



- MOCOPREGE -

MORTALITÉ des COQUES : causes, PREvention et GEstion

Rapport final 2022

Morgane Ricard ⁽¹⁾, Antoine Meirland ⁽¹⁾, Pierre De Laage ⁽¹⁾, Anouk Laurent ⁽¹⁾, Mélanie Rocroy ⁽²⁾, Laurine Prévost ⁽²⁾, Fabien Riera ⁽³⁾, Marie-Agnès Travers ⁽⁴⁾, Céline Garcia ⁽⁴⁾, Delphine Tourbiez ⁽⁴⁾, David Devreker ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ CRPMEM Hauts-de-France, ⁽²⁾ GEMEL, ⁽³⁾ FAR VIEW Conseil, ⁽⁴⁾ IFREMER La Tremblade, ⁽⁵⁾ IFREMER Boulogne-sur-Mer



REMERCIEMENTS

Dans un premier temps, nous remercions chaleureusement l'ensemble des pêcheurs qui ont participé aux enquêtes et entretiens et nous ont partagé leur expérience et ressentis concernant les mortalités de coques.

Nous tenons à remercier l'ensemble des organismes ayant participé à ce projet, à savoir le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins Hauts-de-France (CRPMEM HDF), le Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL), Fabien Riera – Far View Conseil ainsi que l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER (IFREMER) de la Tremblade et de Boulogne-sur-Mer.

Un grand merci à Julien Yvart et Juliana Vongue qui ont participé respectivement aux missions de terrain et à la valorisation visuelle du projet.

Nous remercions également les structures ayant permis le financement et donc la réalisation de ce projet : le Groupe d'Action Locale pour la Pêche et l'Aquaculture (GALPA) trois estuaires avec un cofinancement des Fonds Européen pour les Affaires Maritimes et la Pêche (FEAMP) et de la Région Hauts-de-France, le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale et le Conseil Départemental de la Somme.

Un grand merci également à toutes les structures présentes lors de la restitution du projet.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE	2
I – ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES	3
I-1. Biologie et cycle de vie de la coque	3
I-2. Implantation de la coque dans les Hauts-de-France.....	5
I-2.1. Implantation géographique.....	5
I-2.2. Pêche à pied professionnelle des coques	6
I-2.3. Identité de la coque au sein du réseau d’acteurs	8
I-3. Risques liés aux mortalités de coquillages	11
I-4. Causes potentielles de mortalité de la coque.....	14
I-4.1. Mortalités liées à des facteurs naturels	15
I-4.2. Mortalités liées à des facteurs anthropiques.....	19
I-4.3. Mortalités décrites dans les Hauts-de-France	21
II – METHODOLOGIE.....	22
III – ETUDE DES CAUSES DE MORTALITÉ DES COQUES DANS LES HAUTS-DE-FRANCE	24
III-1. Agents pathogènes.....	24
III-2. Paramètres environnementaux	25
III-3. Dynamiques de population	27
III-4. Ce qu’en pensent les pêcheurs – Étude anthropologique	27
IV – SYSTÈME DE PRÉVENTION ET DE GESTION FACE AUX MORTALITÉS.....	29
IV-1. Comment prévoir les mortalités ?	29
IV-1.1. Expériences passées.....	30
IV-1.2. Cas de la coque en Hauts-de-France.....	30
IV-2. Quelle gestion face aux mortalités ?.....	31
IV-2.1. Expériences passées.....	31
IV-2.2. Cas de la coque en Hauts-de-France.....	33
V – DISCUSSION.....	36
V-1. Étude des mortalités de coques.....	36
V-2. Comment prévoir les mortalités ?	37
V-3. Quelle gestion face aux mortalités ?.....	38
V-3.1. Solutions d’urgence pour sauver la récolte	38
V-3.2. Solutions sur du long-terme.....	39
CONCLUSION	41
BIBLIOGRAPHIE.....	42
Table des figures.....	50
Table des annexes	51

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La coque, *Cerastoderma edule*, est une espèce clé de l'écosystème estuarien et de l'économie de la pêche à pied professionnelle dans les Hauts-de-France. Les gisements de coques des estuaires picards sont parmi les plus productifs pour cette espèce en France. La pêche à pied professionnelle (415 pêcheurs pour la saison de pêche 2021-2022) est très dépendante de cette ressource.

En 2012, 2015 et 2018, des mortalités importantes de coques ont été signalées sur différents gisements en France, notamment en baie de Somme. Selon les années, jusqu'à 80 % des coques sont mortes en quelques semaines sur les estuaires picards. Lors de ces mortalités anormales, le réseau REPAMO de l'IFREMER a été déclenché par les professionnels et des bactéries appartenant à l'espèce *Vibrio aestuarianus* ont été isolées des animaux moribonds. L'état de la recherche sur le sujet ne permet cependant pas d'imputer de façon certaine ces importantes mortalités à ces bactéries. Par ailleurs, l'évolution des gisements en baie de Somme, étudiée par le GEMEL depuis les années 80, connaît d'importantes fluctuations passant par des épisodes de mortalité attribués à différents facteurs selon les années (maladie, anoxie, fortes chaleurs, surpopulation, etc.).

Ces mortalités récurrentes fragilisent la filière. Il est primordial d'en trouver les causes et de mettre en place un système permettant de minimiser l'impact de ces mortalités sur la filière afin de pérenniser les entreprises du secteur (333 licenciés « coques », cinq mareyeurs, une dizaine de pêcheurs vendant en frais après purification, plusieurs purificateurs régionaux, différentes conserveries dont une petite dans les Hauts-de-France).

C'est dans ce contexte que le CRPMEM Hauts-de-France a souhaité coordonner cette étude, dont les objectifs sont :

- Dresser un état des lieux des connaissances sur la biologie et le cycle de vie de la coque, son implantation dans les Hauts-de-France, les risques et périls des coquillages et les causes de mortalités de la coque ;
- Etudier les causes de mortalité de la coque des Hauts-de-France selon certains facteurs (les agents pathogènes, les paramètres environnementaux et les dynamiques de population) et suivre et référencer les mortalités durant le projet ;
- Réfléchir à un système de prévention et de gestion pour faire face à ces mortalités.

Cette étude a été réalisée d'avril 2019 à août 2021, avec une approche pluridisciplinaire, en impliquant plusieurs organismes en plus du CRPMEM : le GEMEL (biologie-écologie), Fabien Riera - Far View Conseil (anthropologie) ainsi que l'IFREMER de la Tremblade (microbiologie) et de Boulogne-sur-Mer (étude des paramètres environnementaux).

Elle a été financée par le GALPA trois estuaires (Région Hauts-de-France et FEAMP), le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale et le Conseil Départemental de la Somme.

Dans le cadre de ce projet, plusieurs rapports ont été réalisés, par différents organismes. Dans un souci de clarté, ce présent rapport en constitue la synthèse. Tous les rapports complets figurent cependant en annexe. La version complète comprenant les annexes est disponible sur le site internet du CRPMEM Hauts-de-France : <https://www.comitedespeches-hautsdefrance.fr/>.

I – ETAT DES LIEUX DES CONNAISSANCES

Dans cette partie, les éléments ajoutés à la présente synthèse sont en italique afin de les différencier des éléments issus des rapports annexés cités dans le texte.

I-1. Biologie et cycle de vie de la coque

→ Partie issue de Rocroy, 2020 - Annexe 1

Les coques appartiennent à l'embranchement des Mollusques. Ce terme désigne des espèces caractérisées par un corps mou (*mollusca*). Ce sont des invertébrés sans squelette interne. La coquille est formée de deux valves égales, bombées, arrondies et globuleuses (Figure 1). L'épaisseur de la coquille va en décroissant régulièrement depuis le sommet vers les bords.

La taille de la coque (distance antéro-postérieure de la coquille) varie de 50 µm à 50 mm. Les coques vivent en moyenne 2 à 4 ans mais peuvent exceptionnellement atteindre 10 ans.

C'est un suspensivore actif : elle retient le plancton et l'oxygène contenu dans l'eau lorsqu'ils passent à travers ses branchies et rejette ensuite l'eau et les excréments.

Les coques sont gonochoriques (sexes séparés) et les individus mâles sont moins nombreux que les femelles (Boyden, 1972, Kingston, 1974). Cela a été observé sur les effectifs de la baie de Somme (Desprez *et al.*, 1987) et indique que les mâles succombent plus rapidement et en plus grand nombre que les femelles lors des épisodes de mortalité, ce qui explique la proportion croissante de femelles.

En baie de Somme, les coques doivent mesurer au moins 13 mm pour être sexuellement matures (Desprez *et al.*, 1987). Les phénomènes liés à la reproduction sont induits par des modifications de l'environnement physique, parmi lesquelles les brusques réchauffements de l'air mais aussi par un seuil de température de l'eau de 13°C (Boyden, 1972).

Les coques du littoral des Hauts-de-France font partie des populations méridionales, il peut donc y avoir plusieurs pontes en cours d'année.

Les différentes phases de pontes qui peuvent être identifiées sont :

- Les pontes précoces en février-mars, qui concernent plutôt les individus plus âgés (Guillou *et al.*, 1990) ;
- Les pontes printanières (avril-juin) qui sont généralement les plus massives ;
- Les pontes estivales qui sont d'autant plus intenses que les pontes printanières ont été faibles ;
- Les pontes tardives automnales (fin septembre-novembre) qui sont toujours peu intenses.

L'intensité d'une ponte est en général inversement liée à celle de la ponte précédente. En baie de Somme, l'intensité de la ponte d'automne est inversement liée à celle de la ponte estivale (Desprez *et al.*, 1987). La littérature est unanime à reconnaître qu'un hiver rigoureux a une influence positive sur la ponte. Il stimule la reproduction en synchronisant les émissions de gamètes des deux sexes et en assurant une meilleure fertilité (Hancock, 1973). *D'après Honkoop & Van der Meer (1998), la coque femelle pond entre 200 000 et 700 000 œufs.*



Figure 1 : Coques
(*Cerastoderma edule*)
©CRPMEM HDF

Le cycle de vie de la coque est représenté sur la Figure 2. La fécondation et le développement se font dans l'eau. Les larves « véligères » nagent quelques temps près de la surface de l'eau et sont disséminées parfois assez loin par les courants de surface, les vents, etc. La durée de vie libre planctonique dure trois à quatre semaines, selon la température (Honkoop & Van der Meer, 1998 ; Chicharo & Chicharo, 2001). Ensuite, la larve acquiert une coquille rudimentaire et un long pied vermiforme (= larve pédivéligère), tombe sur le fond et s'enfouit légèrement.

Il faudra deux semaines de plus pour que le recrutement soit visible dans le sédiment, c'est-à-dire que les coques aient atteint la taille d'environ 2 mm (Baggerman, 1954). Les jeunes coques vivent dans la couche superficielle du sédiment et peuvent être facilement entraînées par les mouvements de flux et de reflux et des accumulations peuvent être observées selon la pente du site.

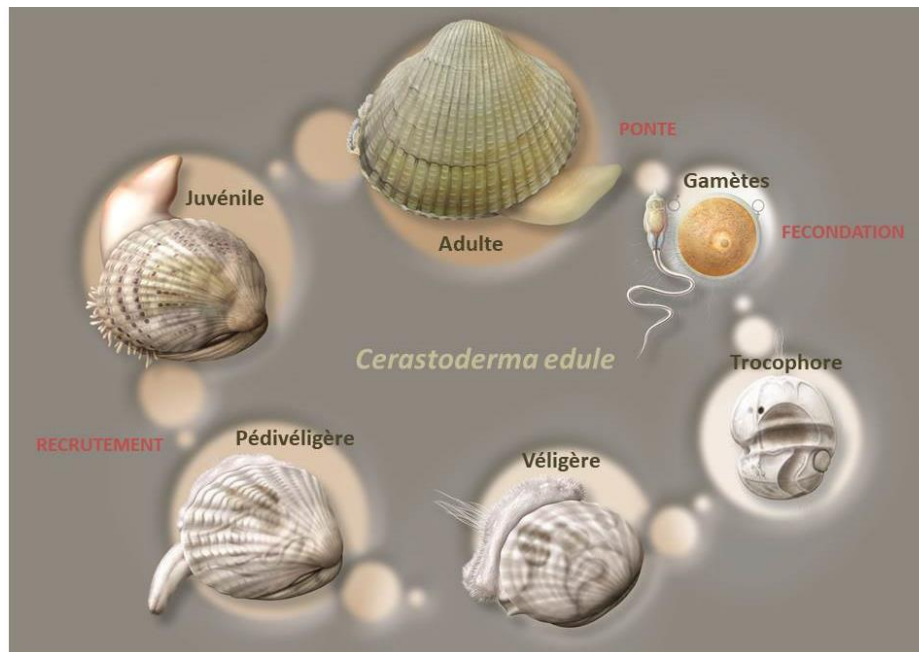


Figure 2 : Cycle de vie de la coque *Cerastoderma edule* (© Fernando Correia)

Quelle que soit la densité initiale des jeunes recrues, une chute brutale des effectifs est observée durant les toutes premières semaines. La stratégie de reproduction des coques est de type « r », c'est à dire basée sur la production d'un grand nombre de jeunes, le plus tôt possible, avec ordinairement une mortalité juvénile très élevée. C'est une adaptation aux milieux instables et imprévisibles tels que les habitats estuariens.

Un certain nombre de facteurs va affecter la croissance des coques :

- L'époque d'apparition des recrues qui dépend de la période de ponte ;
- La localisation géographique (Hancock, 1967 ; Ducrottoy *et al.*, 1992) ;
- La température de l'eau (Smaal *et al.*, 1997) ;
- La disponibilité en nourriture qui dépend de la saison, de la concentration de particules alimentaires dans l'eau, de la vitesse de l'eau et du temps d'immersion (Kamermans, 1993) ;
- La densité des coques (Jensen, 1993 ; De Montaudouin & Bachelet, 1996).

La croissance est saisonnière : par exemple, en baie de Somme, elle débute en mai, puis est maximale de juin à août (en été). Il y a ensuite un ralentissement automnal et un arrêt hivernal (Desprez *et al.*, 1987 ; Seed & Brown, 1977 ; Hancock & Franklin, 1972).

Des épisodes de mortalité de coques peuvent survenir spécifiquement sur différentes phases du cycle de vie des individus. Ils empêchent alors le bon rétablissement du gisement. C'est au moment du recrutement qu'apparaissent les indices les plus graves de perturbation de la dynamique de la coque en baie de Somme (Desprez *et al.*, 1987).

La coque est soumise à des cycles naturels, qui peuvent varier entre un et dix ans (Ducrotoy *et al.*, 1992). Ils sont régis par des périodes où les densités s'effondrent, se rétablissent et des phases plus constantes où les densités de coques plus élevées sont maintenues.

I-2. Implantation de la coque dans les Hauts-de-France

I-2.1. Implantation géographique

La façade maritime des Hauts-de-France s'étale sur 210 km de la frontière belge au Tréport. Elle est composée d'estuaires (Bresle, Somme, Authie, Canche, Liane, Wimereux, Slack), d'estrans rocheux (entre Equihen et le Cap Gris-Nez) et d'estrans sableux.

La coque (Cerastoderma edule) affectionne :

- *les terrains sablonneux du milieu intertidal (zone de balancement des marées) qui sont recouverts à chaque marée ;*
- *les dépôts d'alluvions des embouchures de fleuves ou de rivières.*

Les principaux gisements de coques se concentrent dans les estuaires picards : la Somme et l'Authie (Figure 3). Des gisements de coques plus petits et parfois éphémères, situés dans des zones de production « à éclipse », ont également été observés ces dernières années à Cayeux, Sainte-Cécile, le Touquet et Oye-Plage. Enfin, d'autres gisements sont situés dans les grands ports régionaux.

L'évolution des gisements de coques en baie de Somme, étudiée par le GEMEL depuis 1985, connaît d'importantes fluctuations en termes de dynamique de population, passant par des épisodes de mortalités qui ont été attribuées à différents facteurs selon les années (maladie, anoxie, fortes chaleurs, surpopulation, etc.). L'animal, comme son environnement, ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche (Rocroy, 2020 - Annexe 1).



Figure 3 : Les gisements de coques (en rose) des estuaires picards du littoral des Hauts-de-France ©GEMEL

I-2.2. Pêche à pied professionnelle des coques

Cette étude ayant pour but principal de minimiser les impacts des mortalités de coques sur les entreprises de pêcheurs à pied professionnels, il paraît essentiel de présenter l'activité.

Selon Riera (2020 - Annexe 3), l'exploitation des mollusques est un secteur économique qui, en Europe, est dominé par la production conchylicole de l'huître japonaise. Les pêcheries à pied sur l'estran sont des secteurs marginaux. Il existe très peu voire pas de littérature qui traite du sujet. Pour autant, cela ne signifie pas une absence d'importance socio-économique de ces activités.

En effet, la coque est précieuse pour les pêcheries européennes, la production de capture atteignant plus de 100 000 tonnes par an dans les années 80 et au début des années 90. Cependant, la production de coques a depuis diminué, avec une récolte de 24 626 tonnes en 2017 en Europe (FAO, 2018). La taille et le taux de chair des coquillages varient entre les saisons de pêche et les gisements et peuvent engendrer une diminution de la qualité des coquillages qui se répercute sur les prix de vente. Depuis plusieurs années, des épisodes de mortalités massives touchent de plus en plus de gisements. Les professionnels sont habitués à ces événements mais leur répétition fragilise l'activité.

Le CRPMEM Hauts-de-France regroupait 415 pêcheurs à pied professionnels lors de la saison de pêche 2021-2022, ayant chacun une ou plusieurs licences sur les 12 existantes. La grande majorité, 333 pêcheurs, possédait la licence « coques » (Figure 4). La pêche à pied professionnelle des coques fait également vivre des entreprises de la filière aval : cinq mareyeurs, une dizaine de pêcheurs vendant en frais après purification, plusieurs purificateurs régionaux, différentes conserveries dont une petite dans les Hauts-de-France.



Figure 4 : Pêche à pied professionnelle des coques en baie de Somme ©CRPMEM HDF

Il s'agit de la ressource la plus abondante et la plus lucrative en pêche à pied dans la région (Figure 5). Les gisements de coques des estuaires picards font partie des gisements les plus productifs, notamment en Baie de Somme qui est le premier gisement de coques en France.

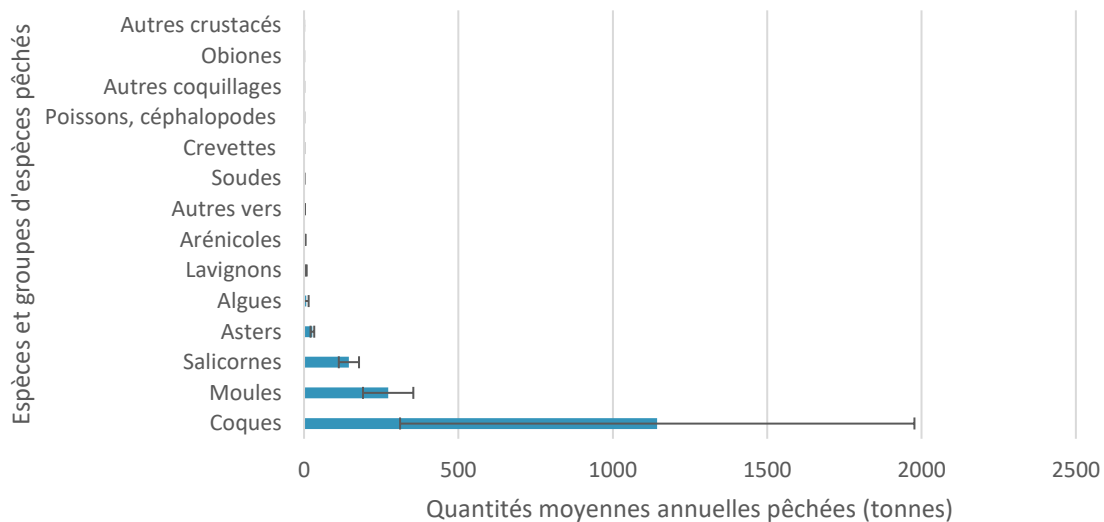


Figure 5 : Quantités moyennes annuelles pêchées par les pêcheurs à pied professionnels entre 2014 et 2018 (en tonnes) dans les Hauts-de-France selon les espèces ou groupes d'espèces (écart-type en fonction des années)

La pêche aux coques est gérée de façon spatiale et temporelle par de nombreuses ouvertures/fermetures. Entre 2013 et 2019, 78 arrêtés préfectoraux ont ouvert ou fermé la pêche aux coques dans la région. Au cours de l'année, le nombre de jours de pêche est très variable, allant de valeurs proches de 40 jours les « mauvaises années » à 136 jours pour l'année 2018.

De 2013 jusqu'en 2016, la pêche était autorisée uniquement en automne-hiver, jusqu'aux environs de Noël. A partir de 2017, les ouvertures ont lieu dès juin, jusqu'aux environs de Noël. L'ouverture de la période de pêche l'été répond à plusieurs éléments :

- Une modification de la taille légale de pêche de la coque, de 30 mm à 27 mm minimum ;
- Une ressource plus abondante ;
- Une coque de meilleure qualité ;
- Une possibilité offerte par les communes littorales de pêcher à ces périodes ;
- Une volonté de gestionnaires d'espaces protégés de commencer la saison de pêche tôt pour minimiser la pêche en période hivernale (hivernages d'oiseaux dans les estuaires).

D'après l'arrêté du 22 octobre 2012 relatif à l'obligation de déclarations statistiques en matière de produits de la pêche maritime à pied professionnelle, les pêcheurs à pied sont dans l'obligation de déclarer leurs captures mensuellement, en indiquant entre autres la zone de production dans laquelle la pêche a été effectuée, à la DDTM-DML et au CRPMEM compétents.

Les quantités de coques pêchées par les pêcheurs à pied professionnels entre la saison de pêche 2014-2015 et la saison de pêche 2018-2019 sont indiquées dans la Figure 6. En 2015 et 2018, lors des épisodes de mortalités massives, entre 300 et 500 tonnes de coques ont été pêchées chaque saison. En 2014 et 2017, environ 2000 tonnes ont été pêchées chaque saison. Les mortalités peuvent donc diminuer d'environ 75% les quantités de coques récoltables et donc potentiellement le revenu des pêcheurs.

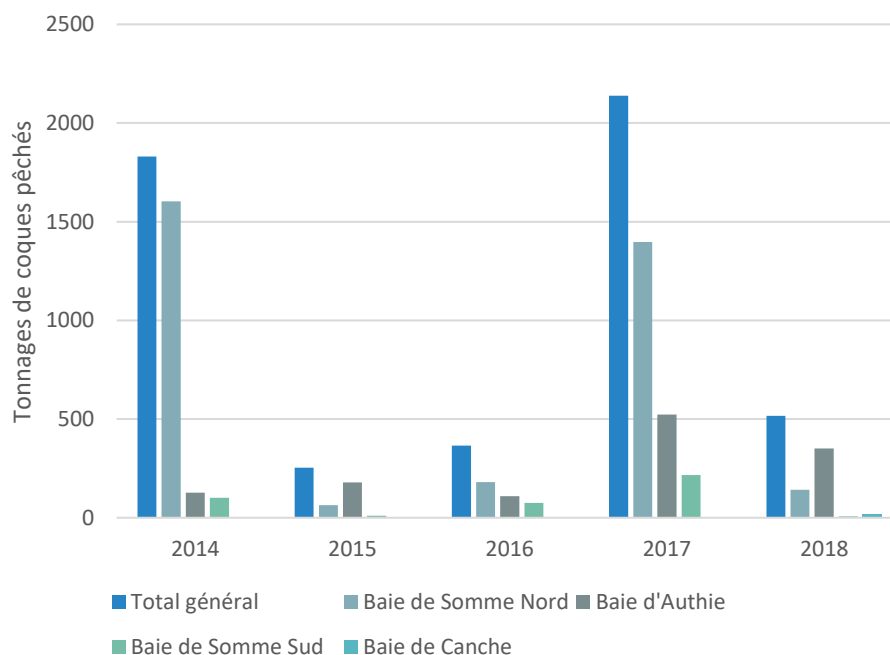


Figure 6 : Quantités de coques pêchées par les pêcheurs à pied professionnels entre 2014 et 2018 sur les différents gisements des Hauts-de-France (en tonnes)

I-2.3. Identité de la coque au sein du réseau d'acteurs

→ Partie issue de Riera, 2021 - Annexe 2

Afin de mieux comprendre les risques associés aux mortalités de coques dans les Hauts-de-France, il est important de connaître la place qu'elle revêt au sein du réseau d'acteurs concerné.

Les baies estuariennes de la Somme, de l'Authie et de la Canche, où prennent place la pêche à pied professionnelle de *Cerastoderma edule*, sont un patch-work de différents territoires symboliques qui, s'ils ne sont pas nécessairement visibles « à l'œil nu », induisent des comportements formatés dans le temps et l'espace. La gestion de la ressource en coques doit ainsi être considérée comme l'objet certes d'une question écologique mais en même temps d'enjeux politiques entre des populations autochtones et de pouvoirs plus ou moins externalisés tels que peuvent être les services de l'état (DML, DDTM, etc.), les institutions territoriales (communes, syndicats mixtes, aires protégées, etc.) et les structures économiques.

La relation homme-coque ne peut donc pas se résumer aux seuls pêcheurs. En réalité, pour comprendre les enjeux de cette association, il convient de regarder l'ensemble du réseau d'acteurs (humains et non-humains) qui structure la relation entre l'homme et l'animal. Comme la Figure 7 le montre, selon les acteurs, l'animal acquiert une fonction, un statut spécifique, définissant des caractéristiques et des qualités, lesquelles régissent les modalités d'interactions entre les acteurs. Ces modalités peuvent être contradictoires les unes des autres et par conséquent source de controverses et de conflits entre les acteurs.

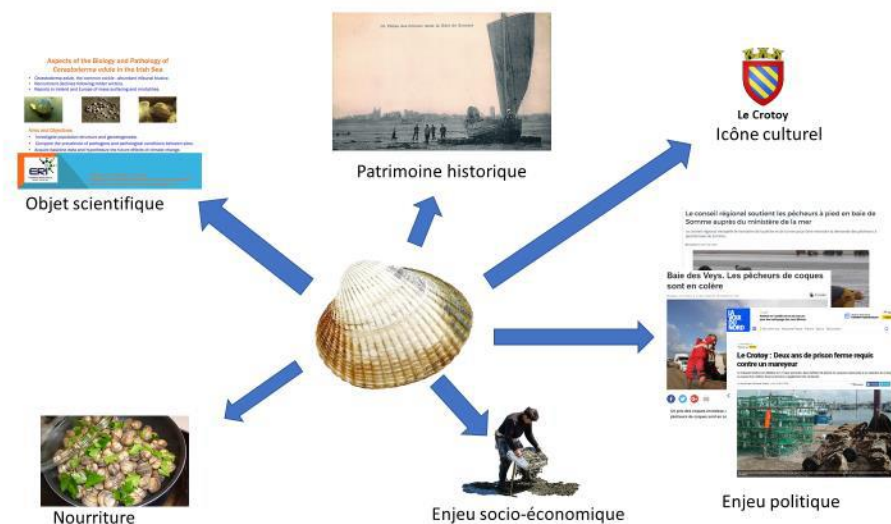


Figure 7 : La coque, un agent aux multiples identités

A titre d'exemple, il existe au sein des discours des acteurs trois identités propres aux coques. Cette discrimination est liée à la réglementation de la pêche, c'est-à-dire une règle sociale qui régit la relation entre les acteurs institutionnels (services de l'état, CRPMEM), économiques (les pêcheurs, les mareyeurs, etc.) et l'animal. Les coques sont discriminées en trois catégories :

- Les coques adultes (>27mm) ;
- Les coques adultes qui ont presque la maille (<27mm) qui ont un potentiel relationnel avec les humains important et modifient les jeux de pouvoir ;
- Les coques juvéniles, appelées aussi naissain, qui possèdent un statut ambivalent (garantie d'un renouvellement de la ressource / danger de sur-densification du gisement et donc de mortalité).

Chaque catégorie de coques possède donc un ensemble de caractéristiques propres qui induit un mode relationnel spécifique avec les humains de par son potentiel adaptatif face aux aléas.

Au cours du XX^{ème} siècle, la pratique des *hénonniers*¹ s'est progressivement institutionnalisée, associant plusieurs groupes d'acteurs d'univers différents qui interagissent au sein d'un réseau sociotechnique (Figure 8). Ce dernier met en relation des agents humains et non-humains. Ce type de réseau hybride permet de comprendre les transformations symboliques que subissent les différents agents, telle que la coque, ce qui lui confère cette identité multiple.

En effet, entre la coque avant qu'elle entre en relation avec l'humain et la coque comme objet de transaction commerciale, il y a des traductions de plusieurs ordres. Ces traductions s'opèrent à partir d'éléments du réseau sociotechnique, lesquels sont considérés comme des dispositifs d'intéressement. Aussi, dans le réseau figuré ci-dessous, qui représente les jeux de relation et de transformation de la coque dans le cadre de la pêche professionnelle, le pêcheur (2) utilise la vénette et le râteau comme dispositifs d'intéressement de la coque (1) avant d'insérer cette dernière dans une dynamique de traduction dont la finalité est celle d'une traduction en moyen financier. Cependant, ce lien tissé entre le pêcheur et la coque ne peut se stabiliser dans le temps qu'à condition de passer le « Point de Passage Obligé (PPO) »² qui traduira le lien Homme-Hénon en « produit ».

¹ Le Hénon est l'appellation vernaculaire de la coque dans les Hauts-de-France. Par extension, les hénonniers sont les pêcheurs professionnels de coques (même si ces derniers pratiquent d'autres types de pêche à pied).

² Le Point de Passage Obligé est un nœud du réseau à travers lequel la circulation est inévitable.

Au sein du réseau, deux PPO ont été identifiés. Celui de la réglementation dont les porte-paroles sont les *agents* « quota », « maille », « horaires d'ouverture », « secteur ». Ces *agents* infléchissent le comportement du pêcheur et les modalités de sa mise en lien avec la coque. Et ainsi de suite. L'autre PPO est l'évènement « commission d'ouverture de gisement ». En effet, cet évènement agrège l'ensemble des *agents* du réseau, dont la présence sous diverses formes (matérialisée, en nom propre, représentée ou symbolisée) va chercher à influencer le devenir du réseau et de ses acteurs en vue de répondre à la problématisation commune « assurer la pérennité de la filière et de la ressource ». C'est notamment à l'occasion de ce *fait social total* que vont émerger les controverses, car si la problématisation est communément acquise, les moyens d'y parvenir divergent en fonction des acteurs.

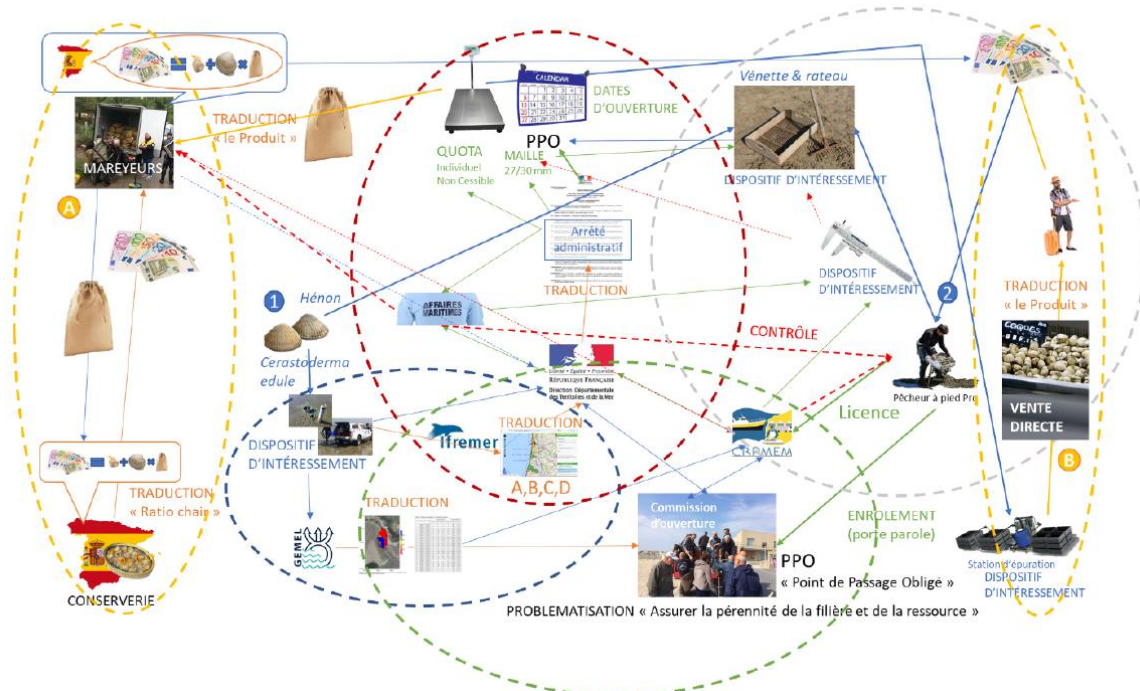


Figure 8 : Réseau d'acteurs de la pêche professionnelle de la coque en Picardie (réseau simplifié)

La diversité des acteurs en relation au sein du réseau constitue en soi un potentiel de résilience et adaptatif conséquent car il permet de produire des réponses multiples face aux aléas de l'écosystème. En soi, il s'agit d'une multitude d'alliances possibles et donc de processus de traduction.

Néanmoins, tout en constituant une capacité adaptative, le réseau d'acteurs de la coque est aussi une part de sa vulnérabilité car il existe de nombreux enjeux de pouvoir (au sens de capacité autonome d'action) qui peuvent aussi bloquer le fonctionnement du réseau.

Thomas *et al.* (2014) ont mis en évidence ces enjeux dans le cadre de l'étude qu'ils ont menée sur la pêche à pied professionnelle en Picardie dans le cadre du projet GIFS. Ces potentiels adaptatifs et ces vulnérabilités émergent alors lorsque l'un des acteurs centraux, la coque, vient à quitter son rôle, c'est-à-dire celui qui lui est affublé dans le cadre du socio-écosystème de la « filière coque ». Cependant, si elle vient à se défilier, c'est qu'elle a été attirée par d'autres acteurs hors du système considéré. Les acteurs du socio-écosystème de la « filière coque » n'auront de cesse de mettre en place des dispositifs d'intéressement qui permettent de remettre la coque à sa place et garantir ainsi la stabilité et la pérennité du réseau.

A cet égard, Riera (2021 – Annexe 2), montre comment le processus de traduction induit l'appropriation symbolique des populations de coques et met en lien les rapports socio-économiques et les dynamiques écologiques. Aussi, si la population de coques, ainsi valorisée économiquement du fait de sa traduction en « stock » par les agents sociotechniques, venait à disparaître par l'entremise d'un évènement soudain, cela serait vécu comme une perte effective, et ce malgré l'adage de « *ne pas vendre la peau de l'ours avant de l'avoir tué* ». Cette spécificité dans le processus de construction de l'identité économique de la coque, induit tout un ensemble de réactions et de comportements qui sont intimement liés à l'institutionnalisation de la pratique. En effet, le fondement de l'Etat est certes de contraindre l'individu mais aussi, et peut-être surtout, dans l'esprit de la population, de le protéger. Aussi, face aux périls, dans une société du risque telle qu'elle s'est développée depuis près d'un siècle, il n'est pas surprenant que les acteurs (les pêcheurs) demandent des comptes en cas de perte (*a priori*) pour « *péril environnemental* », comme le demanderait un agriculteur suite à un évènement climatique. « *La faute aux « ben pensants » qui ouvrent la pêche trop tardivement lors des coups de chaleur, et font perdre la récolte. « S'ils nous laissaient gérer nous-mêmes la ressource, on la sauverait... »*. Cette remarque illustre aussi la fragilité de l'ensemble du système où des acteurs (les pêcheurs) sont disposés à se soumettre au pouvoir d'un autre acteurs (l'Etat) dès qu'il y a une contrepartie, une garantie de gain.

I-3. Risques liés aux mortalités de coquillages

→ Partie issue de Riera, 2020 - Annexe 3

Après avoir vu la place que peut revêtir un coquillage pêchable au sein d'un réseau d'acteur, il est important de définir le risque d'une manière générale puis plus particulièrement en ce qui concerne les coquillages.

Les variations climatiques, ponctuées d'évènements critiques et de modifications plus ou moins rapides des conditions environnementales ont impacté régulièrement les écosystèmes littoraux.

Ce n'est qu'à partir du XVIII^{ème} siècle que l'origine des aléas passe d'une dimension surnaturelle, avec laquelle il convenait de négocier, à une « laïcisation » du danger et de sa rationalisation. Cette mise à distance fait émerger un nouveau paradigme, celui de la gestion du risque, avec comme idée centrale que l'homme peut acquérir la maîtrise des éléments naturels grâce aux progrès constants des connaissances techniques et scientifiques. Cette approche, séparant le monde des hommes de la nature dont il faut se protéger, a fait la part belle aux solutions techniques, sans nécessairement prendre en compte la complexité des interactions et les impacts sur le moyen ou long terme de ces dernières.

Un aléa de quelque nature qu'il soit ne constitue ni un risque, ni un péril, dès lors que ses conséquences restent hors de notre conscience. Il en découle que la notion même de risque est une notion subjective qui, au sein d'un même territoire, n'aura ni les mêmes caractéristiques, ni les mêmes limites. En cela, il sera révélateur des enjeux sociaux, politiques et économiques. Dans ce cadre, la nature et l'environnement ne sont pas exclus mais intimement imbriqués et socialisés au sein des réseaux d'acteurs humains et non-humains.

Concernant les biens, dans la logique d'une nature socialisée, il sera fait état à la fois de l'impact sur la ressource et de ses modalités d'exploitation. En effet, la dimension anthropique est toujours à prendre en compte car elle modifie dans un sens ou dans un autre l'intensité et l'incidence des périls naturels.

Le risque

Selon une définition du Programme des Nations Unies pour le Développement, le risque est « la probabilité de conséquences néfastes ou des prévisions de pertes en vies humaines, de dommages corporels, de troubles à la propriété, aux moyens d'existence et à l'activité économique (ou de dégâts sur l'environnement) résultant d'interactions entre des périls naturels ou causés par les humains et des conditions vulnérables ». Le risque est défini de façon conventionnelle par l'équation : $\text{Risque} = \text{Péril} \times \text{Vulnérabilité}$ (Pelling, 2004).

L'autre concept qui est largement appliqué dans la recherche sur les événements catastrophiques est la conception du risque comme ayant trois composantes : le péril, l'exposition et la vulnérabilité (Schneiderbauer & Ehrlich in Birkmann, 2006) qui est illustré par le triangle de risque.

La Figure 9 montre une autre conception du risque avec une perspective à plus long terme en ajoutant la résilience d'un système aux facteurs qui déterminent la taille du risque. C'est cette définition qui sera retenue dans le cadre de cette étude.

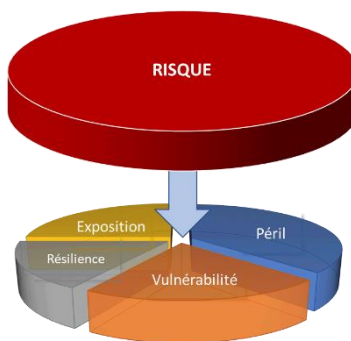


Figure 9 : Le risque comme une fonction du péril, de la vulnérabilité, de l'exposition et de la résilience (d'après Thyvissen, 2006)

Les périls

Parmi les définitions de « périls », celle de la Stratégie Internationale de Réduction des Catastrophes des Nations Unies (UN/ISDR) est souvent citée dans la littérature : « Un événement physique, une activité humaine ou un phénomène potentiellement destructeur et qui pourrait causer des pertes de vies ou des blessures, des dégâts sur les biens, des troubles économiques et sociaux ou une dégradation de l'environnement. Le péril peut comprendre des conditions latentes susceptibles de représenter des menaces futures et qui peuvent avoir diverses origines : naturelles (géologiques, hydrométéorologiques et biologiques) ou qui sont suscitées par des processus humains (dégradation de l'environnement et risques technologiques). Les périls peuvent être simples, séquentiels ou combinés dans leurs origines et dans leurs effets. Chaque péril est caractérisé par son emplacement, son intensité, sa fréquence et sa probabilité. » (UN/ISDR, 2004).

