétant un effort de pêche plus important en carte 2-c (vu en entretien). Ce biais a été soulevé par l'acteur scientifique et OFB. Les autres acteurs ont, au contraire, trouvés que l'ensemble des cartes apportaient des informations objectives et neutres.

4.2.5. Limites du modèle cartographique

Le modèle cartographique utilisé pour simuler une fermeture de zone à la pêche est très simple et **ne permet d'évaluer que les impacts socio-économiques à court-termes**. Mais cette modélisation utilise les données d'une petite période de temps (5 ans). De plus, l'évènement d'ASP rend la **période de temps étudiée instable**, ce qui ne permet pas d'apprécier correctement le potentiel économique de la pêcherie. Cet évènement a eu des conséquences sur les stratégies de pêches qui ont pu majorer ou minorer l'importance économique de la pêcherie et de zones (ex. impacts sur les prix en criée Annexe 17).

Une fermeture de zone à la pêche pourrait avoir des conséquences sur le long-terme qu'il est également important d'évaluer afin d'apprécier le potentiel d'une mesure de gestion. **Une fermeture de zone à la pêche pourrait avoir des impacts long-terme similaires à ceux des AMP** qui devraient être étudiés (effet "spill-over", augmentation des CPUE sur le long-terme, etc. (Follesa et al., 2011; Gonzales et al., 2014)). Un modèle plus complexe, permettant de simuler les conséquences d'une fermeture sur la dynamique spatio-temporelle des ressources, de l'habitat et sur le comportement des pêcheurs, est essentiel pour gérer durablement une pêcherie. Par exemple, le modèle ISIS-Fish permet de prendre en compte l'ensemble du système Ressource – Effort de pêche – Gestionnaires (Mahévas and Pelletier, 2004). Peut-être qu'une composante habitat pourrait être ajoutée.

Finalement, ce travail a permis de visualiser les zones dont les entreprises de pêches ont été les plus dépendantes sur la période donnée (indicateur du nombre de navire à avoir travaillé par zone) mais ne donne pas **d'information sur l'impact réel d'une perte économique potentielle sur le social**. Par exemple, Mascia et al.(2010) ont montré que les AMP façonnent le bien-être social des communautés de pêcheurs et peuvent représenter une stratégie viable pour améliorer la sécurité alimentaire et autonomiser les communautés locales, mais les pratiques actuelles affectent négativement au moins une minorité de pêcheurs. Une mesure de gestion telle qu'une fermeture de zone à la pêche pourrait avoir des conséquences similaires qu'il est intéressant de connaître pour une prise de décision raisonnée. Pour aller plus loin, **l'utilisation des données des coûts d'exploitation des entreprises (coûts fixes et coûts variables) permettrait de connaître les besoins vitaux des entreprises et ainsi de modéliser les potentielles pertes d'entreprises**. Il serait également intéressant de comprendre les conséquences des pertes d'entreprises de pêche, faisant partis de la culture d'un territoire, l'aménagement de ce territoire.

4.3. Conclusion

Face à des mesures de protection de l'environnement spatialisées (DCSMM, DCPMM), les structures **professionnelles de la pêche ont exprimé leur besoin de spatialiser les enjeux économiques** à une échelle de prise de décision locale, objectif premier de ce travail. Comme attendu, la **donnée AIS** s'est relevée être un outil intéressant à utiliser pour l'aide à la décision à l'échelle locale, de part sa précision par rapport à d'autres types de données habituellement utilisées (VMS, VALPENA). Grâce au **croisement de la donnée AIS avec les données déclaratives de production**, une spatialisation des zones importantes pour la pêche à la drague, dans le sud de la rade de Brest, a pu être réalisée. **La zone à plus fort enjeu économique pour cette pêcherie correspond au banc de Rozegat.**

L'écosystème maërl, très présent dans le sud de la rade de Brest, est négativement impacté par le passage des dragues à coquillages car ces dernières cassent les thalles de maërl, réduisent sa capacité de photosynthèse ainsi que la biodiversité benthique qu'il abrite. Le maërl, écosystème sensible, fait parti des priorités de protection environnementale de l'Europe (DCSMM et DCHFF). La spatialisation de la vitalité du maërl, effectuée par le Parc Naturel Régional d'Armorique en 2012, informe sur la qualité du maërl dans le sud de la rade de Brest.

Ce travail de spatialisation des zones d'enjeux économiques pour la pêche, mis au regard des connaissances sur l'état du maërl, a été discuté lors d'**entretiens avec les acteurs de la gestion**. A partir de ces entretiens, des **propositions de mesure de gestion de la pêche** à la drague, tel que des zones de fermetures à la pêche, ont été testées afin d'évaluer **leurs potentielles conséquences socio-économiques** sur le court-terme (pertes sur le chiffre d'affaire, nombre d'entreprises impactées).

Pour que ses mesures soient économiquement et socialement acceptables, il est indispensable de comprendre les stratégies de pêche et les impacts potentiels à court-terme de ces mesures. **Mais prendre des décisions pour l'avenir des habitats et des pêcheries requière de comprendre également l'impact de ses mesures sur le long-terme, limite notable de cette étude.**

Ce travail arrive en amont de l'analyse risque pêche en rade de Brest et sera **un support de discussion** pour la gestion de la pêcherie et de l'habitat maërl. Cependant, avant la poursuite des discussions, une **mise à jour des données habitat-maërl** a été exprimée par la majorité des acteurs interviewés. Pour une meilleure reconnaissance de ces données habitat-maërl par les acteurs professionnels, conditionnant l'acceptabilité des mesures proposées, il est recommandé de **poursuivre les études sur l'impact des dragues sur le maërl en partenariat avec les pêcheurs et leurs représentants.**

5. Références

- ADEUPa Brest - Bretagne, 2017. Rade de Brest, force du pays : vers un projet de territoire. Synthèse Graphique.
- AFB, MTES, 2018. Cadrage national de la mise en oeuvre de la mesure DCSMM, M003-NAT1b. “Compléter le réseau d’AMP par la mise en place de protections fortes sur les secteurs de biodiversité marine remarquable.”
- AGLIA, 2016. Phase 1 (programme DECIDER) - Synthèse des connaissances sur le maërl en Bretagne.
- Bajjouk, T., Duchêne, J., Guillaumont, B., Bernard, M., Blanchard, M., Hamon, D., Hily, C., Le Gal, A., Rigolet, C., Rossi, N., Ledard, M., 2015. Les fonds marins de Bretagne, un patrimoine remarquable: connaître pour mieux agir. 152 p.
- Barbera, C., Bordehore, C., Borg, J.A., Glémarec, M., Grall, J., Hall-Spencer, J.M., Ch. de la Huz, Lanfranco, E., Lastra, M., Moore, P.G., 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maerl beds. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*
- Berlandi, R.M., de O. Figueiredo, M.A., Paiva, P.C., 2012. Rhodolith Morphology and the Diversity of Polychaetes Off the Southeastern Brazilian Coast. *J. Coast. Res.* 28, 280–287. <https://doi.org/10.2112/11T-00002.1>
- Bernard, G., Romero-Ramirez, A., Tauran, A., Pantalos, M., Deflandre, B., Grall, J., Grémare, A., 2019. Declining maerl vitality and habitat complexity across a dredging gradient: Insights from in situ sediment profile imagery (SPI). *Sci. Rep.* 9, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52586-8>
- Boltanski, L., Thévenot, L., 1991. De la justification : les économies de la grandeur, Gallimard. ed.
- Bunch, M.J., Vasantha Kumaran, T., Joseph, R., 2012. Using Geographic Information Systems (GIS) For Spatial Planning and Environmental Management in India: Critical Considerations.
- Campbell, M.S., Stehfest, K.M., Votier, S.C., Hall-Spencer, J.M., 2014. Mapping fisheries for marine spatial planning: Gear-specific vessel monitoring system (VMS), marine conservation and offshore renewable energy. *Mar. Policy* 45, 293–300. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.09.015>
- Caquard, S., 2003. La cartographie, inadaptées aux concertations publiques 87–90.
- Caron, F., Chevalier, A., Lahellec, G., Ougier, S., Schumeng, V., 2020. La pêche professionnelle, acteur de la conservation. Comment ? Pourquoi ? Comment améliorer l’implication de la pêche professionnelle dans les politiques territoriales de conservation que sont les aires marines protégées, avec pour objectifs une conservation effective et une pêche durable ?, Rapport étudiants halieutes. Agrocampus-Ouest, Rennes.
- CMFRI, 2016. Handbook on Application of GIS as a Decision Support Tool in Marine Fisheries (Special Publication No. 121). Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi.
- Code rural et de la pêche maritime - Article L912-2, n.d. , Code rural et de la pêche maritime.
- CRPMEM Bretagne, 2019. Décision n°222-2019 du 24 decembre 2019 fixant le calendrier de la pêche des mollusques bivalves (coquilles saint-jacques et praires) dans le secteur de la rade de Brest/Baie de camaret. Deuxième partie de campagne 2019-2020.
- CRPMEM Bretagne, 2018a. 2018-064 Délibération “MOLLUSQUES BIVALVES BR/CM - B” du 21 septembre 2018.
- CRPMEM Bretagne, 2018b. 2018-053 Délibération “ALGUES-CRPMEM - B1” du 31 août 2018.
- CRPMEM Bretagne, 2016. 2016-001 Délibération “MOLLUSQUES BIVALVES BR/CM - A” du 29 janvier 2016.
- CRPMEM Bretagne, 2011. 2011-001 Délibération “MOLLUSQUES BIVALVES BR/CM - A” du 20 juin 2011.
- Daurès, F., 2017. Evaluation initiale DCSMM, pêche professionnelle. DG MARE Lot 2, 2013. Retrospective and prospective evaluation on the common fisheries policy, excluding its international dimension (French Case Study Report for Retrospective Evaluation of Scrapping and Temporary Cessation Measures in the EFF Specific contract no.4–SI2.