D'après Birkmann (2006), une des approches pour analyser les périls est de les catégoriser selon leurs causes. Les principaux types de périls retenus pour cette étude sont les suivants : climatique/environnemental, géologique, biologique, anthropique.

La vulnérabilité

De Sherbinin (2007) décrit la vulnérabilité comme « un état d'un système ou de l'un de ses éléments qui est susceptible de subir une exposition nocive à un danger, des perturbations ou des contraintes ». La vulnérabilité est le plus souvent conceptualisée dans la littérature comme une composante qui comprend l'exposition, la sensibilité aux perturbations ou aux stress externes, et la capacité d'adaptation.

Si la vulnérabilité peut s'entendre d'un point de vue écologique, elle est aujourd'hui utilisée dans son pendant socio-économique : la vulnérabilité sociale. Elle est définie par l'incapacité à faire face à un aléa. Elle est fonction de plusieurs éléments : la capacité à anticiper l'occurrence de l'aléa (connaître/prévoir/alerter) ; la capacité à s'adapter à l'existence de cet aléa (mesures de réduction de l'aléa ou de protection/réduction de l'exposition) ; la préparation de la société à faire face à l'urgence (plans de gestion de crise/exercices de simulation) ; le comportement de la société pendant la crise (gestion d'urgence/ capacité d'adaptation/réactivité) ; la capacité à anticiper et à effectuer la reconstruction dans les meilleurs délais (résilience) (Veyret et Reghezza, 2005).

L'exploitation des bivalves par la pêche présente une grande vulnérabilité du fait de dépendre d'un bien commun comme ressource directe. Les pêcheurs sont interdépendants, ou a minima dépendants de comportements externes dont ils n'ont pas la maîtrise. Ces externalités constituent un des aspects majeurs de la vulnérabilité du secteur puisque les acteurs ne peuvent pas agir directement dessus pour réduire le degré d'exposition aux aléas. De plus, le secteur professionnel possède une grande vulnérabilité socio-économique du fait de la faible quantité voire de l'absence d'outils économique et juridique pour faire face aux multiples aléas auxquels la filière est confrontée (Le Bihan & Pardo, 2012 ; Le Bihan *et al.*, 2018).

La résilience

Le concept de résilience est utile pour décrire la capacité d'un système, notamment marin, à se rétablir après une perturbation. Il trouve son origine dans l'écologie, où il a été introduit pour la première fois par Holling (1973) et défini par Walker *et al.* (2004) pour décrire « la capacité d'un système à absorber une perturbation et à se réorganiser tout en subissant un changement de manière à conserver essentiellement la même fonction, structure, identité et rétroactions ». Pimm (1984) a étendu ce concept pour inclure la "résilience d'ingénierie", « une mesure du temps qu'il faut à un système pour revenir à l'équilibre » après une perturbation. Le concept de résilience inclue non seulement la notion de récupération, mais aussi de résistance et de réversibilité (Palumbi *et al.*, 2008).

D'autres chercheurs se sont intéressés aux aspects socio-économiques de la résilience comme capacité de ces systèmes à minimiser les pertes de bien-être après l'épisode critique. Ce qu'Hallegatte (2014) définit comme résilience instantanée et qu'il complète par la résilience dynamique correspondant, pour sa part, à la capacité de ces mêmes systèmes à reconstruire et récupérer. Dans la même veine, Rose (2004) parle de résilience socio-économique statique comme la capacité d'un système à maintenir ses fonctions lorsqu'il est déstabilisé.

Un troisième aspect de la résilience qui a été exploré est celui de la gouvernance. La résilience de la gouvernance a été définie pour représenter les décisions prises au niveau communautaire ou par des politiques publiques pour atténuer la perturbation des activités après une perturbation (Kajitani & Tatano, 2009).

I-4. Causes potentielles de mortalité de la coque



Figure 10 : Ramassés de coques mortes au Hourdel en avril 2020 ©CRPMEM HDF

Rocroy (2020 - Annexe 1) décrit que lorsque les conditions du milieu lui sont favorables, la coque peut atteindre de fortes biomasses sur de grandes étendues comme en 2019 en baie de Somme (Rocroy, 2019a,b,c,d), mais elle peut également disparaître totalement ou voir ses effectifs diminuer de manière importante et durable (Figure 10 ; Franklin, 1972 ; Evans, 1977 ; West *et al.*, 1979).

Les mortalités et les facteurs les favorisant sont définis et classés de manières différentes selon les acteurs. Toutes les mortalités référencées sont présentées ci-dessous.

Pour donner un exemple, selon Bellamy *et al.* (2009), les facteurs influençant les différentes étapes du cycle de vie de la coque peuvent être regroupés en quatre grandes catégories :

- **Conditions de l'environnement naturel** : température (de l'eau et de l'air), salinité, substrat, bathymétrie, hydrodynamisme, niveau marégraphique, temps d'immersion, etc. ;
- **Facteurs biotiques** : prédation, parasitisme, limitation de la nourriture, etc. ;
- **Dynamique de population** : mortalité naturelle, faible reproduction, faible croissance, faible vitalité, densité de coques, etc. ;
- **Influences anthropiques** : pollution (dont prolifération algale = blooms), etc.

Ces facteurs influencent différents moments du cycle de vie de la coque (Figure 11).

Dans ce rapport, les mortalités sont présentées en fonction des facteurs pouvant les provoquer : naturels ou anthropiques. Un focus est ensuite fait sur les mortalités décrites dans la région Hauts-de-France d'après la littérature.

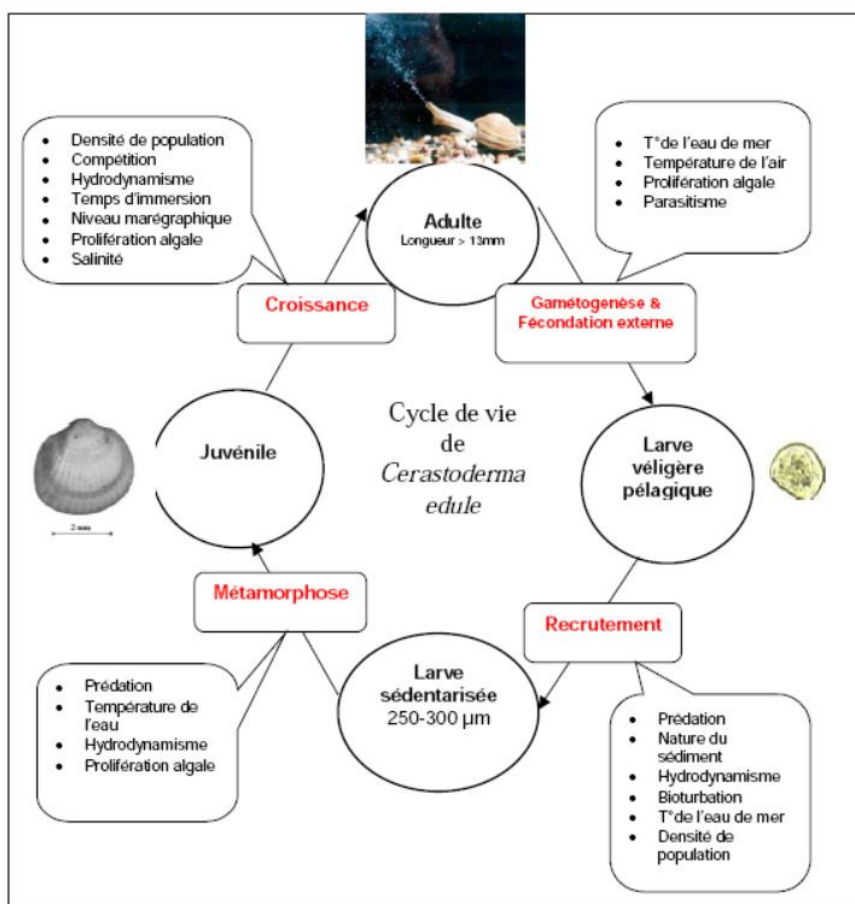


Figure 11 : Facteurs influençant les différentes étapes du cycle de vie de la coque, *Cerastoderma edule*. (d'après Bellamy *et al.*, 2009)

I-4.1. Mortalités liées à des facteurs naturels

→ Partie issue de Rocroy, 2020 - Annexe 1

Influence des paramètres environnementaux

Tous les organismes vivent avec des seuils de tolérance pour chaque variable environnementale. Si ces variables augmentent ou diminuent, en dehors des limites de tolérance, les organismes subissent des effets néfastes sur leur santé ou leur cycle de développement (Wither *et al.*, 2012).

Parada & Molares (2008) décrivent les températures atmosphériques extrêmes comme responsables de nombreuses altérations chez la coque (capacité de filtration, d'enfouissement, évolution de la masse corporelle, effet des prédateurs, etc.) qui engendreraient sa mort. Selon Hancock (1973), le froid intense n'a pas d'influence négative sur la ponte puisqu'il stimule la reproduction. Cependant, Parada & Molares (2008) émettent trois hypothèses : le seuil de température atmosphérique minimum toléré par la coque est plus bas dans les régions situées à des latitudes plus élevées que dans des régions à climat tempéré (5-6°C en Espagne) ; l'effet de la température sur les mortalités est peut-être davantage dû à des températures irrégulières ou des changements brutaux de températures qu'à une valeur seuil ; les coques perdent plus de masse corporelle à 6,1°C qu'à 1,5°C et si la coque a moins de masse corporelle au début de la ponte, cela induira un taux de survie plus bas. Kristensen (1958) a montré qu'en mer des Wadden néerlandaise le seuil de tolérance à une forte température était de 34°C et que le seuil léthal était à 36°C alors que la température optimale pour la vie de la coque se trouve à 25°C. D'après Parada & Molares (2008), la température haute de tolérance dépend du temps d'exposition à cette température. De plus, tout comme pour le seuil de température basse, un changement brutal de température altérerait plus probablement les fonctions de la coque qu'une valeur seuil.

Les tempêtes peuvent être la cause d'inondations, qui peuvent gravement affecter les coques par des changements drastiques de salinité. En dessous du seuil de 10 ‰, la salinité est incompatible avec la survie des coques (Seed & Brown, 1977). D'après Parada & Molares (2008), le taux de mortalité des coques n'augmente pas graduellement avec l'augmentation des précipitations mais subit une nette augmentation lorsqu'un certain seuil a été dépassé. Cela est confirmé par Kristensen (1958) qui décrit les mortalités massives associées à des événements de pluies abondantes comme régulières.

La survie des larves est liée au substrat qui doit avoir la capacité de retenir l'eau et donc d'avoir une proportion adéquate de particules fines. En baie de Somme, les sédiments sont fins et stables, mais s'il y avait une perturbation et une évolution vers des sables grossiers, cela pourrait engendrer une élimination complète du gisement (Lafite, 1986).

Le niveau marégraphique où se trouvent les coques influe sur le temps d'immersion par les eaux marines. Les coques dépendent de l'accessibilité en oxygène dissous nécessaire à la respiration ainsi que du temps de nourrissage. Une réduction significative du temps d'immersion réduit les taux de croissance des coques (Elliott, 1979). Cela se répercute sur le taux de mortalité ainsi que sur la fécondation et le recrutement des coques. L'optimum pour les coques est le niveau moyen de marées. Étant donné la nature très productive des environnements estuariens (McLusky & Elliott, 2004), il est peu probable que la limitation des aliments entraîne des mortalités massives chez les coques et, par conséquent, à l'heure actuelle, ce facteur est considéré comme peu probable.

Importance de la coque dans son écosystème : la prédation

La coque est une composante essentielle de l'écosystème et constitue une importante source de nourriture pour un certain nombre d'espèces. Ses principaux prédateurs sont des oiseaux, des poissons ou des crustacés. Chaque espèce de prédateurs cible des tailles de coques spécifiques (Figure 12). Plusieurs auteurs se sont intéressés à la prédation qui intervient sur les juvéniles. En particulier, Reise (1985) et Triplet (1999) montrent clairement que la pression de prédation se concentre sur les premiers stades de développement de la coque et diminue progressivement au cours de la croissance. En effet, plus les coques sont grosses, moins il y a d'espèces pouvant s'en nourrir (taille de la bouche ou du bec).

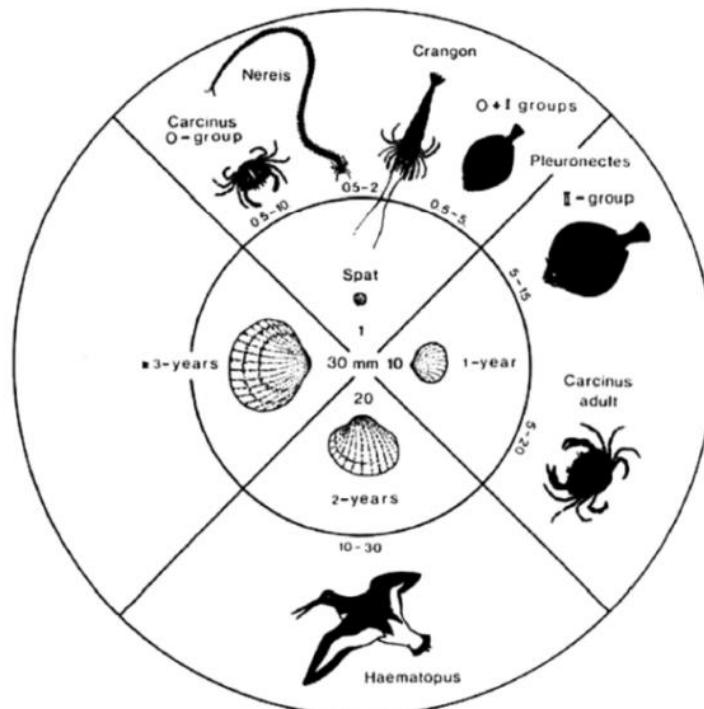


Figure 12 : Prédateurs de la coque selon sa taille (d'après Burdon *et al.*, 2014)

La suite de cette partie résulte d'une traduction libre d'une partie de l'article scientifique de Malham et al. (2012). Elle détaille de façon complète la place de la coque dans le réseau trophique des estuaires ouest européens.

Des crustacés, comme la crevette grise (*Crangon crangon*), se nourrissent de naissain nouvellement installé (Beukema & Dekker, 2005) tandis que le crabe vert (*Carcinus maenas*) se nourrit d'une plus large gamme de tailles de coques, consommant environ 40 C. edule par individu par jour (Sanchez-Salazar et al., 1987). Tout en reconnaissant que la prédation par les crabes juvéniles sur les jeunes coques est un facteur déterminant pour leur survie dans la mer des Wadden, Jensen & Jensen (1985) ont considéré qu'environ 6 % de la production totale de coques était compromis par la prédation par les crabes. Seuls les grands crabes (55–70 mm) de l'espèce *C. maenas* sélectionnent les coques dont ils se nourrissent en fonction de leur taille. En effet, ils sélectionnent des coques de 10-20 mm de long alors que les crabes de taille moyenne (40–55 mm) ont une préférence pour les coques d'une longueur de 5–10 mm (Mascaró & Seed, 2000a, b).

Un certain nombre d'espèces de bivalves filtreurs, dont *Crassostrea gigas* et *Mytilus edulis*, une fois adulte, s'alimente de larves de bivalves (Troost et al., 2008). De la même manière, la coque (*C. edule*) adulte peut filtrer jusqu'à 40 % des larves de son espèce (André & Rosenberg, 1991) bien qu'elle puisse ingérer jusqu'à 75 % des larves dérivant sur des sédiments peuplés de coques adultes (André et al., 1993).

Les coques de 5 à 10 mm de long peuvent représenter la nourriture principale du flet et de la plie, en particulier à la fin de l'été et au début de l'automne et pour les poissons plus âgés (De Vlas, 1979 ; Pihl, 1982). En plus de se nourrir de coques entières, les flets et les plies ont un taux de prédation élevé sur le pied et les siphons des *C. edule* (De Vlas, 1979). L'impact de cette prédation sur la survie des coques et sur l'augmentation de la sensibilité à la prédation supplémentaire est inconnu. Cependant, les coques de Nouvelle-Zélande (*Austrovenus stutchburyi*) avec le pied coupé ne peuvent pas s'enfouir avant que le pied ne se soit régénéré et sont donc plus sensibles aux stress liés à la chaleur et au dessèchement en plus d'être soumises à un risque de prédation sensiblement plus élevé (Mouritsen & Poulin, 2003).

Les huîtres pie (*Haematopus ostralegus*) et les bécasseaux maubèches (*Calidris canutus*) sont les principaux prédateurs aviaires de coques avec les bécasseaux sanderling (*Calidris alba*), les pluviers argentés (*Pluvialis squatarola*), les chevaliers gambette (*Tringa totanus*), les eiders à duvet (*Somateria mollissima*), les goélands cendrés (*Larus canus*) et les hareldes boréales (*Clangula hyemalis*) qui prédatent les coques dans une moindre mesure (Drinan, 1957 ; Bryant, 1979 ; Sutherland, 1982 ; Dekinga & Piersma, 1993 ; Cadée, 1994 ; Triplet, 1994 ; Stempniewicz, 1995 ; Perez-Hurtado et al., 1997 ; Beukema & Decker, 2006). Il est estimé que chaque oiseau peut consommer jusqu'à 300 coques par jour. Les huîtres pie se nourrissent préférentiellement de grosses coques (>15 mm) quand le nombre de coques est élevé, mais s'alimentent de coques plus petites (<15 mm) lorsque le nombre de coques s'appauvrit (O'Connor & Brown, 1977 ; Johnstone & Norris, 2000).

Les coques plus grandes et donc plus âgées ont tendance à être plus parasitées par les vers mais représentent aussi énergétiquement une proie plus rentable (Norris, 1999). De plus, des parasites comme les digéniens peuvent modifier le comportement d'enfouissement de la coque, entraînant une augmentation de la prédation. Ainsi, les oiseaux qui se nourrissent de coques plus grosses ont plus de risques d'être parasités à leur tour, en particulier les huîtres pie qui ne sélectionnent pas les coques non parasitées pour se nourrir (Norris, 1999). A terme, plusieurs milliers de digéniens peuvent apparaître dans un huître pie avec un impact concomitant sur la survie des oiseaux (Borgsteede et al., 1988).

De par sa position dans les chaînes trophiques, la perte ou la diminution du nombre de coques pourrait engendrer des répercussions fortes sur ces prédateurs, notamment les oiseaux (ex : huître-pie ; Triplet et al., 1999) et donc une perte de biodiversité à l'échelle locale.

Impact des agents pathogènes

Un large éventail de parasites et d'agents pathogènes biologiques affectent la santé individuelle et la population des coques, bien qu'il existe actuellement un manque de compréhension du lien entre l'infestation et la mortalité de masse (Longshaw & Malham, 2013). Il est probable que l'impact des parasites et des agents pathogènes puisse indirectement contribuer à la mortalité de masse soit en affaiblissant les individus, soit en infectant des individus déjà stressés par un autre facteur ou une combinaison de facteurs.

Longshaw & Malham (2013) ont récemment passé en revue les parasites et les agents pathogènes des coques, dont ceux qui affectent *Cerastoderma edule*. Leur examen met en évidence un total de 50 parasites dont seulement certains sont impliqués dans des événements de mortalité.

Le macroparasite induisant la mortalité et le plus largement réparti dans les coques est *Gymnophallus choledochus* (trématode). Le microparasite inducteur de mortalité le plus récemment identifié est *Marteilia cochillia* (protozoaire), qui a été trouvé sur les côtes atlantiques et méditerranéennes d'Espagne (Carrasco *et al.*, 2013). En baie de Somme, il s'agit de *Vibrio aestuarianus* (bactérie). En 2012, 2015 et 2018, des mortalités importantes de coques (80 % du gisement) ont été constatées sur les estuaires picards. Lors de ces mortalités anormales, le réseau REPAMO de l'IFREMER a été déclenché par les professionnels et des bactéries appartenant à l'espèce *Vibrio aestuarianus* ont été isolées des animaux moribonds (aucun autre parasite d'importance n'avait été observé lors de ces mortalités) (Garcia *et al.*, 2021).

Dynamiques de population

D'après Ducrotoy *et al.* (1992), la coque serait soumise à des cycles naturels, qui peuvent varier entre un et dix ans. Ils sont régis par des périodes où les densités s'effondrent, se rétablissent et des phases plus constantes où les densités de coques plus élevées sont maintenues.

La densité a été décrite par de nombreux auteurs comme l'un des facteurs pouvant affecter à la fois la croissance et la mortalité des coques (et des autres bivalves). Malham *et al.* (2012) reconnaissent que le succès de la population de coques peut être influencé négativement par la compétition pour l'espace et la nourriture (Franklin & Pickett, 1979).

Richardson *et al.* (1980) ont décrit l'influence de la densité sur la compétition pour l'espace, suggérant que les collisions entre individus à proximité immédiate font émerger les animaux à la surface des sédiments, ce qui les rend plus vulnérables aux prédateurs et plus sensibles aux conditions environnementales. Des densités élevées de coques ont également potentiellement un taux de croissance plus faible. De plus, une forte densité engendre une consommation accrue d'oxygène dans la couche limite du sédiment qui génère un risque d'anoxie. Selon Parada & Molares (2008), la mortalité augmenterait à partir d'une densité de 500-600 individus/m².

La survie des jeunes recrues est également impactée par une densité trop importante de la population de coques adultes. La monopolisation de l'espace par les coques adultes entraîne un manque d'espace disponible pour les recrues qui doivent s'installer ailleurs et par conséquent sur des secteurs potentiellement moins favorables. Le cannibalisme par les coques adultes peut également jouer un rôle important en réduisant la survie des larves et des jeunes recrues (Hancock, 1973).

Comme chez la plupart des populations de bivalves, au-delà d'un certain seuil de population minimal, la biomasse des adultes reproducteurs n'est pas corrélée au recrutement (Magalhaes *et al.*, 2016). En effet, les processus ayant lieu durant la vie larvaire sont prépondérants sur la réinstallation du naissain par rapport à la biomasse d'adultes reproducteurs.

I-4.2. Mortalités liées à des facteurs anthropiques

→ Partie issue de Rocroy, 2020 - Annexe 1 (*sauf italique*)

Pêche à pied professionnelle

Selon l'arrêté du 28 janvier 2013 déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture et de débarquement des poissons et autres organismes marins pour la pêche professionnelle, les pêcheurs doivent ramasser des coques d'une taille supérieure à 27 mm. Les gardes-jurés du CRPMEM étant tous les jours présents lors de la pêche des coques et réalisant plusieurs milliers de contrôles de taille chaque année (10 602 en 2021), la pêche de coques de taille inférieure à 27 mm est limitée.

Les quantités de coques pêchées par les pêcheurs à pied professionnels entre la saison de pêche 2014-2015 et la saison de pêche 2018-2019 sont indiquées dans la Figure 6. En 2015 et 2018, lors des épisodes de mortalités massives, entre 300 et 500 tonnes de coques ont été pêchées chaque saison. En 2014 et 2017, environ 2000 tonnes ont été pêchées chaque saison.

Lors d'épisodes très particuliers, fortes chaleurs durant la pêche ou fort envasement des gisements, il a été observé une difficulté pour les coques à se réenfouir après l'action de pêche. La pêche engendrerait alors, dans ces cas peu fréquents, une surmortalité directe des juvéniles. La pêche à pied professionnelle augmenterait également de façon indirecte la mortalité par prédation des coques sous taille qui sont laissées en surface. En effet, de nombreux laridés profitent de l'accessibilité accrue des coques suite à la pêche.

Hancock & Urquhart (1965) analysent les causes de mortalité autres que celles engendrées par la pêche dans le cas d'un gisement exploité au sud du Pays de Galles (Burry Inlet). La mortalité totale pour l'ensemble du gisement sur une année est estimée à 85 %, la perte par pêche durant la même période n'étant que de 14 %. Les études menées précédemment par le GEMEL ont montré que l'exploitation traditionnelle du gisement de coques était favorable au gisement dans le sens où elle limite la compétition intraspécifique pour l'espace. Autrement dit, les prélèvements par pêche permettent de réduire les effets négatifs d'une surdensité d'individus adultes.

Pêche à pied de loisir des coques

De nombreux comptages de pêcheurs à pied de loisir ont été réalisés dans le cadre du projet Life pêche à pied de loisir (Meirland et al., 2017). Pour certaines pratiques, le nombre de pêcheur de loisir a été modélisé à l'année sur différents sites. Malheureusement, la pratique de la pêche des coques n'a pas fait l'objet de traitement des données de comptages. Par ailleurs, aucune enquête n'a été réalisée sur cette pratique dans le cadre de ce projet.

Eutrophisation

Les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement agricoles sont les principales sources de nutriments et de matières organiques dissoutes et particulaires dans les eaux estuariennes et côtières (Gray et al., 2002). L'augmentation des charges de nutriments dans l'eau peut entraîner plusieurs signes et symptômes d'eutrophisation, dont l'un est la mortalité benthique par anoxie (Elliott & de Jonge, 2002). Un effondrement de la population de coques dans la baie de Somme au cours de la période 1982 et 1985 est attribué à l'eutrophisation et à l'induction de l'anoxie (Desprez et al., 1992 ; Rybarczyk, 1996).

Les masses d'eau côtières des Hauts-de-France sont fortement eutrophisées et présentent une dérogation à l'objectif d'atteinte du bon état écologique d'ici 2027. L'objectif fixé est de stabiliser l'état écologique de ces masses d'eau (SDAGE Artois-Picardie 2022-2027).

L'eutrophisation favorise également le développement de blooms de *Phaeocystis* (Figure 13). D'après Lefebvre & Delpech (2004), « l'aspect le plus flagrant de la prolifération de *Phaeocystis* est la formation d'écume observée sur le littoral. En effet, une grande partie de la production primaire lors des blooms se fait sous forme de matériel mucilagineux. Sa consistance semble ralentir sa dégradation par les bactéries. Les colonies, quand elles sont présentes en densité suffisante, peuvent constituer une gêne pour les activités touristiques, récréatives et professionnelles. » D'après eux, il existe des observations d'effets nuisibles de *Phaeocystis* sur la conchyliculture ainsi que de poissons évitant les zones d'occurrence des blooms. Un cas officiel de mortalité de poissons associé à *Phaeocystis*, avec un stock important de saumon de culture perdu en 1992 pendant un bloom en Norvège a également été relevé. Spilmont et al. (2009) ont, quant à eux, documenté en baie de Canche une mortalité de benthos liée à la dégradation du bloom de *Phaeocystis*. Ces blooms semblent impacter le milieu et les individus de manière physique et non pas par toxicité.

D'une manière générale, au niveau de l'écosystème, la dominance de cette forme algale sur les autres groupes semble avoir des conséquences négatives sur la structure et le fonctionnement des compartiments benthique et pélagique aux niveaux environnemental et biogéochimique (Lancelot & Rousseau, 1994 ; Weisse et al., 1994 ; Lancelot et al., 1987 ; Wassmann, 1994).



Figure 13 : Bloom de *Phaeocystis* à Fort-Mahon ©CRPMEM HDF

Pollutions

Les mollusques bivalves marins, y compris les coques, sont bien connus pour être sensibles à une grande variété de substances toxiques directement présentes dans le milieu marin. Les substances toxiques peuvent influencer l'augmentation de l'incidence des maladies signalées chez les animaux marins, peut-être en induisant une immunosuppression qui, à son tour, compromettrait gravement la défense contre les agents pathogènes (Wootton *et al.*, 2003).

En ce qui concerne les déchets dégradables, des mortalités massives de *Cerastoderma edule* ont été observées après un déversement majeur de pétrole, après l'échouement du Sea Empress en 1996 au large de la côte sud-ouest du pays de Galles (SEEEC, 1999). Parmi les polluants, les métaux lourds sont des contaminants dominants dans les environnements marins et estuariens et représentent un domaine de préoccupation croissant dans les domaines environnementaux. Sur le littoral des Hauts-de-France, le réseau ROCCH permet de suivre l'évolution de certains métaux sur les coques (baie de Somme) ou sur les moules. *Ces derniers n'atteignent pas des niveaux problématiques.*

Bien que les substances toxiques et autres polluants persistants puissent nuire aux organismes marins, ils ne semblent être une cause directe de mortalité massive de coquillages qu'en cas de déversement ponctuel très important.

Prise en compte du changement global

Le changement global est caractérisé par l'augmentation progressive de la température et par la survenue d'événements climatiques extrêmes (ex : tempêtes, canicules, sécheresses ou inondations), qui favorisent souvent des changements de salinité et des conditions hydrodynamiques sur les milieux aquatiques des écosystèmes (GIEC, 2014). Météo-France prévoit une augmentation du nombre de jours où la température est supérieure à 30°C et de jours de canicule, par rapport aux relevés des normales de 1971 à 2000 dans les Hauts-de-France, quel que soit le scénario climatique pris en compte. Dans le même sens, Beniston et al. (2007) indiquent que la fréquence des perturbations climatiques devrait augmenter au cours des prochaines décennies. Cela est préoccupant pour les populations de coques car certaines mortalités sont dues à des conditions environnementales particulières (cf. partie I-4.1.).

Des changements dans la reproduction des coques ont déjà été observés du fait de la variabilité du climat : les hivers froids provoquant une production de gamètes plus forte et sur une période plus longue (Morgan et al., 2013).

La distribution géographique de *C. edule* devrait se contracter en réponse au changement climatique (Singer et al., 2017) et son aire de répartition pourrait se déplacer vers le nord en réponse à l'augmentation des températures (Verdelhos et al., 2015).

Le changement climatique peut également avoir un impact sur les interactions parasite-hôte chez les animaux aquatiques, ce qui peut, à son tour, créer des problèmes en raison d'une cascade à travers les réseaux trophiques (Marcogliese, 2008).

De plus, le réchauffement climatique, en combinaison avec l'acidification des océans, c'est-à-dire avec une pCO₂ élevée, peut également réduire la vitalité de *C. edule* (Ong et al., 2017) : une pCO₂ élevée diminue le pH de l'eau, ce qui entraîne une baisse de la calcification de la coquille puisque le calcium de la coquille des coques provient directement de l'environnement et non de l'alimentation.

I-4.3. Mortalités décrites dans les Hauts-de-France

→ Partie issue de Meirland et al. (2022 - Annexe 4)

85 publications ont été étudiées afin d'y rechercher des mentions de mortalités sur le littoral des Hauts-de-France.

La première mention de mortalité sans équivoque date de 1963. La dernière à être intégrée dans ces résultats date de 2020. Entre les années 1990 et 1995, aucun élément bibliographique n'a été retrouvé concernant les gisements de coques des Hauts-de-France.

Les travaux recensés ne sont pas, pour la plupart, des travaux de recherche sur les causes de mortalités mais des évaluations de stocks de coquillages. Ainsi, les mortalités mentionnées le sont bien souvent à titre de commentaires. Les hypothèses développées ne sont pas systématiquement vérifiées et semblent plus faire l'objet d'un sentiment de l'observateur que d'une démonstration scientifique. Cependant, la récurrence des informations, les dates d'observation et les hypothèses récurrentes sont des indices très intéressants quant aux causes de mortalités (Figure 14).

Les informations sont annuelles depuis le début des années 1980. Des mortalités sont régulièrement observées. Les périodes de plus de deux années de suite sans mentions de mortalités dans les rapports sont faibles : 1995-2000, 2009-2011. Les périodes d'observation des mortalités au cours de l'année sont relativement constantes pour les plus récurrentes : hiver, printemps (mai-juin), été (août). Quelques évocations de déplacements sédimentaires ayant impacté les gisements y figurent, notamment des déplacements du chenal de la Somme (2000, 2001, 2003, 2006).



Figure 14 : Laisse de mer de coques mortes ©CRPMEM HDF

Les causes invoquées sont récurrentes par périodes :

- Froid hivernal jusqu'en 1987. Aucun événement lié au froid n'est évoqué par la suite.
- Les mortalités printanières ont fait l'objet de différentes hypothèses qui pourraient recouper le même phénomène : hypoxie, anoxie, *Phaeocystis*, *Phaeocystis* et densité, placage de vase, eutrophisation, capacité de charge du milieu atteinte, manque de nourriture. Ces mortalités de fin de printemps ne sont pas mentionnées avant l'année 1989 et semblent les plus importantes ces dernières années.
- Chaleur estivale (en août) depuis 1982 jusque récemment.

II – METHODOLOGIE

Afin de mieux comprendre les mortalités de coques, le CRPMEM Hauts-de-France a travaillé avec le GEMEL, l'IFREMER de La Tremblade et Boulogne-sur-Mer et Fabien Riera - FAR View Conseil.

La première étape du projet consistait à dresser un état des lieux des connaissances sur la biologie et le cycle de vie de la coque (Rocroy, 2020 - Annexe 1), son implantation dans les Hauts-de-France (CRPMEM ; Pollet, 2021 ; Riera, 2021 - Annexe 2), les risques liés aux mortalités de coquillages (Riera, 2020 - Annexe 3) et les causes de mortalités potentielles de la coque (Rocroy, 2020 - Annexe 1 ; CRPMEM).

La deuxième étape du projet avait pour but d'étudier les causes de mortalité actuelle des coques dans les Hauts-de-France en fonction de certains facteurs, à savoir les agents pathogènes, les paramètres environnementaux et les dynamiques de population. Pour cela, toutes les mortalités ont été suivies, référencées et étudiées tout au long du projet par le CRPMEM, donnant lieu à un rapport qui inclut également les

mortalités passées dans la région identifiées dans la littérature ainsi que l'observation du littoral en période de bloom phytoplanctonique (Meirland *et al.*, 2022 - Annexe 4).

Des prélèvements de coques ont également été réalisés sur sept points répartis dans les cœurs de gisement des trois principales baies des Hauts-de-France (Figure 3) : quatre zones en baie de Somme (Ch'4, Voie de Rue, Le Crotoy et Le Hourdel), deux en baie d'Authie (Fort-Mahon et Groffliers) et une en baie de Canche (Sainte-Cécile). Réalisés par le CRPMEM Hauts-de-France et le GEMEL à raison d'une à deux fois par mois, ils étaient à destination du GEMEL afin d'étudier les dynamiques de populations (Rocroy, 2021 - Annexe 8). Des prélèvements supplémentaires ont été réalisés également tous les mois sur Ch'4 (coques + moules de bouchot) et sur Fort-Mahon (coques + sédiment). Ils étaient envoyés à l'IFREMER de La Tremblade, spécialisé en maladie des mollusques, pour des analyses vétérinaires (Travers *et al.*, 2021 - Annexe 5). Des coques noires ont également été envoyées à IFREMER La Tremblade pour analyses (Garcia, 2020 - Annexe 6).

Les données liées aux paramètres environnementaux ont aussi été compilées et analysées par rapport aux dates des mortalités. Pour les mortalités survenues avant le projet et figurant dans la littérature, les données environnementales ont été compilées au niveau du point de suivi « Bif » (Figure 15) du réseau régional SRN³ et du réseau national REPHY⁴ et les analyses menées par l'IFREMER de Boulogne-sur-Mer (Devreker, 2022 - Annexe 7). Les mortalités survenues pendant le projet ont, quant à elles, été compilées et analysées par le CRPMEM Hauts-de-France (Meirland *et al.*, 2022 - Annexe 4).

Afin de recueillir le point de vue des acteurs impliqués dans la pêche aux coques, notamment des pêcheurs à pied professionnels, des enquêtes ont été réalisées par le CRPMEM Hauts-de-France et des entretiens par Fabien Riera – FAR View Conseil. Les résultats des enquêtes ont été traités par le CRPMEM Hauts-de-France (De Laage, 2020 – Annexe 9 ; Laurent, 2020 - Annexe 10) et celui des entretiens par Fabien Riera – FAR View Conseil (Riera, 2021 - Annexe 2).

L'objectif de la troisième étape était de mettre en place un système de prévention et de gestion face aux mortalités de coques à l'échelle des Hauts-de-France. Pour cela, un état des lieux des connaissances sur la prévention et la gestion des périls dans l'exploitation des coquillages a été réalisé (Riera, 2020 - Annexe 3). Le GEMEL a également réalisé des tests de vitalité sur des coques saines afin de trouver des facteurs permettant de prévenir l'arrivée de mortalités (Rocroy & Prevost, 2021 - Annexe 11). De plus, une procédure d'urgence a été développée pour les cas de mortalité massive par le CRPMEM, le GEMEL et la DDTM-DML du Pas-de-Calais et de la Somme.

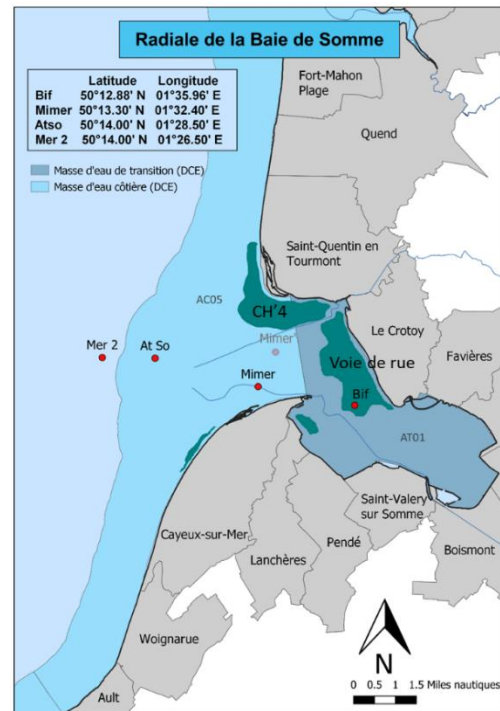


Figure 15 : Carte des gisements de coques et des points de suivis du réseau SRN en Baie de Somme ©IFREMER

³ <https://wwz.ifremer.fr/manchemerdunord/Environnement/LER-Boulogne-sur-Mer/Surveillance-et-Observation/Suivi-Regional-des-Nutriments>

⁴ <https://wwz.ifremer.fr/envlit/Surveillance-du-littoral/Phytoplancton-et-phyco-toxines>

III – ETUDE DES CAUSES DE MORTALITÉ DES COQUES DANS LES HAUTS-DE-FRANCE

III-1. Agents pathogènes

Selon Travers *et al.* (2021 - Annexe 5), le suivi des deux gisements de coques des Hauts-de-France a permis de montrer que la bactérie *Vibrio aestuarianus cardii* était bien présente sur ces deux gisements (baie de Somme et baie d'Authie) et affectait les différentes cohortes de coques (petites et grosses - Figure 16).

Cette bactérie semble préférentiellement se développer au cours du printemps et de l'été mais elle reste présente chez les coques en période hivernale en faible quantité.

Vibrio aestuarianus cardii a également été retrouvée dans le sédiment à proximité des coques uniquement en périodes printanière et estivale lorsque cette bactérie est présente en grande quantité chez les coques, tout comme au niveau des cordes de moules à proximité. La proximité phylogénétique des isolats (bactéries prélevées) suggère que pendant les périodes printanière et estivale, les coques excrètent fortement cette bactérie qui se retrouverait en grande quantité dans l'environnement et pourrait être accumulée ainsi au niveau du sédiment et/ou des moules.

Les populations de *Vibrio aestuarianus cardii* sont diversifiées à la fois en termes de génome (matériel génétique) et de virulence (intensité du pouvoir d'engendrer une lésion ou de causer une maladie). En pathologie expérimentale (injection intramusculaire de la bactérie dans des coques en laboratoire), des souches virulentes pour les coques se retrouvent tout le long de l'année quels que soient les lieux et les matrices d'isolement. Ces souches coexistent au sein des populations de coques avec des souches non virulentes.

Les résultats actuels ne permettent pas de comprendre les caractéristiques et spécificités des isolats (bactéries prélevées) virulents envers les coques.

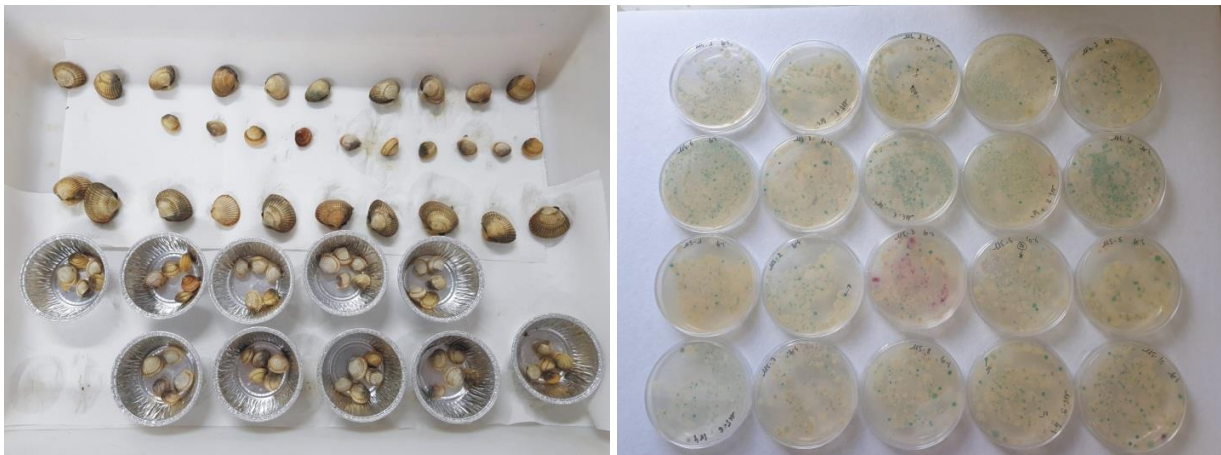


Figure 16 : Coques préparées pour des analyses microbiologiques (à gauche) et ensemencement bactériologique après enrichissement des broyats d'individus sur milieu chromagar (à droite) ©IFREMER

Des coques présentant une coloration noire, issues de la baie de Somme, ont également été analysées. Le parasite détecté semble très proche de l'espèce *Haplosporidium edule*, décrit pour la première fois en Espagne. La présence de spores de ce parasite pourrait expliquer la coloration noire des coques. Ces spores remplacent les tissus conjonctifs des différents organes de la coque, provoquant à terme sa mort (Garcia, 2020 - Annexe 6).

III-2. Paramètres environnementaux

Les analyses menées par Devreker (2022 - Annexe 7) comprennent des données issues des années 1992 à 2018 (chlorophylle *a*, matière en suspension (MES), matière en suspension organique (MESORG), ammonium (NH₄), nitrates (NO₃+NO₂), oxygène, les pheopigments (PHEO), phosphates (PO₄), salinité, silicates (SiOH), température, turbidité et espèces phytoplanctoniques).

En comparant ces données avec les dates de mortalité issues de la littérature compilées par Meirland *et al.* (2022 - Annexe 4) (comparaison de la moyenne des paramètres pendant les périodes de mortalités et en dehors des périodes de mortalités), il en ressort que les conditions environnementales dans lesquelles les mortalités se produisent correspondent à :

- Des concentrations en chlorophylle-*a* élevée ;
- De la MES et une turbidité faible ;
- Des températures hivernales élevées ;
- Une salinité normale (pas de forts apports de la Somme ou maritimes) ;
- Pas de désoxygénation ;
- Des concentrations en nutriments globalement faibles.

Toutefois, la plupart de ces variations s'expliquent par la saisonnalité, les mortalités de coques arrivant plutôt au printemps et en été, périodes caractérisées par les conditions mentionnées (Devreker & Lefebvre, 2021). Ces résultats (ainsi que des analyses statistiques *ACP-Between Class Analyse*⁵) ne permettent pas de mettre clairement en évidence des conditions environnementales qui favoriseraient la mortalité des coques (résultats non significatifs). De plus, les événements responsables des mortalités ne se produisent pas forcément à l'échelle spatio-temporelle du réseau de surveillance SRN-REPHY qui suit les paramètres environnementaux à une fréquence mensuelle à bimensuelle et pas exactement sur les zones de mortalité des coques ou peuvent être issus de paramètres non suivis par ce réseau (courantologie, ensablement).

L'analyse des communautés phytoplanctoniques présentes lors des périodes de mortalité montre une prépondérance de *Phaeocystis* légèrement supérieure lors de ces événements par rapport à l'ensemble des périodes printanières de 1992 à 2018. *Phaeocystis* représente ainsi en moyenne 50 % de l'abondance des communautés phytoplanctoniques en période de mortalité de coques contre 40 % sur l'ensemble des périodes printanières étudiées.

Afin de compléter cette étude, Meirland *et al.* (2022 - Annexe 4) ont, quant à eux, étudié le lien entre certains paramètres environnementaux (marée, température, nébulosité, précipitation, vitesse et direction du vent) et les mortalités observées durant le projet. Sur la durée du projet, entre avril 2019 et août 2021, 41 fiches d'observation de mortalité des coques ont été renseignées. Toutes les mortalités observées dans les Hauts-de-France ont fait l'objet de fiches de mortalité, qu'importe la quantité/proportion d'individus moribonds observés. Les mortalités observées peuvent toucher les coques uniquement, comme un ensemble d'espèces. Tous les gisements de coques de la région sont impactés, depuis les Hemmes d'Oye jusque Le Hourdel. Sur les 41 fiches, 27 ont été renseignées au printemps (66 %), 7 en été, 4 en hiver et 3 en automne.

⁵ <https://pbil.univ-lyon1.fr/R/pdf/course4.pdf>

Quatre périodes de mortalités, dont les causes pourraient correspondre à celles renseignées dans la littérature, ont été identifiées grâce aux fiches de suivi des mortalités :



Figure 17 : Vase le long de la Maye en baie de Somme ©CRPMEM HDF

- Une mortalité ayant eu lieu en février 2020 peut être attribuée à un déchaussement des organismes benthiques, dont les coques, par les tempêtes, les animaux venant s'échouer sur la laisse de mer.
- Deux mortalités ont eu lieu au printemps. Pour la première, en 2019, aucune cause liée aux conditions météorologiques ne paraît être imputable directement, sur le laps de temps considéré, à cette mortalité. Cependant, les eaux étaient très fortement chargées en matières organiques. Pour la deuxième mortalité, le coup de chaleur du 16 juin 2021 (30,8°C d'après météoiel) pourrait avoir initié une mortalité. Il n'a cependant duré qu'une journée, d'autres facteurs ont donc sans doute contribué à l'extension de la mortalité.
- Une mortalité observée en été 2020 semble liée à de fortes chaleurs, plusieurs jours consécutifs (quatre jours à plus de 35°C).

Une observation du littoral en période de bloom phytoplanctonique a également été menée. Le phénomène d'envasement se fait progressivement, avec parfois des quantités importantes de vases qui arrivent, et semble entrainer des mortalités localisées (Figure 17), voire du déplacement de coquillages (phénomène difficile à démontrer dans ce cadre). Les coques remontent à la surface et parfois se réimplantent quand les conditions redeviennent propices.

L'observation des informations issues du projet EUROHAB, dont l'objectif est de détecter l'eutrophisation et les blooms algaux toxiques dans la Manche par satellite, ne permet, quant à elle, pas de mettre en évidence de cause claire et unique, sur la base des trois paramètres étudiés que sont la turbidité, la biomasse phytoplanctonique et la présence de *Phaeocystis* (Figure 18).

Aussi, durant la période du projet, d'importants travaux de déplacements de sédiments sont à l'origine de mortalités massives en baie d'Authie (Figure 19).

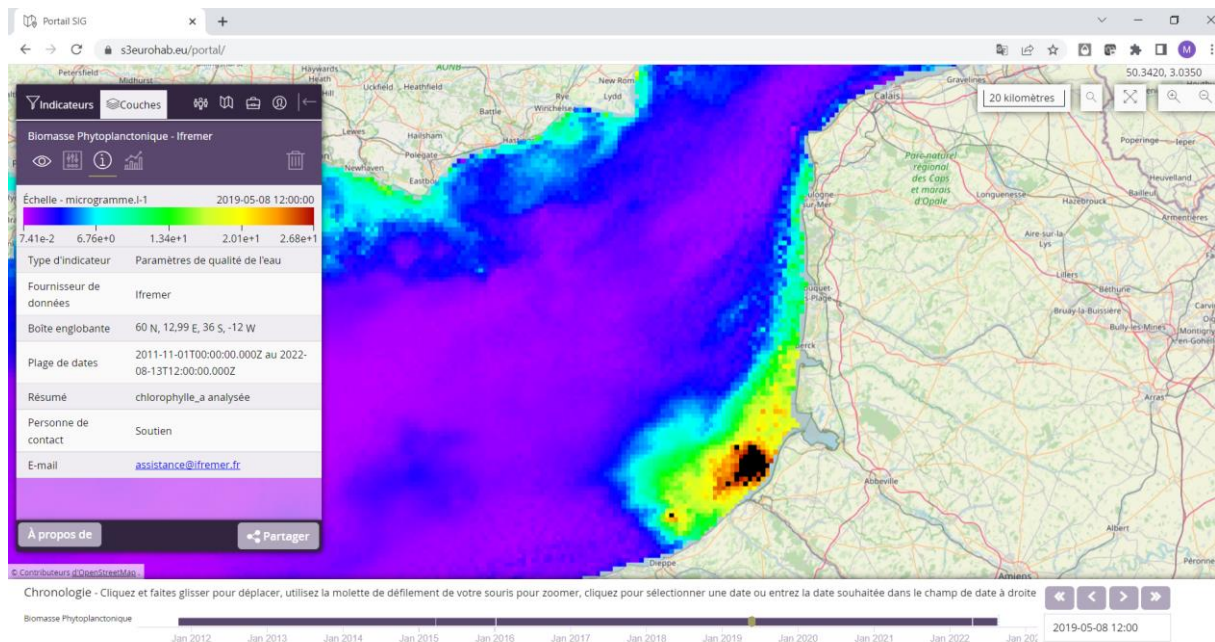


Figure 18 : Portail SIG du projet EUROHAB



Figure 19 : Traces d'engins à travers le gisement de coques pendant les travaux de reconstruction de la digue Barrois en baie d'Authie ©CRPMEM HDF

III-3. Dynamiques de population

D'après Rocroy (2021 - Annexe 8), durant la période du suivi, aucune mortalité massive de coques n'a été observée comme cela s'était produit en 2012, 2015 et 2018. Cependant, à Fort-Mahon et à Groffliers, les travaux de ré-ensablement du bois de sapin ont causé une perte brutale de coques sur les points de suivi.

La localisation des points de suivi étant trop imprécise d'après le GEMEL, il ne leur a pas été possible de suivre le taux de mortalité pour chacune des cohortes identifiées au cours du temps. Cependant, ce suivi a permis de suivre la croissance des coques de chaque cohorte au cours du temps et d'identifier les périodes et l'intensité du recrutement des coques.

Aucune comparaison entre les densités, qui peuvent, lorsqu'elles sont trop élevées causer des mortalités, et les périodes de mortalités observées par le CRPMEM n'a été faite.

III-4. Ce qu'en pensent les pêcheurs – Étude anthropologique

Selon Riera (2021, Annexe 2), l'élément qui marque certainement le plus rapidement le néophyte qui pénètre le monde du hénon est l'omniprésence, chez les acteurs, de la question de la disparition de la ressource. La question de la « crise » y est d'ailleurs particulièrement attachée. Pourtant, lorsque les pêcheurs sont interrogés plus longuement, et l'enquête psycho-sociale le confirme, la fluctuation de la ressource a semble-t-il toujours existé dans des proportions conséquentes : « *il y a des années avec et des années sans* ». Cette donnée subjective est d'ailleurs corroborée par les données statistiques de production (Figure 6).

D'après les enquêtes menées (De Laage, 2020 - Annexe 9 ; Laurent, 2020 - Annexe 10), la majorité des pêcheurs (56 %) pensent que les mortalités sont dues à des causes qui n'étaient pas pré-écrites dans le questionnaire. Elles ont été classées dans la catégorie « autres » (Figure 20). Ensuite viennent les pollutions (entre 48 % et 51 % de pêcheurs) et les maladies (27 % des pêcheurs), en plus grand nombre de réponses. Les réponses citées spontanément et classées dans la catégorie « autres » apparaissent dans la Figure 21.

2. Citer, selon vous, les causes des épisodes de mortalité :

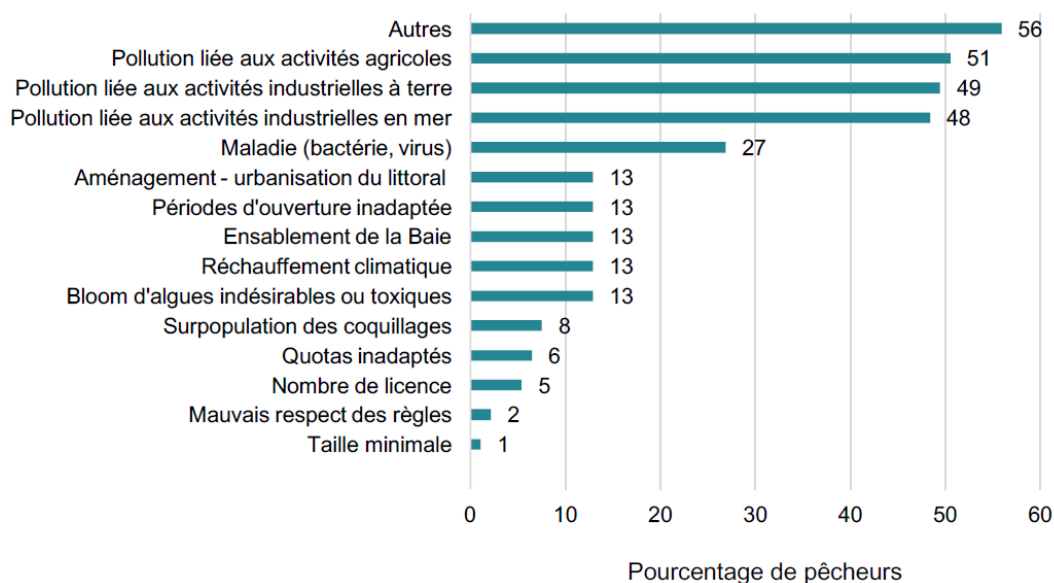


Figure 20 : Causes de mortalités selon les pêcheurs d'après les enquêtes menées par De Laage (2020 - Annexe 9)

Dans un premier temps, l'enquête met en évidence que pour la communauté des pêcheurs, le principal péril qui pèse sur la pérennité de la ressource est le surgissement de vagues de chaleur, d'autant plus si ces dernières sont concomitantes de mortes-eaux (faible coefficient de marée). Ce péril climatique est connu de longue date par les pêcheurs.

Dans un second temps, plusieurs facteurs cités par les pêcheurs se rejoignent : pluies, orages, météo, eau douce. Ils indiquent tous un apport d'eau douce supérieur à ce qui est habituel.



Figure 21 : Nuage de mots illustrant les causes principales de mortalité selon les pêcheurs enquêtés (catégorie "autres") selon leur occurrence

Dans les déclarations des pêcheurs, le phénomène dit de « l’huile » est également souvent cité. Le phénomène de l’huile correspond à l’apparition d’un dépôt surnageant sur le substrat de l’estran qui correspondrait, aux dires des acteurs, à des frayes de poissons ou à des blooms algaux qui ont lieu particulièrement au printemps. Ces concentrations huileuses seraient à l’origine, par leur convergence avec des phases de mortes-eaux, des anoxies des coquillages identifiables par la présence de nombreuses coquilles vides (« écailles ») sur les gisements. Ce phénomène environnemental ne peut pas, au sens des sciences de gestion du risque, être considéré comme un évènement critique au sens strict, ce dernier étant récurrent et cyclique au même titre que les vagues de chaleur. Cependant, ce dernier est vécu comme tel. Une hypothèse pouvant expliquer ce paradoxe serait le caractère relativement soudain et massif que ce phénomène produit sur le potentiel de récolte des gisements.

IV – SYSTÈME DE PRÉVENTION ET DE GESTION FACE AUX MORTALITÉS

La compréhension des causes biologiques des évènements de mortalité massive chez les coquillages représente un volume extrêmement conséquent de l’activité de recherche des sciences marines dans le monde. Ces recherches traversent l’ensemble des champs disciplinaire de l’écologie à la génétique et à la biologie moléculaire, aussi bien pour comprendre les mécanismes d’adaptation aux changements environnementaux que les dynamiques des épisodes de mortalité massive. Cependant, il existe une inadéquation entre le temps de la recherche et le temps économique des filières coquillères face aux crises sanitaires et zoo-sanitaires. En effet, le temps de la recherche est un temps long qui peut permettre de structurer des solutions de résilience à long terme, mais ne peut pas aisément répondre aux enjeux à très court terme auxquels les professionnels font face.

La vulnérabilité d’un socio-écosystème vient en partie du fait qu’il est basé sur un « bien commun » (Ostrom, 1990). Dans le cadre de l’exploitation des mollusques, la revue de la littérature met clairement en évidence que si un des principaux facteurs de vulnérabilité est d’origine environnementale, il existe peu de possibilités qui permettent de s’en prémunir soit parce qu’il est causé par des éléments incontrôlables directement (climat), soit parce qu’il engage un trop grand nombre d’acteurs (pollution d’origine anthropique). Cependant, dans le cadre de la gestion des socio-écosystèmes, il a été démontré que la résilience du système dans son ensemble peut être améliorée en appuyant les efforts sur la vulnérabilité socio-économique.

Ainsi, le développement d’un système de prévention et de gestion face aux mortalités a pour objectif de réduire la vulnérabilité socio-économique des pêcheurs à pied de coques en augmentant leur capacité à faire face à aux mortalités. Leur vulnérabilité dépendra alors de : la capacité à anticiper la survenue d’une mortalité, la capacité à s’adapter à l’existence des mortalités, la préparation de la population à faire face à l’urgence, le comportement de la population pendant la crise et la capacité à anticiper et à effectuer un retour à la normale dans les meilleurs délais.

IV-1. Comment prévoir les mortalités ?

La plupart des pays producteurs de mollusques ont mis en place des dispositifs de surveillance et de prévention à différentes échelles afin d’anticiper les crises. Souvent, ces dispositifs ont été mis en place et structurés à la suite d’évènements critiques.

En Hauts-de-France, l’étude des causes de mortalité de la coque a permis de dégager plusieurs facteurs qui pourraient permettre d’anticiper l’arrivée de mortalités.

IV-1.1. Expériences passées

D'après Riera (2020 - Annexe 3), en France, plusieurs réseaux ont été mis en place pour les coquillages, que ce soit dans un objectif de protection de la santé humaine (REMI, REPHY, ROCCH), pour mieux comprendre les mortalités de ceux-ci ou pour pouvoir prévenir l'introduction et la propagation d'agents pathogènes et ainsi prévenir les événements qui pourraient fragiliser les filières économiques (REPAMO).

Concernant les mortalités massives de coquillages d'élevages et de l'huître creuse *Crassostrea gigas* en particulier, le réseau d'observations conchylicoles RESCO (ex-observatoire conchylicole) a été mis en place en 2009. La mise en œuvre de ce réseau d'observations correspond au suivi, sur des sites-ateliers disposés sur les principaux bassins ostréicoles, des performances de survie et de croissance de lots sentinelles de *Crassostrea gigas*. Les données de ce réseau pourront permettre de connaître l'évolution spatio-temporelle des épisodes de mortalité observés in situ, à partir de différents descripteurs physiologiques, environnementaux et zoo-sanitaires impliqués dans la survenue du phénomène.

Parallèlement au suivi des performances conchylicoles, des descripteurs physiologiques (ponte, indice de condition, maturation) sont acquis sur ces lots sentinelles et alimentent plus particulièrement le réseau VELYGER implanté sur cinq sites-ateliers communs aux sites RESCO (Fleury & Bedier 2013). Les réseaux comme VELYGER visent à modéliser les écosystèmes (Jarernpornnipat, 2003), ce qui peut permettre de comprendre, suivre et éventuellement anticiper les dynamiques de populations remplaçant certains épisodes de chute brutale de stocks dans des cycles plus longs de types pluriannuels.

IV-1.2. Cas de la coque en Hauts-de-France

Mise en place d'un système d'observation des mortalités

Le système d'observation des mortalités par le biais de fiches normalisées mis en place par Meirland *et al.* (2022 - Annexe 4) dans le cadre du projet MOCOPREGE a permis d'observer des mortalités de coques, parfois de limiter leur impact sur les pêcheries lorsque les observations avaient lieu en début de mortalité et qu'il était encore temps d'agir et d'essayer de mieux comprendre leurs causes. Il y a eu un différentiel de complétude des fiches selon les circonstances, mais l'élément le plus important, le report de la mortalité, a été bien fait.

Suivi du littoral en période de bloom phytoplanctonique

Durant la période du projet, Meirland *et al.* (2022 - Annexe 4) ont suivi l'évolution du littoral, et plus particulièrement du benthos, en période de bloom phytoplanctonique. Ils ont montré que le phénomène d'envasement s'est fait progressivement et a entraîné des mortalités localisées. Ce suivi permet d'être vigilant à la survenue de certaines mortalités.

Veille sur les conditions météorologiques

Selon Meirland *et al.* (2022 - Annexe 4), les tempêtes hivernales et les chaleurs estivales semblent pouvoir causer des mortalités sur les gisements de coques de la région. Un suivi des conditions météorologiques pourrait donc permettre de prévoir certaines mortalités. Les mortalités printanières sont, quant à elles, plus difficiles à expliquer et donc à prévoir.

Suivi des densités de coques

Selon Parada & Molares (2008), la mortalité des coques augmenterait à partir d'une densité de 500-600 individus/m². Un suivi de la densité permettrait alors d'anticiper les potentielles périodes critiques pour les populations de coques.

L'observation de la vitalité de la coque



Figure 22 : Montage d'une coque sur les crochets nécessaires au test d'étirement des muscles ©GEMEL

Si la vitalité de la coque est observée et mesurée, elle peut permettre d'anticiper un épisode de mortalité massif de la population voire de l'éviter. Rocroy & Prevost (2021 - Annexe 11) ont réalisé des tests afin de trouver des indicateurs physiologiques et comportementaux pour diagnostiquer l'état de vitalité des coques et ainsi estimer leurs probabilités de survie face à des facteurs de stress (Figure 22). Les paramètres suivants ont été testés : temps d'enfouissement, force musculaire d'adduction intervalvaire, force de compression, indice de conditions.

Les tests réalisés ne permettent pas de mettre en évidence un ou des paramètres qui pourraient indiquer d'une mortalité à venir ou en cours.

Par ailleurs, De Montaudouin *et al.* (2021) ont montré qu'un suivi fin des quatre premiers mois d'une cohorte de coques pouvait prédire la durée de vie et l'état d'une cohorte donnée.

IV-2. Quelle gestion face aux mortalités ?

Si les réseaux de surveillance montrent une certaine efficacité quant à la protection du consommateur, les études montrent que la vulnérabilité de la profession n'a pas évolué, les dispositifs de protection n'étant pour leur part pas particulièrement efficaces.

Des pêcheurs à pied professionnels essaient tout de même d'agir pour limiter l'impact de ces mortalités sur leurs entreprises.

IV-2.1. Expériences passées

Riera (2020 - Annexe 1) indique que trois types de gestion ressortent de la gestion des phénomènes de mortalités massives passées : les solutions législatives/politiques, les solutions techno-scientifiques et les solutions économiques.

Solutions législatives/politiques

Les solutions législatives font le lien entre les écosystèmes, dont l'expertise revient généralement aux sciences de la nature, et les socio-systèmes, qui appartiennent au domaine des sciences humaines et sociales. Les solutions politiques peuvent émaner à différentes échelles en fonction des organisations institutionnelles. Elles représentent le cadre qui permet au système de répondre à court, moyen et long terme aux perturbations. Mais elles sont aussi et surtout les instances décisionnelles qui, s'appuyant sur les expertises, doivent poser les actes qui permettront de sortir des situations critiques et d'assurer une durabilité des socio-écosystèmes.

En effet, ces actes constituent généralement la première réponse d'urgence dans le cadre d'une crise sanitaire (bloom d'algues toxiques, pollution, etc.) ou d'un épisode de mortalité massive, en lien avec les réseaux de surveillance. La ressource marine étant un bien commun, il revient aux services de l'état de gérer les ouvertures/fermetures d'exploitation ou les modifications de quota de pêche.

De plus en plus, les pratiques de gouvernance se basent sur le principe de la co-gouvernance où les confréries, les coopératives ou association de pêcheurs, avec le soutien actif des pouvoirs public et des organismes scientifiques, jouent un rôle prépondérant dans la gestion durable des pêcheries et le maintien des stocks (Berkes *et al.*, 2002 ; Jackley, 2016 ; Frangoudes *et al.*, 2008 ; Castrejón & Defeo, 2015).

Solutions techno-scientifiques

Les solutions techno-scientifiques sont celles qui ont prédominé longtemps dans la gestion des périls dans le cadre des activités de conchyliculture, et notamment de l'ostréculture. De multiples crises pandémiques ont fragilisé les cheptels et la profession, ayant pour effet de structurer un système d'organisation et de relations autour des instances techno-scientifiques. Pour autant, ces organes de gouvernance n'ont pas réussi à véritablement résoudre la situation de crise endémique de la profession.

De plus, face à la problématique zoo-sanitaire, la réponse a principalement été technique, adaptée à la conchyliculture mais pas à la pêche. Cependant, une intervention possible dans le cadre de la gestion des crises sanitaires ou zoo-sanitaires est le déplacement et/ou l'extraction des stocks (surtout lorsqu'ils sont issus de la culture) des zones à risques en bassin protégé (« naturel » ou non), atelier d'épuration (Shumway, 1990 ; Fernández *et al.*, 2003 ; Askew, 2009) ou à des profondeurs où la concentration de la pollution nocive est minimale.

Par ailleurs, dans le processus de domestication d'une ressource, dans le cas d'une ressource dite encore « sauvage », l'étape suivante à l'évaluation du stock est son remplacement ou son soutien par des processus de ré-ensemencement (Guillotreau *et al.*, 2017).

Solutions économiques

Le Bihan *et al.* (2007, 2012, 2018) ont montré, dans leurs différents travaux, les dynamiques d'auto-protection et de solidarité mises en place par les professionnels afin d'augmenter leur capacité à faire face aux crises sanitaires, qu'elles soient dues à des événements biologiques (épidémiologie, eutrophisation, bloom algal, etc.), climatiques (tempêtes) ou anthropogéniques (marées noires).

La première mesure importante d'auto-assurance contre les risques sanitaires est l'adaptation de l'organisation de l'entreprise se traduisant par des réserves financières suffisantes pour pouvoir faire face à d'éventuels dommages.

Dans le domaine de la récolte, les pêcheurs opteront soit pour la diversification des licences pour des espèces présentes sur un même territoire (différentes espèces de pêche à pied voire pêche embarquée), d'autres, tout en restant sur une pêche monospécifique, diversifieront les territoires en optant pour une posture de nomade saisonnier en fonction des ouvertures des sites de production (Gervasoni *et al.*, 2011).

Dans le domaine de l'élevage, certaines solutions existent mais n'ont pas encore été transposées à la pêche à pied professionnelle. Il s'agit notamment des aides mises en place par l'Etat dans le cadre des déclarations de catastrophe naturelle (mesures de compensation, allègement fiscal (Guillotreau *et al.*, 2017)) et de la déduction pour les aléas (DPA) permettant aux conchyliculteurs, soumis à un régime réel d'imposition et ayant souscrit à une assurance incendie et bateau, de constituer une épargne pouvant être utilisée pour faire face à divers aléas (climatiques, sanitaires). Cette épargne de précaution est encouragée grâce à la défiscalisation des résultats annuels des entreprises. Malheureusement, ces solutions seraient en réalité très peu employées par les conchyliculteurs du fait de la difficulté à classer un événement en catastrophe naturelle.

Dans le cadre des crises sanitaires ou zoo-sanitaires, il a été mis en évidence la nécessité absolue d'une maîtrise de la communication sur un événement par la centralisation de la diffusion de l'information par une seule agence (Shumway, 1990) afin d'éviter la diffusion d'informations fausses ou contradictoires qui viendraient alimenter tout un ensemble de rumeurs et de fantasmes quant aux risques liés à la consommation des coquillages. Les expériences passées ont montré le grand pouvoir délétère de cette absence de maîtrise lors de périodes critiques comme les crises environnementales ou sanitaires, d'autant que l'impact peut durer plusieurs mois après l'épisode lui-même.

Pour résumer, les quatre attributs clés par lesquels la gestion des systèmes marins peut soutenir avec succès la résilience sont :

- Embrasser l'incertitude et le changement (capacité d'innovation et d'utilisation des perturbations comme une opportunité) ;
- Construire des connaissances et comprendre la dynamique des ressources et des écosystèmes ;
- Développer des pratiques de gestion qui mesurent, interprètent et répondent au retour d'information écologique ;
- Soutenir les institutions et les réseaux sociaux dans les systèmes de gouvernance à plusieurs niveaux (Hughes *et al.*, 2005).

IV-2.2. Cas de la coque en Hauts-de-France

Développement d'une procédure d'urgence pour sauver la récolte

Selon Riera (2021 - Annexe 2), face à ces périls « naturels », les perceptions des pêcheurs convergent vers les mêmes représentations : « *on ne peut agir sur la nature* ». En parallèle, puisque l'évènement est vu comme inévitable, la position d'une grande partie de la communauté serait donc de « sauver » non plus la 'population des coques' (c'est-à-dire cet étant non-humain en tant qu'être vivant qu'il convient de maintenir dans une vision naturaliste, autant qu'il soit possible), mais la 'production' (c'est-à-dire, le même étant mais traduit par l'acte de pêche en acteur économique au bénéfice du pêcheur). En effet, les pêcheurs se considérant comme membres à part entière d'un système homme-coque-estuaire, ils n'ont pas de problème à intervenir dans la dynamique en cours. C'est pour cette raison que nombre d'entre eux suggèrent de récolter les coques, même celles à la limite de la maille, afin de « *sauver la récolte* » (et en sous-entendu, les sauver, eux). Ce point de vue n'est pas partagé par certains acteurs (majoritairement non-pêcheurs) qui restent attachés à la dimension naturaliste, basée sur la dichotomie nature/culture, qui induit une certaine forme de non-interventionnisme dans les dynamiques écosystémiques et donc s'opposent à la modification des règles qui régissent les relations de prédation entre l'homme et la coque, malgré l'identification du péril.

Une procédure d'urgence a tout de même été développée par le CRPMEM HDF, le GEMEL et la DDTM-DML du Pas-de-Calais et de la Somme en cas de mortalité massive de coques, afin de « sauver la récolte » (Figure 23). Son objectif est que les pêcheurs puissent récolter un maximum de coques avant qu'elles meurent, dans le respect de la réglementation en vigueur.

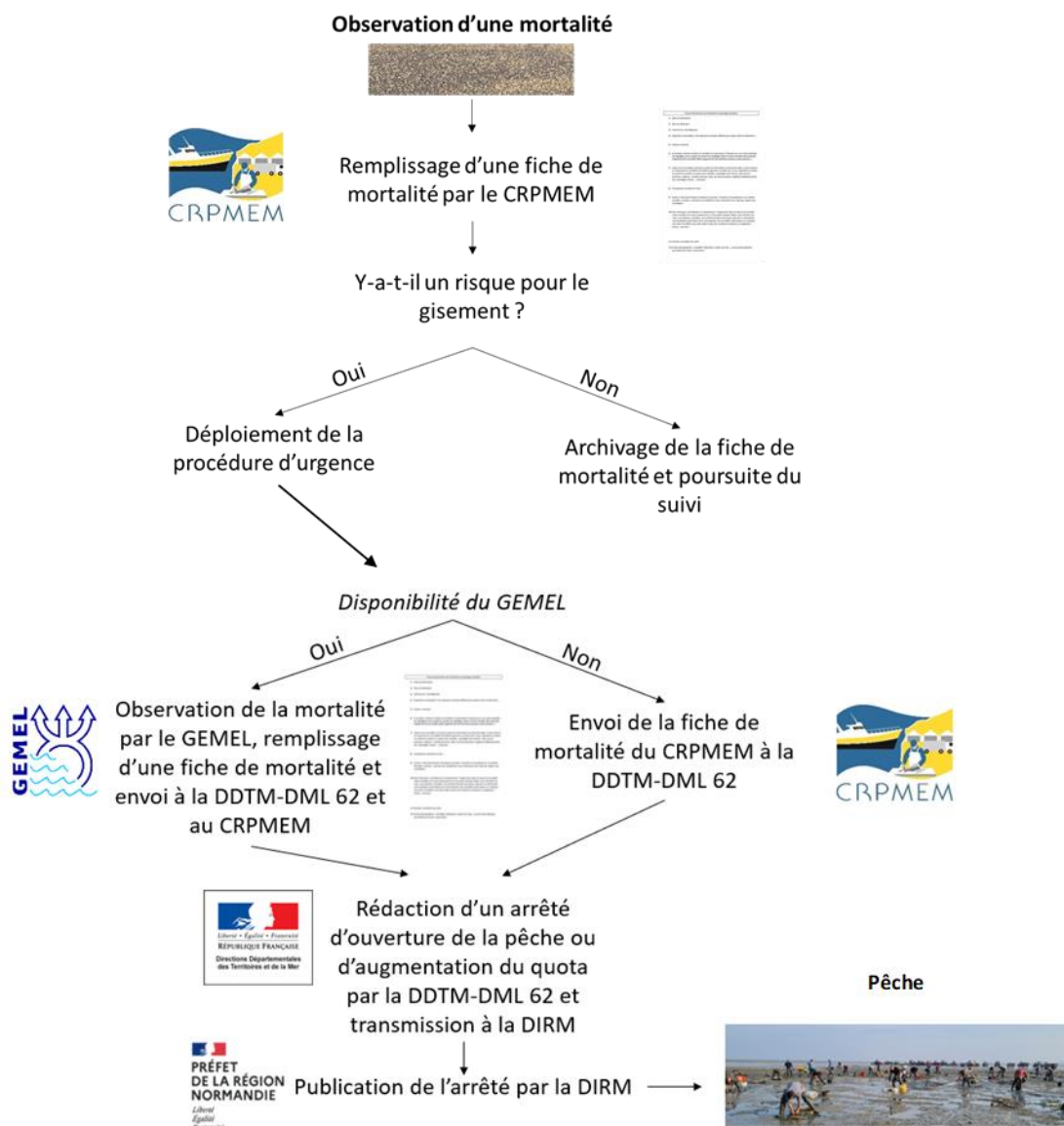


Figure 23 : Procédure à suivre en cas de mortalité de coques

Possibilité de déplacement du gisement

Le déplacement d'un gisement de coques a été expérimenté il y a plusieurs dizaines d'années dans les Hauts-de-France, sans résultat probant. Selon les pêcheurs, ce test avait été réalisé sans réel protocole et les connaissances actuelles pourraient permettre d'envisager de meilleurs résultats.

Adaptation des stratégies de pêche

La majorité des professionnels demande plus d'une licence, qu'ils s'en servent ou non : cela s'explique par le fait que certains pêcheurs se préparent aux épisodes de mortalité des espèces rentables. En effet, la coque et la moule sont deux bivalves définis comme rentables dans l'étude de Pollet (2021) et, de ce fait, d'autres licences sont obtenues pour assurer un revenu suffisant lors de mauvaises saisons de pêche. Ces licences peuvent concerner d'autres espèces dans la région ou les mêmes espèces rentables dans d'autres régions (Figure 24).

Parmi les licences obtenues et acceptées, des associations ont pu être mises en évidence. Ces associations sont les mêmes que celles qui ressortent des déclarations statistiques des pêcheurs. Cela permet d'expliquer certaines variations de quantités pêchées pour certaines espèces : en effet, lors d'une mauvaise saison de coques, les quantités déclarées de moules et de salicornes augmentent tout comme les quantités d'asters. Ce report de pêche est possible à condition de disposer d'autres licences et que d'autres ressources soient disponibles.

Certains pêcheurs possèdent également une autre activité professionnelle. En effet, 36 % des pêcheurs sont affiliés à l'ENIM. Ils pratiquent ou pratiquaient donc également un métier maritime (pêche maritime embarquée ou conchyliculture). Même si aucun chiffre précis n'existe, de nombreux pêcheurs à pied affiliés à la MSA possèdent également une autre activité professionnelle, entre autres pour palier un potentiel manque de ressource.

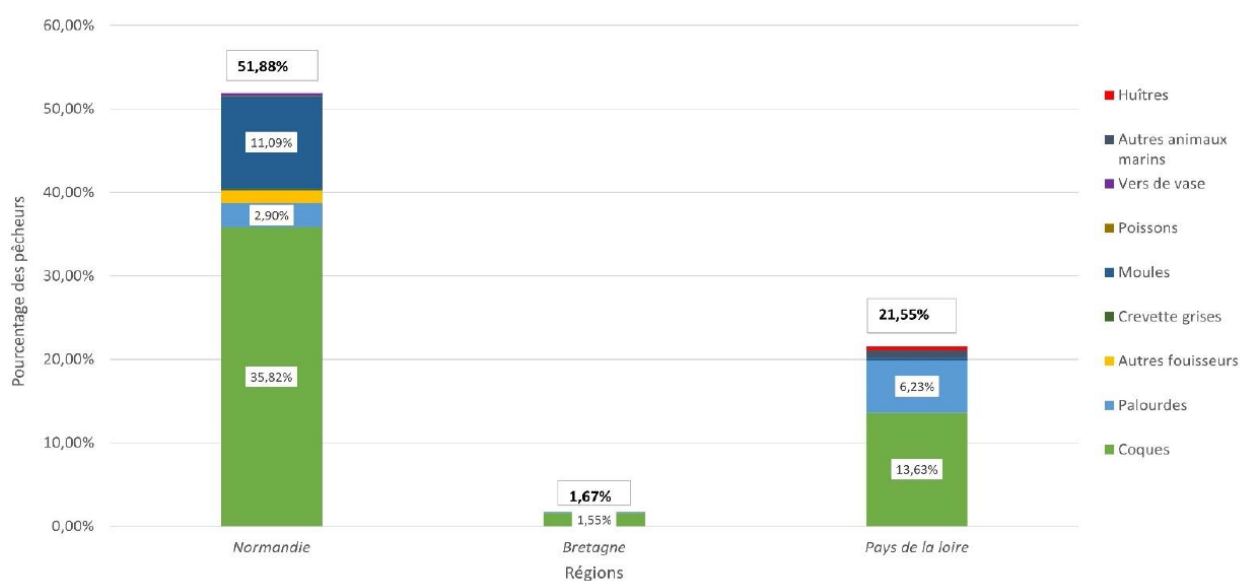


Figure 24 : Autres régions où les professionnels domiciliés dans les Hauts-de-France détiennent des licences de pêche à pied professionnelle durant la période d'étude (2013 à 2019 - Pollet, 2021)

Meilleure valorisation de la ressource quand elle est présente

Une autre façon de faire face aux mortalités, sur un temps plus long, serait de mettre en place des solutions permettant d'avoir davantage de réserves financières. Pour cela, des pistes pour mieux valoriser la ressource lorsqu'elle est présente ont été évoquées durant les enquêtes auprès des pêcheurs.

La piste qui a été le plus souvent mise en avant est celle qui permettrait d'augmenter les revenus des pêcheurs en développant la possibilité de vente directe. En effet, actuellement, la quasi-totalité des coques sont vendues à des mareyeurs pour un prix moyen de 3€/kg et quittent la région. Or, la pêche à pied de la coque est devenue, depuis plusieurs décennies, un objet patrimonial, en particulier dans la commune du Crotoy où résident la majorité des pêcheurs de coques. En vente directe, le prix de la coque peut varier de 5-6€/kg à plus de 10€/kg. Il appartient à chaque pêcheur de choisir le circuit de vente de ses coques.

Une des contraintes principales à la mise en place de ce type d'activité, en dehors de l'adhésion des pêcheurs, est la qualité sanitaire des zones de production du littoral picard (classées en B) qui interdit toute vente directe en sortie de pêche. Pour rappel, les coquillages issus de zones B doivent être purifiés avant d'être mis en vente. Aussi, plusieurs pêcheurs ont insisté sur la nécessité de mettre en fonction une ou plusieurs installations qui permettent la purification des coquillages.