- 639813 November 2013 No. Ref. No MARE/2011/01 French Case Study).
- Découvrir Natura 2000 - rade-de-brest.n2000.fr [WWW Document], 2011. URL <http://rade-de-brest.n2000.fr/decouvrir-natura2000> (accessed 6.8.20).
- Décret n° 2001-1216 du 20 décembre 2001 relatif à la gestion des sites Natura 2000 et modifiant le code rural, 2001. , 2001-1216.
- Décret n° 2014-1608 du 26 décembre 2014 relatif à la codification de la partie réglementaire du livre IX du code rural et de la pêche maritime, 2014. , 2014-1608.
- Décret n° 2017-724 du 3 mai 2017 intégrant la planification maritime et le plan d'action pour le milieu marin dans le document stratégique de façade - Version en vigueur au 11 mai 2020 - Légifrance [WWW Document], n.d. URL https://beta.legifrance.gouv.fr/loda/texte_lc/JORFTEXT000034579398/2020-05-11?highlight=D%C3%A9cret%20n%C2%B02017-724&tab_selection=all&searchField=ALL&query=D%C3%A9cret+n%C2%B02017-724+&page=1&init=true (accessed 5.11.20).
- Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, 1992. , 206.
- Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, 2000. , 327.
- Directive 2008/56/CE du Parlement Européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive-cadre stratégie pour le milieu marin) (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE), 2008. , 164.
- Directive 2014/89/UE du Parlement européen et du Conseil du 23 juillet 2014 établissant un cadre pour la planification de l'espace maritime, 2014. , 257.
- Dubreuil, J., Grall, J., Barillé, A.-L., s.d. Cartographie fonctionnelle comme outil de gestion d'un habitat patrimonial : cas du banc de maërl de Belle-Île-en-Mer. Aod - Cah. Nat. Obs. Mar. 16.
- Dutertre, M., Grall, J., Ehrhold, A., Hamon, D., 2015. Environmental factors affecting maerl bed structure in Brittany (France). *Eur. J. Phycol.* 50, 371–383. <https://doi.org/10.1080/09670262.2015.1063698>
- ESRI, n.d. Fonctionnement du Krigeage [WWW Document]. URL <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-kriging-works.htm> (accessed 8.14.20).
- Ferrà, C., Tassetti, A.N., Grati, F., Pellini, G., Polidori, P., Scarcella, G., Fabi, G., 2018. Mapping change in bottom trawling activity in the Mediterranean Sea through AIS data. *Mar. Policy* 94, 275–281. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.12.013>
- Fifas, S., Caroff, N., 2013. Evaluation du stock de praires de la rade de Brest.
- Follesa, M.C., Cannas, R., Cau, Alessandro, Cuccu, D., Gastoni, A., Ortu, A., Pedoni, C., Porcu, C., Cau, Angelo, 2011. Spillover effects of a Mediterranean marine protected area on the European spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) resource. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 21, 564–572. <https://doi.org/10.1002/aqc.1213>
- Gerritsen, H., Lordan, C., 2011. Integrating vessel monitoring systems (VMS) data with daily catch data from logbooks to explore the spatial distribution of catch and effort at high resolution. *ICES J. Mar. Sci.* 68, 245–252. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq137>
- Gonzales, B.J., Becira, J.G., Galon, W.M., Gonzales, M.M.G., 2014. Protected versus unprotected area with reference to fishes, corals, macro invertebrates, and CPUE in Honda Bay, Palawan 42–59.
- Gourmelon, F., Le Guyader, D., Fontenelle, G., LEVREL, H., Tissot, C., Bonneau De Beaufort, L., Rouan, M., 2013. Modélisation et scénarisation des activités humaines en rade de Brest.
- Grall, J., 2009. Fiche synthèse d'habitat “Maërl.”
- Grall, J., 2003. Fiche synthèse sur les biocénoses : Les bancs de maërl.
- Grall, J., Hall-Spencer, J.M., 2003. Problems facing maerl conservation in Brittany. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*
- Guyader, D.L., Ray, C., Gourmelon, F., Brosset, D., 2017. Defining high-resolution dredge fishing grounds with Automatic Identification System (AIS) data. *Aquat. Living Resour.* 30, 39.

<https://doi.org/10.1051/alr/2017038>

- Hall-Spencer, J.M., Grall, J., Moore, P.G., Atkinson, R.J.A., 2003. Bivalve fishing and maerl-bed conservation in France and the UK—retrospect and prospect. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*
- Hall-Spencer, J.M., Kelly, J., Maggs, C.A., 2008. Hall-Spencer, J.M., Kelly, J. & Maggs, C.A. 2008. Assessment of maerl beds in the OSPAR area and the development of a monitoring program. Department of the Environment, Heritage & Local Government (DEHLG), Ireland.
- Hennequi, M., 2010. Spatialisation des données de modélisation par Krigeage. *Méthodologie [stat.ME]*.
- Hily, C., Potin, P., Floc'h, J.-Y., 1992. Structure of subtidal algal assemblages on soft-bottom sediments: fauna/flora interactions and role of disturbances in the Bay of Brest, France. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 85, 115–130.
- Hintzen, N.T., Bastardie, F., Beare, D., Piet, G.J., Ulrich, C., Deporte, N., Egekvist, J., Degel, H., 2012. VMStools: Open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and VMS data. *Fish. Res.* 115–116, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.11.007>
- Høye, G.K., Eriksen, T., Meland, B.J., Narheim, B.T., 2008. Space-based AIS for global maritime traffic monitoring. *Acta Astronaut.* 62, 240–245. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2007.07.001>
- Kerwath, S.E., Winker, H., Götz, A., Attwood, C.G., 2013. Marine protected area improves yield without disadvantaging fishers. *Commun. Nat.*
- Krige, 1951. A statistical approach to some mine valuation and allied problems on the Witwatersrand. (M. Sc. Thesis). University of the Witwatersrand.
- Lassus, P., 2002. Coquillages contaminés par des phycotoxines paralysantes. Vers une procédure de détoxification.
- Lavigne Delville, P., 2013. Problématisation, intéressement, enrôlement La sociologie de la traduction est-elle utile pour le développement? *Anthropol. Impliquée*. URL <https://anthropo-impliquee.org/2013/12/04/2008-problematization-interessement-enrolement-la-sociologie-de-la-traduction-est-elle-utile-pour-le-developpement/> (accessed 5.11.20).
- Le Bon État Écologique / Stratégie milieu marin (DCSMM) / surveillance / envlit / Ifremer - envlit [WWW Document], n.d. URL https://envlit.ifremer.fr/surveillance/strategie_milieu_marin_dcsmm3/le_bon_etat_ecologique (accessed 7.24.20).
- Le Guyader, D., Le Tixerant, M., Gourmelon, F., 2016. Dynamiques des activités maritimes (DACTARI) : Base d'Information Géographique et Temporelle en support à la connaissance et à la scénarisation. CNRS LETG; TerraMaris.
- Le Tixerant, M., 2004. Dynamique des activités humaines en mer côtière. Application à la mer d'Iroise (phdthesis). Université de Bretagne occidentale - Brest.
- Le Tixerant, M., Le Guyader, D., Gourmelon, F., Queffelec, B., 2018. How can Automatic Identification System (AIS) data be used for maritime spatial planning? *Ocean Coast. Manag., Maritime Spatial Planning, Ecosystem Approach and Supporting Information Systems (MapSIS 2017)* 166, 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.05.005>
- Lee, J., South, A.B., Jennings, S., 2010. Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data. *ICES J. Mar. Sci.* 67, 1260–1271. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq010>
- LOI n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages - Dossiers législatifs - Légifrance [WWW Document], n.d. URL <https://beta.legifrance.gouv.fr/dossierlegislatif/JORFDOLE000028780525/> (accessed 5.11.20).
- Mahévas, S., Pelletier, D., 2004. ISIS-Fish, a generic and spatially explicit simulation tool for