En effet, si certains ont des installations individuelles ou profitent de leur réseau personnel, notamment avec des conchyliculteurs, pour purifier une partie des coques qu'ils récoltent afin de les vendre directement, il s'agit d'une minorité de pêcheurs. L'hypothèse de la construction d'un centre d'épuration collectif a donc été présente dans de nombreux échanges au sein de la communauté picarde des hénnoniers. Cependant, une étude de faisabilité réalisée en 2020 par une poignée de pêcheur a permis de mettre en lumière que le niveau d'investissement et les contraintes opérationnelles rendent ce projet non viable économiquement. A ce jour, différents pêcheurs développent individuellement des solutions de purification de petite capacité pour leur activité.

La seconde piste mise en avant lors des enquêtes est le développement d'un label afin de mieux valoriser les coques et d'en obtenir un meilleur prix, en plus des marques déjà déposées par le CRPMEM HDF pour les coques. En effet, le CRPMEM a commencé depuis quelques années à réfléchir à la mise en place d'un label (qualité/producteur) qui permettrait d'identifier et de singulariser les coques qui passeraient par ce mode de circuit court.

V – DISCUSSION

V-1. Étude des mortalités de coques

Le projet MOCOPREGE s'est focalisé sur certains paramètres identifiés comme pouvant causer des mortalités, à savoir les agents pathogènes, les paramètres environnementaux et les dynamiques de population. L'étude anthropologique menée auprès des acteurs en lien avec la coque, et notamment les pêcheurs, a permis d'appuyer certaines hypothèses quant à des facteurs potentiels de mortalités ou d'en dégager des nouvelles. Ainsi, les mortalités liées à la prédation, aux polluants ou au changement climatique n'ont pas été approfondies, ce qui pourrait être une piste pour l'avenir.

Concernant les analyses liées aux agents pathogènes des coques, elles sont encore en cours à ce jour et seront finalisées fin 2022. Il s'agit notamment des analyses permettant de connaître les facteurs favorisant les maladies associées à *V. aestuarianus* chez les coques (identification, hiérarchisation et tests expérimentaux) ainsi que celles permettant de comprendre les caractéristiques et spécificités des isolats (bactéries prélevées) virulents envers les coques (phénotypage des isolats de coques).

L'analyse du lien entre les paramètres environnementaux et les mortalités issues de la littérature, réalisée par Devreker (2022 - Annexe 7), n'a pas permis d'identifier clairement un facteur unique qui aurait causé ces mortalités. Cela a mis en lumière que les réseaux nationaux d'observation sont mis en œuvre à une échelle trop imprécise pour pouvoir prévoir les mortalités. En effet, les zones où apparaissent les mortalités sont restreintes, il faudrait donc envisager un suivi plus fin localement des différents paramètres environnementaux.

Cependant, les facteurs ayant pu causer les mortalités observées durant le projet, identifiés dans l'étude des paramètres environnementaux réalisée par Meirland *et al.* (2022 - Annexe 4), semblent concorder avec les causes saisonnières mentionnées dans la littérature : l'hiver, les mortalités ne sont visiblement plus dues au froid mais aux tempêtes déchaussant les organismes benthiques ; au printemps, les mortalités demeurent inexplicables mais sont sans doute dues à un ensemble de facteurs ; l'été, elles sont toujours dues aux fortes chaleurs (peut-être sur plusieurs jours consécutifs).

Concernant les mortalités printanières, l'observation des données issues du projet EUROHAB ne permet pas de mettre en évidence de cause claire et unique, sur la base des trois paramètres étudiés que sont la turbidité, la biomasse phytoplanctonique et la présence de *Phaeocystis*. La turbidité semblerait être un paramètre mieux ajusté, même si l'échelle de travail d'EUROHAB rend difficile l'appréhension de phénomènes à une échelle plus fine. Par ailleurs, les paramètres étudiés ne sont pas renseignés dans les estuaires, ce qui rend leur interprétation compliquée à l'échelle d'un gisement.

Cette étude a également permis de mettre en cause d'importants travaux de déplacements de sédiments à l'origine de mortalités massives en baie d'Authie. Cela illustre parfaitement une notion de risque situé puisque si ces travaux ont constitué un événement critique pour les pêcheurs, ils avaient vocation à réduire un risque pour d'autres acteurs, celui de la submersion côtière.

Le phénomène d'envasement observé dans le cadre du suivi du littoral en période de bloom phytoplanctonique pourrait être issu de la dégradation du bloom de *Phaeocystis*, mais les informations issues d'EUROHAB montrent que d'autres blooms phytoplanctoniques importants pourraient également être en cause. Il semblerait qu'une modélisation spécifique du phénomène d'arrivée de vase printanière à l'échelle des baies picardes, couplée à des mesures d'anoxie du sédiment qu'elles entraînent et l'étude de leur lien avec les mortalités de coques, soit nécessaire à une meilleure compréhension du phénomène.

L'étude de la dynamique de populations des coques sur les différents gisements des Hauts-de-France n'a pas permis de dégager de pistes quant à un facteur qui causerait des mortalités, comme cela peut être indiqué dans la littérature ainsi que dans les discours des pêcheurs (densité maximum). En effet, aucune mortalité importante n'a eu lieu sur les points de prélèvement, la densité de coques dans les zones de mortalité est donc inconnue. Afin de vérifier si la densité peut être un facteur responsable de mortalités des coques dans les Hauts-de-France, il faudrait connaître les densités totales présentes sur les gisements lorsqu'il n'y a pas de mortalité mais aussi lorsqu'il y en a, en réalisant des prélèvements dédiés.

L'étude anthropologique a, quant à elle, montré que les pêcheurs identifient majoritairement, par expérience, des paramètres environnementaux comme responsables des mortalités, notamment un croisement entre les conditions météorologiques et marégraphiques (fortes chaleurs/mortes-eaux, fortes pluies/mortes-eaux). Ces observations ont été décrites en partie dans les conclusions des expériences scientifiques menées par Parada & Molares (2008) selon lesquelles une brutale augmentation de la température ou des précipitations (entraînant une baisse de la salinité) pourrait provoquer des mortalités importantes. Cependant, le lien à la marée (mortes-eaux) n'est pas décrit. Il serait donc intéressant de l'étudier plus en détail, d'autant plus qu'il s'agit d'un paramètre semblant ressortir de l'étude menée comme fragilisant les coques et qui donc, associé à d'autres paramètres, pourrait entraîner une mortalité.

Plusieurs facteurs semblent causer des mortalités. Cependant, certaines hypothèses nécessiteraient d'être approfondies. Il serait également intéressant de croiser les sources de mortalité entre elles car il semble y avoir des synergies : plusieurs facteurs affaiblissant les coques provoqueraient alors, ensemble, une mortalité.

V-2. Comment prévoir les mortalités ?

Importance des réseaux d'observation

Dans le but d'essayer de prévoir les mortalités de coquillages, la littérature décrit notamment la mise en place de réseaux d'observation.

Dans le cadre du projet MOCOPREGE, le système d'observation des mortalités mis en place a permis d'observer des mortalités de coques, parfois de limiter leur impact sur les pêcheries lorsque les observations avaient lieu en début de mortalité et qu'il était encore temps d'agir et d'essayer de mieux comprendre leurs causes. Il pourrait néanmoins être étendu à d'autres observateurs du littoral pour gagner en efficacité, notamment durant le printemps. A défaut de prévoir les mortalités, ce système permet d'identifier plus rapidement le début d'une mortalité et ainsi d'être davantage réactif.

Concernant le suivi du littoral en période de bloom phytoplanctonique, il serait intéressant de le poursuivre afin d'être vigilant à la survenue de mortalités localisées. De plus, identifier un paramètre corrélé à l'arrivée de ces blooms permettrait d'anticiper davantage une éventuelle mortalité via le suivi de ce paramètre.

Les autres réseaux en place s'étalent à une échelle trop grande pour pouvoir prévoir les mortalités. Par ailleurs, il serait intéressant de continuer à récolter de la donnée et de suivre les mortalités des coques à l'échelle régionale, voire nationale, car cela permettrait peut-être de replacer certains épisodes de chute brutale de stocks dans des cycles plus long de type pluriannuels grâce à une plus grande base de données, comme cela a été montré dans le cadre du réseau VELYGER.

Veille sur les conditions météorologiques

Une veille régulière des conditions météorologiques (tempêtes en hiver et fortes chaleurs en été) pourrait permettre de prévoir certaines mortalités. Elle pourrait être limitée aux périodes hivernales et estivales afin d'être moins chronophage. Cependant, aucun chiffre précis n'a été trouvé concernant l'écart de température, le nombre de jours de chaleurs consécutifs, la force du vent, etc. pouvant provoquer les mortalités. Il serait intéressant d'étudier plus en détail ces phénomènes afin de pouvoir mieux les prévoir.

Suivi des densités de coques

Des mesures de densité pourraient être réalisées aux endroits où il y a de la mortalité afin de savoir s'il y a également un seuil de mortalité dans les Hauts-de-France et de connaître sa valeur. En effet, un suivi mensuel des populations de coques étant réalisé par le GEMEL, les densités d'une population saine pourraient être comparées avec celles d'une population où une mortalité est en cours.

Potentiel des tests de vitalité de la coque

Les tests concernant la vitalité de la coque, menés par le GEMEL, pourraient être approfondis afin de trouver un paramètre fiable pour mesurer la manifestation de la vitalité de la coque. Une fois des valeurs sûres obtenues quant aux coques saines, des tests sur des coques moribondes pourraient être conduits afin de comparer la variation de ce paramètre selon la vitalité de la coque. Des prélèvements réguliers permettraient alors de prédire les mortalités. D'après l'étude de De Montaudouin *et al.* (2021), ces tests pourraient se concentrer sur les quatre premiers mois des cohortes.

V-3. Quelle gestion face aux mortalités ?

Les pêcheurs à pied professionnels qui dépendent directement de la ressource doivent posséder une certaine résilience pour faire face aux aléas de cette dernière. En considérant la population de pêcheurs comme un hologramme de la société dans son ensemble, elle est donc construite en plusieurs classes socio-économiques dans lesquelles se répartissent de manière inégalitaire les potentiels économiques et éducatifs pouvant permettre d'anticiper et de faire face aux périodes aléatoires de pénurie.

V-3.1. Solutions d'urgence pour sauver la récolte

Lors de l'observation d'une mortalité importante, impactant une grande partie du gisement, la procédure d'urgence développée par le CRPMEM HDF, le GEMEL et la DDTM-DML du Pas-de-Calais et de la Somme consiste à sauver la récolte. Pour cela, la première action qui pourrait être mise en place serait l'ouverture en urgence de la zone de pêche ou l'augmentation du quota selon si le gisement est déjà ouvert ou non à la pêche. L'enjeu est alors d'avoir un délai minimum entre la signalisation de la mortalité et la parution de l'arrêté ouvrant une zone à la pêche ou augmentant le quota.

Le délai de rédaction de l'arrêté par la DDTM-DML puis la transmission à la DIRM pour signature et publication est incompressible. L'étape qui permettrait de gagner de temps dans la parution de l'arrêté serait la consultation du parc naturel marin. En effet, le parc naturel marin est actuellement consulté pour l'ouverture de la pêche à pied professionnelle des coques sur les sites Natura 2000 dans l'attente de la réalisation de l'étude d'incidence de l'activité de pêche sur ces sites. Des discussions sont en cours à ce sujet pour simplifier la procédure administrative notamment lors de mortalités massives de coquillages.

Selon la cause de la mortalité massive, un déplacement du gisement pourrait être envisageable si les coques sont de taille inférieure à la taille minimale de capture. Cependant, dans les Hauts-de-France, l'approche non interventionniste reste ancrée au sein des institutions, ne permettant pas un déplacement du gisement pourtant approuvé par la majorité des pêcheurs. De plus, cette pratique est risquée et ne doit pas être déployée s'il y a un doute sur la présence d'agents infectieux car cela contaminerait un autre secteur.

V-3.2. Solutions sur du long-terme

Prévoir une possibilité de report d'activité

Face à la fluctuation de la ressource en coques, les pêcheurs s'organisent. Ils prévoient notamment, individuellement, la possibilité d'un report d'activité. Certaines solutions évoquées par Gervasoni *et al.* (2011) dans la littérature ont été observées dans le cadre de la mortalité des coques des Hauts-de-France. En effet, l'étude de Pollet (2021) a mis en avant que des stratégies semblent être déployées par certains pêcheurs en prévision du manque de ressource. Il s'agit notamment de la demande et de l'obtention de licences de secours en pêche à pied ou de la pratique d'autres activités professionnelles que la pêche à pied. Les pêcheurs pourraient être davantage sensibilisés à ces stratégies.

Mieux valoriser la ressource quand elle est présente

Une autre façon de faire face aux mortalités, sur un temps plus long, consiste à mieux valoriser la ressource lorsqu'elle est présente afin d'augmenter les réserves financières des pêcheurs.

La vente directe des coques des Hauts-de-France nécessitant actuellement une purification préalable des coquillages et un projet de centre de purification collectif n'étant pas viable économiquement, le CRPMEH HDF accompagne actuellement les pêcheurs dans l'installation d'unités de purifications individuelles.

Le développement d'une certification permettrait, quant à lui, de mieux valoriser les coques et d'en obtenir un meilleur prix. Les marques collectives pour les coques étant créées, il est nécessaire de mettre en place une bonne communication afin de les faire connaître et reconnaître. La mise en place d'un label est également envisagée. Cependant, si un label qualité peut constituer de prime abord un avantage concurrentiel, il peut tout autant être une « mauvaise bonne idée ». En effet, l'obtention d'un label qualité répond à la normalisation d'une pratique selon un cahier des charges strict préétabli par l'organisme détenteur. L'obtention et le maintien du label induit donc l'intégration de nouveaux acteurs qui modifieront les liens préexistants. En premier lieu, ce nouveau lien de subordination prendra la forme d'une transaction financière entre l'organisme labellisateur et le collectif dont la pratique sera labellisée. Cette obligation relationnelle nécessitera que le collectif désirent disposer de ce dispositif d'intéressement s'organise au sein d'une structure légale qui permette la relation de ce lien contractuel entre les nouveaux acteurs. Au-delà de cette contrainte institutionnelle, ce collectif devra s'assurer que l'intéressement généré par le label augmente effectivement le revenu individuel des membres du collectif ainsi structuré. Et cet aspect est loin d'être évident. Par ailleurs, à côté de cet aspect, la pérennité du label nécessite des contrôles réguliers de conformité au cahier des charges. Cette partie de la relation est réalisée par l'organisme labellisateur moyennant rétribution. Le montant demandé dans ce cadre peut s'avérer nettement supérieur à la plus-value commerciale qu'il est censé apporter. C'est l'amer constat que les pêcheries de coques du Burry Inlet and Three Rivers aux Pays de Galles ont fait en s'engageant dans une labellisation MSC (Murray & Tarrant, 2015). S'engager dans cette voie nécessiterait donc l'organisation préalable d'un réseau d'acteurs (membres de la filière, territoires, institutions, etc.) qui puisse soutenir la démarche et garantir sa pérennité.

Structurer un réseau d'acteur autour de la coque

Une autre piste serait le développement de dispositifs de protection juridique et économique des pêcheurs en lien avec la ressource. Ces derniers pourraient notamment s'appuyer sur l'évaluation de la ressource ainsi que sur l'évaluation des services écosystémiques que la coque génère au sein du territoire. Ces dispositifs constitueraient des outils de résilience puissants lorsque la ressource est menacée, comme ce fut le cas avec les travaux de déplacement de sédiments dans la baie d'Authie. A titre d'exemple, un service écosystémique possible serait l'évaluation de la dimension historico-culturelle/identitaire d'un territoire en lien avec la coque (ch'té hénons/enfants de la Baie) (Carss *et al.*, 2020).

Au-delà de l'alimentation de ces dispositifs, l'évaluation des services écosystémiques, parmi d'autres approches transverses, aurait un effet structurant pour le réseau d'acteurs afin qu'il s'entende au-delà des intérêts marchands de la « simple » production de la coque. Cela permettrait d'ancrer, sans verser dans un biais folkloriste, la pratique de la pêche aux hénons en rendant ses acteurs plus visibles pour les autres communautés professionnelles, économiques ou politiques.

L'objectif central, pour développer les potentiels de résilience, est d'élargir le réseau d'acteurs. A ce titre, la rencontre des acteurs du territoire et l'élaboration d'un plan d'action à l'horizon 2030 par le CRPMEM sont pertinentes.

Du soutien de gisement post-mortalité

Au-delà de se préparer à un épisode de mortalité ou d'y faire face lorsqu'il survient, un soutien au gisement en place pourrait être mis en œuvre à la suite d'une mortalité via du réensemencement. Cette option n'a jamais été explorée dans les Hauts-de-France à ce jour mais pourrait constituer une piste à explorer dans le cas où les gisements ne se régénèreraient pas.

CONCLUSION

Le projet MOCOPREGE a permis de réaliser un état de l'art et une étude sur les causes de mortalité de la coque ainsi que sur les systèmes de prévention et de gestion existants ou à développer.

L'étude des causes de mortalités s'est focalisée sur certains paramètres, tous ceux identifiés dans la littérature n'ont donc pas pu être approfondis. Elle n'a pas permis de démontrer scientifiquement de lien clair entre les mortalités et les paramètres étudiés : les agents pathogènes, les paramètres environnementaux ou les dynamiques de population. Cependant, les observations réalisées semblent lier les mortalités à des tempêtes hivernales, des chaleurs estivales ou des travaux de déplacement de sédiments. Les mortalités printanières demeurent, quant à elles, inexplicables. Il semblerait qu'une modélisation spécifique du phénomène d'arrivée de vase printanière à l'échelle des baies picardes, couplée à des mesures d'anoxie du sédiment qu'elles entraînent et l'étude de leur lien avec les mortalités de coques, soit nécessaire à une meilleure compréhension du phénomène. Certaines hypothèses concernant les causes de mortalité nécessiteraient d'être approfondies (densité, période de fraie, lien avec les mortes-eaux, impact de l'arrivée de vase, valeurs seuils, etc.). Il serait également intéressant de croiser les sources de mortalité entre elles car il semble y avoir des synergies : plusieurs facteurs affaiblissant les coques provoqueraient alors, ensemble, une mortalité. Mieux comprendre les causes de ces mortalités permettra de mieux les prévenir.

Actuellement, la survenue d'une mortalité en été ou en hiver peut potentiellement être prévue grâce à la veille sur les conditions météorologiques. Cependant, aucun chiffre précis n'a été trouvé concernant l'écart de température, le nombre de jours de chaleurs consécutifs, la force du vent, etc. pouvant provoquer les mortalités. Il serait donc intéressant d'étudier plus en détail ces phénomènes afin de pouvoir mieux les prévoir. Au printemps, certaines mortalités localisées peuvent être prévues via le suivi des blooms phytoplanctoniques. Le réseau d'observation des mortalités développé dans le cadre de ce projet permet, quant à lui, de prévoir l'évolution de la mortalité une fois qu'elle est là. Ce réseau pourrait être étendu à d'autres observateurs du littoral pour gagner en efficacité, notamment durant le printemps. D'autres mortalités pourraient être prévues grâce au suivi des densités et de la vitalité de la coque qui constituent des pistes intéressantes à creuser. Au-delà de systèmes de prévention efficaces, une gestion des gisements et des entreprises de pêche à pied professionnelle devrait être mise en place pour faire face aux mortalités.

Deux types d'actions permettent de mieux faire face aux mortalités : l'augmentation du potentiel de résilience du socio-écosystème sur le long terme et la solution d'urgence lorsque la mortalité apparaît. Ces solutions peuvent concerner l'ensemble de la pêcherie ou les pêcheurs de manière individuelle. Les solutions sur du long terme comprennent une possibilité de report d'activité en pêche à pied (d'autres ressources ou d'autres régions) ou sur une autre activité, une meilleure valorisation de la coque mais aussi la structuration d'un réseau d'acteurs. Les solutions d'urgence, concernant l'ensemble de la pêcherie, peuvent être de nature non interventionniste (modification des procédures institutionnelles permettant une pêche intense avant que tout meurt) ou interventionniste (déplacement du gisement). Une restauration du gisement via du réensemencement pourrait également être envisagée dans certains cas post-mortalité.

BIBLIOGRAPHIE

- André C. and Rosenberg R., 1991. Adult–larval interactions in the suspension-feeding bivalves *Cerastoderma edule* and *Mya arenaria*. *Marine Ecology Progress Series* 71, 227–234.
- André C., Jonsson P.R., Lindegarth M., 1993. Predation on settling bivalve larvae by benthic suspension feeders : the role of hydrodynamics and larval behaviour. *Marine Ecology Progress Series* 97, 183–192.
- Askew C., 2009. Legislation, regulation and public confidence in shellfish, in Shumway S.E., Rodrick G.E. (Eds) *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Shellfish Safety and Quality*, Woodhead Publishing, pp. 455-473, DOI : 10.1533/9781845695576.4.455.
- Baggerman B., 1954. Spatfall and Transport of *Cardium edule* L. *Archives Néerlandaises de Zoologie* 10, 315–342. <https://doi.org/10.1163/036551653X00042>
- Bellamy E., Lefebvre A., Mahé K., de Rafélis M., 2009. Croissance de la coque (*Cerastoderma edule*) en baie de Somme. *Morphométrie et marquage* (No. RST/LER.BL/09.04). IFREMER, Boulogne-sur-Mer (France).
- Beniston M., Stephenson D.B., Christensen O.B., Ferro C.A.T., Frei C., Goyette S., Halsnaes K., Holt T., Jylhä K., Koffi B., Palutikof J., Schöll R., Semmler T., Woth K., 2007. Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climatic Change* 81, 71–95. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9226-z>
- Berkes F., Colding J., Folke C., 2002. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. DOI : 10.1017/cbo9780511541957
- Beukema J.J. and Dekker R., 2005. Decline of recruitment success in cockles and other bivalves in the Wadden Sea: possible role of climate change, predation on postlarvae and fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 287, 149–167.
- Beukema J.J. and Dekker R., 2006. Annual cockle *Cerastoderma edule* production in the Wadden Sea usually fails to sustain both wintering birds and a commercial fishery. *Marine Ecology Progress Series* 309, 189–204.
- Birkmann B., 2006. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, United Nations University Press. 720 p.
- Borgsteede F.H.M., Van Den Broek E., Swennen C., 1988. Helminth parasites of the digestive tract of the oystercatcher, *Haematopus ostralegus*, in the Wadden Sea, The Netherlands. *Netherlands Journal of Sea Research* 22, 171–174.
- Boyden C.R., 1972. Relationship of Size to Age in the Cockles *Cerastoderma Edule* and *C. Glaucum* from the River Crouch Estuary, Essex. *Journal of Conchology* 27, 475–489.
- Bryant D.M., 1979. Effects of prey density and site character on estuary usage by overwintering waders (Charadrii). *Estuarine, Coastal and Marine Science* 9, 369–384.
- Cadee G.C., 1994. Eider, shelduck, and other predators, the main producers of shell fragments in the Wadden Sea: palaeoecological implications. *Palaeontology* 37, 181–202.

- Carrasco N., Hine P.M., Durfort M., Andree K.B., Malchus N., Lacuesta B., González M., Roque A., Rodgers C., Furones M.D., 2013. *Marteilia cochillia* sp. nov., a new *Marteilia* species affecting the edible cockle *Cerastoderma edule* in European waters. *Aquaculture* 412–413, 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.07.027>
- Carss D. N., Brito A. C., Chainho P., Ciutat A., de Montaudouin X., Otero R. M. F., Jones L., 2020. Ecosystem services provided by a non-cultured shellfish species : The common cockle *Cerastoderma edule*. *Marine Environmental Research*, 158, 104931.
- Castrejón M. and Defeo O., 2015. Co-governance of small-scale shellfisheries in Latin America : the role of institutional adaptive capacity to cope with climatic and human drivers of change. In : Jentoft, S., Chuenpagdee, R. (Eds.), *Governing the governance of small-scale s fisheries*, vol. 13. Springer, New York, pp. 605–625, MARE Publication Series.
- Chícharo L. and Chícharo M.A., 2001. Effects of environmental conditions on planktonic abundances, benthic recruitment and growth rates of the bivalve mollusc *Ruditapes decussatus* in a Portuguese coastal lagoon. *Fisheries Research* 53, 235–250. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(00\)00290-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(00)00290-3)
- De Montaudouin X. and Bachelet G., 1996. Experimental evidence of complex interactions between biotic and abiotic factors in the dynamics of an intertidal population of the bivalve *Cerastoderma edule*. *Oceanologica Acta* 19, 449–463.
- De Montaudouin X., Grimault S., Grandpierre M., Garenne A., 2021. Juvenile growth deficit as an early alert of cockle *Cerastoderma edule* mortality. *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES*. Vol. 679 : 85–99. <https://doi.org/10.3354/meps13892>
- De Sherbinin A., Schiller A., Pulsipher A., 2007. The vulnerability of global cities to climate hazards. *Environ Urban*, pp.19-39.
- De Vlas J., 1979. Annual food intake by plaice and flounder in a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea, with special reference to consumption of regenerating parts of macrobenthic prey. *Netherlands Journal of Sea Research* 13, 117–153.
- Dekinga A. and Piersma T., 1993 Reconstructing diet composition on the basis of faeces in a mollusc-eating wader, the knot *Calidris canutus* . *Bird Study* 40, 144–156.
- Desprez M., Rybarczyk H., Wilson J.G., Ducrotoy J.-P., Sueur F., Olivesi R., Elkaim B., 1992. Biological impact of eutrophication in the bay of somme and the induction and impact of anoxia. *Netherlands Journal of Sea Research*, *Proceedings of the 26th European Marine Biology Symposium Biological Effects of Disturbances on Estuarine and Coastal Marine Environments* 30, 149–159. [https://doi.org/10.1016/0077-7579\(92\)90054-I](https://doi.org/10.1016/0077-7579(92)90054-I)
- Desprez M., Ducrotoy J.-P., Elkaim B., 1987. Crise de la production des coques (*Cerastoderma edule*) en baie de Somme. 1. Synthèse des connaissances biologiques. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* 49, 215–230.
- Devreker D. and Lefebvre A., 2021. Résultats de la mise en oeuvre des réseaux REPHY (Réseau Phytoplancton et Phycotoxines) et SRN (Suivi Régional des Nutriments). Zones côtières de la Manche orientale et de la baie sud de la Mer du Nord. Bilan de l'année 2020. ODE/LITTORAL/LER.BL/21.10. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00718/82997/>
- Drinan R.E., 1957. The winter feeding of the oystercatcher (*Haematopus ostralegus*) on the edible cockle (*Cardium edule*). *Journal of Animal Ecology* 26, 441–469.
- Ducrotoy J.-P., Rybarczyk H., Desprez M., 1992. Approche de la dynamique de la matière organique dans un estuaire macrotidal : la baie de Somme. France (Rapport pour le Conseil Régional de Picardie No. 1), *Rapports Scientifiques du G.E.M.E.L. GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France)*.

- Elliott M., 1979. Studies on the Production Ecology of Several Mollusc Species in the Estuarine Firth of Forth. PhD thesis. University of Stirling, UK. Available
- Elliott M. and de Jonge V.N., 2002. The management of nutrients and potential eutrophication in estuaries and other restricted water bodies. *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1023/A:1020372316420>
- Evans S., 1977. Growth, production, and biomass release of a non-stable population of *Cardium edule* L. (*Bivalvia*). *Zoon* 5, 133–141.
- Fernández M. L., Shumway S., Blanco J., 2003. Management of shellfish resources, in Hallegraeff G.M., Anderson D.M., Cembella A.D. (Eds), *Manual on Harmful Marine Microalgae*, Unesco Publishing, pp 657- 692
- Flcury E. and Bedier E., 2013. RESCO - REseau d'Observations Conchylicoles : Campagne 2012. RST/LER/MPL-2013 09, 98p., <https://archimer.ifremer.fr/doc/00142/25346/>
- Frangoudes K., Pintos B., Pascual-Fernandez J., 2008. From open access to co-governance and conservation: The case of women shellfish collectors in Galicia (Spain), *Marine Policy*, 32, pp. 223–232
- Franklin A., 1972. The cockle and its fisheries. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Fisheries Laboratory, Burnham on Crough, Essex.
- Franklin A. and Pickett G.D., 1978. Studies on the indirect effects of fishing on stocks of cockles, *Cardium edule*, in the Thames Estuary and Wash. Great Britain Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
- Garcia C., Mesnil A., Tourbiez D., Moussa Pouly M., Dubreuil C., Gonçalves De Sa A., Chollet B., Godfrin Y., Dégremont L., Serpin D., Travers M.A., 2021. *Vibrio aestuarianus* subsp. *cardii* subsp. nov., pathogenic to the edible cockles *Cerastoderma edule* in France, and establishment of *Vibrio aestuarianus* subsp. *aestuarianus* subsp. nov. and *Vibrio aestuarianus* subsp. *francensis* subsp. nov. *International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology*, 71(2), 004654 (10p.). Publisher's official version : <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004654>, Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00677/78893/>
- Gervasoni E., Perignon A., Sourisseau E., Rey-Valette H., Lagarde F., Perez J., Yimam E., Feldman N., 2011. Monographie - La conchyliculture en Méditerranée, 29 p.
- Gray J.S., Wu R.S., Or Y.Y., 2002. Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Marine Ecology Progress Series* 238, 249–279. <https://doi.org/10.3354/meps238249>
- Guillotreau P., Allison E. H., Bundy A., Cooley S. R., Defeo O., Le Bihan V., Pardo S., Perry R., Santopietro G., Seki T., 2017. A comparative appraisal of the resilience of marine social-ecological systems to mass mortalities of bivalves. *Ecology and Society* 22, DOI: 10.5751/ES-09084-220146
- Guillou J., Bachelet G., Desprez M., Ducrotoy J.-P., Madani I., Rybarczyk H., Sauriau P.-G., Sylvand B., Elkaim B., Glermarec M., 1990. Les modalités de la reproduction de la coque (*Cerastoderma edule*) sur le littoral français de la Manche et de l'Atlantique. *Aquat. Living Resour.* 3, 29–41. <https://doi.org/10.1051/alr:1990003>
- Hallegatte S., 2014. Economic resilience: definition and measurement. World Bank Policy Research Working Paper 6852. World Bank, Washington, D.C., USA. [online] URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/350411468149663792/pdf/WPS6852.pdf>
- Hancock D.A., 1967. Growth and Mesh Selection in the Edible Cockle (*Cardium edule* L.). *Journal of Applied Ecology* 4, 137–157. <https://doi.org/10.2307/2401414>

- Hancock D.A., 1973. The relationship between stock and recruitment in exploited invertebrates. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer.* 164, 113–131.
- Hancock D.A. and Franklin, A., 1972. Seasonal Changes in the Condition of the Edible Cockle (*Cardium edule* L.). *Journal of Applied Ecology* 9, 567–579. <https://doi.org/10.2307/2402454>
- Hancock D.A. and Urquhart A.E., 1965. The determination of natural mortality and its causes in an exploited population of cockles (*Cardium edule* L.) *Fishery Invest. Lond. Ser. 2* 24, 1–40.
- Holling C. S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, pp. 1-23. DOI: 10.1146/annurev.es.04.110173.000245
- Honkoop P.J.C and Van Der Meer J., 1998. Experimentally induced effects of water temperature and immersion time on reproductive output of bivalves in the Wadden Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Volume 220, Issue 2. Pages 227-246. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(97\)00107-X](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(97)00107-X)
- Hughes T. P., Bellwood D. R., Folke C., Steneck R. S., Wilson J., 2005. New paradigms for supporting the resilience of marine ecosystems. *Trends in ecology & evolution*, 20(7), 380-386.
- Jackley J., Gardner L., Djunaedi A. F., Salomon.A.K., 2016. Ancient clam gardens, traditional management portfolios, and the resilience of coupled human-ocean systems. *Ecology and Society* 21(4):20. , DOI: 10.5751/ES-08747-210420
- Jarernpornnipat A., Pedersen O., Jensen K.R., Boromthanasarat S., Vongvisessomjai S., Choncheanchob P., 2003. Sustainable management of shellfish resources in Bandon Bay, Gulf of Thailand. *Journal of Coastal Conservation* 9, pp. 135-146
- Jensen K.T., 1993. Density-dependent growth in cockles (*Cerastoderma edule*): evidence from interannual comparisons. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 73, 333–342. <https://doi.org/10.1017/S0025315400032896>
- Jensen K.T. and Jensen J.N., 1985. The importance of some epibenthic predators on the density of juvenile benthic macrofauna in the Danish Wadden Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 89, 157–174.
- Johnstone I. and Norris K., 2000. Not all oystercatchers *Haematopus ostralegus* select the most profitable common cockles *Cerastoderma edule*: a difference between feeding methods. *Ardea* 88, 137–153.
- Kajitani Y. and Tatano H., 2009. Estimation of lifeline resilience factors based on surveys of Japanese industries. *Earthquake Spectra*, 25(4), 755-776.
- Kamermans P., 1993. Food limitation in cockles (*Cerastoderma edule* (L.)): Influences of location on tidal flat and of nearby presence of mussel beds. *Netherlands Journal of Sea Research* 31, 71–81. [https://doi.org/10.1016/0077-7579\(93\)90019-O](https://doi.org/10.1016/0077-7579(93)90019-O)
- Kingston P., 1974. Some Observations on the Effects of Temperature and Salinity Upon the Growth of *Cardium Edule* and *Cardium Glaucum* Larvae in the Laboratory. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 54, 309–317. <https://doi.org/10.1017/S0025315400058562>
- Kristensen I., 1958. Differences in Density and Growth in a Cockle Population in the Dutch Wadden Sea. *Archives Néerlandaises de Zoologie* 12, 351–453. <https://doi.org/10.1163/036551658X00038>
- Lafite R., 1986. Etude sédimentologique de la baie de Somme.
- Lancelot C., Billen G., Sournia A., Weisse T., Colijin F., Veldhuis M.J.W., Davies A. & P. Wassman, 1987. Phaeocystis blooms and nutrient enrichment in the continental coastal zones of the North Sea. *AMBIO.*, 16 (1) : 38-46.

- Lancelot C. and Rousseau V., 1994. Ecology of Phaeocystis : the key role of colony forms The Haptophyte Algae. Green J.C. & B.S.C. Leadbeater eds., Clarendon Press, Oxford. The Systematics Association, Special volume N°. 51, pp. 229-245.
- Le Bihan V., Pardo S., Perraudeau Y., 2007. La gestion globale des risques en conchyliculture. Rapport pour l'Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne, AGLIA.
- Le Bihan V. and Pardo S., 2012. La couverture des risques en aquaculture. Une réflexion sur le cas de la conchyliculture en France, *Économie rurale* [En ligne], n° 329 | mai-juin, mis en ligne le 30 mai 2014, consulté le 19 avril 2019. <http://journals.openedition.org/economierurale/3419>, DOI :10.4000/economierurale.3419
- Le Bihan V., Catalo M., Le Bihan J., 2018. Reorganization of the value chain activities of oyster companies on the Atlantic coast following health crises in France (2006–2013), *Marine Policy*, DOI: 10.1016/j.marpol.2018.05.013
- Lefebvre A. and Delpech J.P., 2004. Le bloom de Phaeocystis en Manche orientale : Nuisances socio-économiques et / ou écologiques ? 36 p. <http://www.ifremer.fr/envlit/documentation/documents.htm>
- Longshaw M. and Malham S., 2015. A review of the infectious agents, parasites, pathogens and commensals of European cockles (*Cerastoderma edule* and *C.glaucum*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 93, 227–247.
- Magalhaes L., Freitas R., De Montaudouin X., 2016. Cockle population dynamics : recruitment predicts adult biomass, note the inverse. *Marine Biology*. 163 (1).
- Malham S.K., Hutchinson T.H., Longshaw M., 2012. A review of the biology of European cockles (*Cerastoderma* spp.). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92, 1563–1577. <https://doi.org/10.1017/S0025315412000355>
- Marcogliese D.J., 2008. The impact of climate change on the parasites and infectious diseases of aquatic animals. *Rev. - Off. Int. Epizoot.* 27, 467–484.
- Mascaró M. and Seed R., 2000a. Foraging behavior of *Carcinus maenas* (L.): comparisons of size-selective predation on four species of bivalve prey. *Journal of Shellfish Research* 19, 283–291.
- Mascaró M. and Seed R., 2000b. Foraging behavior of *Carcinus maenas* (L.): species-selective predation among four bivalve prey. *Journal of Shellfish Research* 19, 293–300.
- McLusky D.S. and Elliott M., 2004. *The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats and Management*, Third Edition. ed. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Meirland A., Beck F., Bouyer H., De Cubber L., Isler M.-L., Ricard M., 2017. Rapport final de diagnostic LIFE Pêche à pied de loisir « Expérimentation pour une gestion concertée et durable de la pêche à pied de loisir ». Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale, Agence Française pour la Biodiversité– LIFE PAPL, Boulogne-sur-Mer, France
- Morgan E., O' Riordan R.M., Culloty S.C., 2013. Climate change impacts on potential recruitment in an ecosystem engineer. *Ecol Evol* 3, 581–594. <https://doi.org/10.1002/ece3.419>
- Mouritsen K.N. and Poulin R., 2003. The risk of being at the top: foot-cropping in the New Zealand cockle *Austrovenus stutchburyi*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83, 497–498.
- Murray F. and Tarrant P., 2015. A social and economic impact assessment of cockle mortality in the Burry Inlet and Three Rivers cockle fisheries, South Wales UK, Project Code: SEA-1109, Final Report, Welsh Government Marine and Fisheries Division, 116 p.

- Norris K., 1999. A trade-off between energy intake and exposure to parasites in oystercatchers feeding on a bivalve mollusc. *Proceedings of the Royal Society—Biological Sciences (Series B)* 266, 1703–1709.
- O'Connor R.J. and Brown R.A., 1977. Prey depletion and foraging strategy in the oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Oecologia* 27, 75–92.
- Ong E.Z., Briffa M., Moens T., Van Colen C., 2017. Physiological responses to ocean acidification and warming synergistically reduce condition of the common cockle *Cerastoderma edule*. *Mar. Environ. Res.* 130, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.07.001>
- Ostrom E., 1990. *Governing the Commons*, Cambridge University Press, 279 p.
- Palumbi S. R., McLeod K. L., Grünbaum D., 2008. Ecosystems in action: lessons from marine ecology about recovery, resistance, and reversibility. *BioScience*, 58(1), pp.33-42. DOI: 10.1641/b580108
- Parada J. and Molares J., 2008. Natural mortality of the cockle *Cerastoderma edule* (L.) from the Ria of Arousa (NW Spain) intertidal zone. *Revista de Biología Marina Y Oceanografía* 43, 501–511. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572008000300009>
- Pelling M., Maskrey A., Ruiz P., Hall L., 2004. *Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development. A Global Report.*, UNDP (United Nations Development Programme) Bureau for Crisis Prevention and Recovery, USA.
- Perez-Hurtado A., Goss-Custard J.D., Garcia, F., 1997. The diet of wintering waders in Cadiz Bay, southwest Spain. *Bird Study* 44, 45–52.
- Pihl L., 1982. Food intake of young cod and flounder in a shallow bay on the Swedish west coast. *Netherlands Journal of Sea Research* 15, 419–432.
- Pimm S. L., 1984. The complexity and stability of ecosystems. *Nature* 307, pp. 321-326. DOI : 10.1038/307321a0
- Pinkerton E., 2003. Toward specificity in complexity: Understanding co-management from a social science perspective in Wilson D.C., Nielsen J.R., Degnbol P. (Eds), *The Fisheries Co-management Experience Accomplishments, Challenges and Prospects*. The Institute for Fisheries Management and Coastal Community Development, Hirtshals, Denmark, DOI 10.1007/978-94-017-3323-6
- Pollet C., 2021. La pêche à pied professionnelle dans les Hauts-de-France de 2013 à 2019 : état des lieux et stratégies de pêche des professionnels locaux. 34 p.
- Reise K., 1985. *Tidal Flat Ecology: An Experimental Approach to Species Interactions*. Springer Science & Business Media.
- Richardson C., Crisp D., Runham N., Gruffydd L., 1980. The use of tidal growth bands in the shell of *Cerastoderma edule* to measure seasonal growth rates under cool temperate and sub-arctic conditions. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 60, 977 & ndash;989.
- Rocroy M., 2019a. Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme Nord, au Nord de la Maye, le 26 juin 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Rocroy M., 2019b. Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme Nord, au Sud de la Maye, le 1er septembre 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Rocroy M., 2019c. Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme Centre au 1er septembre 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Rocroy M., 2019d. Evaluation du gisement de coques du Hourdel (baie de Somme Sud) en août 2019 et simulation de croissance au 1er septembre 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).