- evaluating the impact of management measures on fisheries dynamics. *Ecol. Model.* 171, 65–84. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.04.001>
- Mascia, M.B., Claus, C.A., Naidoo, R., 2010. Impacts of Marine Protected Areas on Fishing Communities. *Conserv. Biol.* 24, 1424–1429. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01523.x>
- Mazzarella, F., Vespe, M., Damalas, D., Osio, G.C., 2014. Discovering Vessel Activities at Sea using AIS Data: Mapping of Fishing Footprints [WWW Document]. EU Sci. Hub - Eur. Comm. URL <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/contributions-conferences/discovering-vessel-activities-sea-using-ais-data-mapping-fishing-footprints> (accessed 7.30.20).
- McCauley, D.J., Woods, P., Sullivan, B., Bergman, B., Jablonicky, C., Roan, A., Hirshfield, M., Boerder, K., Worm, B., 2016. Ending hide and seek at sea. *Science* 351, 1148–1150. <https://doi.org/10.1126/science.aad5686>
- Menozzi, M.-J., 2017. Enqêtes Sociologiques. Analyse de la participation des pêcheurs en sites Natura 2000 et perception de la problématique dragues/maërl.
- Métiers et technique de pêche [WWW Document], n.d. URL <http://www.bretagne-peches.org/?mode=metiers-technique-peche> (accessed 6.9.20).
- Millar, K.R., 2017. Mechanisms of stability of rhodolith beds: sedimentological aspects (masters). Memorial University of Newfoundland.
- MTES, 2019. Stratégie de façade maritime. Document stratégique de façade Nord Atlantique - Manche Ouest.
- Natale, F., Gibin, M., Alessandrini, A., Vespe, M., Paulrud, A., 2015. Mapping Fishing Effort through AIS Data. *PLOS ONE* 10, e0130746. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130746>
- Parc Naturel Régional d'Armorique, 2014. Document d'objectifs Natura 2000 rade de Brest. Tome 1 - Etat des lieux.
- Pays de Brest : Pôle métropolitain, 2016. Diagnostic des filières pêche et aquaculture en Pays de Brest : pêche professionnelle, conchyliculture, filières algues.
- Poidevin, D., 1999. Manuel de Cartographie. Extrait de l'ouvrage "La carte : moyen d'action" aux éditions Ellipses.
- Potin, P., Floc'h, J.Y., Augris, C., Cabioch, J., 1990. Annual growth rate of the calcareous red alga *Lithothamnion corallioides* (Corallinales, Rhodophyta) in the Bay of Brest, France. *Hydrobiologia* 204, 263–267. <https://doi.org/10.1007/BF00040243>
- R Core Team. 2019. — European Environment Agency [WWW Document], n.d. URL <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/oxygen-consuming-substances-in-rivers/r-development-core-team-2006> (accessed 6.30.20).
- Ray, C., Dréo, R., Camossi, E., Jousset, A.-L., Iphar, C., 2019. Heterogeneous integrated dataset for Maritime Intelligence, surveillance, and reconnaissance. *Data Brief* 25, 104141. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104141>
- Robards, M., Silber, G., Adams, J., Arroyo, J., Lorenzini, D., Schwehr, K., Amos, J., 2016. Conservation science and policy applications of the marine vessel Automatic Identification System (AIS)—a review. *Bull. Mar. Sci.* 92, 75–103. <https://doi.org/10.5343/bms.2015.1034>
- Russo, T., Carpentieri, P., Fiorentino, F., Arneri, E., Scardi, M., Cioffi, A., Cataudella, S., 2016. Modeling landings profiles of fishing vessels: An application of Self-Organizing Maps to VMS and logbook data. *Fish. Res.* 181, 34–47. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.04.005>
- Sciberras, M., Rizzo, M., Mifsud, J.R., Camilleri, K., Borg, J.A., Lanfranco, E., Schembri, P.J., 2009. Habitat structure and biological characteristics of a maerl bed off the northeastern coast of the Maltese Islands (central Mediterranean). *Mar. Biodivers.* 39, 251–264. <https://doi.org/10.1007/s12526-009-0017-4>
- Serry, A., Lévêque, L., 2015. Le système d'identification automatique (AIS). Une source de données pour étudier la circulation maritime. *Netcom Réseaux Commun. Territ.* 177–202. <https://doi.org/10.4000/netcom.1943>
- Steller, D.L., Riosmena-Rodríguez, R., Foster, M.S., Roberts, C.A., 2003. Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of

- disturbance. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*
- Stevenson, T.C., Tissot, B.N., Walsh, W.J., 2013. Socioeconomic consequences of fishing displacement from marine protected areas in Hawaii. *Biol. Conserv.* 160, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.11.031>
- Stobart, B., Warwick, R., González, C., Mallol, S., Díaz, D., Reñones, O., Goñi, R., 2009. Long-term and spillover effects of a marine protected area on an exploited fish community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 384, 47–60. <https://doi.org/10.3354/meps08007>
- Vessel Database - VesselFinder [WWW Document], n.d. URL <https://www.vesselfinder.com/vessels> (accessed 6.30.20).
- Wilson, S., Blake, C., Berges, J.A., Maggs, C.A., 2004. Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): implications for European marine conservation. *Biol. Conserv.* 120, 279–289. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.001>

6. Annexes

Annexe 1: Tableau des 11 descripteurs du BEE en milieu marin (envlit.ifremer.fr, s.d.)

	Libellé Descripteur du bon état écologique	Libellé synthétique	Descripteur "d'état", "d'impact" ou de "pression"	Etablissement de référence
D1	La diversité biologique est conservée. La qualité des habitats et leur nombre, ainsi que la distribution et l'abondance des espèces sont adaptées aux conditions physiographiques, géographiques et climatiques existantes	Biodiversité	Etat	MNHM
D2	Les espèces non indigènes introduites par le biais des activités humaines sont à des niveaux qui ne perturbent pas les écosystèmes	Espèces non indigènes	Pression	MNHM
D3	Les espèces non indigènes introduites par le biais des activités humaines sont à des niveaux qui ne perturbent pas les écosystèmes	Espèces exploitées	Etat Pression	Ifremer
D4	Tous les éléments constituant le réseau trophique marin, dans la mesure où ils sont connus, sont présents en abondance et diversité normales et à des niveaux pouvant garantir l'abondance des espèces à long terme et le maintien total de leurs capacités reproductives	Réseaux trophiques	Etat	CNRS/INEE
D5	L'eutrophisation d'origine humaine, en particulier pour ce qui est de ses effets néfastes, tels que l'appauvrissement de la biodiversité, la dégradation des écosystèmes, la prolifération d'algues toxiques et la désoxygénation des eaux de fond, est réduite au minimum	Eutrophisation	Pression	Ifremer
D6	L'eutrophisation d'origine humaine, en particulier pour ce qui est de ses effets néfastes, tels que l'appauvrissement de la biodiversité, la dégradation des écosystèmes, la prolifération d'algues toxiques et la désoxygénation des eaux de fond, est réduite au minimum	Intégrité des fonds	Pression Impact	BRGM
D7	Une modification permanente des conditions hydrographiques ne nuit pas aux écosystèmes marins	Conditions hydrographiques	Pression Impact	SHOM
D8	Le niveau de concentration des contaminants ne provoque pas d'effets dus à la pollution	Contaminants / milieu	Pression Impact	Ifremer
D9	Les quantités de contaminants présents dans les poissons et autres fruits de mer destinés à la consommation humaine ne dépassent pas les seuils fixés par la législation communautaire ou autres normes applicables	Contaminants / aliments	Pression	Anses
D10	Les propriétés et les quantités de déchets marins ne provoquent pas de dommages au milieu côtier et marin	Déchets marins	Pression Impact	Ifremer
D11	L'introduction d'énergie, y compris de sources sonores sous-marines, s'effectue à des niveaux qui ne nuisent pas au milieu marin		Pression	
D11a	Énergie sonore	Énergie sonore		SHOM
D11b	Autres sources d'énergie	Autres énergies		Ifremer



COMITE REGIONAL DES PECHEES MARITIMES
ET DES ELEVAGES MARINS DE BRETAGNE

---Article L 912-1 et suivants du Code Rural et de la Pêche Maritime---

Carhaix, le 30 novembre 2018

MOTION DU CONSEIL DU CRPMEM DE BRETAGNE
Adoptée en séance du 30 novembre 2018

POUR UNE APPROCHE EQUILIBREE ENTRE LA
PRODUCTION HALIEUTIQUE ET LA CONSERVATION DE
LA MER

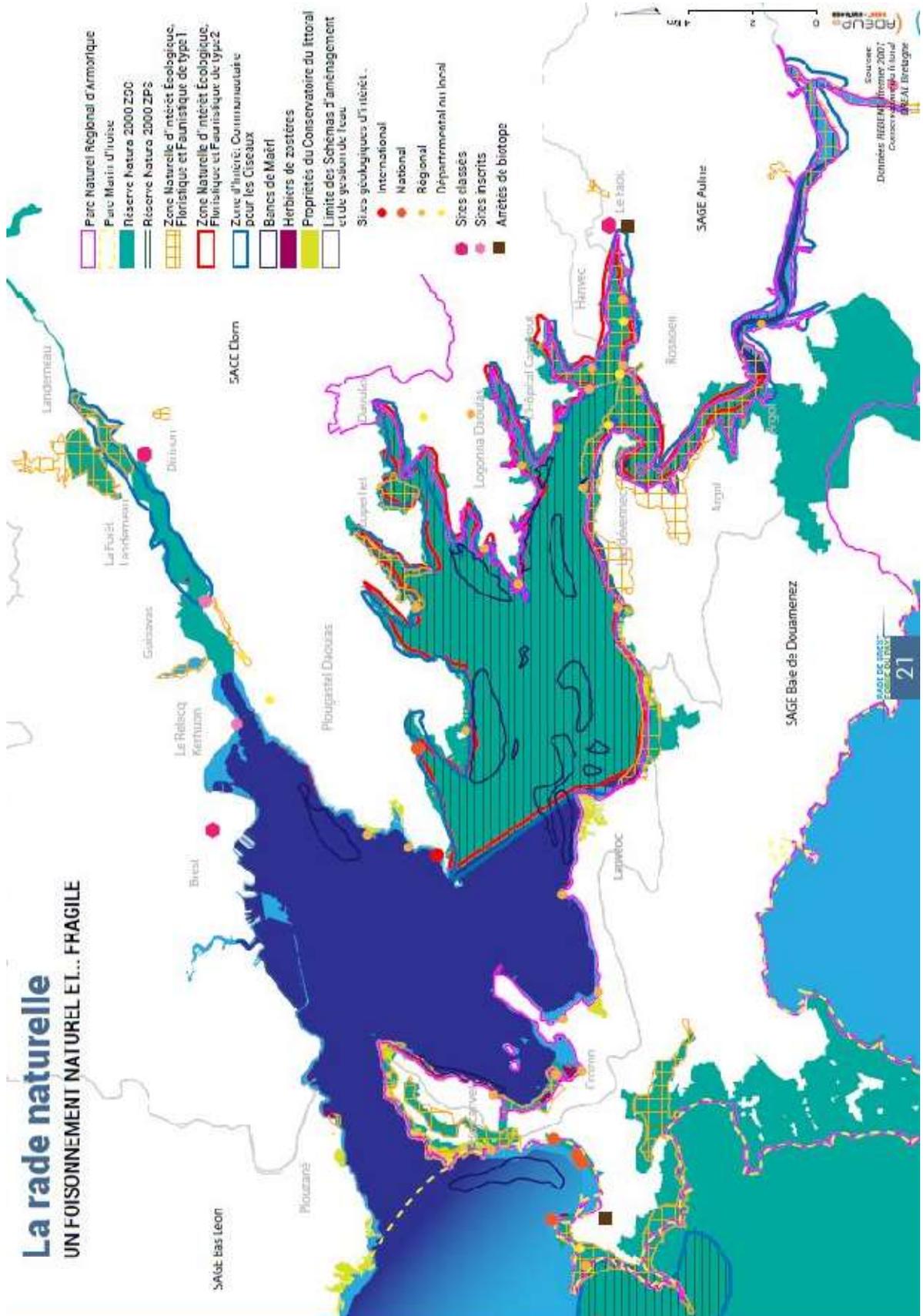
Le Comité est l'instance représentative des pêches maritimes et des élevages marins en Bretagne. Dans le cadre de ses missions, le CRPMEM est compétent pour régler au titre de la gestion des ressources halieutiques, de la cohabitation entre les métiers de la pêche et de la protection de l'environnement.