- Rose A., 2004. Defining and measuring economic resilience to disasters. *Disaster Prevention and Management : an International Journal* 13(4), pp. 307-314. DOI : 10.1108/09653560410556528
- Rybarczyk, H., Elkaim, B., Wilson, J., Loquet, N., 1996. L'eutrophisation en Baie de Somme : mortalités des peuplements benthiques par anoxie. URL </paper/L%27eutrophisation-en-Baie-de-Somme-%3A-mortalit%C3%A9s-des-Rybarczyk-Elkaim/ea6774dd93515912312af13b74ae53d59941f906> (accessed 11.24.20).
- Sanchez-Salazar M.E., Griffiths C.L., Seed R., 1987. The effect of size and temperature on the predation of cockles *Cerastoderma edule* (L.) by the shore crab *Carcinus maenas* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 111, 181–193.
- SEEEC, 1998. The Environmental Impact of the Sea Empress Oil Spill. Final report of the Sea Empress Environmental Evaluation Committee. February 1998. The Stationery Office, London. ISBN 0 11 702156 3.
- Seed R. and Brown R.A., 1977. A comparison of the reproductive cycles of *Modiolus modiolus* (L.), *Cerastoderma (=Cardium) edule* (L.), and *Mytilus edulis* L. in Strangford Lough, Northern Ireland. *Oecologia* 30, 173–188. <https://doi.org/10.1007/BF00345419>
- Shumway S., 1990. A review on the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture, *journal of the world aquaculture society*, June, Vol 21/2.
- Singer A., Millat G., Staneva J., Kröncke I., 2017. Modelling benthic macrofauna and seagrass distribution patterns in a North Sea tidal basin in response to 2050 climatic and environmental scenarios. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 188, 99–108. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.02.003>
- Smaal A.C., Vonck A.P.M.A., Bakker M., 1997. Seasonal Variation in Physiological Energetics of *Mytilus Edulis* and *Cerastoderma Edule* of Different Size Classes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 77, 817–838. <https://doi.org/10.1017/S0025315400036213>
- Spilmont N., Denis L., Artigas L. F., Caloin F., Courcot L., Créach A., Desroy N., Gevaert F., Haquebart P., Hubas C., Janquin M.A., Lemoine Y., Luczak C., Migné A., Rauch M., Davault D., 2009. Impact of the *Phaeocystis globosa* spring bloom on the intertidal benthic compartment in the eastern English Channel : A synthesis. *Marine Pollution Bulletin*. Volume 58, Issue 1, Pages 55-63. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.09.007>
- Stempniewicz L., 1995. Feeding ecology of the long-tailed duck *Clangula hyemalis* wintering in the Gulf of Gdansk (southern Baltic Sea). *Ornis Svecica* 5, 133–142.
- Sutherland W.J., 1982. Spatial variation in the predation of cockles by oystercatchers at Traeth Melynog, Anglesey. II. The patterns of mortality. *Journal of Animal Ecology* 51, 491–500.
- Thomas S., Picault D., Lesueur M., 2014. Pêche côtière et gouvernance (France). Le cas des pêcheurs à pied professionnels de la baie de Somme. Rapport d'étude. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST n°24. 44 p.
- Triplet P., 1994. Kleptoparasitism by a common gull *Larus canus* on oystercatchers *Haematopus ostralegus*, feeding on common cockles *Cerastoderma edule*: behavioural adaptations. *Alauda* 62, 113–122.
- Triplet P., Sueur F., Fagot C., Oget E., Desprez M., 1999. Réponses de l'huître-pie *Haematopus ostralegus* à une diminution de sa ressource alimentaire principale en baie de Somme : La coque *Cerastoderma edule*. *Alauda (Dijon)* 67, 145–153.
- Troost K., Kamermans P., Wolff W.J., 2008. Larviphagy in native bivalves and an introduced oyster. *Journal of Sea Research* 60, 157–163. [CrossRefGoogle Scholar](https://doi.org/10.1016/j.seares.2008.05.003)

- Verdelhos T., Marques J.C., Anastácio P., 2015a. Behavioral and mortality responses of the bivalves *Scrobicularia plana* and *Cerastoderma edule* to temperature, as indicator of climate change's potential impacts. *Ecological Indicators* C, 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.05.042>
- Veyret Y. and Reghezza M., 2005. « Aléas et risques dans l'analyse géographique », *Annales des mines*, pp. 61-89.
- Walker B., Holling C., Carpenter S., Kinzig A., 2004. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and society*, 9(2):5.
- Wassmann P., 1994. Significance of sedimentation for the termination of *Phaeocystis* blooms. *J. Mar. Syst.*, 5(1): 81-100.
- Weisse T., Tande K., Verity P., Hansen F., W. Gieskes, 1994. The trophic significance of *Phaeocystis* blooms. *J. Mar. Syst.*, 5(1): 67-79.
- West A.B., Partridge J.K., Lovitt A., 1979. The cockle *Cerastoderma edule* (L.) on the South Bull, Dublin Bay: population parameters and fishery potential. *Irish Fisheries Investigations, Series B* 13.
- Wither A., Bamber R., Colclough S., Dyer K., Elliott M., Holmes P., Jenner H., Taylor C., Turnpenny A., 2012. Setting new thermal standards for transitional and coastal (TraC) waters. *Mar. Pollut. Bull.* 64, 1564–1579. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.05.019>
- Wootton E.C., Dyrinda E.A., Ratcliffe N.A., 2003. Bivalve immunity: comparisons between the marine mussel (*Mytilus edulis*), the edible cockle (*Cerastoderma edule*) and the razor-shell (*Ensis siliqua*). *Fish Shellfish Immunol.* 15, 195–210. [https://doi.org/10.1016/s1050-4648\(02\)00161-4](https://doi.org/10.1016/s1050-4648(02)00161-4)

Table des figures

Figure 1 : Coques (<i>Cerastoderma edule</i>) ©CRPMEM HDF	3
Figure 2 : Cycle de vie de la coque <i>Cerastoderma edule</i> (© Fernando Correia)	4
Figure 3 : Les gisements de coques (en rose) des estuaires picards du littoral des Hauts-de-France ©GEMEL	5
Figure 4 : Pêche à pied professionnelle des coques en baie de Somme ©CRPMEM HDF.....	6
Figure 5 : Quantités moyennes annuelles pêchées par les pêcheurs à pied professionnels entre 2014 et 2018 (en tonnes) dans les Hauts-de-France selon les espèces ou groupes d'espèces (écart-type en fonction des années)	7
Figure 6 : Quantités de coques pêchées par les pêcheurs à pied professionnels entre 2014 et 2018 sur les différents gisements des Hauts-de-France (en tonnes).....	8
Figure 7 : La coque, un agent aux multiples identités.....	9
Figure 8 : Réseau d'acteurs de la pêche professionnelle de la coque en Picardie (réseau simplifié) ...	10
Figure 9 : Le risque comme une fonction du péril, de la vulnérabilité, de l'exposition et de la résilience (d'après Thyvissen, 2006).....	12
Figure 10 : Ramassés de coques mortes au Hourdel en avril 2020 ©CRPMEM HDF.....	14
Figure 11 : Facteurs influençant les différentes étapes du cycle de vie de la coque, <i>Cerastoderma edule</i>	15
Figure 12 : Prédateurs de la coque selon sa taille (d'après Burdon <i>et al.</i> , 2014).....	16
Figure 13 : Bloom de <i>Phaeocystis</i> à Fort-Mahon ©CRPMEM HDF	20
Figure 14 : Laisse de mer de coques mortes ©CRPMEM HDF	22
Figure 15 : Carte des gisements de coques et des points de suivis du réseau SRN en Baie de Somme ©IFREMER	23
Figure 16 : Coques préparées pour des analyses microbiologiques (à gauche) et ensemencement bactériologique après enrichissement des broyats d'individus sur milieu chromagar (à droite) ©IFREMER	24
Figure 17 : Vase le long de la Maye en baie de Somme ©CRPMEM HDF	26
Figure 18 : Portail SIG du projet EUROHAB	26
Figure 19 : Traces d'engins à travers le gisement de coques pendant les travaux de reconstruction de la digue Barrois en baie d'Authie ©CRPMEM HDF	27
Figure 20 : Causes de mortalités selon les pêcheurs d'après les enquêtes menées par De Laage (2020 - Annexe 9).....	28
Figure 21 : Nuage de mots illustrant les causes principales de mortalité selon les pêcheurs enquêtés (catégorie "autres") selon leur occurrence	28
Figure 22 : Montage d'une coque sur les crochets nécessaires au test d'étirement des muscles ©GEMEL	31
Figure 23 : Procédure à suivre en cas de mortalité de coques	34
Figure 24 : Autres régions où les professionnels domiciliés dans les Hauts-de-France détiennent des licences de pêche à pied professionnelle durant la période d'étude (2013 à 2019 - Pollet, 2021).....	35

Table des annexes

Annexe 1 : Rocroy, M., 2020. Etat de l'art sur la biologie des coques (<i>C. edule</i>), les causes de mortalité et les épisodes de mortalité sur le littoral des Hauts de France - Dans le cadre du projet MOCOPREVE. 42p.....	52
Annexe 2 : Riera, F., 2021. Périls et résiliences de la pêche professionnelle de la coque dans les Hauts de France. 61p.....	97
Annexe 3 : Riera, F., 2020. Etat de l'art - Expériences passées et actuelles de gestion des périls abiotiques et biotiques des espèces exploitées de mollusques. 33p.....	164
Annexe 4 : Meirland, A. et al., 2022. MOCOPREGE – Mortalité des coques : causes, prévention et gestion. Etude des mortalités de coques passées et en cours de projet. Recherche de paramètres environnementaux explicatifs. 89p.....	204
Annexe 5 : Travers, M.A. et al., 2021. Dynamique de <i>Vibrio aestuarianus</i> chez les coques dans des gisements exploités des Hauts de France et chez les huîtres creuses en lagune de Thau -MIRAGE-2 - Rapport intermédiaire 2021. 57p.....	296
Annexe 6 : Garcia, C., 2020. Compte-rendu d'analyses sur des coques présentant une coloration noire. 6p.....	354
Annexe 7 : Devrecker, D., 2022. Principaux résultats de l'analyse des paramètres environnementaux liés aux mortalités référencées dans la littérature entre 1992 et 2018.....	361
Annexe 8 : Rocroy, M., 2021. Dynamique de population de la coque (<i>C. edule</i>), sur 7 sites du littoral des Hauts-de-France - Dans le cadre du projet MOCOPREGE. 33p.....	369
Annexe 9 : De Laage, P., 2020. La pêche à pied professionnelle dans la région Hauts-de-France : enquêtes auprès des pêcheurs et éléments de réponses aux enjeux de la filière. 87p.....	405
Annexe 10 : Laurent, A., 2020. Stage de césure. 96p.....	493
Annexe 11 : Rocroy, M., Prevost, L., 2021. Tests de vitalité in situ de la coque (<i>C. edule</i>) - Dans le cadre du projet MOCOPREGE. 22p.....	591

Annexe 1 : Rocroy, M., 2020. Etat de l'art sur la biologie des coques (*C. edule*), les causes de mortalité et les épisodes de mortalité sur le littoral des Hauts de France - Dans le cadre du projet MOCOPREVE. 42p.



Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux

115, quai Jeanne d'Arc
80230 Saint-Valery-sur-Somme
03-22-26-60-40
www.gemel.org

Etat de l'art sur la biologie des coques (*C. edule*), les causes de mortalité et les épisodes de mortalité sur le littoral des Hauts de France

Dans le cadre du projet MOCOPREVE

Rapport du GEMEL n°20-010 version finale
25 novembre 2020



Travail réalisé pour :



Mélanie ROCROY

Table des matières

Introduction.....	3
A- Etat de l'art de la biologie des coques	6
1) La productivité des coques.....	6
2) Classification des coques.....	7
3) Anatomie de la coque	7
4) Cycle de vie des coques.....	10
Reproduction.....	10
Pontes.....	10
Maturité sexuelle	11
Fécondation et recrutement : Cycle de vie	11
Stratégie de reproduction	12
Taux de mortalité	13
5) Croissance des coques.....	13
6) Milieu de vie et de développement	14
B- Causes de mortalité des coques.....	16
1) Conditions de l'environnement naturel	18
Température et Salinité	18
Qualité du substrat.....	19
Niveau marégraphique et limitation alimentaire	19
2) Facteurs biotiques	20
Prédation	20
Parasites	20
3) Dynamique de population.....	21
4) Facteurs anthropiques	22
C- Episodes de mortalité des coques dans les Hauts de France	24
1) 1900 à 1940 (Lambert, 1943): mise en place d'une réglementation de pêche des coques suite à une exploitation intensive.....	25
2) 1960 à 1988 (Desprez et <i>al.</i> , 1987a ; François Sueur, 1987 ; Desprez et <i>al.</i> , 1989 ; Ducrotoy et <i>al.</i> , 1987b) : Crise majeure liée aux vagues de froid et de chaleur.....	26

3) 1989 à 2009 (Desprez <i>et al.</i> , 1992 ; Rybarczyk <i>et al.</i> , 1999 ; Spilmont <i>et al.</i> , 2009) : Mise en évidence de phénomènes d'eutrophisation qui entraînent des mortalités massives	28
4) 2008 à 2020 (Bellamy <i>et al.</i> , 2008 ; Ruellet, 2012 et 2015 ; Rocroy, 2016, 2017 et 2018) : Impact de la bactérie <i>Vibrio aestuarianus</i> dans la perte des gisements de coques sur le littoral des Hauts-de-France	29
Conclusions.....	32
Bibliographie	34

Introduction

Entre continent et océan, en zone d'interaction entre l'eau douce et l'eau salée, les estuaires sont des lieux d'interface où de nombreux gradients spatiaux et temporels se manifestent et ce de manière souvent très marquée (Dalrymple et Choi, 2007 ; Wolanski, 2007). Les milieux estuariens sont complexes en raison d'un grand nombre de facteurs terrestres et marins intervenant dans leur fonctionnement.

A part le mélange entre eau douce et eau salée (pouvant donner lieu à tout un gradient de circulations qui peut aller d'une circulation avec un gradient de densité à une circulation homogène), les estuaires se caractérisent par une influence hydrodynamique mixte (houle et marée) dépendante du vent.

Les sédiments qui constituent les estuaires proviennent de deux sources différentes : l'une marine et l'autre fluviale.

Ces sédiments sont composés de graviers, de sables et de particules fines. Les sables se déplacent préférentiellement par charriage sur le fond. Les sédiments les plus fins caractérisent la totalité de la colonne d'eau. Ils sont transportés en suspension, ce qui leur permet d'être déposés sur les niveaux les plus hauts de l'estuaire, niveaux qui se trouvent à l'abri des houles et des forts courants générés par la marée ou par le vent.

Dans ces zones, les surfaces envasées offrent un substrat meuble, riche en matière organique, qui permet l'installation d'une faune très adaptée à un substrat physiquement contraignant. Les communautés qui y sont associées jouent un rôle important dans la structuration des sédiments (Pearson, 2001 ; Reise 2002) et dans les réseaux trophiques (Baird et Milne, 1981 ; Cloern, 1982 ; Levin *et al.*, 2001). Elles assurent de ce fait un rôle fondamental dans le recyclage des nutriments (Levin *et al.*, 2001) et influencent la distribution et l'abondance des consommateurs secondaires tels que les crustacés, poissons, oiseaux...(McLusky, 1981 ; McLusky et Elliot, 2004 ; van de Kam *et al.*, 2004).

Au sein du benthos, les mollusques bivalves constituent une composante importante de l'écosystème marin benthique (Dame, 2011 ; Berke *et al.*, 2012). C'est plus particulièrement une ressource alimentaire essentielle pour les juvéniles de poissons plats ou de crustacés et surtout pour un certain nombre d'espèces de limicoles (Moreira, 1995). Enfin, certaines espèces de bivalves sont une ressource économique, exploitées par les pêcheurs dans le cadre de la pêche professionnelle ou de loisir (van Gils *et al.*, 2006).

C'est le cas notamment de *Cerastoderma edule* (la coque) qui est souvent présente en grande quantité dans les zones côtières, les baies et les estuaires sableux (Tebble, 1966 ; Reise, 2003). On la trouve sur les façades Manche-Atlantique et Méditerranéenne, de la Norvège à l'Afrique de l'Ouest (Hayward et Ryland, 1995). La baie de Somme est depuis de nombreuses années le premier site français de production des coques (*C. edule*).

La baie de Somme est une vaste zone intertidale de 72 km² ouverte sur la Manche à l'Ouest (Figure 1).

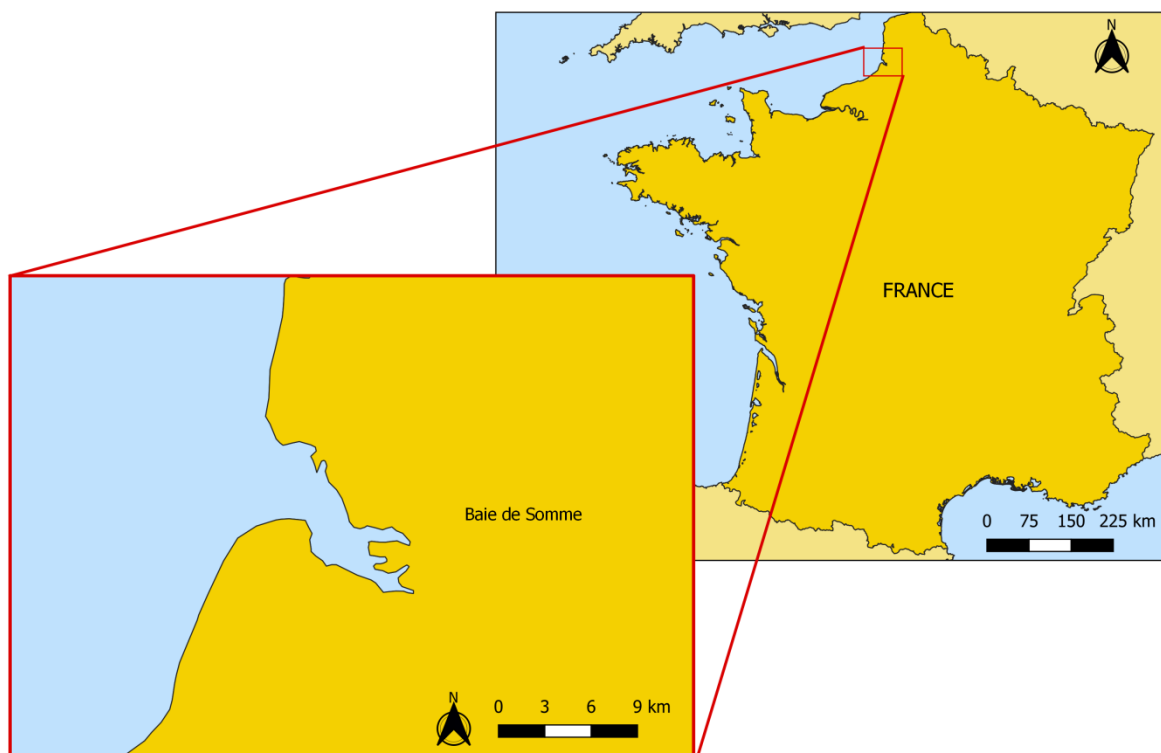


Figure 1 : Localisation de la baie de Somme en France

Compte tenu du faible débit de la Somme (5 à 60 m³/s) (Dupont, 1981) et, celui encore moindre de la Maye (*i.e.* petit cours d'eau qui se jette dans la baie), les apports continentaux en sédiments sont négligeables comparés aux apports marins. Les sédiments présents en baie de Somme sont donc majoritairement d'origine marine (Bastide, 2011).

Le fonctionnement de l'hydrodynamisme de la baie de Somme passe par un couloir de dérive littorale qui est animé principalement par la **marée** dont le marnage peut atteindre 11 mètres en vives eaux (Loquet, 2001), et le **vent** (les éventuelles houles).

- L'onde de marée dans la baie est dissymétrique, avec une asymétrie en faveur d'un flot rapide : 2,02 à 2,55 m/s durant 4 à 5 heures et un jusant plus lent : 1,29 à 2,09 m/s de 7 à 8 heures (Jouanneau, 2013). L'étale de pleine mer est quasiment inexistant tandis que l'étale de basse mer dure plusieurs heures.

- Devant le littoral de la Somme, les vents les plus fréquents viennent du secteur Sud-est, Ouest et Sud-Ouest, mais les vents les plus violents sont de secteur Sud-Ouest à Ouest-Nord-Ouest.

L'intensité et la direction de ces courants de marée sont évidemment fortement liées au marnage et aux conditions atmosphériques pouvant entraîner des phénomènes de surcotes.

Ces conditions impliquent un transfert des sédiments du large vers la baie, entraînant un ensablement important et le comblement avancé des estuaires picards (Anthony *et al.*, 2005). Le remplissage de la baie de Somme est fait principalement de sables fins homogènes dont la médiane est à 0,17 mm. Les sables sont moins fins à l'entrée de la baie (médiane à 0,24 mm) alors que la vase prédomine dans les mollières (plus de 70 %). Ces sables sont transportés une bonne partie du temps en suspension en raison d'une combinaison de forts courants et d'une granulométrie fine (SOGREAH, 1995).

En 2012, 2015 et 2018, des mortalités importantes de coques ont été signalées sur différents gisements français classés dont celui de la baie de Somme. Ces années-là, jusqu'à 80 % des coques sont mortes en quelques semaines dans les estuaires picards. Lors de ces mortalités anormales, le réseau REPAMO de l'IFREMER a été déclenché par les professionnels et des bactéries appartenant à l'espèce *Vibrio aestuarianus* ont été isolées des animaux moribonds. L'état de la recherche sur le sujet ne permet cependant pas d'imputer de façon certaine ces importantes mortalités à ces bactéries.

Par ailleurs, l'évolution des gisements de coques en baie de Somme, étudiée par le GEMEL depuis 1985, connaît d'importantes fluctuations en termes de dynamique de population, passant par des épisodes de mortalités qui ont été attribuées à différents facteurs selon les années (maladie, anoxie, fortes chaleurs, surpopulation,...). L'animal, comme son environnement, ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche, que ce soit des thèses, des articles dans des revues à comité de lecture ou des rapports.

Le but de cette étude est de réaliser la synthèse des connaissances sur la biologie de la coque et sur les causes possibles de mortalité massive, en particulier dans les estuaires picards.

A- Etat de l'art de la biologie des coques

1) La productivité des coques

Les principaux gisements sont aux Pays-Bas (Waddenze, Zeelande), au Royaume-Uni (Wash, estuaire de la Tamise, baies de Horecambe et Caenarfon), en Espagne (Galice et côte méditerranéenne) et en France où elle est présente sur l'ensemble du littoral avec cependant des estuaires beaucoup plus productifs que d'autres comme la baie de Somme et la baie de Vilaine.

Ainsi, du nord au sud, les gisements les plus constants en France sont : région de Dunkerque, baie de Canche, baie d'Authie et baie de Somme, baie de Seine, baie des Veys, baie du Mont Saint-Michel, baie de Saint-Brieuc et de nombreuses anses de Bretagne Nord. Plus au sud, on les retrouve dans la baie de Vilaine, à la Baule et dans l'estuaire de Loire, les bassins de Marennes-Oléron et d'Arcachon (Figure 2) (Quéro et Vayne, 1998).

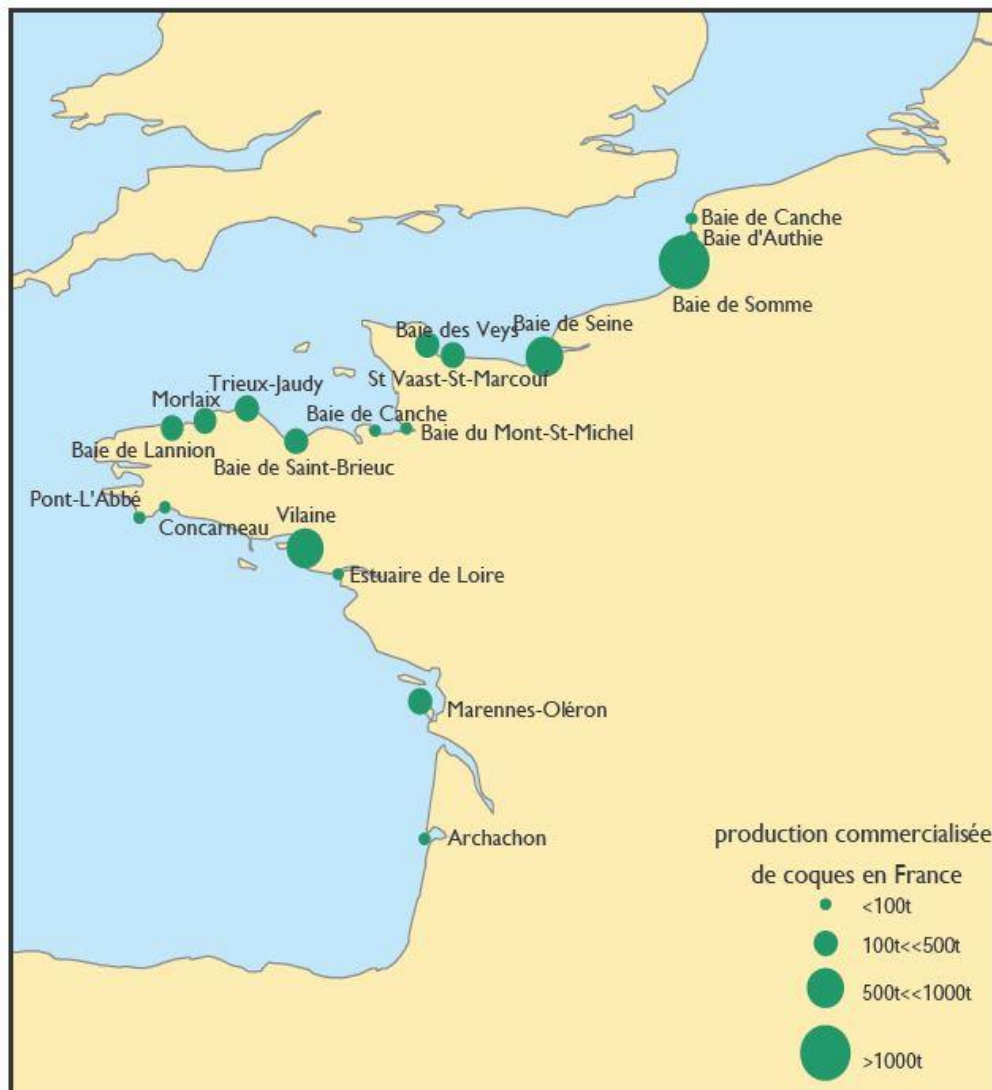


Figure 2 : Production des gisements de coques en France (D'après Quéro et Vayne, 1998)

En 2019, les gisements de coques des Hauts-de-France ont été très productifs (Rocroy, 2019 (a, b, c, d et f)). Cette situation exceptionnelle n'avait été référencée qu'une seule fois depuis 1913, année durant laquelle 20 000 tonnes de coques avaient été pêchées (Lambert, 1943). Des gisements de coques « éphémères » à Cayeux, Sainte-Cécile ou encore au large des côtes picardes ont été signalés en 2019 et début 2020 ; celui de Sainte-Cécile ayant même été exploité par les pêcheurs à pied professionnels.

2) Classification des coques

Les coques sont nommées de différentes manières selon les régions de France ou les pays. On les appelle : hénon dans les Hauts-de-France, bucarde, sourdon, rigadeau, maillot en Manche Atlantique ; bourdos, besourde, bigour, mourgue en Méditerranée (Lambert, 1943).

Les coques appartiennent à l'embranchement des Mollusques, comme l'ensemble des "coquillages" - 95 000 espèces -. Ce terme désigne des espèces caractérisées par un corps mou (*mollusca*). Ce sont des invertébrés sans squelette interne.

Embranchement : Mollusque

Classe : Bivalve

Ordre : *Veneroida*

Famille : *Cardiidae*

Genre : *Cerastoderma*

Espèce : *edule*

3) Anatomie de la coque

La coquille est formée de 2 valves égales, bombées, arrondies et globuleuses. Les valves sont dotées de 22 à 28 côtes radiales bien marquées croisées par des stries d'accroissement bien visibles. Leur couleur va de blanc à jaunâtre (Figure 3).



Figure 3 : Photographie de *Cerastoderma edule* en baie de Somme. Prélèvement sur le terrain par le GEMEL, 2019, maille du tamis = 10 mm (© GEMEL)

L'ouverture du bivalve est contrôlée par un ligament externe élastique visible sur la coquille et la fermeture, lorsqu'ils se contractent, par deux muscles adducteurs internes. Les empreintes de ces muscles sont nettement marquées sur la face interne des valves (Figure 4).

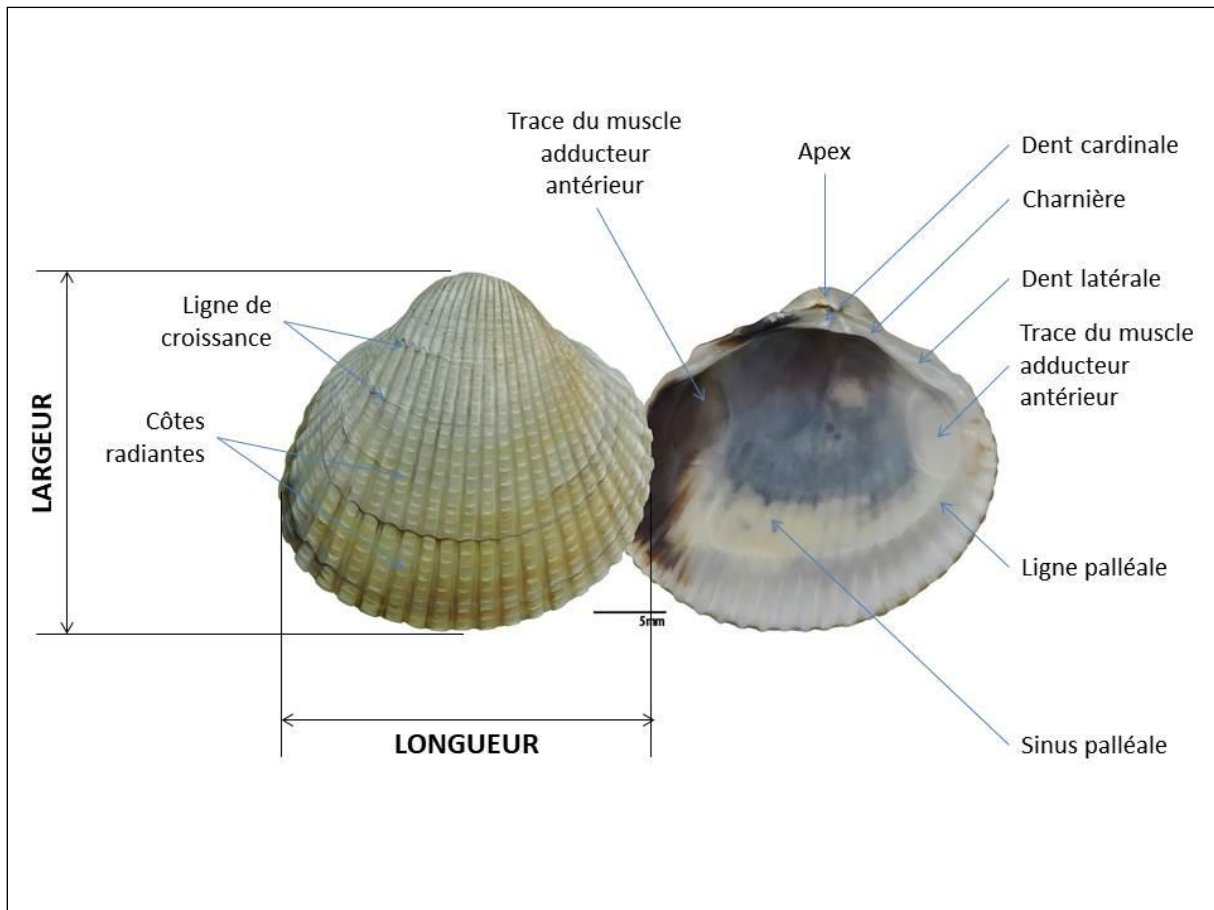


Figure 4 : Schéma de l'anatomie de la coquille de coque (*C. edule*) interne et externe (photo © Fernando Correia)

L'épaisseur de la coquille va en décroissant régulièrement depuis le sommet vers les bords. La taille de la coque (distance antéro-postérieure de la coquille) varie de 50 μm à 40 mm.

La coquille des coques est composée pour 95 % d'une fraction minérale et pour 5 % d'une fraction organique (Jacob *et al.*, 2008). Elle s'organise en 3 principales couches : le périostracum, l'ostracum et l'hypostracum élaborés dans différentes régions du manteau (Richardson *et al.*, 1980). Le calcium utilisé pour la sécrétion de la coquille n'est ni retrouvé dans la glande digestive, ni dans le manteau, il proviendrait directement de l'environnement et ne serait pas d'origine alimentaire (Richardson *et al.*, 1980). De plus, l'épaisseur de la coquille est inversement proportionnelle à la salinité (Neri *et al.*, 1979), c'est-à-dire que plus la salinité est grande, plus la coquille est fragile et fine.

Le pied est l'organe locomoteur, il est gros, long et coudé au milieu. La coque se sert de son pied pour se mouvoir et surtout pour s'enterrer. Le pied étiré s'enfonce dans le sable, puis, il épaisit son extrémité en se contractant exerçant ainsi une traction sur le corps qui est attiré vers cette extrémité. La contraction puis la brusque extension du pied permet à la coque de faire des « sauts ».

Le manteau, dont l'épiderme a sécrété la coquille, enveloppe complètement l'animal, ses bords forment deux tubes, les siphons (Figure 5). Lorsque la mer recouvre la coque, l'eau entre dans la cavité palléale par le siphon ventral, inhalant (toujours ouvert) qui porte de nombreux tentacules et sort par le siphon dorsal, exhalant (plus court, ouvert périodiquement).

C'est un suspensivore actif : il retient le plancton et l'oxygène contenu dans l'eau lorsqu'il passe à travers ses branchies et rejette ensuite l'eau et les excréments. Son volume de filtration varie de 1,6 litres en hiver (Blanchard, 1992) à 8,7 litres par heure et par gramme de chair sèche au printemps, en période de maturation maximale et de ponte (Deslous-Paoli *et al.*, 1987).

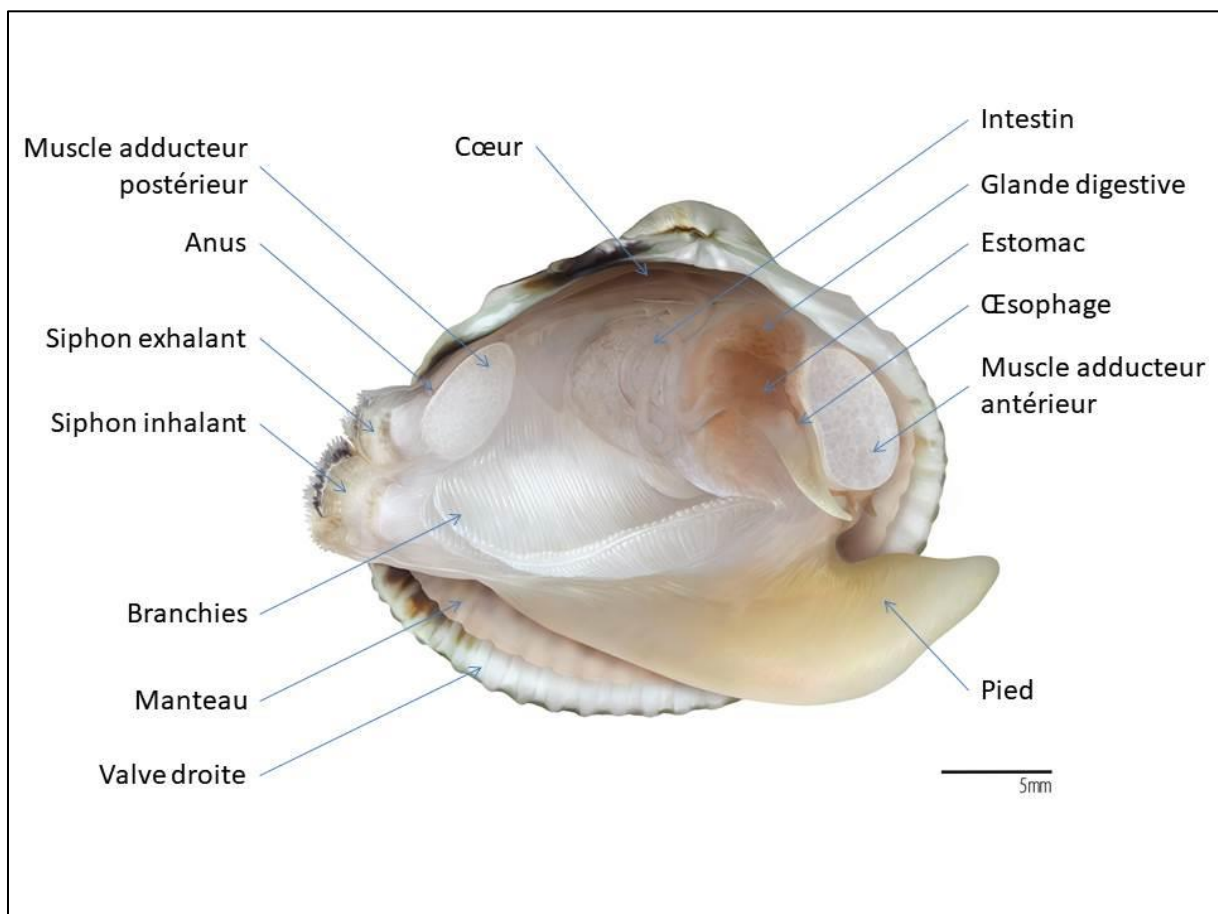


Figure 5 : Schéma de l'anatomie interne d'une coque (photo © Fernando Correia)

4) Cycle de vie des coques

Les coques vivent en moyenne 2 à 4 ans mais peuvent exceptionnellement atteindre 10 ans.

Reproduction

Les phénomènes liés à la reproduction sont induits par des modifications de l'environnement physique, parmi lesquelles les brusques réchauffements de l'air (plutôt qu'une valeur absolue de la température de l'air), mais aussi par un seuil de température de l'eau de 13°C (Boyden, 1972).

L'appareil génital est simple : les coques sont gonochoriques (sexes séparés). *Cerastoderma edule* est dioïque, les individus mâles sont moins nombreux que les femelles (Boyden, 1972, Kingston, 1974). Cela a été observé sur les effectifs de la baie de Somme (Desprez *et al.*, 1987) et indique que les mâles succombent plus rapidement et en plus grand nombre que les femelles lors des épisodes de mortalité, ce qui explique la proportion croissante de femelles.

Pontes

Les populations les plus septentrionales ont un cycle sexuel caractérisé par une ponte massive et un repos sexuel, tandis que les populations méridionales ont un cycle sans repos, comprenant plusieurs émissions de gamètes (Fernandez Castro et Le Pennec, 1987).

Les différentes phases de pontes qui peuvent être identifiées sont :

- Les pontes précoces en février-mars, qui concernent plutôt les individus plus âgés (Guillou *et al.*, 1990)
- Les pontes printanières (avril-juin) qui sont généralement les plus massives
- Les pontes estivales qui sont d'autant plus intenses que les pontes printanières ont été faibles
- Les pontes tardives automnales (fin septembre-novembre) qui sont toujours peu intenses.