La prise en compte des considérations environnementales dans la gestion des activités de pêche est réalisée de manière proactive depuis de nombreuses années par les Comités des pêches bretons. La volonté soutenue par nos structures est de concilier l'exploitation durable des ressources halieutiques et la conservation du milieu marin. Une manière spécifique d'appréhender les problématiques environnementales a été développée, à travers différents programmes, en se basant sur des principes simples :

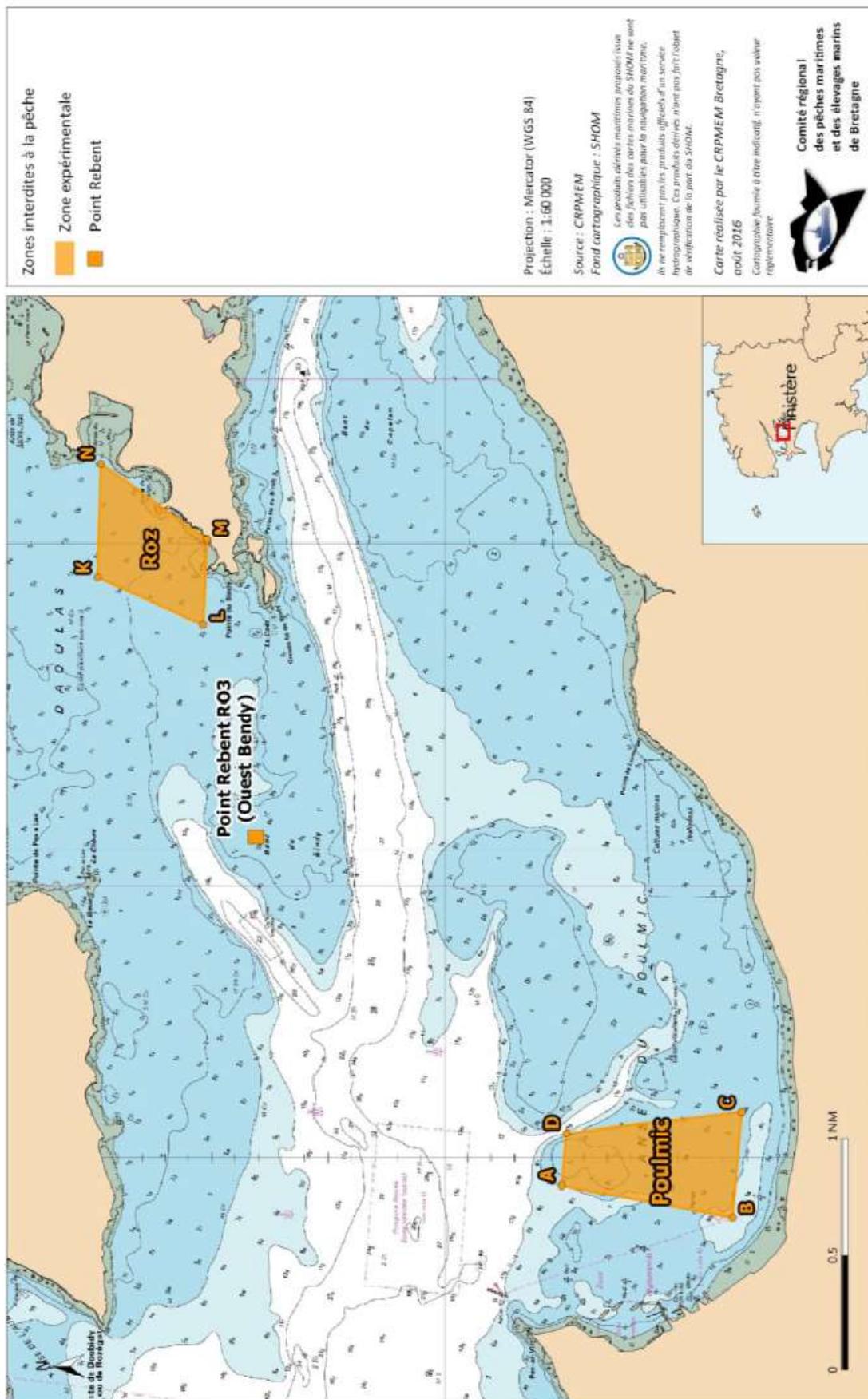
- ✓ répondre à des objectifs de conservation précis ;
- ✓ tenir des réflexions basées sur des données objectives et les plus robustes possibles ;
- ✓ intégrer une évaluation préalable des conséquences économiques et sociales de chaque mesure étudiée ;
- ✓ prioriser des mesures d'évitement ou de réduction avant toute interdiction ;
- ✓ maintenir une implication des professionnels de la pêche à chaque étape des réflexions.

Cette démarche intégratrice a permis de concilier de manière équilibrée les objectifs de protection du milieu et de production halieutique dans certains secteurs. S'il reste encore à accomplir en ce sens, la poursuite des travaux engagés par les Comités se voit parfois compromise par une mise en cause de cette approche particulière.

Le CRPMEM de Bretagne alerte quant au côté contreproductif que constituerait une appropriation de la gestion des ressources sous couvert d'une approche exclusive de protection de la mer. La confiance que les Comités bretons portent à leur démarche nécessiterait d'être partagée par les acteurs de la mise en œuvre des politiques publiques environnementales.



Annexe 4: Annexe 1 de la Délibération 2018-064 "MOLLUSQUES BIVALVES BR/CM – B" du 21 septembre 2018



Différenciation des effets immédiats des dragues

Rade de Brest

Mise en œuvre

L'étude a été menée en **1 an** sur une **zone vierge** de toute activité pour :

- Caractériser & hiérarchiser les effets immédiats sur le maërl selon le type de drague utilisé et l'effort de pêche.
- Évaluer la résilience du milieu (temps nécessaire pour revenir à une situation d'origine).

La méthode scientifique expérimentale, *Before-After-Control-Impact*

La rigueur de la méthode **BACI** a permis de :

- Mesurer l'effet généré pour l'étude (pêches expérimentales), tout en prenant en compte la **variabilité naturelle du milieu**,
- Disposer de **zones témoins représentatives** (mêmes conditions environnementales), dans une petite zone dédiée à l'étude.
- Des **prélèvements de maërl** ont eu lieu pour **définir l'état zéro** des zones étudiées, puis à intervalles réguliers après **les pêches expérimentales**.

Les pratiques de pêche et la résilience du maërl étudiées

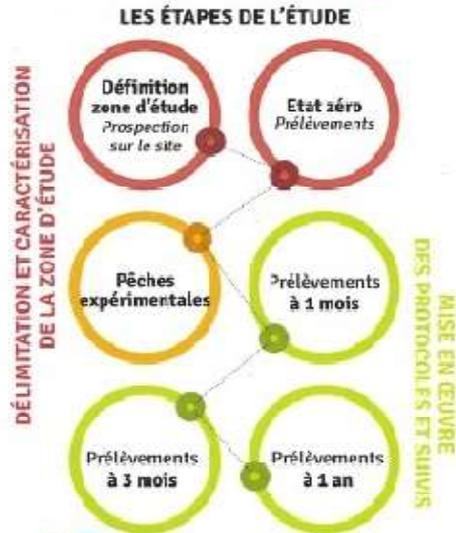
Ont été évalués :

- 3 types de dragues à des intensités de pêche différentes
- L'état du milieu à 1 semaine, 1 mois, 3 mois et 1 an.

Résultats

Cette étude met en évidence que :

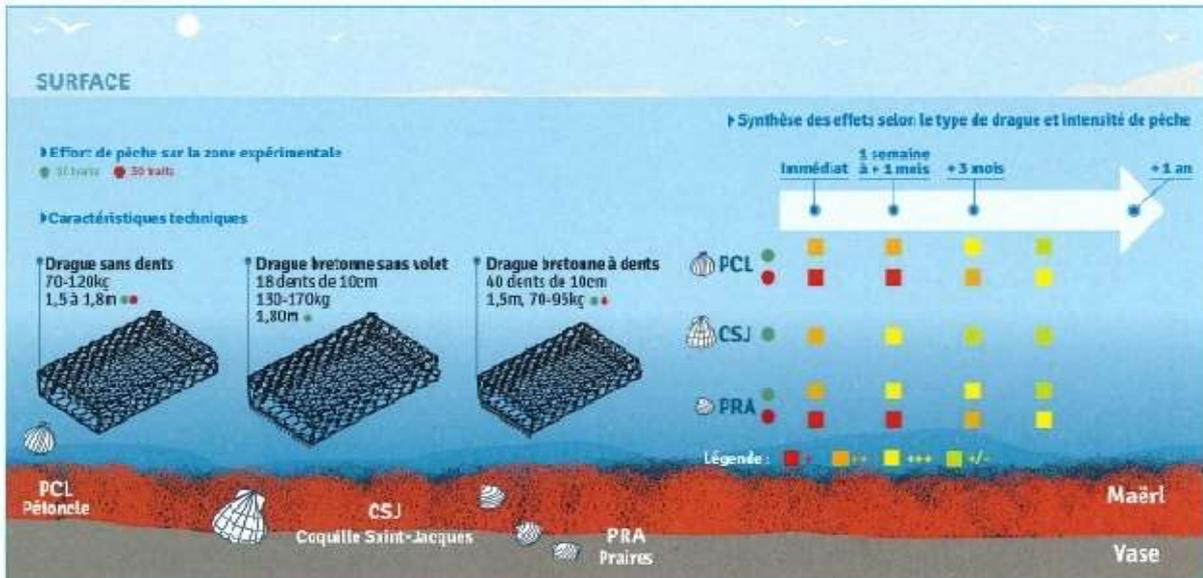
- Les effets des dragues dépendent des caractéristiques de l'engin, la manière de l'utiliser et l'effort de pêche. Ce sont des paramètres à prendre en compte pour avoir une analyse fine des interactions.
- La résilience du maërl a été mise en évidence. Un état du maërl comparable à l'état zéro est observé au bout d'un an sans activité de pêche, sauf pour la drague à praires et la drague à pétoncles utilisées à forte intensité de pêche (30 traits).



LE SAVIEZ-VOUS ?

- On parle d'effets immédiats (et non à court ou moyen terme) du fait de la très lente croissance du maërl (<1mm/an).
- Ce travail s'articule avec le projet IMPECAPE de l'IUEM. L'objectif est de créer un indicateur unique pour évaluer et comparer l'état de santé des zones de maërl, dans les secteurs où l'on dispose de séries historiques (ex. suivi REBENT).

Ces résultats peuvent apporter des éléments concrets pour la gestion de l'activité, et peuvent permettre de réfléchir ensemble à des « seuils » d'activité acceptables. C'est ce qui permettra d'assurer la compatibilité entre activité et conservation de l'habitat.



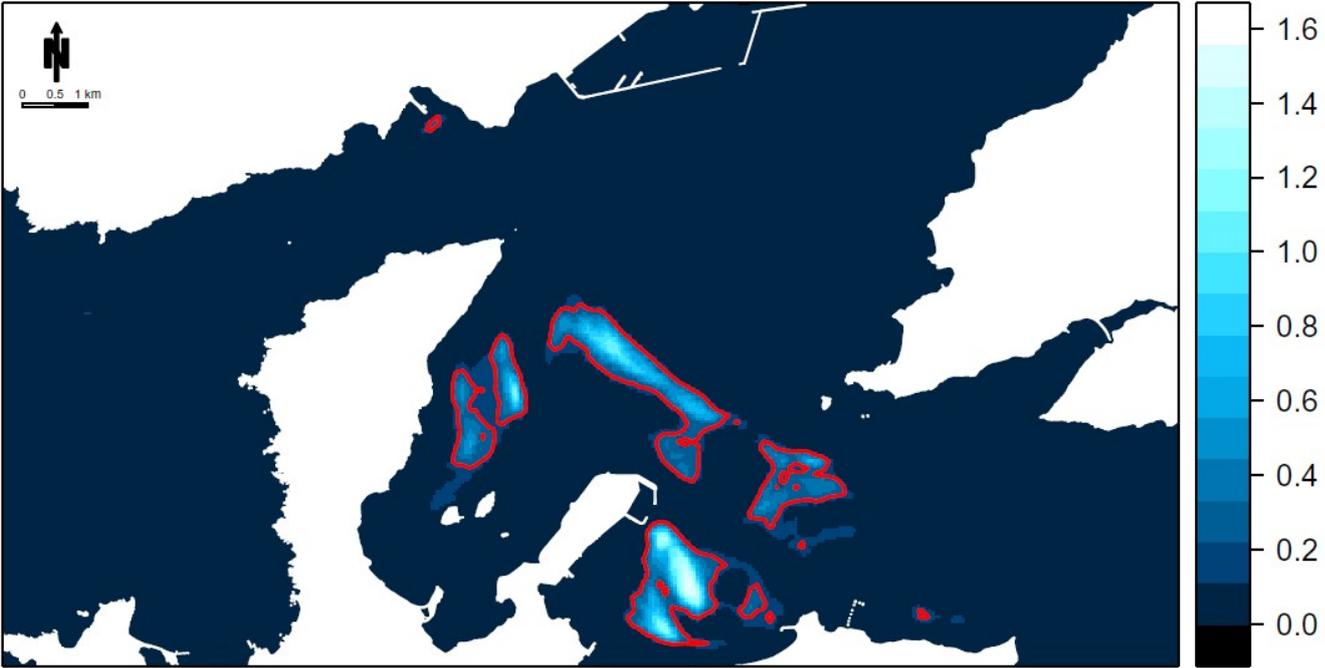
Ce projet est réalisé en partenariat avec :

FRANCE FILIERE PECHE

Avec le soutien financier de :

L'Agria, trois Régions pour promouvoir la pêche et l'aquaculture

Annexe 6: Répartition spatiale de la densité annuelle des segments de pêche pour le dragage du pétoncle en 2011-2012. Les lignes rouges mettent en évidence le 95e centile. (Guyader et al., 2017)



Annexe 7: Extrait du script R illustrant la méthode de calcul des lignes de densité de Kernel (package "MASS") et la création des cartes (package "ggplot2" et "sf")

Code R type pour le calcul des lignes de Kernel:

```
#transformation du dataframe de données en données spatiales (package "sf")
DATA_sf<- st_as_sf(mydata, coords=c("Long","Lat"), crs=4326)

#définition des polygones de bancs de maërl
MaerlBeds<-read.csv("AllBedsNameLongLat.csv", header=TRUE)
MaerlBeds_sf<- st_as_sf(MaerlBeds, coords = c("Long","Lat"), crs=4326)
MaerlBeds_poly<- MaerlBeds_sf %>% group_by(ZID) %>%
summarize(test=st_combine(geometry)) %>% st_cast("POLYGON")

#définition des lignes de bathymétrie
bathy<- st_read("isobathes.shp", crs=4326)
bathy_5 <- subset(bathy, subset = bathy$ELEV == -5)
bathy_10 <- subset(bathy, subset = bathy$ELEV == -10)

#Création d'une fonction qui calcul les lignes de densité de Kernel
CalcKernel<- fonction(data,m) {
mv.kde<- kde2d(mydata$Long, mydata$Lat, n = m)
dx <- diff(mv.kde$x[1:2]) # lifted from emdbook::HPDregionplot()
dy<- diff(mv.kde$y[1:2])
sz<- sort(mv.kde$z)
c1 <- cumsum(sz) * dx * dy

dimnames(mv.kde$z) <- list(mv.kde$x,mv.kde$y)
dc <- melt(mv.kde$z)
dc$prob<- approx(sz,1-c1,dc$value)$y
return(dc)
}
kernelTTD<- CalcKernel(mydata,200) #détermination de n=200 visuellement, de façon
empirique
```

Code R pour la création des cartes avec le package "ggplot2" (ajout des lignes de kernel en gras):

```
map <- ggplot() +
geom_sf(data = mydata_sf, size=0.1, aes(color=VARIABLE*)) +
theme(panel.background = element_rect(fill="#BFD5E3"), panel.grid.major =
element_blank(), panel.grid.minor = element_blank()) +
scale_color_gradientn(colours=c("#BFD5E3","blue","green","yellow", "red"), na.value =
"black", name = "nom de la variable") +
geom_sf(data=bathy_5, color = "grey", fill = NA)+
geom_sf(data=bathy_10, color = "darkgrey", fill = NA)+
geom_sf(data=fond_de_carte) +
geom_sf(data=Maerl_poly, size = 0.02, color = "purple", fill = NA) +
geom_contour(data=kernelTTD, aes(x=Var1, y=Var2, z=prob, breaks= c(0.8), colour = "red",
size = 1) +
coord_sf(xlim = c(-4.45, -4.25), ylim = c(48.26, 48.36)) +
labs(x = "Longitude", y = "Latitude") +
ggtitle("Titre de la carte") +
annotation_scale(location = "br", line_width = .2) +
annotation_north_arrow(location = "bl", height = unit(0.7, "cm"), width = unit(0.7, "cm"))
```

*ex. TTD, production, nombre de navire, etc.