Les coques du littoral des Hauts-de-France font partie des populations méridionales, il peut donc y avoir plusieurs pontes en cours d'année. Cela a été mis en évidence sur le gisement de Fort Mahon (Baie d'Authie) où 3 pontes durant l'année 2019 ont été observées (Rocroy *et al.*, 2019) ainsi qu'en baie de Somme où les périodes de recrutement des coques ont été déterminées (Ruellet, 2013 (a et b)) dans le cadre du projet COMORES réalisé par le GEMEL.

L'intensité d'une ponte est en général inversement liée à celle de la ponte précédente. En baie de Somme, l'intensité de la ponte d'automne est inversement liée à celle de la ponte estivale (Desprez *et al.*, 1987).

La littérature est unanime à reconnaître qu'un hiver rigoureux a une influence positive sur la ponte. Il stimule la reproduction en synchronisant les émissions de gamètes des deux sexes et en assurant une meilleure fertilité (Hancock, 1973). Il existe un ajustement des stratégies de reproduction des populations de coques face un environnement perturbé (Desprez *et al.*, 1987).

Maturité sexuelle

Il apparaît que les coques doivent mesurer au moins 13 mm pour être sexuellement matures (Desprez *et al.*, 1987). La maturité sexuelle semble dépendre plus de la taille que de l'âge des individus (Kristensen, 1958 ; Hancock et Franklin, 1972 ; Sauriau, 1992). Cette taille correspond à leur deuxième année de vie en Irlande du nord (Seed et Brown, 1977), mais certains auteurs ont pu observer une reproduction dès leur première année si leur croissance est très rapide (Seed et Brown, 1977).

Cela a été mis en évidence en baie de Somme où des individus âgés de quelques mois seulement se sont reproduits (Lemoine *et al.*, 1988).

Une castration parasitaire a été signalée par différents auteurs (Hancock et Urquhart, 1965 ; Boyden 1972 ; Lemoine *et al.*, 1988). Elle touche inégalement les individus d'une même population ; ce sont surtout les mâles âgés qui sont affectés.

Fécondation et recrutement : Cycle de vie

Le cycle de vie est représenté sur la Figure 6.

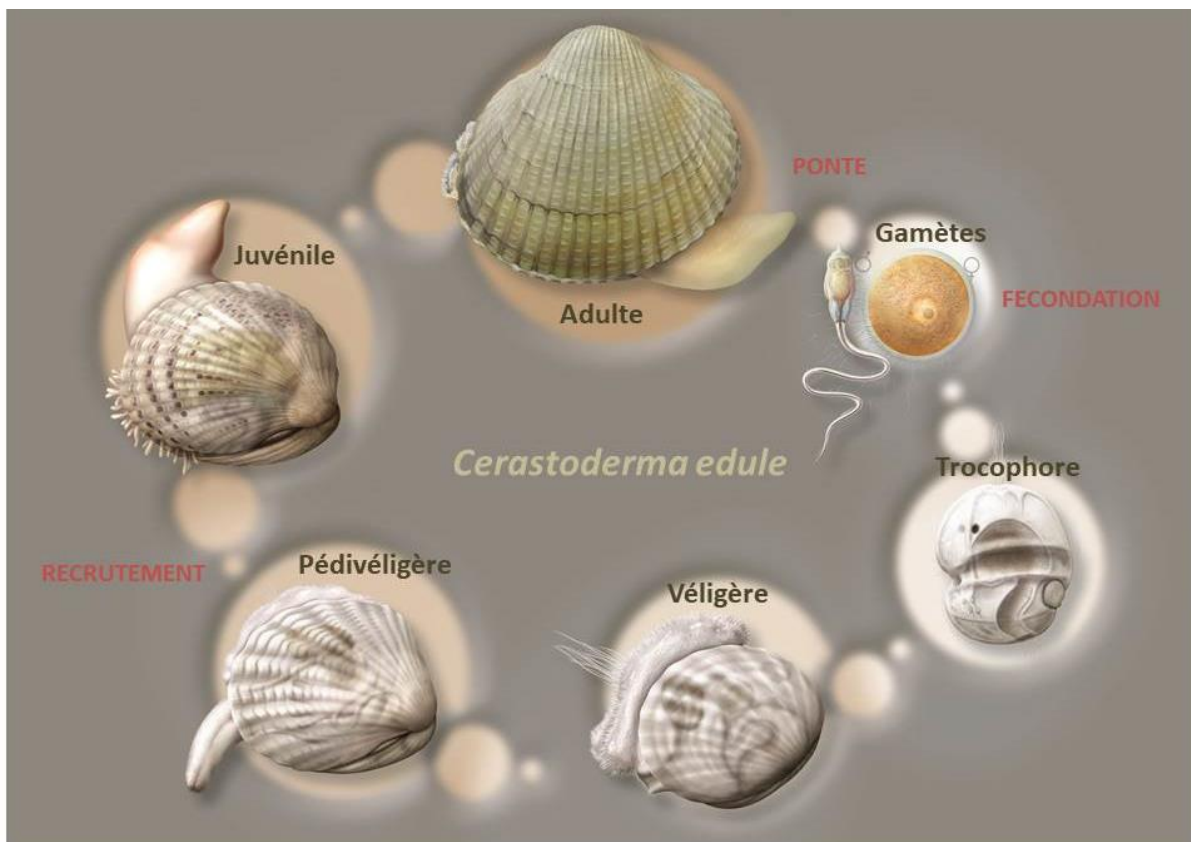


Figure 6 Cycle de vie de la coque *Cerastoderma edule* (© Fernando Correia)

La fécondation (*i.e.* rencontre des gamètes) et le développement se font dans l'eau, en liberté ; celle-ci fournit des larves « véligères » (Figure 7) qui nagent quelques temps près de la surface de l'eau et sont disséminées parfois assez loin par les courants de surface, les vents,...

La durée de vie libre planctonique dure 3 à 4 semaines, selon la température, pour une taille de 300 μm (Honkoop & Meer, 1997 ; Chicharo & Chicharo, 2001). Ensuite, la larve acquiert une coquille rudimentaire et un long pied vermiforme (= larve pédivéligère), elle tombe sur le fond et s'enfouit légèrement.

Il faudra 2 semaines de plus pour que le recrutement soit visible dans le sédiment, c'est-à-dire que les coques aient atteint la taille d'environ 2 mm (Baggerman, 1975). Les jeunes coques (Figure 7) vivent dans la couche superficielle du sédiment et peuvent être facilement entraînées par les mouvements de flux et de reflux et des accumulations peuvent être observées selon la pente du site.



Figure 7 : Photographie au microscope d'une larve véligère de coque (à gauche) et de jeunes coques de quelques millimètres (à droite) (©GEMEL)

Stratégie de reproduction

Quelle que soit la densité initiale des jeunes recrues, une chute brutale des effectifs est observée durant les toutes premières semaines. La stratégie de reproduction des coques est de type « r », c'est à dire basée sur la production d'un grand nombre de jeunes, le plus tôt possible, avec ordinairement une mortalité très élevée. C'est une adaptation aux milieux instables et imprévisibles tels que les habitats estuariens.

Taux de mortalité

Le taux de mortalité moyen interannuel est globalement constant au cours de la vie de la coque, entre 50 % et 70 % de l'effectif présent l'année précédente (Ponsero *et al.*, 2009). Le taux de mortalité calculé ici est dit total puisqu'il englobe toutes les causes de mortalité : naturelle ou anthropique.

Des épisodes de mortalité des coques peuvent survenir spécifiquement sur différentes phases du cycle de vie des individus. Ils empêchent alors le bon rétablissement du gisement.

C'est au moment du recrutement qu'apparaissent les indices les plus graves de perturbation de la dynamique de la coque en baie de Somme (Desprez *et al.*, 1987).

Un certain nombre de facteurs va affecter la croissance des coques :

- l'époque d'apparition des recrues qui dépend de la période de ponte,
- la localisation géographique (Hancock, 1967 ; Ducrotoy *et al.*, 1992),
- la température de l'eau (Smaal *et al.*, 1997),
- la disponibilité en nourriture qui dépend de la saison mais aussi de l'altimétrie de la station,
- la densité des coques (Jensen, 1993 ; De Montaudouin et Bachelet, 1996).

5) Croissance des coques

Comme pour la plupart des Bivalves, la croissance de la coque est très variable d'une région à l'autre. Cette variabilité est due à l'interaction de divers facteurs tels que : le niveau sur l'estran, la salinité, la disponibilité en nourriture, le substrat, la température, la densité et la compétition (West *et al.*, 1979). Les coques moins souvent émergées auront une croissance plus rapide. Kristensen (1958) considère qu'une durée minimum d'immersion de 5 heures par marée est nécessaire à une croissance normale.

La croissance est saisonnière : par exemple, en baie de Somme, comme au pays de Galles, elle débute en mai, puis est maximale de juin à août (en été). Il y a ensuite un ralentissement automnal et un arrêt hivernal (Desprez *et al.*, 1987 ; Seed et Brown, 1977 ; Hancock et Franklin, 1972). Les coques vont en général perdre du poids l'hiver et subir une mortalité importante en lien avec la rigueur de l'hiver. Des anneaux d'arrêt de croissance hivernale apparaissent lorsque la température de l'eau avoisine les 5°C.

La modélisation de la croissance des coques peut être ajustée au modèle saisonnalisé de Von Bertalanffy (1938) :

$$L(t) = L_{\infty} \left(1 - e^{-\left(K(t-t_0) + \frac{CK}{2\pi} \sin(2\pi(t-ts)) - \frac{CK}{2\pi} \sin(2\pi(t_0-ts))\right)} \right)$$

L_{∞} = asymptote de la courbe, elle est dénommée longueur maximale moyenne des coques,

K = le taux ou coefficient de croissance initial,

C = facteur de saisonnalité (la croissance est fortement ralentie à une période de l'année ; 0 correspondant à une absence de saisonnalité et 1 correspondant à un arrêt de croissance à une période de l'année),

t_s = facteur qui permet de situer le ralentissement de la croissance en hiver ; $t=0$ au 1^{er} janvier),

t_0 = date théorique de naissance (longueur nulle)

La taille des individus à la fin de leur première année de vie benthique (que l'on appelle groupe zéro : G0) varie entre 7,4 et 17,1 mm (Ducrotoy *et al.*, 1992).

Les histogrammes en classes de tailles sont généralement polymodaux avec un chevauchement des différentes cohortes pour les classes d'âges les plus élevées (Ramon, 2003 ; Ponsero *et al.*, 2009). Cela a été mis en évidence récemment en octobre 2019 par le GEMEL en baie d'Authie sur le gisement de coques de Fort Mahon (Rocroy *et al.*, 2020) (Figure 8).

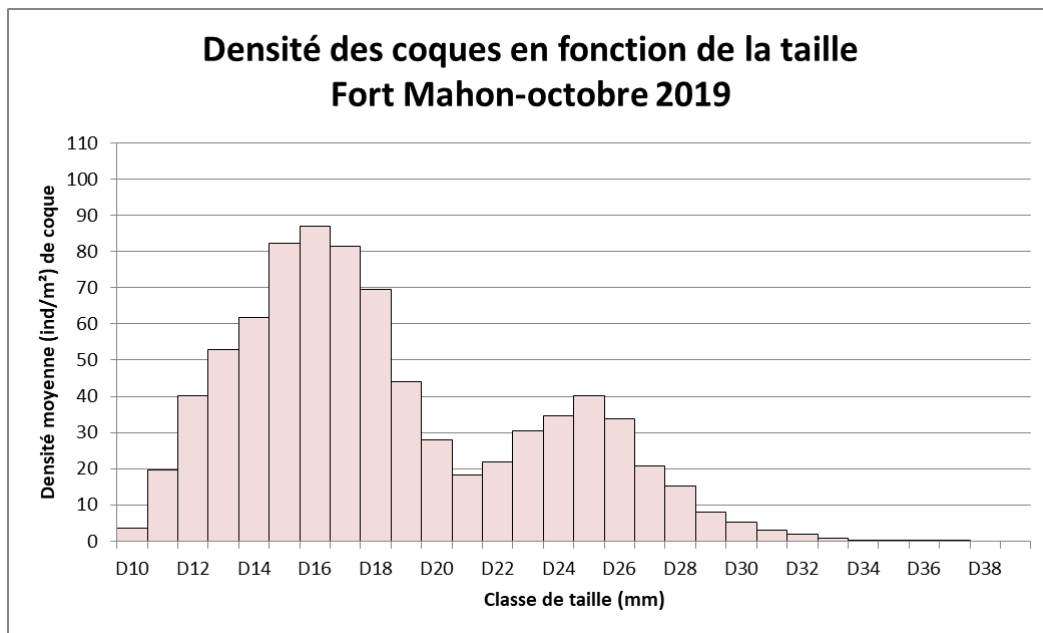


Figure 8 : Densités de coques par classe de taille à Fort Mahon, baie d'Authie en octobre 2019, illustrant 2 cohortes

6) Milieu de vie et de développement

Ce mollusque préfère :

- les terrains sablonneux du milieu intertidal (zone de balancement des marées) qui sont recouverts à chaque marée,
- les dépôts d'alluvions des embouchures de fleuves ou de rivières.

Il aime le sol des estuaires où l'eau, moins agitée qu'au large, dépose sur le fond une couche de sable et de vase mélangés. La coque s'enfouie dans le sol sur 2 à 3 cm et sort ses siphons pour recueillir la nourriture à l'extérieur lorsque la mer recouvre le sol. C'est une espèce ubiquiste qui se répartit des sables fins jusqu'aux vases sableuses, dont la granulométrie du sol dans lequel elle vit varie entre 100 et 400 μm (Guillou *et al.*, 1990) avec un *preferendum* à 150 μm . Ces particules fines permettent au sol de garder assez d'eau à marée basse pour résister au vent qui désagrège la couche de sable, essentielle à la survie des coques (Lemoine *et al.*, 1988).

La coque a la capacité de vivre avec de grandes différences de concentration de sel dans l'eau de 18 à 40 ‰ et un *optimum* entre 30 et 35 ‰ (Kingston, 1974 ; MarLIN, 2018). Le seuil critique létal se trouve sous 10 ‰ (Verdelhos *et al.*, 2015). C'est donc une espèce euryhaline (*i.e.* qui tolère une large gamme de variation de salinité) ce qui est typique des organismes vivants dans les estuaires.

B- Causes de mortalité des coques

Lorsque les conditions du milieu lui sont favorables, la coque peut atteindre de fortes biomasses sur de grandes étendues comme en 2019 en baie de Somme (Rocroy, 2019), mais elle peut également disparaître totalement ou voir ses effectifs diminuer de manière importante et durable (Franklin, 1972 ; Evans, 1977 ; West *et al.*, 1979).

Ces évolutions, irréversibles, peuvent être engendrées par une surexploitation des gisements et/ou par l'action de facteurs abiotiques (températures extrêmes, qualité du substrat ou de l'eau) ou biotiques (compétition, prédation). En raison de la forte variabilité naturelle du succès du recrutement et des taux de survie des coques, il peut être difficile de faire la différence entre la mortalité naturelle et les décès inhabituels.

Un modèle à 8 facteurs potentiels, qui peuvent influencer une mortalité massive et non naturelle des coques, a été décrit par Burdon *et al.* (2014) (Figure 9). Il s'agit de :

- la limitation en nourriture,
- la densité de coques,
- l'appauvrissement en oxygène (dû aux blooms de *Phaeocystis*),
- la température et la salinité,
- les parasites et agents pathogènes et commensaux,
- les substances toxiques et les polluants,
- la prédation,
- les modifications des sédiments et matières en suspension,
- les topographies et bathymétries du milieu.

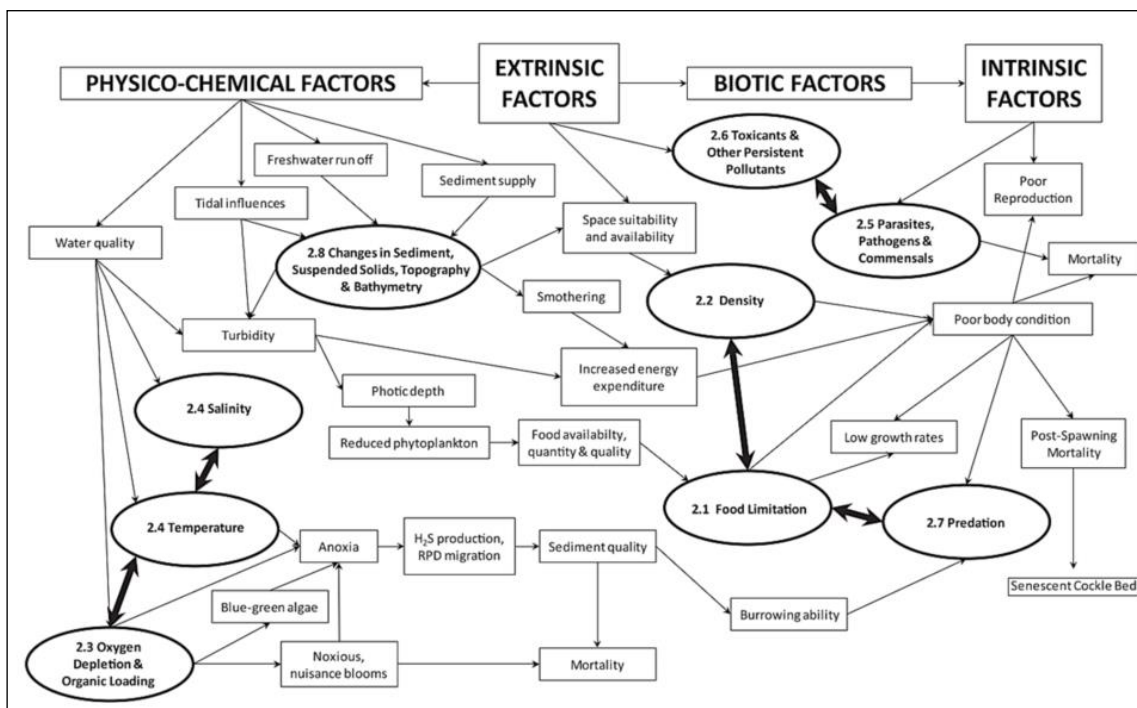


Figure 9 : Interactions entre les facteurs pouvant entraîner une mortalité massive de coques d'après le modèle de Burdon *et al.*, 2014.

Un unique facteur ne sera pas très impactant sur ces mollusques, mais leur synergie peut amplifier les épisodes de mortalité.

Même si la coque est très prolifique, de nombreux facteurs peuvent nuire à sa dynamique de population en termes de survie, de croissance, de reproduction et mettre en péril les gisements.

Différents facteurs influencent le cycle de vie de la coque (Bellamy *et al.*, 2009 ; Figure 10)

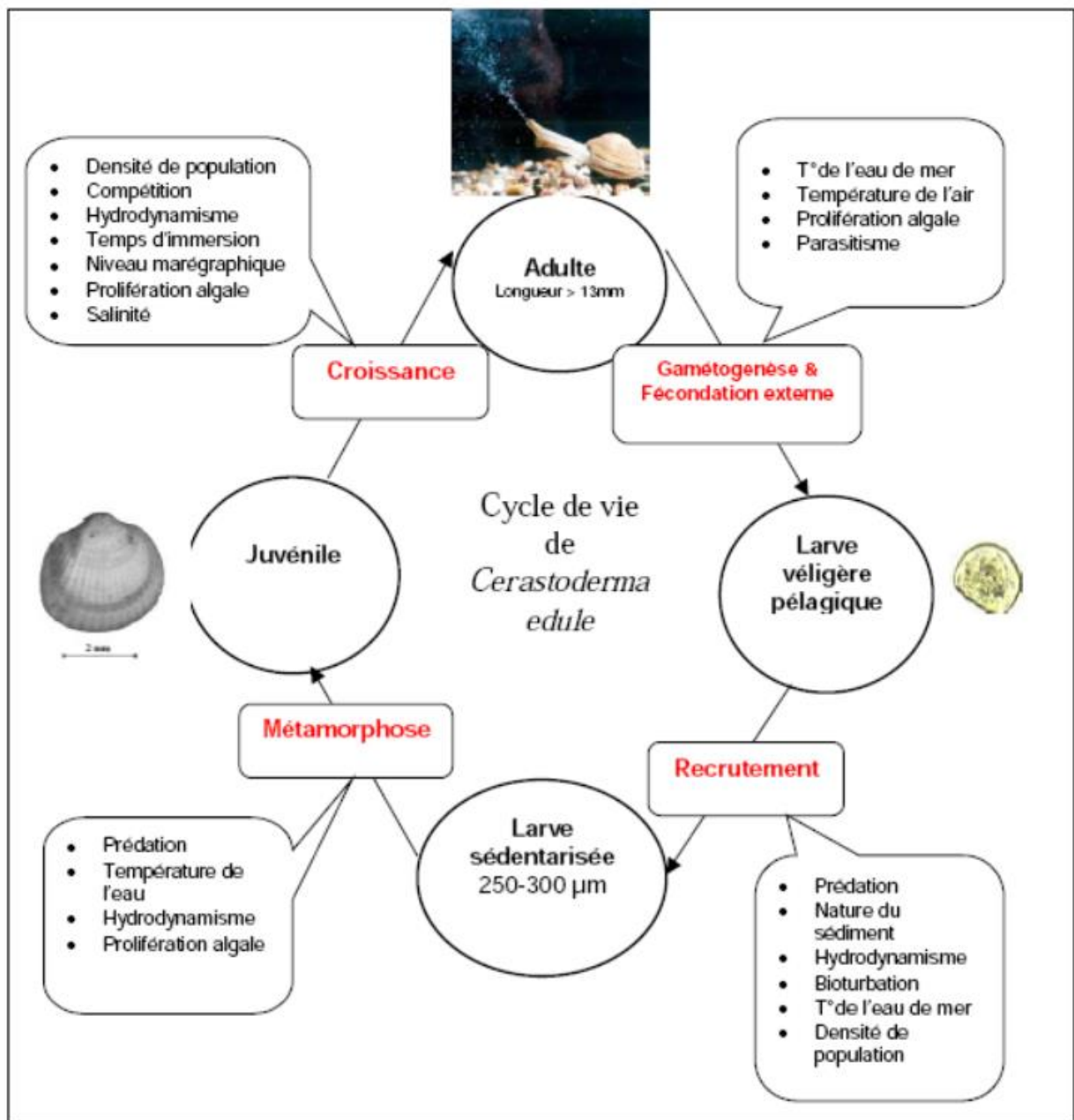


Figure 10 : Facteurs influençant les différentes étapes du cycle de vie de la coque, *Cerastoderma edule*. (d'après Bellamy *et al.*, 2009)

On peut regrouper ces facteurs en 4 grandes catégories :

- **Conditions de l'environnement naturel** : température (de l'eau et de l'air), salinité, substrat, bathymétrie, hydrodynamisme, niveau marégraphique, temps d'immersion...
- **Facteurs biotiques** : prédation, parasitisme, limitation de la nourriture,...
- **Dynamique de population** : mortalité naturelle, faible reproduction, faible croissance, faible vitalité, densité de coques...
- **Influences anthropiques** : pollution (dont prolifération algale = blooms)...

La mortalité des coques peut être le résultat de facteurs externes, notamment des facteurs physico-chimiques et biotiques tels que la concurrence pour la nourriture et l'espace, la mauvaise qualité de l'environnement ou l'élimination par les prédateurs. Les facteurs physiologiques internes peuvent également jouer un rôle et inclure les effets de la maladie, d'un mauvais état corporel et de la mortalité post-fraye. Les facteurs externes et internes qui peuvent affecter la santé et la survie des coques sont détaillés ci-après.

1) Conditions de l'environnement naturel

Tous les organismes vivent avec des seuils de tolérances pour chaque variable environnementale, comme la température et la salinité. Si ces variables augmentent ou diminuent, en dehors des limites de tolérance, les organismes subissent des effets néfastes sur leur santé ou leur cycle de développement (Wither *et al.*, 2012).

Température et Salinité

Après sa phase planctonique, la coque, pour se protéger de prédateurs et des vagues, s'enfouit dans les premiers centimètres du sédiment (à la verticale grâce à son pied). Elle est donc directement impactée par des hivers rigoureux ou des étés exceptionnellement chauds. Lorsque les températures ont atteint - 7°C en baie de Somme dans les années 85/86, une mortalité accrue des stocks en place a été observée (Desprez *et al.*, 1987). Cependant, le froid intense n'a pas d'influence négative sur la ponte : il stimule la reproduction (Hancock, 1973).

Kristensen (1958) a montré que le seuil de tolérance à une forte température était de 34°C et que le seuil léthal était à 36°C avec un optimum à 25°C. Dans cette étude, il a aussi été montré que le naissain compris entre 3 à 6 mm résistait mieux à de fortes températures que les adultes.

Les tempêtes peuvent aussi être la cause d'inondations, qui peuvent gravement affecter les coques par des changements drastiques de salinité : en apportant de l'eau douce la salinité va diminuer (Verdelhos *et al.*, 2015). En dessous du seuil de 10 ‰, la salinité est incompatible avec la survie des coques (Seed et Brown, 1977). De plus, l'épaisseur de la coquille est inversement proportionnelle à la salinité (Neri *et al.*, 1979), c'est-à-dire que plus la salinité est grande, plus la coquille est fragile et fine.

Qualité du substrat

La qualité du substrat est très importante dans le renouvellement des populations benthiques estuariennes, en particulier chez les bivalves (Ducrotoy *et al.*, 1987). Si le substrat évolue vers une distribution granulométrique non favorable, les gisements de coques même adultes peuvent disparaître (Franklin, 1972).

La survie des larves est aussi liée au substrat qui doit être en capacité de retenir l'eau et donc avoir une proportion adéquate de particules fines.

En baie de Somme, les sédiments sont fins et stables, mais s'il y a une perturbation et une évolution vers des sables grossiers, cela peut engendrer une élimination complète du gisement (Lafite, 1986). En conséquence, l'hydrodynamisme relié aux tempêtes a un rôle majeur sur les effectifs des jeunes recrues.

Niveau marégraphique et limitation alimentaire

Le niveau marégraphique où se trouvent les coques influe sur le temps d'immersion par les eaux marines. Les coques dépendent de l'accessibilité en oxygène dissous nécessaire à la respiration ainsi que du temps de nourrissage.

L'approvisionnement alimentaire est déterminé par trois facteurs principaux : la concentration de particules alimentaires dans l'eau, la vitesse de l'eau et le temps d'immersion (Kamermans, 1993). Une réduction significative du temps d'immersion (en raison de changements naturels ou anthropiques entraînant une localisation des coques sur des niveaux intertidaux plus élevés) réduit les taux de croissance des coques (Elliott, 1979). Cela se répercute sur le taux de mortalité ainsi que sur la fécondation et le recrutement des coques. L'optimum pour les coques est le niveau moyen de marées.

Étant donné la nature très productive des environnements estuariens (McLusky et Elliott, 2004), il est peu probable que la limitation des aliments entraîne des mortalités massives chez les coques et, par conséquent, à l'heure actuelle, ce facteur est considéré comme peu probable.

2) Facteurs biotiques

Prédation

Les principaux prédateurs de coques sont des oiseaux, des poissons, des crustacés tels que les crabes et les crevettes. Chaque espèce de prédateurs cible des tailles de coques spécifiques (Figure 11).

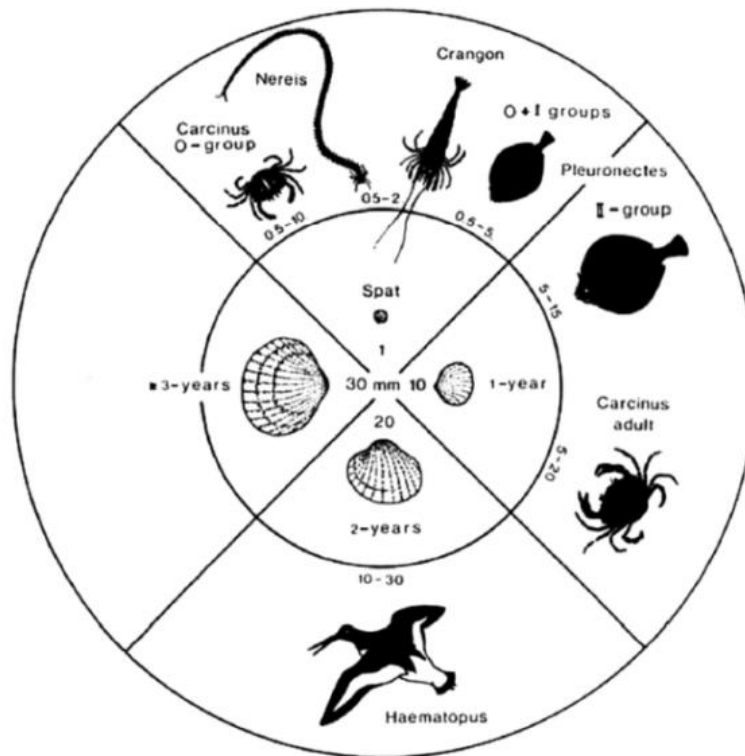


Figure 11 : Prédation des coques selon leur cycle de vie (d'après Burdon *et al.*, 2014)

Plusieurs auteurs se sont intéressés à la prédation qui intervient sur les juvéniles. En particulier, Reise (1985) et Triplet (1999) montrent clairement que la pression de prédation se concentre sur les premiers stades de développement de la coque et diminue progressivement au cours de la croissance. Les hivers rigoureux entraînent une diminution des populations de prédateurs épibenthiques de type crabe vert et crevette grise (Strasser *et al.*, 2003) favorisant ainsi la production de jeunes coques.

Parasites

Un large éventail de parasites, d'agents pathogènes biologiques et de commensaux affecte la santé individuelle et la population des coques, bien qu'il existe actuellement un manque de compréhension du lien entre l'infestation et la mortalité de masse (Longshaw et Malham, 2013). Il est probable que l'impact des parasites, des agents pathogènes et des commensaux peut indirectement contribuer à la mortalité de masse soit en affaiblissant les individus, soit en infectant des individus déjà stressés par un autre facteur ou une combinaison de facteurs.

Longshaw et Malham (2013) ont récemment passé en revue les parasites, les agents pathogènes et les commensaux des coques, dont ceux qui affectent *Cerastoderma edule*. Leur examen met en évidence un total de 50 parasites dont seulement certains sont impliqués dans des événements de mortalité.

Le macroparasite induisant la mortalité et le plus largement réparti dans les coques est *Gymnophallus choledochus* (trématode). Le microparasite inducteur de mortalité le plus récemment identifié est *Marteilia cochillia* (protozoaire), qui a été trouvé sur les côtes atlantiques et méditerranéennes d'Espagne (Carrasco *et al.*, 2013). En baie de Somme, il s'agit de *Vibrio aestuarianus* (bactérie). En effet, en 2012, 2015 et 2018, des mortalités importantes de coques (80 % du gisement) ont été constatées en quelques semaines sur les estuaires picards. Lors de ces mortalités anormales, le réseau REPAMO de l'IFREMER a été déclenché par les professionnels et des bactéries appartenant à l'espèce *Vibrio aestuarianus* ont été isolées des animaux moribonds.

3) Dynamique de population

La coque subit des cycles naturels, qui peuvent varier entre un et dix ans (Ducrotoy *et al.*, 1992). Ils sont régis par des périodes où les densités s'effondrent, se rétablissent et des phases plus constantes où les densités de coques plus élevées sont maintenues.

La densité a été décrite par de nombreux auteurs comme l'un des facteurs pouvant affecter à la fois la croissance et la mortalité des coques (et des autres bivalves). Malham *et al.* (2012), reconnaissent que le succès de la population de coques peut être influencé négativement par la compétition pour l'espace et la nourriture qui constituent des facteurs limitant pour la survie et la croissance des recrues (Franklin et Pickett, 1979). La monopolisation de l'espace par les coques adultes entraîne un manque d'espace disponible pour les recrues qui doivent s'installer ailleurs et par conséquent sur des secteurs potentiellement moins favorables.

Richardson *et al.* (1980) ont décrit l'influence de la densité sur la compétition pour l'espace, suggérant que les collisions entre individus à proximité immédiate font émerger les animaux à la surface des sédiments, ce qui les rend plus vulnérables aux prédateurs et plus sensibles aux conditions environnementales.

Des densités élevées de coques ont potentiellement un taux de croissance plus faible. Bien que les taux de croissance aient été affectés à la fois par la hauteur des marées (taux de croissance plus élevés à bas niveau d'eau) et par la densité (taux de croissance décroissants à mesure que la densité augmentait jusqu'à un point après lequel elle restait constante), aucune mortalité de masse n'a été observée (De Montaudouin et Bachelet, 1996).

Le cannibalisme, lorsque les coques adultes sont en grande densité, peut jouer un rôle important en réduisant la survie des larves et des jeunes recrues (Hancock, 1973). En effet, les adultes par leur activité de filtration consomment les larves qui sont donc perdues pour le renouvellement du stock.

En plus de cela, il y a une consommation accrue d'oxygène dans la couche limite du sédiment qui génère un risque d'anoxie (les coques sont des gros consommateurs d'oxygène) lorsque les densités sont très importantes.

4) Facteurs anthropiques

Les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement agricoles sont les principales sources de nutriments et de matières organiques dissoutes et particulaires dans les eaux estuariennes et côtières (Gray *et al.*, 2002). L'augmentation des charges de nutriments dans l'eau peut entraîner plusieurs signes et symptômes d'eutrophisation, dont l'un est la mortalité benthique (Elliott et de Jonge, 2002). Une réduction de la teneur en oxygène, conduisant potentiellement à une anoxie dans l'eau et les sédiments, a une influence majeure sur les coques et autres faunes benthiques. Un apport insuffisant d'oxygène dans la colonne d'eau génère des mortalités directes tandis qu'un manque d'oxygène dans le lit entraîne la migration de la couche de discontinuité potentielle redox, la séparation aérobie-anaérobie, vers la surface. Cela conduit au développement de populations macrobenthiques opportunistes et en conséquence à des changements le long du *continuum* Pearson et Rosenberg (Gray et Elliott, 2009).

Un effondrement de la population de coques dans la baie de Somme au cours de la période 1982 et 1985 est attribué à l'eutrophisation et à l'induction de l'anoxie (Desprez *et al.*, 1992 ; Rybarczyk, 1993). Les changements dans la communauté benthique sont résumés par une augmentation rapide de la densité du ver opportuniste *Pygospio elegans* (Spionidé) avec une absence de *Cerastoderma edule*. Le retour des coques (*C. edule*) est concomitant avec la disparition quasi complète du ver opportuniste.

Les Mollusques Bivalves marins, y compris les coques, sont bien connus pour être sensibles à une grande variété de substances toxiques directes présentes dans le milieu marin. Les substances toxiques peuvent influencer l'augmentation de l'incidence des maladies signalées chez les animaux marins, peut-être en induisant une immunosuppression qui, à son tour, compromettrait gravement la défense contre les parasites et les agents pathogènes (Wootton *et al.*, 2003).

En ce qui concerne les déchets dégradables, des mortalités massives de *Cerastoderma edule* ont été observées après un déversement majeur de pétrole, après l'échouement du Sea Empress en 1996 au large de la côte sud-ouest du pays de Galles (SEEEC, 1999). Parmi les polluants, les métaux lourds sont des contaminants dominants dans les environnements marins et estuariens et représentent un domaine de préoccupation croissant dans les domaines environnementaux. Bien que les substances toxiques et autres polluants persistants puissent nuire aux organismes marins, il existe peu de preuves indiquant qu'ils sont une cause directe de mortalité massive chez les coques.

C- Episodes de mortalité des coques dans les Hauts de France

Sur le littoral des Hauts-de-France, les principaux gisements de coques se trouvent dans les estuaires. On la trouve en quantités notables aux embouchures de la Canche, de l'Authie et de la Somme qui forment des estuaires de type « picard » grâce à leur hydrodynamisme (Figure 12). Par ailleurs, elle est plus rare sur la côte, bien que selon les années, des spots sont trouvés à Cayeux et à Quend-Plage comme en 2019 (année exceptionnelle pour la production de coques).

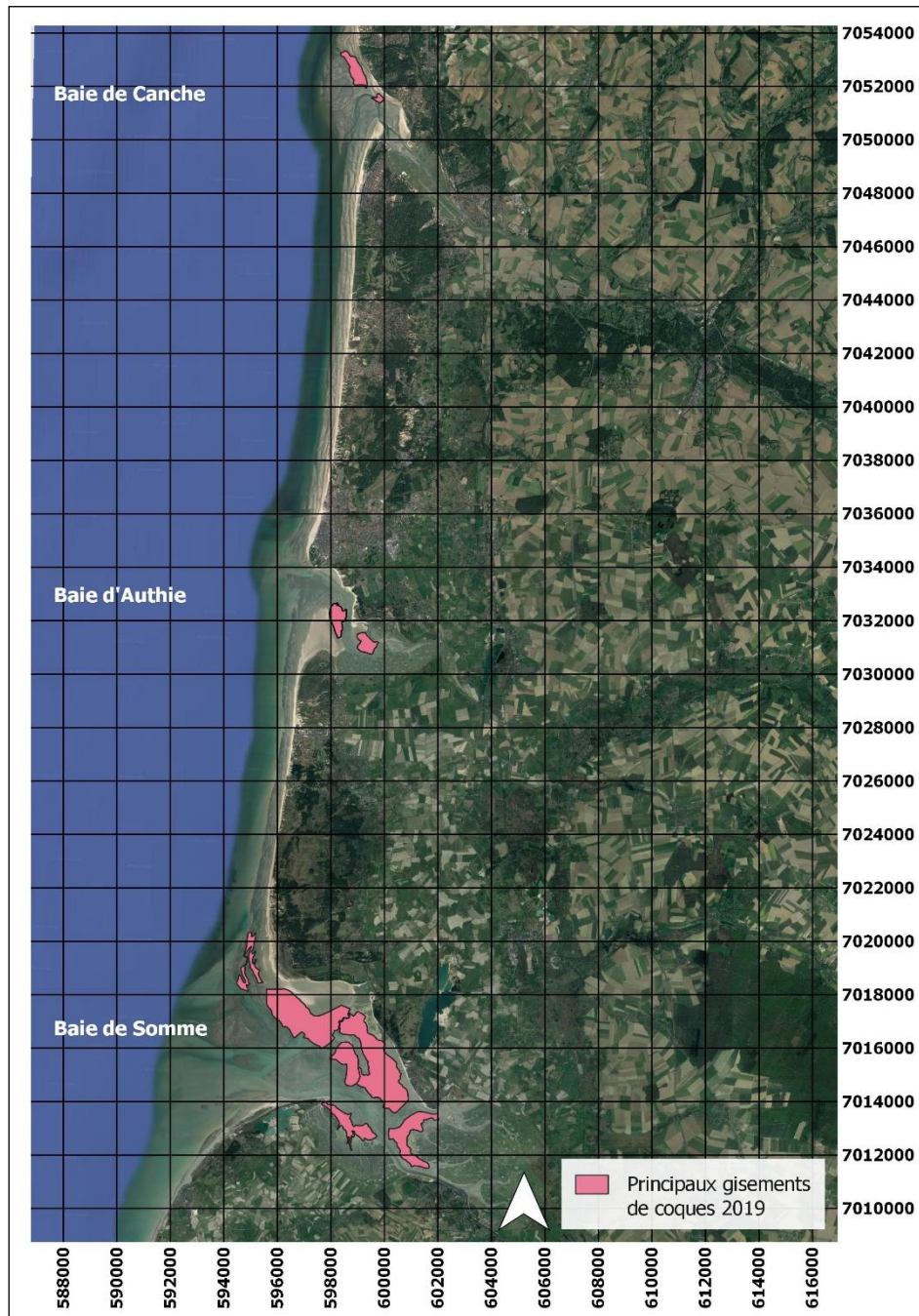


Figure 12 : Projection des principaux gisements de coques sur le littoral des Hauts-de-France, en 2019 (Lambert 93, en mètre) (© Gemel, source fond de carte : Ortho Littorale V2-MEDDE).