Annexe 8: Code R permettant le krigeage des données de vitalité du maërl

```
vit_sf<- st_as_sf(vit, coords = c("Long","Lat"), crs=4326)
vit_sp<- as_Spatial(vit_sf) #créer un objet spatial

#modéliser le variogramme expérimental
vgm<- variogram(data = vit_sf, Vitality~1)
plot(vgm, pch=1, type="o", main = "Variogramme expérimental des données de vitalité")

#ajuster le variogramme expérimental par un modèle de variogramme classique: le modèle
sphérique
vgm.fit<- fit.variogram(vgm, vgm(psill=2000, model="Sph", range=0.5))#détermination des
variables visuellement de façon empirique
plot(vgm, vgm.fit, main = "Variogramme expérimental des données de vitalité\navec modèle
ajusté sur le variogramme")

#créer une grille sur laquelle on pourra effectuer le krigeage
est <- (-4.3)
ouest <- (-4.45)
nord <- 48.35
sud <- 48.25

grx<- seq(ouest, est, by=0.001) # by déterminé de façon empirique
gry<- seq(sud, nord, by=0.001) # by déterminé de façon empirique
x <- rep(grx, length(gry))
y <- rep(gry, length(grx))
y <- sort(y, decreasing = F)
Grid<- data.frame(x=x, y=y)
coordinates(Grid) = ~x+y
gridded(Grid) <- TRUE

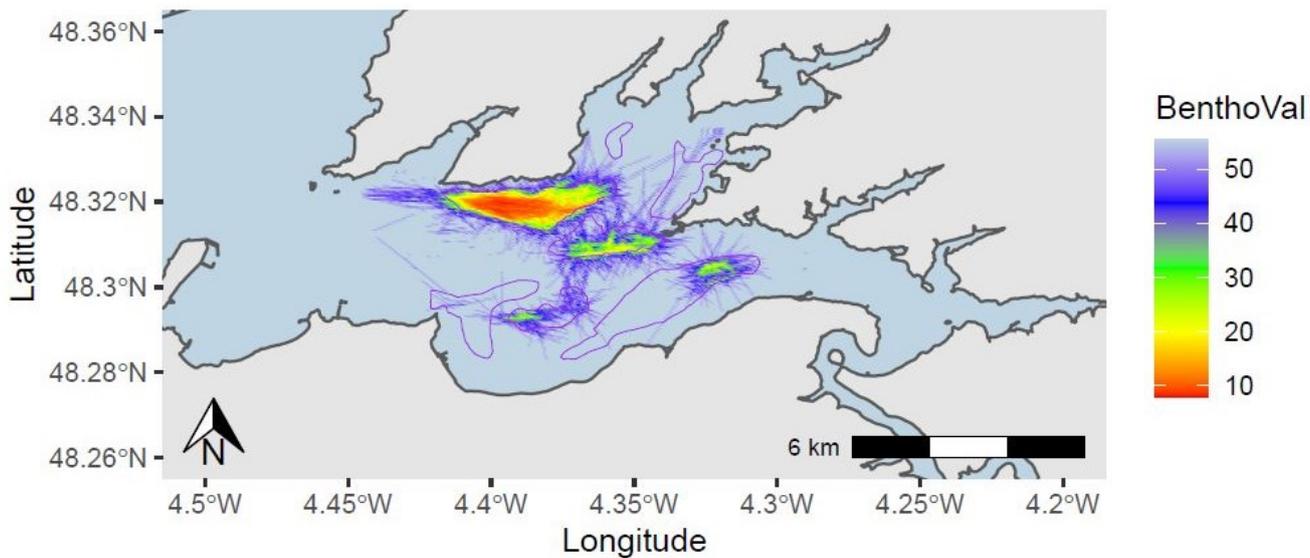
#une fois la grille crée ont peut effectuer le krigeage sur nos données à l'aide de la fonction
suivante
krigeage <- krige(formula = Vitality~1, data = vit, Grid, locations = ~Long+Lat, model =
vgm.fit)

#transformation des données de krigeage en données spatiales
r.sf1 <- st_as_sf(as(krigeage, "SpatialGridDataFrame"), crs = 4326)
krigeage_sf<- st_set_crs(r.sf1, 4326)

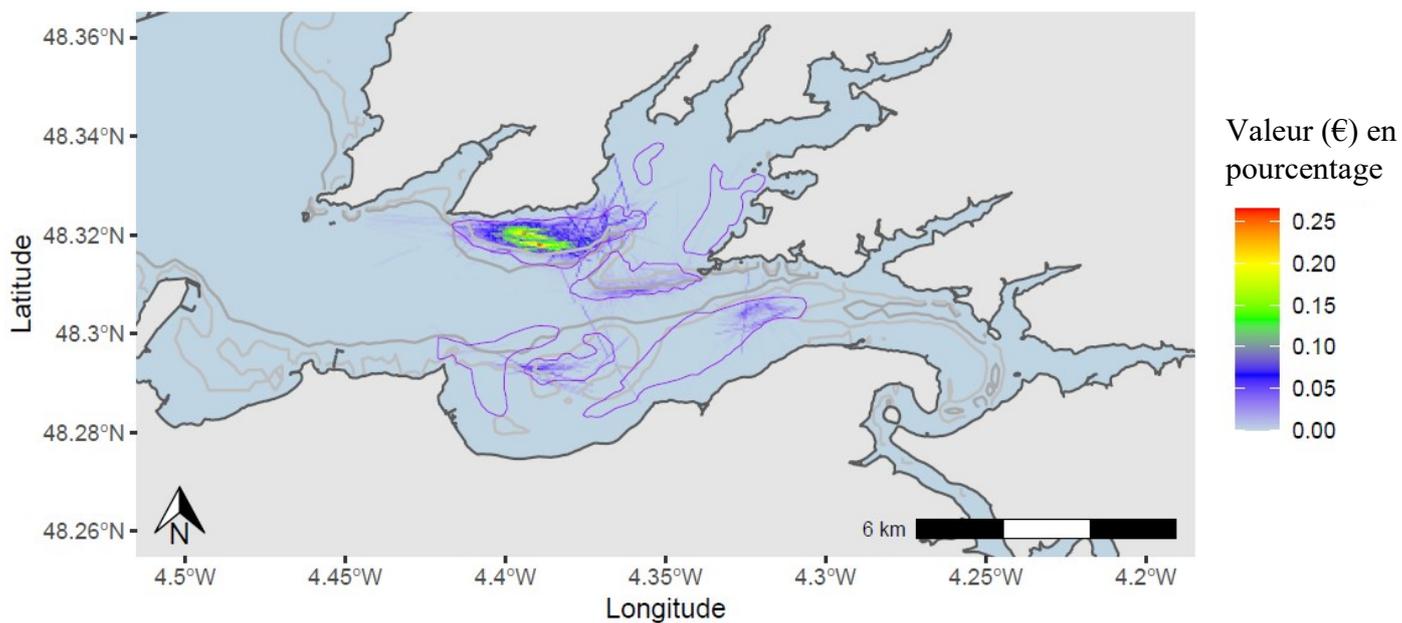
#cartographie des données de vitalité (données prédites par le modèle)
carte_krigeage<- ggplot() +
geom_sf(data=krigeage_sf, aes(color=var1.pred*)) +
scale_color_gradientn(colours= c("#FFFFFF", "#669900", "#0000FF", "#FF3399", "#990066"),
name = "Vitalité\nprédite") +
geom_sf(data=bathy_5, color = "darkgrey", fill = NA)+
geom_sf(data=bathy_10, color = "grey", fill = NA)+
geom_sf(data=fond) +
geom_sf(data=MaerlBeds_poly, size = 0.1, color = "black", fill = NA) +
coord_sf(xlim = c(-4.5, -4.2), ylim = c(48.26, 48.36)) +
theme(panel.background = element_rect(fill = "#BFD5E3"), panel.grid.major =
element_blank()) +
labs(x = "Longitude", y = "Latitude") +
ggtitle("Krigeage ordinaire sur les données de vitalité du maërl") +
annotation_scale(location = "br", line_width = .5) +
annotation_north_arrow(location = "bl", height = unit(0.7, "cm"), width = unit(0.7, "cm"))

*si l'on souhaite une carte de la variabilité des données, la variable est "var1.var"
```

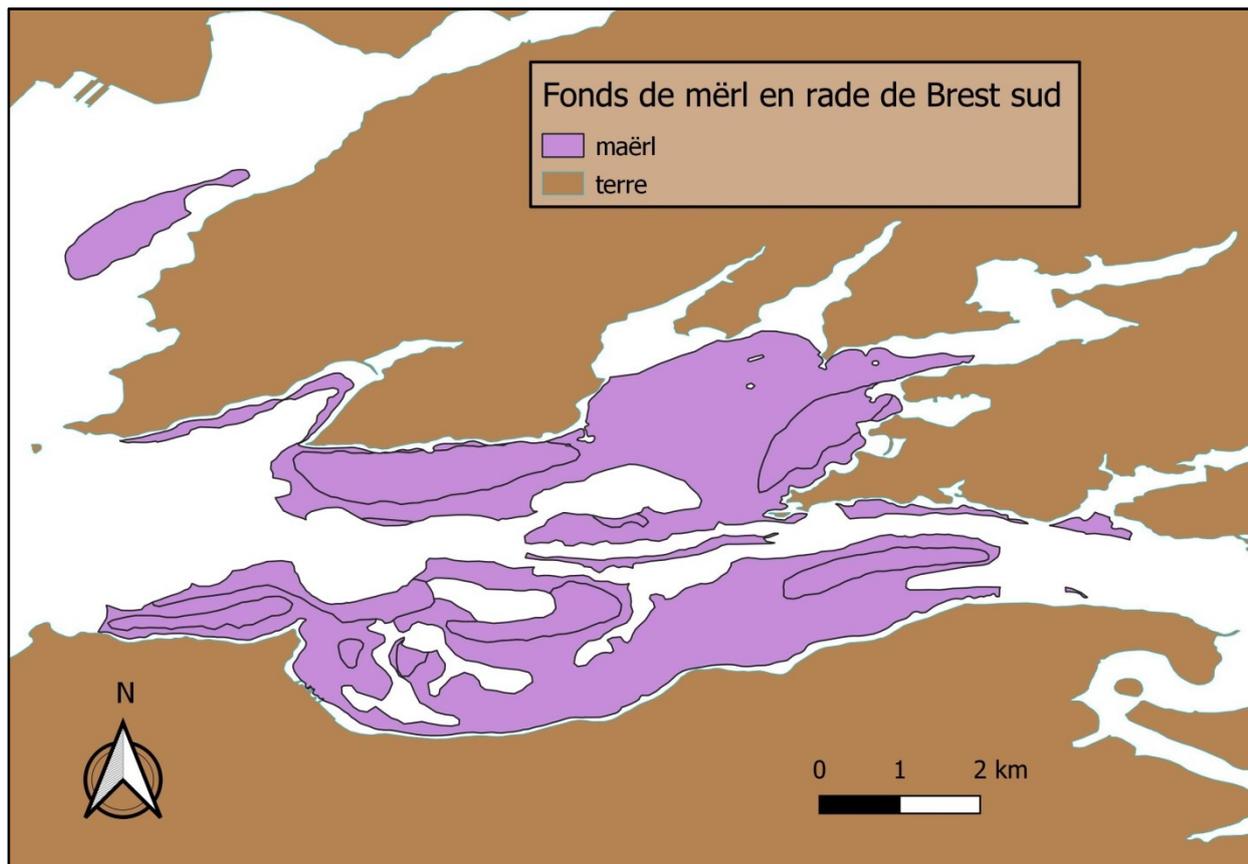
Annexe 9: Spatialisation de l'indicateur BenthVal (Bernard et al., 2019), fonction de l'indicateur d'effort de pêche à la drague TTD (c.f. équation 3). BenthVal est un indicateur de vitalité du maërl.