C'est dans ces sables vaseux que l'on retrouve les plus gros gisements de coques de France. Cependant, une très forte variation annuelle a généré des années fastes, ou miséreuses, dans la production de coques, posant la question de savoir si les gisements allaient perdurer dans le temps. Cette partie de la synthèse bibliographique est un bilan de la production de coques depuis les années 1900 jusqu'en 2020. L'accent est mis sur les épisodes de mortalité et leurs causes au sein des estuaires picards.

Au cours des années, différents suivis ont été réalisés sous l'égide des intervenants suivants et principalement du GEMEL :

- Lambert fait un bilan sur la production des gisements de coques entre 1902 et 1940 ;
- Desprez, Ducrotoy, Lemoine, Rybarczyk et Sueur qui en font la description entre 1960 et 1990 ;
- Bellamy en 2008 année à partir de laquelle le REPAMO (REseau de PATHologie des MOLLusques) est mis en place ;
- Ruellet de 2009 à 2017
- Rocroy de 2017 à 2020.

1) 1900 à 1940 (Lambert, 1943): mise en place d'une réglementation de pêche des coques suite à une exploitation intensive

En 1902, la production de coques est de 8000 tonnes pêchées. Puis, elle augmente en 1903 et 1904 (10600 tonnes et 12500 tonnes respectivement), date à partir de laquelle la production de coques baisse jusqu'en 1910 pour tomber à 4464 tonnes en 1910. Plusieurs facteurs concomitants expliquent cette baisse de production : envahissement des sables, exploitation intensive et hivers rigoureux.

Pour protéger la ressource et les métiers qui en découlent, des arrêtés règlent la pêche en baie de Somme à partir de 1905. Ils interdisent de traverser les gisements de coques en voitures attelées et ferment la pêche de mai à août (période considérée comme étant la durée de ponte). En revanche, aucune règle n'est prononcée sur la taille de capture, ni sur un quota spécifique de pêche. C'est problématique puisque si l'on enlève toutes les coques en capacité de se reproduire avant de fermer la pêche, à quoi cela sert-il de protéger la reproduction ?

Puis en 1912 et 1913 de belles récoltes de coques (18 et 20000 tonnes) sont réalisées, avant un nouvel épisode d'épuisement du stock en 1914. La guerre réduit ensuite considérablement la pêche qui reprend dès le retour de la paix.

De bons rendements en 1919 et 1920 sont recensés pour s'amoinrir en 1921 (2560 tonnes).

Cette baisse de rendement génère l'apparition du **décret du 18 mai 1921** qui fixe la taille marchande autorisée pour la pêche des coques à 25 mm, en deçà de laquelle il est interdit de récolter les bivalves.

1922 est de nouveau une année prospère avec 9600 tonnes de coques pêchées puis on retombe à 4400 tonnes en 1923. Les gisements trop exploités ont besoin de temps pour se renouveler, c'est pourquoi en 1931, une production « normale » oscille autour de 2500 tonnes de rendement.

En 1940, une nuée de pêcheurs s'abat sur les gisements de coques du littoral des Hauts-de-France. 690 autorisations sont délivrées, contre 40 à 50 au début des années 1900. Durant cette période, les réglementations ne sont plus respectées : fraude sur la dimension des coques, le nombre de fils des venettes ou sur leur grosseur. Suite à cela, une réglementation sur la quantité maximale par semaine de coques à extraire selon le nombre de pêcheurs est fixée.

Indépendamment des causes de destruction déjà énumérée, certaines sont spécifiques à la baie de Somme. Ce sont :

- **Les grands froids** : ils tuent les petites coques enfoncées peu profondément. En effet, l'eau de la baie peu salée (à cause de l'eau douce en amont provenant des rivières qui remplace l'eau de mer au jusant) peut à marée basse complètement geler les gisements de coques ;
- **La chaleur** : elle épuise les coques qui ne peuvent plus s'enfouir, et qui roulées par le flot, s'imprègnent de sable et finissent par mourir. Contrairement aux coques congelées qui reprennent ensuite leur vitalité ;
- **L'accès aux gisements des voitures attelées** : écrase de grosses quantités de coques par l'action des roues des voitures et des pieds des chevaux. L'interdiction réglementaire en vigueur, aux véhicules d'accéder aux gisements n'est pas respectée. Il est en effet difficile de respecter cette réglementation parce que la route est trop longue et la récolte trop lourde. Il est alors envisagé, afin de limiter cette perte de coques : (1) de jalonner des itinéraires et (2) d'indiquer de véritables routes, cheminements que les véhicules devraient suivre obligatoirement.

2) 1960 à 1988 (Desprez *et al.*, 1987a ; François Sueur, 1987 ; Desprez *et al.*, 1989 ; Ducrotoy *et al.*, 1987b) : Crise majeure liée aux vagues de froid et de chaleur

L'hiver rigoureux de 1963 permet d'observer une diminution simultanée des productions de coques en baie de Somme et sur tous les gisements en Europe. Il est difficile de mettre en évidence les facteurs climatiques exceptionnels à l'échelle internationale.

Un **arrêté ministériel du 17 février 1965** fixe la taille marchande minimale des coques à 30 mm (plus grande longueur).

Deux éléments permettent de mettre en évidence la diminution des stocks de coques en baie de Somme : l'évolution interannuelle du tonnage de coques commercialisables et celle des surfaces occupées par les populations de ce bivalve. D'importantes fluctuations interannuelles entre 1970 et 1990 caractérisent la récolte (Figure 13).

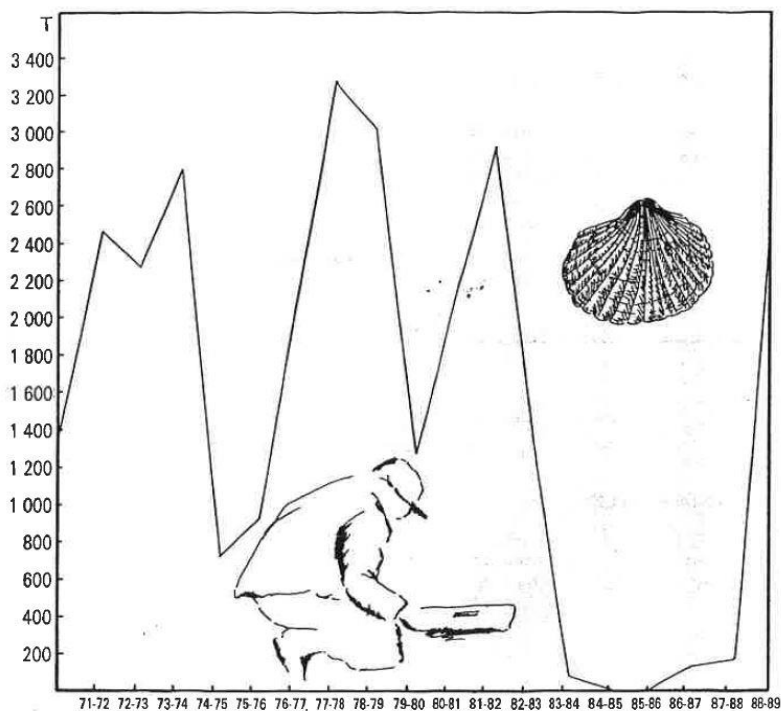


Figure 13 : Evolution interannuelle du tonnage de coques ramassées en baie de Somme en vue de leur commercialisation années 1971-1989 (Triplet, 1991)

Depuis 1971, la commercialisation des coques s’effectue après le passage dans une station d’épuration afin d’éviter tout risque de contamination virale ou bactériologique. Ce passage permet de connaître avec précision les tonnages de coques commercialisables.

En 1975-76, en baie de Somme comme au Pays de Galles, une nouvelle crise de la production de coques se produit alors qu’elle ne se retrouve pas sur les autres pays européens. On tombe à 600 tonnes de coques pêchées au lieu des 2500-3000 tonnes de production « normale ». S’en suit un réensemencement de naissain afin de faciliter la restauration des gisements de coques en baie de Somme puisque c’est au niveau du recrutement qu’apparaissent les indices les plus graves de perturbation de la dynamique des coques.

Durant les étés 1982 et 1983 en baie de Somme, on enregistre des *maxima* de températures de surface de sédiment qui atteignent 40°C. Ces années sont caractérisées par de fortes mortalités estivales d’adultes et par de très mauvais recrutements (Lemoine et *al.*, 1988). Une hypothèse de ces mauvais recrutements réside dans une mortalité importante des larves lors de leur implantation dans le sédiment. Les indices de conditions mettent en évidence qu’une ponte a bien lieu et donc que le problème vient après.

De nombreux facteurs tant physiques (température, niveau marégraphiques, déshydratation du sédiment), que biologiques (compétition, consommation par les espèces suspensivores y compris les adultes de la même espèce), interviennent dans la mortalité des larves qui représentent une étape particulièrement critique du processus de recrutement des bivalves.

En 1984, on fait face à une nouvelle crise de la pêche, avec un effondrement des stocks de coques. On réalise alors la même démarche de réensemencement en naissain de coques qu'en 1976, mais il n'aboutit pas à une reconstitution des ressources. Même si le recrutement revient ensuite à la normale en 1985, il ne reste en été 1986 que de rares individus adultes (de taille inférieure à 25 mm).

Le trait le plus caractéristique de la dynamique de populations de coques de la baie de Somme de 1981 à 1986 est la mortalité alarmante des adultes en 1982 et 1983 et surtout celle des jeunes recrues nées en 1985 et 1986 empêchant tout rétablissement du gisement et par la suite toute perspective de retour à une exploitation « normale ».

De plus, les trois hivers de 1984-85, 1985-86, 1986-87 sont caractérisés par des vagues de froid durant plusieurs décades, inhabituelles pour la région. Cela nuit à la survie des populations de coques où environ 94 % des individus sont mourants. Ce qui rejoint les observations de Kristensen (1957) et Lemoine *et al.* (1988) qui signalaient que des températures inférieures à -7°C durant plusieurs jours affectaient gravement le bivalve.

En revanche, le froid n'a pas d'impact négatif sur la ponte puisqu'au contraire il stimule la production en synchronisant les émissions de gamètes des deux sexes et en assurant une meilleure fertilité (Hancock, 1972). La qualité des recrutements observés en 1985 et 1986 confirme pleinement ces conclusions.

Dès la mi-juillet 1987, une très forte mortalité des jeunes coques (taille comprise entre 6 et 8 mm de long) est constatée. La coquille de ces individus forme des accumulations au niveau des petites anses. Plusieurs hypothèses sont avancées face à cette forte mortalité : causes naturelles en relation avec les effectifs de coques présents très importants ; pollutions dont l'origine resterait à déterminer ; hydrodynamisme conséquent.

La saison 1988-1989 permet enfin une meilleure récolte (2400 tonnes).

3) 1989 à 2009 (Desprez *et al.*, 1992 ; Rybarczyk *et al.*, 1999 ; Spilmont *et al.*, 2009) : Mise en évidence de phénomènes d'eutrophisation qui entraînent des mortalités massives

La fin juin 1989 se caractérise par des mortalités massives de coques (l'odeur de putréfaction des chairs alarme les riverains de la baie). Ces mortalités sont localisées dans l'espace et le temps, cela suggère qu'elles ne sont pas dues à une perturbation climatique mais principalement à la qualité de l'eau. La proximité des arrivées d'eau douce par rapport aux zones touchées par la mortalité, laisse envisager un apport continental néfaste. Cependant, la concomitance avec les températures élevées au début de l'été est également à prendre en considération comme facteur amplificateur des mortalités.

Un phénomène d'eutrophisation sur le littoral picard permet d'entrevoir la possibilité d'une asphyxie par manque d'oxygène dans des lentilles d'eau qui se seraient déplacées au jusant. L'abondance du plancton à cette époque corrobore cette hypothèse, sachant que la dégradation de la matière organique en excès a pu favoriser une demande importante en gaz respiratoire. L'hypothèse d'eutrophisation formulée pour expliquer la crise est confirmée lors des études menées en 1989 sur la qualité physico chimique et bactériologique de l'eau dans le cadre du projet EXELSOM.

La coque est l'espèce en baie de Somme ayant le plus gros besoin en oxygène. Son métabolisme respiratoire est perturbé dès 25°C, ce qui indique qu'elle est sensible aux variations de la teneur en oxygène de l'eau (Wilson ,1997). Les causes d'asphyxie induisant une mortalité, peuvent être multiples : surdensité de coques, blooms phytoplanctoniques liés à un enrichissement en matière organique et nutriments (favorisés par une élévation des températures), eau pauvre en oxygène liée aux lentilles d'eau, ...

Dans son étude parut en 2009, Spilmont *et al.* montrent l'impact des blooms printaniers sur les communautés benthiques estuariennes. *Phaeocystis globosa* est l'une des trois espèces de *Phaeocystis* qui participent à la formation de blooms phytoplanctoniques qui bien que n'étant pas toxiques, affectent considérablement les processus biogéochimiques dans les sédiments de surface. Ces efflorescences sont souvent renforcées par l'eutrophisation. Au cours des suivis de 1999 à 2005, Spilmont observe en mai 2001 qu'il y a eu une très forte efflorescence en baie de Canche. Dans ces sédiments estuariens, l'impact le plus important est la formation d'une croûte à la surface des sédiments due au séchage de la mousse (produit de dégradation des cellules actives de *Phaeocystis*). Cela conduit à des conditions anoxiques dans les sédiments de surface et entraîne une mortalité élevée parmi la communauté benthique. Certains organismes ont également tendance à migrer vers le haut et sont alors directement accessibles au niveau trophique supérieur représenté par les oiseaux. Même si les coques ne sont pas ici clairement mentionnées, ce phénomène peut entraîner de la même façon leur mortalité.

4) 2008 à 2020 (Bellamy *et al.*, 2008 ; Ruellet, 2012 et 2015 ; Rocroy, 2016, 2017 et 2018) : Impact de la bactérie *Vibrio aestuarianus* dans la perte des gisements de coques sur le littoral des Hauts-de-France

On recense sur deux zones concentrées sur 2 ha, une mortalité élevée de coques en mai 2008. Elle est localisée dans deux secteurs à CH'4 et au Voie de Rue avec respectivement 99,7 % (individus de taille comprise entre 20 et 36 mm) et 93,2 % (individus de taille comprise entre 22 et 30 mm) de mortalité alors que la mortalité naturelle moyenne est estimée à environ 8,5 %.

Puis en juin 2008, une autre mortalité de coques adultes est déclarée sur le gisement du Crotoy. D'après les résultats du REPAMO (REseau de Pathologie des Mollusques), l'hypothèse infectieuse ne peut pas être retenue comme cause de cet épisode de mortalité parce qu'il n'y a pas de bactérie dans les coques testées. Le REPAMO, est un réseau de surveillance de l'état de santé des mollusques du littoral français métropolitain, qu'ils soient sur des gisements naturels ou en élevage. Il assure une mission réglementaire et une activité de service public déléguée par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche à travers la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (jusqu'au 30 juin 2008), puis de la DGAL (à partir du 1^{er} juillet 2008). Il répond aux exigences réglementaires, en particulier à celles de la Directive 2006/88/CE (entrant en vigueur le 1^{er} août 2008 et abrogeant à cette date les Directives 91/67/CEE et 95/70/CE) relative aux conditions de police sanitaire applicables aux animaux et aux produits d'aquaculture, et relative à la prévention de certaines maladies chez les animaux aquatiques et aux mesures de lutte contre ces maladies.

Les variations de production de coques entre 2010 et 2020 sont données dans le Tableau 1. On y constate une forte baisse en 2012-13 et en 2015-16.

Tableau 1 : Quantité de coques (en tonnes) déclarée pêchées en baie de Somme par les professionnel (Données AFMARES). Les saisons vont du 1^{er} mai de l'année N au 30 avril de l'année N+1.

Saisons	Pêche professionnelle de coques entre le 1er mai et le 30 avril (tonnes)
2010-2011	2912
2011-2012	1684
2012-2013	260
2013-2014	562
2014-2015	2023
2015-2016	281
2016-2017	Pas données
2017-2018	2915
2018-2019	741
2019-2020	4871

En effet, un autre épisode de mortalité a lieu entre le 15 et le 19 août 2012 durant lequel 80 à 99 % des coques meurent selon les secteurs de la baie de Somme. Cet épisode de mortalité est dû aux fortes chaleurs enregistrées pendant la ponte estivale, moment durant lequel les individus sont affaiblis. La mortalité touche toutes les classes de taille et donc tous les âges, impactant l'année 2013 car même si le gisement se régénère, les individus n'auront pas la taille exploitable. Ici encore des échantillons de coques sont envoyés au REPAMO. Des bactéries appartenant à l'espèce *Vibrio aestuarianus* ont été isolées de coques moribondes. Il s'agit d'une première détection de cette bactérie chez des coques en France. Toutes les coques contaminées ne meurent pas, mais elles deviennent instables et moins résistantes.

En 2015, il y a une grande prolifération du ver *Pygospio elegans* en baie de Somme sur les zones de CH'4 et du Crotoy. Les banquettes formées augmentent le niveau moyen du sol, rendant les zones peu propices à la croissance des coques, mais n'empêchant pas leur survie. Il n'y a pas de ponte printanière ce qui va engendrer des problèmes d'exploitabilité en 2016. On note un épisode de mortalité à CH'4 durant l'été (81 % des coques) due à *Vibrio aestuarianus*. Les gisements du Hourdel et du Crotoy sont inexploitablement parce que les densités de coques sont trop faibles.

L'attention est attirée sur le fait que la taille légale de capture des coques doit être supérieure ou égale à 30 mm dans la plus grande longueur. Mais vu les fortes mortalités de 2015, la question d'une taille légale de pêche à 27 mm est posée. C'est l'arrêté préfectoral du 10 octobre 2016 qui fait passer la taille légale de capture des coques à 27 mm.

Lors de la commission de visite du 6 juin 2016, une mortalité très élevée sur le gisement du Sud de la baie d'Authie (Fort Mahon) est constatée au cœur du gisement, là où les densités de coques sont très élevées. Cette mortalité fait l'objet d'une procédure REPAMO montrant que les causes ne sont ni virologiques, ni bactériologiques, mais plutôt dues à une très forte densité de coques dépassant la capacité de charge du milieu.

Le 22 mai 2017, jour de la commission de visite pour l'ouverture de la zone pour la pêche à pied sur le gisement du Sud de la baie d'Authie (Fort Mahon), un épisode de mortalité est à nouveau constaté. L'épisode de chaleur (environ 27°C) qui a lieu en amont couplé à une très forte densité de coques est certainement la cause de cette mortalité.

En 2018, du 14 au 20 mai, une hausse de la mortalité est constatée sur les gisements de la commune de Fort Mahon en Baie d'Authie (31 %) et sur la commune du Crotoy en Baie de Somme Nord. Durant cette semaine, des échantillons de coques saines et moribondes sont envoyés au REPAMO pour analyses : 8 coques sur 10 sont infectées par le *Vibrio aestuarianus*, probable raison de la mortalité, à laquelle s'ajoute pour Fort Mahon une densité trop importante de coques, arrivant probablement à la capacité de charge maximale de la zone. L'élément déclencheur de cet épisode de mortalité est certainement le pic de chaleur (environ 26°C) anormalement élevé pour la saison qui se produit en période de morte eau, c'est-à-dire que pour le secteur, la basse mer est aux heures où le soleil est au zénith.

Un autre épisode de mortalité sur le gisement du Fort Mahon se produit début août 2018, lié cette fois-ci à un phénomène d'eutrophisation durant lequel un développement d'algues vertes est observé.

Conclusions

La coque est une espèce ayant un fort intérêt écologique et se trouve au centre de chaînes trophiques complexes. En effet, ce bivalve qui consomme du plancton, de la matière organique en suspension ou des algues vertes est en même temps la proie de nombreux prédateurs dont des crustacés, des poissons (*e.g.* poissons plats), mais surtout des oiseaux et plus particulièrement des limicoles (Sanchez-Salazar *et al.*, 1987 ; Rolet *et al.*, 2014). De par sa position dans les chaînes trophiques, sa perte ou diminution pourrait engendrer des répercussions fortes sur ces prédateurs notamment les oiseaux (*e.g.* huître-pie ; Triplet *et al.*, 1999) et donc une perte de biodiversité à l'échelle locale.

Ce mollusque est précieux pour les pêcheries européennes, la production de capture atteignant plus de 100 000 tonnes par an dans les années 80 et au début des années 90. Cependant, la production de coques a depuis diminué, avec une récolte de 24 626 tonnes en 2017 en Europe (FAO, 2018). La taille et le taux de chair des coquillages se dégradent également sur certains gisements et engendrent une diminution de la qualité des coquillages, qui se répercute sur les prix de vente. Depuis plusieurs années, des épisodes de mortalités massives touchent de plus en plus de gisements. Les professionnels sont habitués à ces événements mais leur répétition fragilise l'activité.

En 1965, dans l'étude d'Hancock et Urquhart sur un gisement de coques exploité au Sud du Pays de Galles (Burry Inlet), les analyses montrent que sur une année, la mortalité totale du gisement est de 85 %, dont la perte due à la pêche n'est que de 14 %.

Les études menées précédemment par le GEMEL ont montré que l'exploitation traditionnelle du gisement de coques était favorable au site dans le sens où il limite la compétition intraspécifique pour l'espace. Autrement dit, les prélèvements par pêche permettent de réduire les effets négatifs d'une sur-densité d'individus adultes.

La fréquence des perturbations climatiques devrait augmenter au cours des prochaines décennies (Beniston *et al.*, 2007), ce qui est préoccupant pour les populations de coques. La distribution géographique de *C. edule* devrait se contracter en réponse au changement climatique (Singer *et al.*, 2017) et son aire de répartition pourrait se déplacer vers le nord en réponse à l'augmentation des températures (Verdelhos *et al.*, 2015).

Le changement climatique peut également avoir un impact sur les interactions parasite-hôte chez les animaux aquatiques, ce qui peut à son tour créer des problèmes en raison d'une cascade à travers les réseaux trophiques (Marcogliese, 2008).

Des changements dans la reproduction des coques ont déjà été observés du fait de la variabilité du climat : les hivers froids provoquant une accélération et un allongement de la durée de la gamétogenèse (Morgan *et al.*, 2013).

Le réchauffement climatique, en combinaison avec l'acidification des océans, c'est-à-dire avec une pCO₂ élevée, peut également réduire la vitalité de *C. edule* (Ong *et al.*, 2017) : une pCO₂ élevée diminue le pH de l'eau, ce qui entraîne de ce fait une baisse de la calcification de la coquille puisque le calcium de la coquille des coques provient directement de l'environnement et non de l'alimentation.

Il est essentiel de comprendre les changements à long terme des espèces pour élaborer des politiques et planifier des stratégies de conservation à long terme (Engelhard *et al.*, 2016). Il vaut mieux déterminer quand les mortalités se produisent avant qu'elles ne soient trop sévères, pour éviter les *scénarii* de gestion de crise (Patton *et al.*, 1998).

Bibliographie

- Anonyme, 1995. Etude sédimentologique de la Baie de Somme. Rapp. Conseil Général de la Somme. (Rapport pour le Conseil Général de la Somme). SOGREAH Ingénierie, Paris (France).
- Anthony, E., Marion, C., Bastide, J., Dobroniak, C., Dolique, F., Alain, T., 2005. Rapid “forced” sandy accretion of small macrotidal estuaries in Northern France : The Somme, Authie and Canche estuaries.
- Baggerman, B., 1954. Spatfall and Transport of *Cardium edule* L. Archives Néerlandaises de Zoologie 10, 315–342. <https://doi.org/10.1163/036551653X00042>
- Baird, D., Milne, H., 1981. Energy flow in the Ythan estuary, Aberdeenshire, Scotland. Estuarine, Coastal and Shelf Science 13, 455–472. [https://doi.org/10.1016/S0302-3524\(81\)80041-2](https://doi.org/10.1016/S0302-3524(81)80041-2)
- Bastide, J., 2011. Morphodynamique et enjeux d’aménagements des franges littorales d’un estuaire macrotidal tempéré : la baie de Somme, Picardie, France. (Thèse de Doctorat). Université du Littoral Côte d’Opale.
- Bellamy, E., Lefebvre, A., Mahé, K., 2008. Mortalité de Coques (*Cerastoderma edule*) observée en baie de Somme en mai 2008. 40.
- Bellamy, E., Lefebvre, A., Mahé, K., de Rafélis, M., 2009. Croissance de la coque (*Cerastoderma edule*) en baie de Somme. Morphométrie et marquage (No. RST/LER.BL/09.04). IFREMER, Boulogne-sur-Mer (France).
- Beniston, M., Stephenson, D.B., Christensen, O.B., Ferro, C.A.T., Frei, C., Goyette, S., Halsnaes, K., Holt, T., Jylhä, K., Koffi, B., Palutikof, J., Schöll, R., Semmler, T., Woth, K., 2007. Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. Climatic Change 81, 71–95. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9226-z>
- Berke, S.K., Jablonski, D., Krug, A.Z., Roy, K., Tomasovych, A., 2013. Beyond Bergmann’s rule: size-latitude relationships in marine Bivalvia world-wide: Size-latitude trends in bivalves. Global Ecology and Biogeography 22, 173–183. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2012.00775.x>
- Boyden, C.R., 1972. Relationship of Size to Age in the Cockles *Cerastoderma edule* and *Glaucum* from the River Crouch Estuary, Essex. Journal of Conchology 27, 475–489.
- Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., Wither, A., 2014. Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle *Cerastoderma edule* (L.). Estuarine, Coastal and Shelf Science 150, 271–280.
- Carrasco, N., Hine, P.M., Durfort, M., Andree, K.B., Malchus, N., Lacuesta, B., González, M., Roque, A., Rodgers, C., Furones, M.D., 2013. *Marteilia cochillia* sp. nov., a new *Marteilia* species affecting the edible cockle *Cerastoderma edule* in European waters. Aquaculture 412–413, 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.07.027>

- Cloern, J., 1982. Does the Benthos Control Phytoplankton Biomass in South San Francisco Bay? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 9, 191–202. <https://doi.org/10.3354/meps009191>
- Dalrymple, R.W., Choi, K., 2007. Morphologic and facies trends through the fluvial–marine transition in tide-dominated depositional systems: A schematic framework for environmental and sequence-stratigraphic interpretation. *Earth-Science Reviews* 81, 135–174. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2006.10.002>
- Dame, R.F., 2011. *Ecology of Marine Bivalves: An Ecosystem Approach*, Second Edition, CRC Press. ed.
- de Montaudoin, X., Bachelet, G., 1996. Experimental evidence of complex interactions between biotic and abiotic factors in the dynamics of an intertidal population of the bivalve *Cerastoderma edule*. *Oceanologica Acta* 19, 449–463.
- Desprez, M., Ducrotoy, J.-P., Elkaïm, B., 1987. Crise de la production des coques (*Cerastoderma edule*) en baie de Somme. 1. Synthèse des connaissances biologiques. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* 49, 215–230.
- Desprez, M., Rybarczyk, H., Wilson, J.G., Ducrotoy, J.-P., Sueur, F., Olivesi, R., Elkaim, B., 1992. Biological impact of eutrophication in the bay of Somme and the induction and impact of anoxia. *Netherlands Journal of Sea Research, Proceedings of the 26th European Marine Biology Symposium Biological Effects of Disturbances on Estuarine and Coastal Marine Environments* 30, 149–159. [https://doi.org/10.1016/0077-7579\(92\)90054-I](https://doi.org/10.1016/0077-7579(92)90054-I)
- Ducrotoy, J.-P., Desprez, M., Elkaïm, B., 1987. Crise de la production des coques (*Cerastoderma edule*) en Baie de Somme. II: Impact de la dynamique biosédimentaire. *Rev. trav. Inst. pêches marit* 49, 231–241.
- Ducrotoy, J.-P., Rybarczyk, H., Desprez, M., 1992. Approche de la dynamique de la matière organique dans un estuaire macrotidal : la baie de Somme. France (Rapport pour le Conseil Régional de Picardie No. 1), *Rapports Scientifiques du G.E.M.E.L. GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France)*.
- Dupont, J.-P., 1981. Relations entre bios et phénomènes sédimentaires intertidaux : le modèle de la baie de Somme (Thèse de Doctorat). Université de Rouen - Haute-Normandie, Rouen (France).
- Edwards, R., White, I., 1999. The Sea Empress Oil Spill: Environmental Impact and Recovery. *International Oil Spill Conference Proceedings* 1999, 97–102. <https://doi.org/10.7901/2169-3358-1999-1-97>
- Elliott, M., Jonge, V.N. de, 2002. The management of nutrients and potential eutrophication in estuaries and other restricted water bodies. *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1023/A:1020372316420>

- Engelhard, G.H., Thurstan, R.H., MacKenzie, B.R., Alleway, H.K., Bannister, R.C.A., Cardinale, M., Clarke, M.W., Currie, J.C., Fortibuoni, T., Holm, P., Holt, S.J., Mazzoldi, C., Pinnegar, J.K., Raicevich, S., Volckaert, F.A.M., Klein, E.S., Lescrauwaet, A.-K., 2016. ICES meets marine historical ecology: placing the history of fish and fisheries in current policy context. *ICES Journal of Marine Science : journal du conseil* 73, 1386–1403. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv219>
- Evans, S., 1977. Growth, production, and biomass release of a non-stable population of *Cardium edule* L. (Bivalvia). *Zoon* 5, 133–141.
- FAO Fisheries & Aquaculture - Species Fact Sheets - *Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758) [WWW Document], n.d. URL <http://www.fao.org/fishery/species/3535/en> (accessed 4.9.20).
- Fernandez Castro, N., Le Pennec, M., 1987. Modalités de la reproduction de *Cerastoderma edule* dans le nord-Bretagne en 1986 et 1987. IFREMER.
- Franklin, A., 1972. The cockle and its fisheries. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Fisheries Laboratory, Burnham on Crouch, Essex.
- Franklin, A., Pickett, G.D., 1978. Studies on the indirect effects of fishing on stocks of cockles, *Cardium edule*, in the Thames Estuary and Wash. Great Britain Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
- Francois, C., Garcia, C., Arzul, I., Miossec, L., Joly, J.-P., Chollet, B., Ferrand, S., Robert, M., Omnes, E., Cobret, L., Tourbiez, D., Faury, N., Haffner, P., Saulnier, D., Pépin, J.-F., Renault, T., 2009. Bilan 2008 du réseau REPAMO - Réseau national de surveillance de la santé des mollusques marins. IFREMER.
- Garcia, C., François, C., Renault, T., Lupo, C., n.d. Compte-rendu des journées de la surveillance de la santé des mollusques marins 2013. 17.
- Gibson, R.N., 2001. *Oceanography and Marine Biology, An Annual Review, Volume 39: An Annual Review*: CRC Press.
- Gray, J., Elliott, M., 2009. *Ecology of Marine Sediments: From Science to Management*.
- Gray, J.S., Wu, R.S., Or, Y.Y., 2002. Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Marine Ecology Progress Series* 238, 249–279. <https://doi.org/10.3354/meps238249>
- Guillou, J., Bachelet, G., Desprez, M., Ducrotoy, J.-P., Madani, I., Rybarczyk, H., Sauriau, P.-G., Sylvand, B., Elkaim, B., Glermarec, M., 1990. Les modalités de la reproduction de la coque (*Cerastoderma edule*) sur le littoral français de la Manche et de l'Atlantique. *Aquat. Living Resour.* 3, 29–41. <https://doi.org/10.1051/alr:1990003>
- Hancock, D.A., 1973. The relationship between stock and recruitment in exploited invertebrates. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer.* 164, 113–131.

- Hancock, D.A., Urquhart, A.E., 1965. The determination of natural mortality and its causes in an exploited population of cockles (*Cardium edule* L.) Fishery Invest. Lond. Ser. 2 24, 1–40.
- Hancock, D.A., 1967. Growth and Mesh Selection in the Edible Cockle (*Cardium edule* L.). Journal of Applied Ecology 4, 137–157. <https://doi.org/10.2307/2401414>
- Hancock, D.A., Franklin, A., 1972. Seasonal Changes in the Condition of the Edible Cockle (*Cardium edule* L.). Journal of Applied Ecology 9, 567–579. <https://doi.org/10.2307/2402454>
- Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe, n.d. , Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe. Oxford University Press.
- Jacob, D.E., Soldati, A.L., Wirth, R., Huth, J., Wehrmeister, U., Hofmeister, W., 2008. Nanostructure, composition and mechanisms of bivalve shell growth. Geochimica et Cosmochimica Acta 72, 5401–5415. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2008.08.019>
- Jensen, K.T., 1993. Density-dependent growth in cockles (*Cerastoderma edule*): evidence from interannual comparisons. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 73, 333–342. <https://doi.org/10.1017/S0025315400032896>
- Jouanneau, N., 2013. Caractérisation de la dispersion de traceurs passifs dans un écoulement côtier soumis à un régime macrotidal: Étude d’impact de la dynamique sur la qualité de l’eau le long du littoral du Nord-Pas de Calais et de la Picardie (Thèse de Doctorat). Université du Littoral Côte d’Opale.
- Kamermans, P., 1993. Food limitation in cockles (*Cerastoderma edule* (L.)): Influences of location on tidal flat and of nearby presence of mussel beds. Netherlands Journal of Sea Research 31, 71–81. [https://doi.org/10.1016/0077-7579\(93\)90019-0](https://doi.org/10.1016/0077-7579(93)90019-0)
- Kingston, P., 1974. Some Observations on the Effects of Temperature and Salinity Upon the Growth of *Cardium Edule* and *Cardium Glaucum* Larvae in the Laboratory. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 54, 309–317. <https://doi.org/10.1017/S0025315400058562>
- Kristensen, I., 1958. Differences in Density and Growth in a Cockle Population in the Dutch Wadden Sea. Archives Néerlandaises de Zoologie 12, 351–453. <https://doi.org/10.1163/036551658X00038>.
- Lafite, R., 1986. Etude sédimentologique de la baie de Somme.
- Lambert, L., 1943. La coque (*Cardium edule* L.). Revue des Travaux de l’Institut des Pêches Maritimes 13.
- Lemoine, M., Desprez, M., Ducrotoy, J.-P., 1988. Exploitation des ressources en bivalves de la baie de Somme : Aménagement de la pêche à pied et état de la ressource en coques, IFREMER, GEMEL. ed.

- Levin, L.A., Boesch, D.F., Covich, A., Dahm, C.N., Erseus, C., Ewel, K.C., Kneib, R.T., Moldenke, A., Palmer, M.A., Snelgrove, P., Strayer, D., Weslawski, J.M., 2001. The function of marine critical transition zones and the importance of sediment biodiversity. *Ecosystems*.
- Longshaw, M., Malham, S., 2015. A review of the infectious agents, parasites, pathogens and commensals of European cockles (*Cerastoderma edule* and *C.glaucum*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 93, 227–247.
- Loquet, N., 2001. Dynamique des échanges et modélisation de la production primaire dans un écosystème côtier macrotidal en Manche orientale. La Baie de Somme (Thèse de Doctorat). Université Paris VI, Paris (France).
- MacKenzie, C.L., Burrell, V.G., Rosenfield, A., Hobart, W.L., 1997. The History, Present Condition, and Future of the Molluscan Fisheries of North and Central America and Europe. *Technical Reports of the Fishery Bulletin*. 3, 244.
- Malham, S.K., Hutchinson, T.H., Longshaw, M., 2012. A review of the biology of European cockles (*Cerastoderma spp.*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92, 1563–1577. <https://doi.org/10.1017/S0025315412000355>
- Marcogliese, D.J., 2008. The impact of climate change on the parasites and infectious diseases of aquatic animals. *Rev. - Off. Int. Epizoot.* 27, 467–484.
- McLusky, D.S., 1981. *The Estuarine Ecosystem (Tertiary Level Biology)* - AbeBooks - McLusky, Donald S: 0216911168.
- McLusky, D.S., Elliott, M., 2004. *The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats and Management*, Third Edition. ed. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Moreira, F., 1995. The winter feeding ecology of Avocets *Recurvirostra avosetta* on intertidal areas. I. Feeding strategies. *Ibis* 137, 92–98. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1995.tb03224.x>
- Morgan, E., O' Riordan, R.M., Culloty, S.C., 2013. Climate change impacts on potential recruitment in an ecosystem engineer. *Ecol Evol* 3, 581–594. <https://doi.org/10.1002/ece3.419>
- Neri, R., Schifano, G., Papanicolaou, C., 1979. Effects of salinity on mineralogy and chemical composition of *Cerastoderma edule* and *Monodonta articulata* shells. *Marine Geology* 30, 233–241. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(79\)90017-3](https://doi.org/10.1016/0025-3227(79)90017-3)
- Ong, E.Z., Briffa, M., Moens, T., Van Colen, C., 2017. Physiological responses to ocean acidification and warming synergistically reduce condition of the common cockle *Cerastoderma edule*. *Mar. Environ. Res.* 130, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.07.001>
- Ottaway, B., Parker, M., McGrath, D., Crowley, M., 1979. Observation on a bloom of *Gyrodinium aureolum* Hulbert on the south coast of Ireland, summer 1976, associated with mortalities of littoral and sub-littoral organisms.

- Parada, J., Molaes, J., 2008. Natural mortality of the cockle *Cerastoderma edule* (L.) from the Ria of Arousa (NW Spain) intertidal zone. *Revista de Biología Marina Y Oceanografía* 43, 501–511. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572008000300009>
- Patton, T.M., Rahel, F.J., Hubert, W.A., 1998. Using Historical Data to Assess Changes in Wyoming's Fish Fauna. *Conservation Biology* 12, 1120–1128.
- Pearson, T.H., 2001. Functional group ecology in soft-sediment marine benthos: The role of bioturbation. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 39, 233–267.
- Ponsero, A., Dabouineau, L., Allain, J., 2009. Modelling of common European cockle *Cerastoderma edule* fishing grounds aimed at sustainable management of traditional harvesting. *Fisheries Science* 75, 839–850. <https://doi.org/10.1007/s12562-009-0110-4>
- Quero, J., Vayne, J., 1998. *Les Fruits de la mer - et plantes marines des pêches françaises*. Delachaux, Lausanne; Paris.
- Ramón, M., 2003. Population dynamics and secondary production of the cockle *Cerastoderma edule* (L.) in a backbarrier tidal flat in the Wadden Sea. *Scientia Marina* 67.
- Reise, K., 2003. Metapopulation structure in the lagoon cockle *Cerastoderma lamarcki* in the northern Wadden Sea. *Helgol Mar Res* 56, 252–258. <https://doi.org/10.1007/s10152-002-0125-z>
- Reise, K., 2002. Sediment mediated species interactions in coastal waters. *Journal of Sea Research* 48, 127–141. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(02\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(02)00150-8)
- Reise, K., 1985. *Tidal Flat Ecology: An Experimental Approach to Species Interactions*. Springer Science & Business Media.
- Richardson, C., Crisp, D., Runham, N., Gruffydd, L., 1980. The use of tidal growth bands in the shell of *Cerastoderma edule* to measure seasonal growth rates under cool temperate and sub-arctic conditions. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 60, 977 & ndash;989.
- Rocroy, M., 2019a. Evaluation du gisement de coques de la baie d'Authie Sud, Fort Mahon pour le 20 mai 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Rocroy, M., 2019b. Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme Nord, au Nord de la Maye, le 26 juin 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Rocroy, M., 2019c. Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme Nord, au Sud de la Maye, le 1er septembre 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Rocroy, M., 2019d. Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme Centre au 1er septembre 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Rocroy, M., 2019e. Evaluation du gisement de coques du Hourdel (baie de Somme Sud) en août 2019 et simulation de croissance au 1er septembre 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).