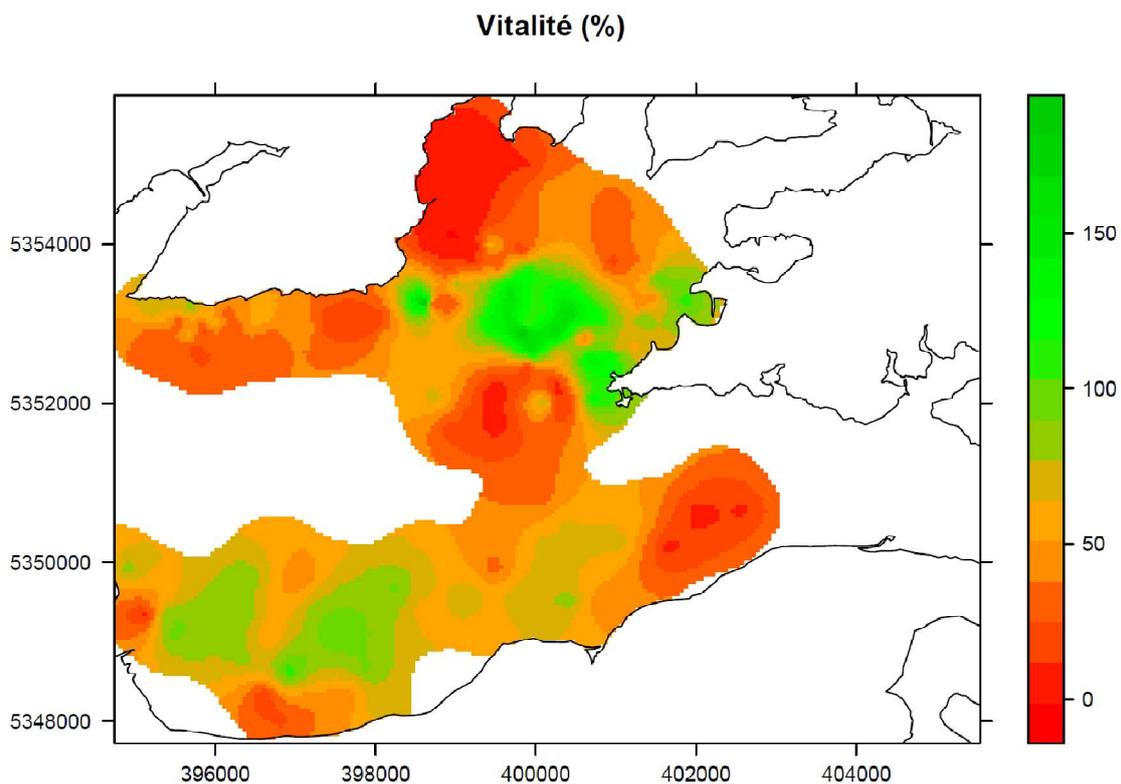
Annexe 10 : Carte de la valeur monétaire (€) de la pêche à la drague en rade de Brest sud-est, cumulé de 2012 à 2017, exprimé en pourcentage



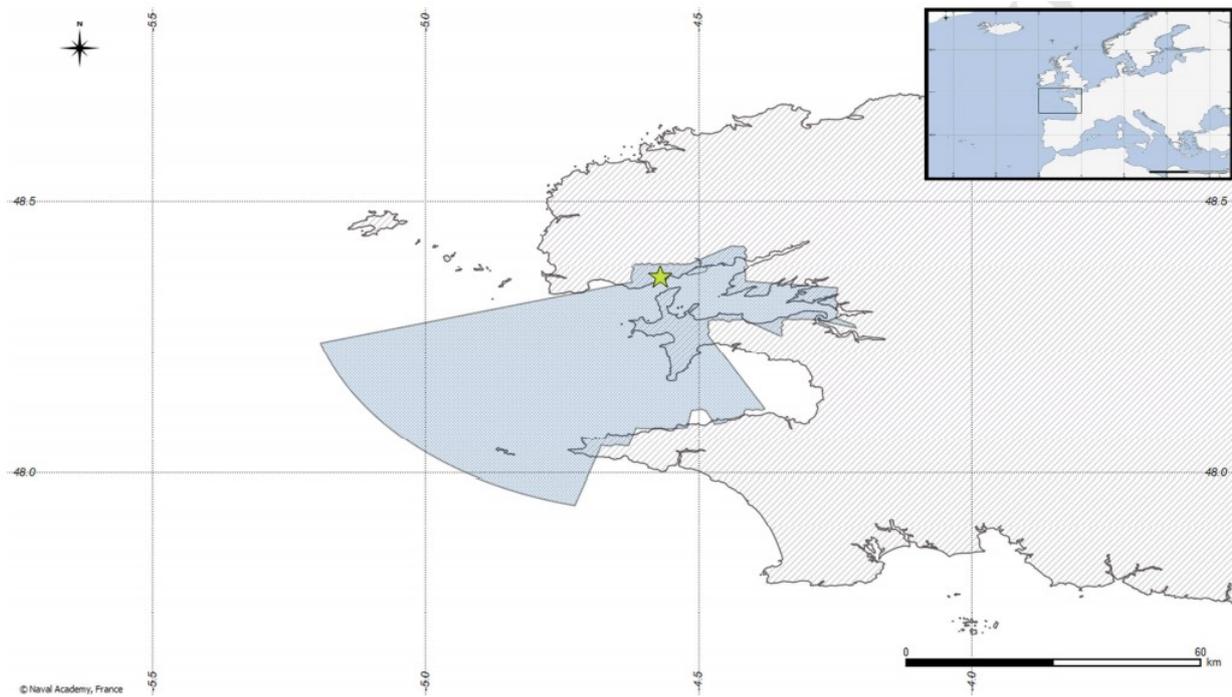
Annexe 11: Carte de l'habitat maërl (données du CRPMEM de Bretagne) (réalisé sur QGIS)



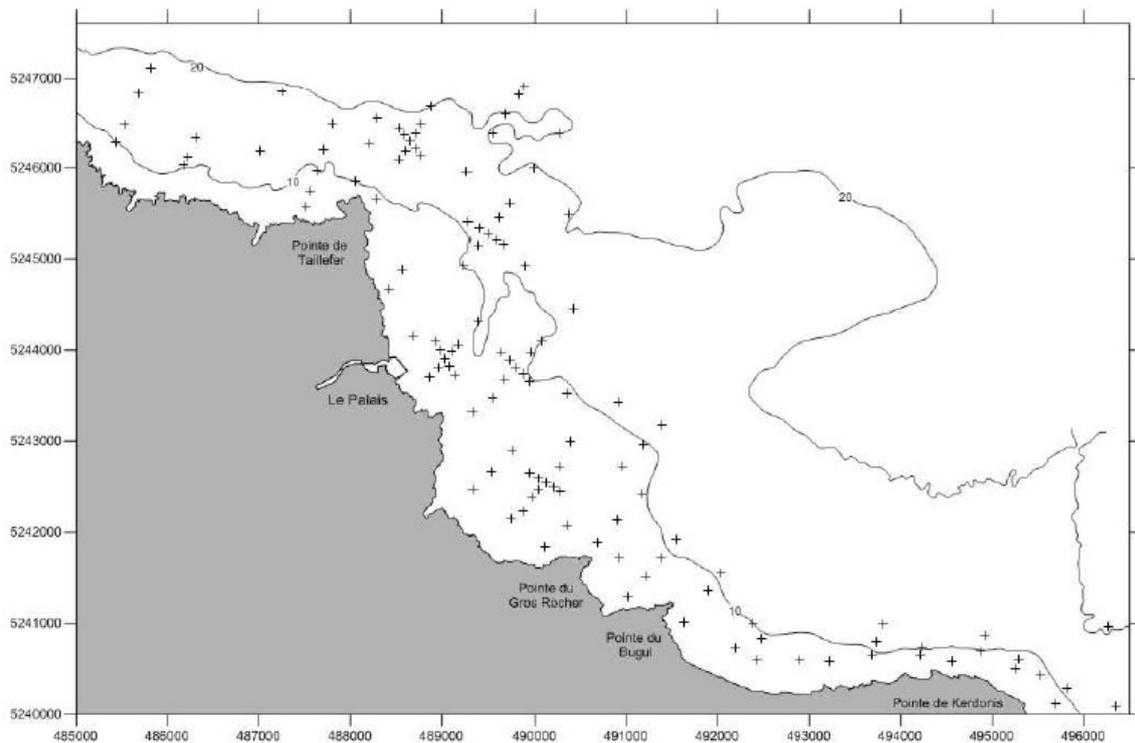
Annexe 12: Carte de krigeage des données de vitalité du maërl (méthode du krigeage ordinaire) (Com. Pers. PNRA, 2012)