- Rocroy, M., Darras, J.-C., Talleux, J.-D., 2020. Evaluation des gisements de coques *C. edule* de la baie d'Authie (Fort-Mahon et Groffliers) - avant les travaux de dragage et de ré-ensablement au Bois de Sapins par CA2BM, année 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Rocroy, M., Darras, J.-C., Talleux, J.-D., 2019. Etude de la dynamique de population de coques (*C. edule*) sur les deux gisements de la baie d'Authie, avant les travaux de dragage par CA2BM, année 2019. (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Rolet, C., Spilmont, N., Ward, A., Luczak, C., 2014. Les limicoles hivernants sur le littoral Nord - Pas-de-Calais: vers une typologie d'occupation en lien avec les ressources alimentaires. *Le Héron* 47, 1–22.
- Ruellet, T., 2013a. Détermination des périodes de recrutement des coques en baie de Somme (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Ruellet, T., 2013b. Contribution à la dynamique de population de *Cerastoderma edule* en baie de Somme dans le cadre du projet COMORES (Rapport du GEMEL). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France).
- Rybarczyk, H., Elkaim, B., Wilson, J., Loquet, N., 1996. L'eutrophisation en Baie de Somme : mortalités des peuplements benthiques par anoxie. URL [/paper/L%27eutrophisation-en-Baie-de-Somme-%3A-mortalit%C3%A9s-des-Rybarczyk-Elkaim/ea6774dd93515912312af13b74ae53d59941f906](#) (accessed 11.24.20).
- Sanchez-Salazar, M.E., Griffiths, C.L., Seed, R., 1987. The interactive roles of predation and tidal elevation in structuring populations of the edible cockle, *Cerastoderma edule*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 25, 245–260. [https://doi.org/10.1016/0272-7714\(87\)90125-9](https://doi.org/10.1016/0272-7714(87)90125-9)
- Sauriau, P.-G., 1992. Les mollusques benthiques du bassin de Marennes-Oléron : estimation et cartographie des stocks non cultivés, compétition spatiale et trophique, dynamique de population de *Cerastoderma edule* (L.) (Thèse de Doctorat). <http://www.theses.fr>. Université de Bretagne Occidentale, Brest (France).
- Seed, R., Brown, R.A., 1977. A comparison of the reproductive cycles of *Modiolus modiolus* (L.), *Cerastoderma (=Cardium) edule* (L.), and *Mytilus edulis* L. in Strangford Lough, Northern Ireland. *Oecologia* 30, 173–188. <https://doi.org/10.1007/BF00345419>
- Singer, A., Millat, G., Staneva, J., Kröncke, I., 2017. Modelling benthic macrofauna and seagrass distribution patterns in a North Sea tidal basin in response to 2050 climatic and environmental scenarios. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 188, 99–108. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.02.003>
- Smaal, A.C., Vonck, A.P.M.A., Bakker, M., 1997. Seasonal Variation in Physiological Energetics of *Mytilus Edulis* and *Cerastoderma edule* of Different Size Classes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 77, 817–838. <https://doi.org/10.1017/S0025315400036213>

- Spilmont, N., Denis, L., Artigas, L.F., Caloin, F., Courcot, L., Créach, A., Desroy, N., Gevaert, F., Hacquebart, P., Hubas, C., Janquin, M.-A., Lemoine, Y., Luczak, C., Migné, A., Rauch, M., Davoult, D., 2009. Impact of the *Phaeocystis globosa* spring bloom on the intertidal benthic compartment in the eastern English Channel: A synthesis. *Marine Pollution Bulletin* 58, 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.09.007>
- Strasser, M., Dekker, R., Essink, K., Günther, C.-P., Jaklin, S., Kröncke, I., Madsen, P.B., Michaelis, H., Vedel, G., 2003. How predictable is high bivalve recruitment in the Wadden Sea after a severe winter? *Journal of Sea Research* 49, 47–57. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(02\)00198-3](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(02)00198-3)
- Tebble, N., n.d. *British Bivalve Seashells a Handbook for Identification* by Tebble N - AbeBooks [WWW Document]. URL <https://www.abebooks.com/book-search/title/british-bivalve-seashells-a-handbook-for-identification/author/tebble-n/> (accessed 3.31.20).
- Triplet, P., Sueur, F., Fagot, C., Oget, E., Desprez, M., 1999. Réponses de l’huître-pie *Haematopus ostralegus* à une diminution de sa ressource alimentaire principale en baie de Somme : La coque *Cerastoderma edule*. *Alauda* (Dijon) 67, 145–153.
- Uknbn, 2018. Mollusc (marine) data for Great Britain and Ireland. <https://doi.org/10.15468/AURWCZ>
- Van de Kam, J., Ens, B., Piersma, T., Zwarts, L., 2004. *Shorebirds: An Illustrated Behavioural Ecology*. BRILL.
- Van Gils, J.A., Piersma, T., Dekinga, A., Spaans, B., Kraan, C., 2006. Shellfish Dredging Pushes a Flexible Avian Top Predator out of a Marine Protected Area. *PLOS Biology* 4, e376. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040376>
- Verdelhos, T., Marques, J.C., Anastácio, P., 2015a. Behavioral and mortality responses of the bivalves *Scrobicularia plana* and *Cerastoderma edule* to temperature, as indicator of climate change’s potential impacts. *Ecological Indicators* C, 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.05.042>
- Verdelhos, T., Marques, J.C., Anastácio, P., 2015b. The impact of estuarine salinity changes on the bivalves *Scrobicularia plana* and *Cerastoderma edule*, illustrated by behavioral and mortality responses on a laboratory assay.
- Von Bertalanffy, L., 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). *Human Biology* 10, 181–213.
- West, A.B., Partridge, J.K., Lovitt, A., 1979. The cockle *Cerastoderma edule* (L.) on the South Bull, Dublin Bay: population parameters and fishery potential. *Irish Fisheries Investigations, Series B* 13.
- Wilson, J.G., Elkaim, B., 1997. Seasonal and Geographical Differences in Oxygen Consumption with Temperature of *Cerastoderma glaucum* (Poiret) and a Comparison with *C. edule* (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45, 571–577. <https://doi.org/10.1006/ecss.1996.0230>

Wither, A., Bamber, R., Colclough, S., Dyer, K., Elliott, M., Holmes, P., Jenner, H., Taylor, C., Turnpenny, A., 2012. Setting new thermal standards for transitional and coastal (TraC) waters. *Mar. Pollut. Bull.* 64, 1564–1579.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.05.019>

Wolanski, E., 2007. *Estuarine Ecohydrology* - 1st Edition.

Wootton, E.C., Dyrinda, E.A., Ratcliffe, N.A., 2003. Bivalve immunity: comparisons between the marine mussel (*Mytilus edulis*), the edible cockle (*Cerastoderma edule*) and the razor-shell (*Ensis siliqua*). *Fish Shellfish Immunol.* 15, 195–210.
[https://doi.org/10.1016/s1050-4648\(02\)00161-4](https://doi.org/10.1016/s1050-4648(02)00161-4)

Bilan 2008 du réseau REPAMO - Réseau national de surveillance de la santé des mollusques marins, n.d. 43.

Contribution à l'étude de la pathologie de la coque *Cerastoderma edule* dans le Banc d'Arguin, n.d. 43.

Annexe 2 : Riera, F., 2021. Périls et résiliences de la pêche professionnelle de la coque dans les Hauts de France. 61p.



MOCOPREGE

Rapport final - 2021

Périls et résiliences de la pêche professionnelle de la coque dans les Hauts de France

RIERA Fabien

Table des matières

Table des illustrations.....	2
Contexte de la demande.....	3
Précisions méthodologiques.....	4
Recueil des données.....	4
L'analyse des données.....	7
Terrains exploratoires.....	7
20/24 mai 2019.....	7
22/28 Septembre 2019.....	9
14/22 septembre 2020.....	10
Enquête psycho-sociale.....	5
Un contexte aux multiples facettes.....	12
Les estuaires picards, une dynamique géomorphologique constante.....	12
Amplifié par la main de l'homme.....	14
Territoires construits, territoires vécus.....	17
Label « Grand Site ».....	23
Site RAMSAR.....	23
Réserve Naturelle et sites classés.....	24
Les classements sanitaires, appropriation politico-scientifique des espaces.....	27
Le « mal a dit » des hénons, périls et résiliences.....	32
Brève histoire de la pêche de « hénons ».....	32
Le hénon, la coque et <i>Cerastoderma edule</i> , un agent aux multiples identités.....	33
De la chasse-cueillette à la ressource marine.....	38
Une ressource variable et incertaine.....	45
Des stratégies d'adaptation face à l'incertitude.....	51
Des pistes pour demain.....	57
Vente directe et station d'épuration.....	58
Labelliser une identité patrimoniale.....	59
Développer les interactions pour élargir le socio-écosystème.....	60
Bibliographie.....	62

Illustration en couverture : Pêche aux hénons en baie d'Authie © RIERA Fabien 2019

Table des illustrations

Figure 1 Vue aérienne de la baie d'Authie (gauche) et de la baie de Canche (droite) (CNES © 2020)	13
Figure 2 Vue aérienne de la baie de Somme (TerraMetrics © 2019).....	13
Figure 3 Le tracé médiéval du littoral en 1161 (Kapferer, 1991).....	14
Figure 4 Cartographie historique des rencloûtures (Olivesi 1996)	15
Figure 5 Territoire du syndicat mixte.	23
Figure 6 Périmètre du Grand site "Baie de Somme"	23
Figure 7 Site RAMSAR.....	24
Figure 8 Espace Natura 2000	24
Figure 9 Parc Naturel Marin des Estuaires picards et de la mer d'Opale	24
Figure 10 Zonages d'intervention du conservatoire en baies picardes. © Conservatoire du littoral.....	26
Figure 11 Zonage des classements sanitaires des estuaires picards (source : Atlas sanitaire, octobre 2021).....	28
Figure 12 Un agent aux multiples identités	35
Figure 13 Classes d'âge des pêcheurs détenant la licence coques (Pollet 2021)	37
Figure 14 Formulaire d'autorisation de pêche (Préfecture de la Somme)	39
Figure 15 Contrôle "pédagogique" ©Riera Fabien 2019	41
Figure 16 Tri des coque	42
Figure 17 La pêche au hénon: acte matériel et technique ©Riera Fabien 2019	42
Figure 18 Réseau d'acteurs de la pêche professionnelle de la coque en Picardie (réseau simplifié)	43
Figure 19 Production Baie de Somme 1898-1923 in Lambert (1943).....	45
Figure 20 Production en Baie de Somme 1970-1990 (Olivesi, Morel, & Rybarczyk 1991)..	45
Figure 21 Causes de mortalité selon les pêcheurs (De Laage, 2020).....	46
Figure 22 Nuage de mots des causes principales de mortalité (Autres selon les pêcheurs). (De Laage, 2020).....	47
Figure 23 Eléments d'estimation du stock de coques du gisement de Fort Mahon (Rocroy et al., 2017).....	50
Figure 24 Circulation des coques	54

Contexte de la demande

La coque, *Cerastoderma edule*, est une espèce clé de l'écosystème estuarien et de l'économie de la pêche régionale picarde. Les gisements de coques des estuaires picards (baie de Somme, d'Authie et de Canche) sont parmi les plus productifs pour cette espèce en France. Ainsi, la pêche à pied professionnelle (345 licences coques en 2018/2019), dépend fortement de l'état de santé de cette ressource.

En 2012, 2015 et 2018, des mortalités importantes de coques ont été signalées sur différents gisements français classés dont celui de la baie de Somme. Selon les années, jusqu'à 80 % des coques sont mortes en quelques semaines sur les estuaires picards. Lors de ces mortalités anormales, le réseau REPAMO de l'IFREMER a été déclenché par les professionnels et des bactéries appartenant à l'espèce *Vibrio aestuarianus* ont été isolées des animaux moribonds. L'état de la recherche sur le sujet ne permet cependant pas d'imputer de façon certaine ces importantes mortalités à ces bactéries. Par ailleurs, l'évolution des gisements de coques en baie de Somme, étudiée par le GEMEL depuis les années 80, connaît d'importantes fluctuations passant par des épisodes de mortalité attribués à différents facteurs selon les années (maladie, anoxie, fortes chaleurs, surpopulation, etc.) (Rybarczyk, 1993)).

C'est dans ce cadre que le CRPMEM des Hauts-de-France a décidé de coordonner une étude sur les causes de mortalité des coques dans les estuaires picards afin de mettre en place un système de prévention en cas de mortalité.

En effet, au-delà de l'impact écologique de ces épizooties d'occurrences aléatoires, il s'agit de garantir la pérennité d'une filière économique importante pour le territoire (près de la moitié des licenciés sont résidents de la commune du Crotoy) par la mise en place de dispositifs résilients permettant de maintenir la fonctionnalité du socio-écosystème local.

A cet égard, le CRPMEM des Hauts de France nous a contacté afin de réaliser une étude socio-anthropologique de la filière pour analyser les fragilités et les potentiels de résilience de cette dernière à partir des connaissances et représentations vernaculaires des différents acteurs et participer à la mise en place d'un système de prévention.

Précisions méthodologiques

Depuis la révolution des lumières jusqu'à aujourd'hui, la rationalisation dans la production et l'organisation des savoirs et des savoir-faire a participé progressivement à une archipellisation et une hiérarchisation des pensées, des perceptions du monde et des modes opératoires. Cette fragmentation rend difficile les dialogues interdisciplinaires et intersectoriels alors que le nombre croissant des symptômes d'un changement majeur et global nous invite plus que jamais à leur créolisation.

A cet égard, malgré les grands discours, l'hermétisme et l'incompréhension entre les sciences de la matière et de la nature et les sciences humaines persiste toujours. Il convient donc, en préambule de cette étude d'en préciser les objectifs et le mode opératoire.

La demande, telle qu'elle nous a été présentée propose comme porte d'entrée, un phénomène de mortalité massive aléatoire d'invertébré

s, qui déstabilise un socio-écosystème local du fait d'être une ressource économique et socioculturelle majeure. Nous entendons par socio-écosystème, l'ensemble des entités humaines et non-humaines (vivantes ou non) contenu dans un lieu (topos) spécifique (qui ne limite pas nécessairement à un espace physique à trois dimensions, mais peut être défini par un maillage de relations entre agents ancrés dans des espaces physiques distants) reliées les unes aux autres par un ensemble de relations dynamiques (directes, indirectes et/ou rétroactives). Ces relations sont catégorisées arbitrairement en deux grands ensembles, interne et externe en fonction des limites qui sont choisis et des objectifs de l'étude.

De même, dans l'approche socio-écosystémique, il n'existe pas de séparation entre des entités observantes/analysantes (les chercheurs, par exemple) et des entités observées/analysées (les bactéries, les mollusques, les humains, les institutions...), ces dernières faisant toutes parties du même socio-écosystème car interagissant et modifiant inévitablement les équilibres par la production de tout un ensemble de relations et d'objets dits *hybrides* (Latour, 2013).

Le caractère hybride de ces objets oblige par conséquent de dépasser la démarche disciplinaire et académique en faisant appel à différents types de savoir qui soient académiques ou non.

Recueil des données

Les données nécessaires à l'analyse socio-écosystémique sont donc de plusieurs natures :

- Des données ethnographiques recueillies sur le principe de l'observation participante. Ces données sont compilées à partir d'observations effectuées à l'occasion de séjours sur site. Il s'agit dans ce cadre d'observer tous les événements qui constituent le quotidien des personnes (pratiques de pêche, réunion de commissions, recueil d'échantillons, temps et lieu de socialisation informelle...). Au-delà de données à caractère 'objectif', le corpus se constitue aussi de données à caractère subjectif, tels que les impressions, intuitions de l'ethnographe, notes de journal de terrain... Afin de pénétrer au mieux l'univers subjectif des populations étudiées, l'ethnographe pratique l'observation participante. Cette technique de recueil de données consiste à participer de la manière la plus active possible aux us et coutumes locaux. Il s'agit pour l'ethnographe d'expérimenter de la manière la plus sensible et sensorielle possible l'environnement étudié. Ce mode de recueil de données permet outre de donner corps à certains discours, de diminuer la distance culturelle entre l'ethnographe et l'autochtone et ainsi de permettre de libérer la parole.
- En parallèle de cette approche subjective, le corpus de données est enrichi d'entretiens formels réalisés auprès d'un panel d'individus plus ou moins représentatifs ou emblématiques du fait de leur position sociale au sein de la collectivité. L'importance sociale est un statut construit selon une diversité d'éléments sociaux, économiques et culturels. Les individus emblématiques présentent des individualités, des originalités caractérielles ou des rôles sociaux qui les différencient plus ou moins nettement du groupe social pris dans son ensemble et artificiellement considéré comme homogène. Leur importance dans la description et la compréhension de la dynamique des réseaux socio-écologiques est due à l'influence qu'ils opèrent dessus.
- Afin de contextualiser les données recueillies sur le terrain, le corpus est alimenté par des bibliographies à caractère historique, sociologique (notamment statistique), géographiques, économiques... Il s'agit à cette étape de la constitution du corpus de reconstituer autant que possible la diversité des éléments qui constituent le socio-écologie.
- Enfin, une enquête quantitative à partir d'un questionnaire formel dont l'objectif principal est de confirmer ou d'informer à partir d'un large échantillon d'acteur les données et les hypothèses obtenues à l'occasion de l'enquête ethnographique.

Enquête psycho-sociale

Une enquête psycho-sociale basée sur la réalisation d'un questionnaire a été envisagée afin d'infirmier ou de confirmer les résultats et les hypothèses de l'enquête ethnographique.

Le questionnaire comprenait plusieurs parties. Outre la partie dédiée au profil du pêcheur interrogé, le questionnaire avait deux fonctions : questionner de mettre en évidence les représentations des pêcheurs quant aux mortalités des coques et leurs origines et de mieux comprendre les stratégies d'adaptation de ces derniers face à ces différents périls et d'autre part enquêter sur la spatialisation des pratiques de pêche inspirée de la méthode VALPENA. L'enquête a été menée au premier semestre 2020 par Pierre de Laage dans le cadre de son stage de Master 2 « Géographie et aménagement des espaces maritimes » au sein du CRPMEM. Une première analyse de l'enquête a été réalisée dans le cadre de son rapport de stage.

L'une des hypothèses de l'enquête était qu'au sein de la communauté des pêcheurs, il y avait une corrélation entre un profil type (âge, nombre d'années dans la profession, tradition familiale...) et les types de stratégies d'adaptation employée. L'enquête n'a pas permis d'apporter une réponse à ces hypothèses car aucune corrélation n'a pu être dégagée de l'analyse statistique du questionnaire.

Plusieurs raisons peuvent être invoquées pour expliquer les résultats obtenus par l'enquête. Dans un premier temps, les contraintes sanitaires ont fortement perturbé le déroulement de l'enquête. En effet, l'enquête a dû être administrée en plusieurs temps du fait des différentes périodes de confinements. Les entretiens étaient effectués avant la descente sur les sites de pêche, un des rares moments de disponibilité des pêcheurs. Néanmoins, la contrainte temporelle liée notamment au cadre du stage de master, a obligé à opter pour un choix pragmatique et une partie conséquente des temps d'enquête ont été effectués par téléphone.

Par ailleurs, cette période relativement inédite a eu un impact notable sur les rapports et fonctionnement sociaux auquel les participants du programme MOCOPREGE n'ont évidemment pas échappé. D'un point de vue opérationnel, la complication des échanges n'a pas permis de réaliser une enquête préalable pour tester le questionnaire afin d'en affiner le contenu ni d'échanger en profondeur sur l'ensemble des aspects opérationnels de l'enquête (implication du plan d'échantillonnage, entretiens complémentaires) en lien avec les hypothèses initiales de l'enquête. Et par la suite de réaliser une deuxième enquête plus finalisée.

Néanmoins, une analyse approfondie de la base de données des fiches statistiques officielles et obligatoires de pêche sous de 2013 à 2019 effectuée par Claire Pollet (2021) dans le cadre de son mémoire de Master 1 en écologie marine et halieutique a confirmé des hypothèses quant à certaines stratégies d'adaptation face à la grande variabilité de la

ressource. Par ailleurs, l'analyse réalisée par C. Pollet (2021) a mis en évidence une différence notable entre les déclarations faites dans le cadre de l'enquête et des comportements « effectifs » des pêcheurs quant à leur gestion individualisée de la ressource. Ce constat appuie la suggestion d'une nouvelle enquête plus affinée pour obtenir des données statistiques robustes. Néanmoins, les résultats de l'enquête quantitative ne sont pas à rejeter en bloc car ils corroborent ceux de l'enquête qualitative, ce qui, malgré leur manque de finesse leur donnent tout leur intérêt.

L'analyse des données

Un même corpus de données pourra être analysé de moult manières différentes en fonction des objectifs de la demande et de leur évolution. Dans le cadre de la présente demande, les objectifs de la mission ne sont pas la constitution exclusive de connaissance mais la mise en place d'un dispositif de gestion résilient.

Dans ce cadre, l'analyse ne pourra s'extraire d'un processus de co-construction avec les acteurs. Les acteurs, comme précisé en préambule inclus l'équipe de chercheur du projet lui-même.

De même, si l'analyse s'appuie sur un ensemble de concepts théoriques issus de différentes disciplines, la connaissance qui en découlera ne pourra, en aucun cas, être considérée comme une et absolue. Le processus de co-construction d'un savoir et d'un savoir-faire hybride avec l'ensemble des acteurs pris comme agents considère l'expertise vernaculaire comme aussi valable, le savoir constituant en lui-même soit un agent propre du système, soit une relation, soit une dynamique selon l'optique considérée.

D'un point de vue strictement méthodologique, le présent rapport ne peut donc être considéré que comme préliminaire et n'a donc pour seul objet que de servir de base d'échange à l'ensemble des acteurs impliqués dans le projet afin d'élaborer une connaissance et un langage commun.

Terrains exploratoires

20/24 mai 2019

Pendant notre séjour sur place, nous avons été hébergés à l'hôtel au cœur de la ville du Crotoy, ce qui a constitué une opportunité pour saisir le contexte historique et géographique de l'exploitation de la coque sur le littoral Picard.

A l'occasion de ce séjour, nous avons pu assister à un nombre important d'événements emblématiques de la profession :

- Ouverture du gisement de Grofilliers au nord de la Baie d'Authie
- Prélèvement d'échantillons par les agents du CRPMEM en embouchure de la baie de Somme (axe Hourdel / Saint Quentin en Tourmont) pour le « suivi *Vibrio* » du projet MOCOPREGE.
- Commission d'ouverture du gisement de coques de Fort Mahon en embouchure sud de la Baie d'Authie
- Commission d'ouverture du gisement de coques de Saint Cécile-Plage
- Commission d'ouverture du gisement de salicornes au Crotoy

Ces évènements nous ont permis de rencontrer plusieurs acteurs importants de la filière avec lesquels nous avons pu avoir des échanges informels.

Au niveau de l'administration publique :

-Yvan GUITON, administrateur en chef 1ère classe des Affaires maritimes, délégué à la mer et au littoral (DML) pour le Pas-de-Calais et la Somme et Directeur départemental des territoires et de la mer (DDTM) adjoint pour le Pas de Calais

- Philippe FOURNIER-MONTGIEUX, Sous-préfet d'Abbeville

- Fabienne PICOT, Pêche à pied et cultures marines, Service des affaires maritimes et du littoral, Unité d'encadrement et de contrôle des activités maritimes (Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Pas-de-Calais – Délégation à la mer et au littoral)

- Jonathan THOLO, Administrateur des affaires maritimes, Responsable d'unité adjoint, Unité Encadrement et contrôle des activités maritimes- Gens de mer / ENIM / Plaisance / Service des affaires maritimes et du littoral, Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Pas-de-Calais -Délégation mer et littoral du Pas-de-Calais (62) et de la Somme (80)

Au niveau politique des pêcheurs :

- Samuel Gamain, représentant des pêcheurs à pied professionnels au sein du Comité Régional des Pêches Maritimes des Hauts de France
- Les membres de la commission de gestion de la ressource

Au niveau de la profession :

- Les mareyeurs (Gaëtan Gouret « Au bonheur des coquillages »- Pénestin (56), Patrick/Nathalie Nicolay – Le Crotoy (80), Xavier Cousin- Carnac (56), Sophie/Christophe Derosière)

- Une partie des licenciés professionnels de la coque et des végétaux marins (salicorne, oreille de cochon, soude, obione)

Au niveau du territoire :

- Jeanne Bourgau, mairesse du Crotoy
- Jean Devisme, 3^{ème} Adjoint aux questions maritimes
- Des commerçants du Crotoy

Au niveau scientifique :

-GEMEL (Mélanie Rocroy, Céline Rolet)

-CRPMEM (Morgane Ricard, Antoine Meirland, Julien Yvart)

-IFREMER la Tremblade- lors de notre visite les 9/10 mai 2019 (Coralie Lupo, Agnès Travers, Céline Garcia)

Nous avons par ailleurs réalisé des entretiens formels :

- Daniel Devisme, pêcheur professionnel du Crotoy
- Jean Devisme, ancien pêcheur et adjoint au maire sur les questions maritimes et Jeanne Bourgau, mairie du Crotoy
- Danielle Devisme et Franck Hervet, pêcheurs et membres de la commission, ancien représentant de pêcheurs des pêcheurs à pied au sein du Comité Régional des Pêches Maritimes.

22/28 Septembre 2019

A l'occasion de ce deuxième terrain d'enquête, nous avons séjourné à proximité de Boulogne dans l'optique de rencontrer les acteurs institutionnels et d'autres acteurs en lien avec la filière. Nous avons notamment séjourné dans les bureaux du CRPMEM à Boulogne où nous avons pu rencontrer une partie des professionnels du comité.

Au cours de notre séjour sur le territoire, nous avons participé en tant qu'observateur à une réunion des représentants des pêcheurs concernant le projet de digue de protection du « bois des sapins » dans la baie de l'Authie (travaux effectués en 2020).

Nous nous sommes aussi joints à une visite de contrôle de garde-juré sur le lieu CH'4 pendant la marée des pêcheurs ainsi qu'à une commission de visite du gisement de coques de « Sainte Cécile » (62).

Nous avons effectué aussi des entretiens formels avec:

- Yvan Guiton Directeur (DDTM/DML)
- Marie-Christine Gruselle, chargée de mission « Pêche » au Parc Naturel Marin des estuaires picards et de la mer d'Opale
- Samuel Gamain, pêcheur professionnel, Vice-Président Pêche à pied au CRPMEM Hauts de France
- Renée Michon-Boissée dite « Reinette », pêcheuse professionnelle, présidente de l'association des ramasseurs de salicornes de la baie de Somme.
- Xavier Cousin, Mareyeur, dirigeant des Viviers de Saint Colomban (Carnac, 56)
- Karim Tebba, pêcheur professionnel et Mareyeur, dirigeant des « Coquillages de L'ouest (Bouin, 44)
- Gaëtan Gouret, Mareyeur, dirigeant d'« Au bonheur des coquillages » (Pénestin, 56)
- Une mytilicultrice et pêcheuse à pied professionnelle anonyme
- Une pêcheuse professionnelle anonyme
- Un pêcheur professionnel anonyme
- Un membre de la commission de visite de gisement de coques, pêcheur professionnel,

14/22 septembre 2020

Ce troisième temps d'enquête a été l'occasion d'actualiser nos observations par rapport à l'impact de la crise sanitaire et d'affiner nos observations sur certains aspects, notamment ceux liés à la culture technique, aux pratiques nomades et aux interactions entre les différents comités.

Pour ce faire, nous avons participé à l'émargement/remontée de marée (Crottoy) aux côtés des agents du comité. Afin de mieux appréhender les rapports techniques au cours de l'action de pêche, nous avons embarqué au sein d'une équipe « tracteur » afin d'être « initié » à la pratique technique de la pêche au cours d'une marée au lieu-dit Ch'4 (Baie de Somme). C'est à cette occasion que nous avons pu faire le lien avec des pêcheurs en Baie des Veys, ce qui nous a permis de participer en fin de mission à une marée sur le gisement de Géfosse-fontenay (14). Cette expérience nous a permis de mettre en perspective nos observations précédentes.

Nous avons aussi participé en visio-conférence à la soutenance de Master 1 de Pierre De Laage qui a présenté à cette occasion les résultats de l'enquête quantitative.

Comme pour les précédentes missions nous avons mené des entretiens formels :

- Danielle Devisme et Franck Hervet,

- Un pêcheur professionnel avec une activité de vente en direct de fruit de mer (dont coques).
- Mélanie Rocroy (GEMEL)
- Xavier Tétard (chargé de mission Pêche à pied CRPMEM Normandie)
- Denis Robiolle, pêcheur à pied professionnel, Vice-Président Pêche à pied au CRPMEM de Normandie
- Martial, pêcheur à pied professionnel et Crevettier en Normandie.

Un contexte aux multiples facettes

Afin de comprendre les enjeux spécifiques de la pêche à pied professionnelle de la coque et des végétaux marins dans les baies estuariennes picardes, il est important de les contextualiser dans leur historiographie et leur matérialité territoriale.. Faire impasse de ces aspects reviendrait à vouloir traiter le problème hors-sol.

En effet, la pêche à pied, non seulement s'inscrit dans un territoire physique, celui de l'estran, lui-même élément d'un ensemble plus vaste que constitue le continuum terre-mer du littoral picard. Mais elle s'inscrit aussi dans un espace pensé et agit par des populations dont les enjeux sociaux, économiques sont divers et parfois opposés. Nous pouvons ici faire référence à la manière dont ce territoire de l'estran estuarien a été et est encore l'enjeu d'appropriation de plusieurs populations, tel, par exemple les pratiques cynégétiques clamées comme traditionnelles et des représentations naturalistes et écologiques (au sens d'une vision politique de l'espace « naturel ») qui induisent certaines formes de pratiques de « tourisme vert » ou de gestion des dynamiques de populations zoologiques comme celle des phoques. On voit ici l'enchevêtrement des espaces vécus que matérialise le zonage de l'espace (Cleuziou 2008, Bawedin & Miossec 2013).

En effet, les baies estuariennes de la Somme, d'Authie et de Canche où prennent place la pêche professionnelle de *Cerastoma edule* est un patch-work de différents territoires symboliques qui, s'ils ne sont pas nécessairement visibles « à l'œil nu », induisent des comportements formatés dans le temps et l'espace. La gestion de la ressource en coques doit ainsi être considéré comme l'objet certes d'une question écologique mais en même temps d'enjeux politiques entre des populations autochtones et de pouvoirs plus ou moins externalisés tels que peuvent être les services de l'état, les institutions territoriales et les structures économiques.

Les estuaires picards, une dynamique géomorphologique constante

Anciennement plaines fluviales franchement continentales, ces parties des cours de l'Authie, de la Canche et de la Somme acquièrent leur configuration de baies estuariennes par leur submersion progressive au cours du réchauffement caractérisant le début de l'Holocène il y a environ 15000 ans qui induit un remblaiement progressif de la partie aval (Olivesi 1996).

Les baies picardes ont une orientation globalement Sud-Est / Nord-ouest qui résulte de l'hydrodynamisme général de la Manche dont la résultante dirige les masses d'eau vers le Pas de Calais. Cette orientation générale génère un processus sédimentaire qui globalement

érode la partie nord des estuaires tout en comblant leur partie sud par l'accumulation d'une part de silex arrachés aux falaises du Pays de Caux (pour la Baie de Somme) ou de dépôts sablo-argileux issue de la dérive nord des rejets sédimentaires des embouchures situées plus au sud (pour les Baies d'Authie et de Canche).



Figure 1 Vue aérienne de la baie d'Authie (gauche) et de la baie de Canche (droite) (CNES © 2020)



Figure 2 Vue aérienne de la baie de Somme (TerraMetrics © 2019)

A ces processus littoraux s'ajoutent les influences hydrauliques de l'onde de marée. Le profil épicontinental de la Manche dont la faible profondeur tend à s'amenuiser vers le nord octroie à l'onde de marée une vitesse et une amplitude croissantes. Ainsi dans les baies picardes, elle atteint 9,80 m. On parle alors de plaine mégatidale (Ducrotoy, Rauss, &

Sylvand 2004). Dans ce contexte la courbe de marée est fortement dissymétrique avec un flot nettement supérieur au jusant induisant un solde sédimentaire largement positif que le faible pouvoir érosif des fleuves côtiers ne peut limiter. Le dépôt sablonneux en partie amont des estuaires se mélange avec les apports limoneux constituant progressivement des agrégats. De plus l'installation progressif sur les dépôts de végétation invasive du type spartine (*Spartina anglica*) tend à stabiliser rapidement les apports.

Cette dynamique de colmatage des estuaires devrait conduire, tout chose égale par ailleurs à terme à la disparition totale de l'espace estuarien.

Amplifié par la main de l'homme

Bien qu'il s'agisse d'une dynamique générale d'avancée des sédiments liée à des phénomènes d'origine principalement hydro-géologique, cette dernière a été accentuée par l'intervention directe de l'homme.

En effet, les données historiques mettent clairement en évidence l'intervention de l'homme dans la transformation du paysage et notamment dans l'accélération du processus de colmatage de l'espace estuarien.

Les travaux de Kapferer (1991) nous rappellent que le littoral picard, loin d'être stable, a connu de nombreuses variations de trait de côte jusqu'au XI-XIIème siècle, lorsque prend fin la période des transgressions dites *dunkerquiennes*¹ et que

les populations littorales commencent à repeupler ces terres autrefois exondées. C'est à cette période que sont installées les premières *enclôtures* visant à drainer les terres (les *Fliers*) pour les rendre exploitables et stabiliser le trait de côte pour notamment protéger

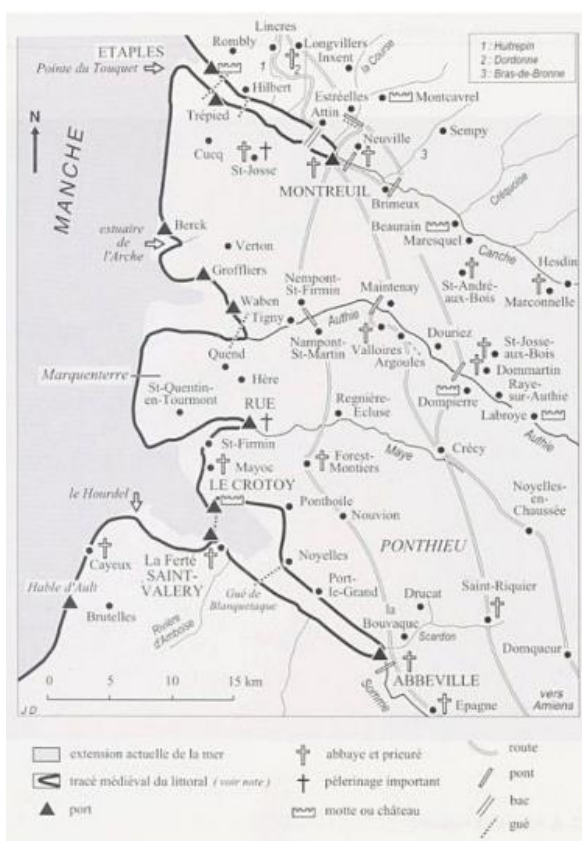


Figure 3 Le tracé médiéval du littoral en 1161 (Kapferer, 1991)

¹ Une transgression est une montée progressive du niveau de la mer tel qu'elle a pris place à partir de la fin de l'aire glaciaire caractérisant le passage au quaternaire, il y a environ 15000 ans. Si le niveau de la mer a globalement augmenté d'une centaine de mètres, cette augmentation n'a pas été linéaire et a connu plusieurs phases de régression (recul de la mer) jusqu'à atteindre une certaine stabilité au début du deuxième millénaire de notre ère.

les terres des incursions maritimes liées aux tempêtes hivernales ou aux marées d'équinoxe. Les enclôtures ont aussi une logique foncière car la stabilisation du trait de côte clarifie les limites des seigneuries et des prieurés locaux qui peuvent dès lors affirmer leur pouvoir sur ces nouveaux territoires terriens. On peut noter à cet égard, l'édification du premier château du Crotoy par les Contes de Ponthieu en 1150 et la fondation de la commune du même nom en 1209. Au cours des siècle qui suivirent, le Crotoy, du fait de sa position stratégique en embouchure connaîtra un fort développement commercial.

Loin d'être spécifique au littoral picard, cette relation entre l'espace terrien et maritime se retrouve tout au long de la côte du nord-ouest européen avec la construction des digues et l'assèchement des bas-champs. Sur les *molières*, ces espaces sédimentaires gagnés par la végétation, une activité d'élevage ovin se développe garantissant une certaine sécurité alimentaire pour les populations locales. Activité que l'on retrouve encore aujourd'hui et qui

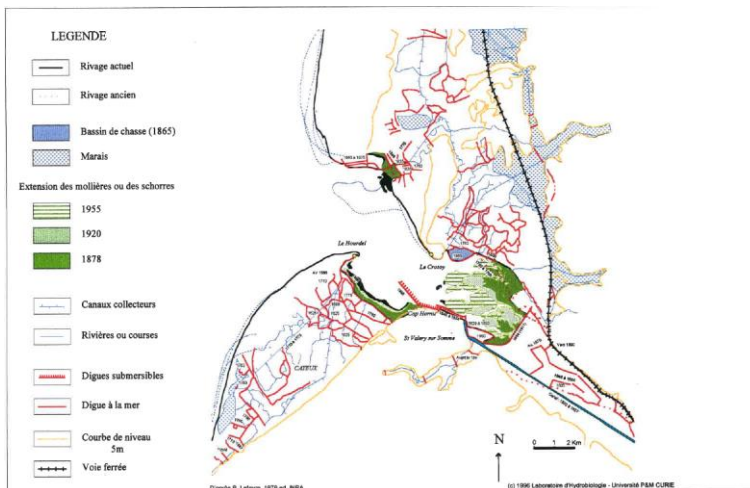


Figure 4 Cartographie historique des renclôtures (Olivesi 1996)

constitue au regard de la population locale et allogène, une activité patrimoniale qu'il convient de préserver. Le maintien de cette activité, parmi d'autres, a permis de justifier l'installation progressive de nouvelles digues, accentuant à mesure des siècles le comblement de la baie de Somme et des autres baies picardes.

Si les travaux de renclôture de l'estuaire et de canalisation de la Somme qui ont pris place au cours des siècles ont permis de limiter les périodes d'inondation des bas-champs, ils ont aussi accéléré le comblement du fond de l'estuaire faisant perdre définitivement à plusieurs ports, et notamment Abbeville, en aval, le statut de port maritime.

De même, les divagations du lit de la Somme dans la baie furent fortement amoindries voire stoppées par sa canalisation (1785), impactant la dynamique sédimentaire de la baie en favorisant des accrétions à certains endroits et des zones de fortes érosions d'autre part (Bastide 2011, Leroux 2013).

Cette canalisation qui stabilisa la divagation du cours de la Somme dans son estuaire, 'rangea' le fleuve dans sa partie sud, au profit de Saint Valéry et au détriment du Crotoy qui perdit peu à peu sa capacité d'accueil de bateau à tonnage conséquent.

Afin d'éviter l'ensablement définitif de la zone portuaire du Crotoy, dû à la modification des cours d'eau afférents et notamment de la Somme, la construction d'un bassin de rétention, dit « *Bassin de chasse* » fût ordonné par Napoléon III en 1861 et achevé en 1865². En retenant l'eau à la montante et la relâchant brutalement à marée basse, il produit un « effet de chasse » par la création d'un cours d'eau artificiel à fort pouvoir érosif.

Ce bref résumé montre à quel point, entre les dynamiques d'origines géomorphologiques et climatiques et les interventions humaines, le paysage des estuaires picards a profondément changé au cours des siècles. Il est, à l'instar du reste de la façade boréorientale de la Manche, la résultante d'une lutte continuelle des humains contre les éléments.

Mais au-delà de ces interventions que l'on pourrait désigner de techniques face à cette dynamique sédimentaire, ces transformations témoignent d'une lutte dans l'appropriation des espaces et de leurs ressources impactant l'ensemble des activités humaines du bassin estuarien. En effet, ce mouvement incessant entre l'espace terrestre et l'espace maritime met en jeu des intérêts souvent contradictoires. A titre d'exemple, l'élévation du niveau de la mer, lié au changement global contemporain produit partout une érosion de plus en plus rapide du trait de côte. Cette érosion menace d'une part ces espaces précédemment gagnés sur la mer tels que les bas-champs mais aussi toute l'économie qui s'y est développée. Avec le développement de l'économie touristique qui a, à de nombreux endroits, remplacé les pratiques agricole, les enjeux de stabilisation du trait de côte ont été exacerbés. L'exondation potentielle de ces territoires menace aujourd'hui, non plus seulement des espaces d'élevage comme les prés salés ou de pratiques traditionnelles de la chasse comme celles pratiqués dans les *molières*³, mais des habitations, des activités balnéaires et touristiques (terrains de camping, golfs) qui sont devenus le socle économique du territoire (Bawedin & Miossec 2013).

² Ce malgré des recommandations