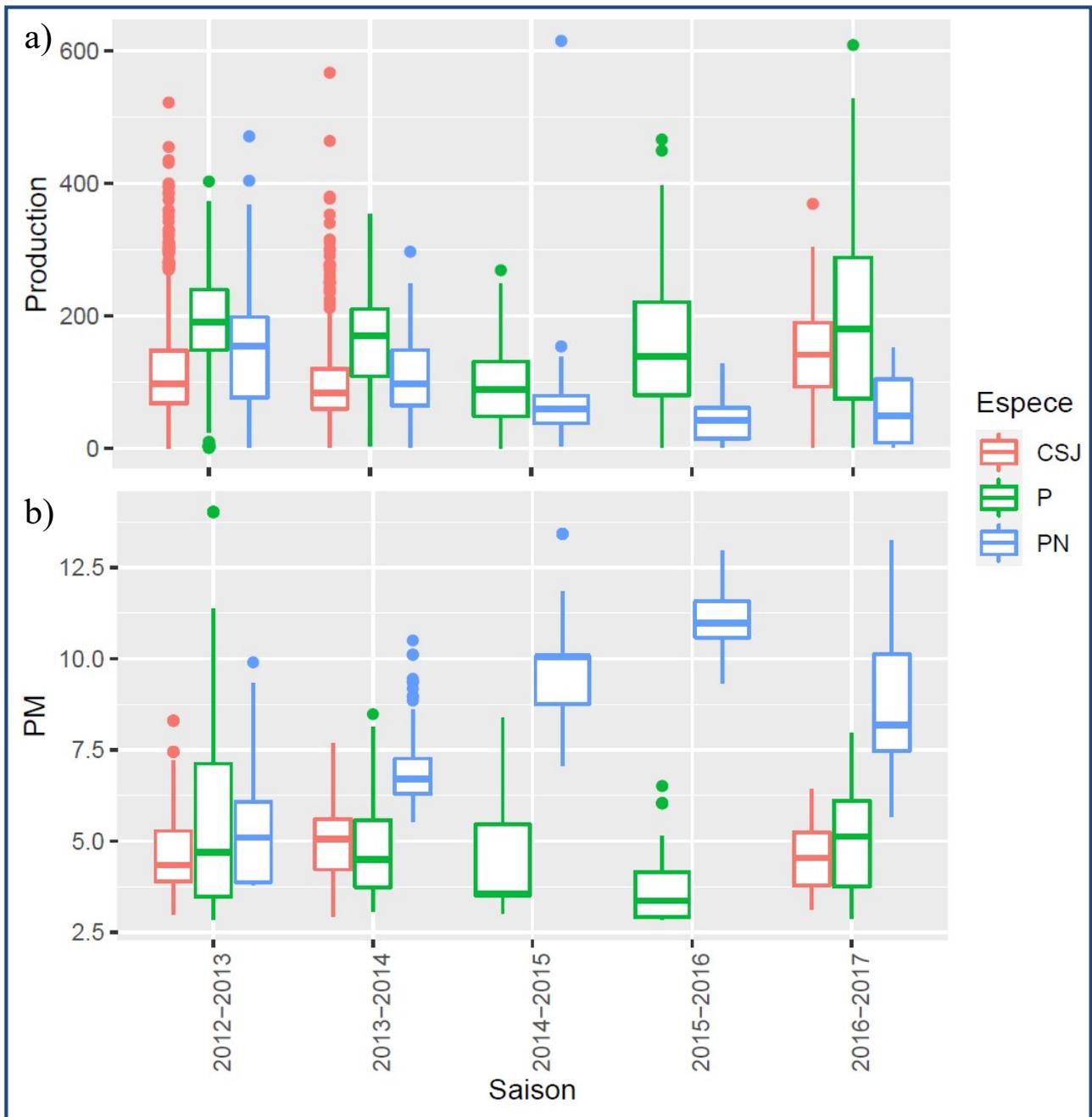
Annexe 15: Localisation du récepteur terrestre des données AIS en rade de Brest (étoile jaune) et aire de couverture théorique associée (Ray et al., 2019)



Annexe 16: Illustration de la stratégie d'échantillonnage retenue pour la cartographie du banc de maërl de Belle-Ile. + : stations d'échantillonnage (coordonnées en WGS, UTM zone 30 – 1000 mètres en deux graticules) (Dubreuil et al., s.d.)



Annexe 17: Graphes de a) la production de coquillages déclarée en rade de Brest et b) le prix moyen (PM) en criée de Brest en fonction de la saison de pêche (décembre à avril) et des espèces. La saison d'ASP correspond à la saison 2014-2015. CSJ: Coquille Saint-Jacques P: Praire PN: Pétoncle Noir



 agriculture • alimentation • environnement	Diplôme : Master Spécialité : Sciences de la Mer et du Littoral - Biologie Spécialisation / option : Sciences Halieutiques et Aquacoles / Gestion des Pêches Maritimes et des Ecosystèmes Marins et Continentaux Enseignant référent : Didier GASCUEL
Auteur(s) : Sandra OUGIER Date de naissance* : 03/02/1996	Organisme d'accueil : Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Bretagne
Nb pages : 63 Annexe(s) : 17	Adresse : 1 ^{er} Square René Cassin 35000 Rennes
Année de soutenance : 2020	Maîtres de stage : Jacques DOUDET et Julien DUBREUIL
<p>Titre français: Implication de la pêche professionnelle dans le deuxième cycle de la DCSMM : cas de la flottille coquillière en rade de Brest sud. <i>Spatialisation des enjeux économiques au regard des enjeux écologiques.</i></p> <p>Titre anglais: Involvement of professional fishing in the second cycle of the DCSMM: case of the shell flottilla in the Brest's south harbor. <i>Spatialization of economic stakes in light of ecological issues.</i></p>	
<p>Résumé (1600 caractères maximum):</p> <p>Face à des mesures de protection de l'environnement spatialisées (DCSMM, DCPMM), le monde professionnel de la pêche a besoin de cartographier ses enjeux économiques, notamment à l'échelle locale, échelle pertinente de concertation. La zone sud de la rade de Brest, abritant un site Natura 2000, a pour problématique un développement durable des activités de pêche.</p> <p>Ce stage a pour objectif de cartographier les enjeux socio-économiques de cette activité de pêche afin qu'ils puissent être mis au regard des enjeux écologiques du maërl dans les instances de gestion. Ce travail a été réalisé grâce au couplage des données AIS des navires avec les données productions déclarées en criée de Brest de 2012 à 2017, permettant la définition d'un modèle économique spatialisé de la pêcherie. Des entretiens avec les acteurs locaux de la gestion, on permit d'évaluer la plus-value des outils cartographiques pour la concertation et la prise de décision. Des scénarios de gestion ont été discutés et testés pour évaluer leur impact socio-économique potentiel.</p> <p>Les résultats indiquent que le banc de Rozegat est le banc de maërl le plus travaillé et le plus productif. Ce banc est travaillé pour la praire et il a subi une intensification de pêche suite à l'épisode d'ASP de 2014-2015. L'acceptabilité du scénario de fermeture sur le banc de Rozegat est plus faible de par son importance économique. L'acceptabilité est plus forte pour le scénario de fermeture spatiale à droite du banc de Rozegat, là où la vitalité du maërl est la plus forte. Cette fermeture potentielle d'une surface de 2 km² représente une perte économique potentielle de 3 812 €/an/navire (environ 4% du chiffre d'affaire moyen) et une réduction d'effort de pêche de 1.3%.</p> <p>Afin de mieux prendre en compte les dynamiques spatio-temporelles de la flottille, un travail similaire avec l'ensemble des données AIS de la rade de Brest, sur une plus longue période, est souhaitable. Les acteurs soulignent que décider d'une mesure de gestion est difficile sans une mise à jour des données habitats.</p>	

Abstract (1600 caractères maximum) :

Faced with spatialized environmental protection measures, the professional fishing world needs to map its economic stakes, particularly at the local level, a relevant scale of consultation. The southern area of the harbor of Brest, containing a Natura 2000 site, has a sustainable development of fishing activities issues.

This internship's goal is to map the socio-economic stakes of this fishing activity so that it can be compared with the ecological stakes of maërl in management bodies. This work was carried out by coupling the AIS data of the vessels with the production data declared at the Brest fish market from 2012 to 2017. A spatialized economic model of the fishery can be done. Interviews with local management stakeholders made enable the added value of mapping tools for consultation and decision-making. Management scenarios were discussed and tested to assess their potential socio-economic impact.

The results indicate that the Rozegat bed is the most worked and productive maërl bed. This bed is worked for the clams and it underwent an intensification of fishing following the episode of ASP of 2014-2015. The acceptability of the closure scenario on the Rozegat bed is lower because of its economic importance. Acceptability is stronger for the spatial closure scenario to the right of the Rozegat bed, where the vitality of maërl is strongest. This potential closure of an area of 2 km² represents a potential economic loss of 3 812 €/year/vessel (around 4% of the average turnover) and a reduction in fishing effort of 1.3%.

In order to better understand the spatio-temporal dynamics of the fleet, a similar work with all the AIS data of the Brest's harbor, over a longer period, is desirable. The stakeholders underline that a management measure decision is difficult without updating habitat data.

Mots-clés: acceptabilité, cartographie, données AIS, drague à coquillages, entretien, gestion des pêches, impacts socio-économiques, rade de Brest

Key Words: acceptability, AIS data, Brest's harbor, cartography, fishing management, interview, shell dredge, socioeconomic impacts

**Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires*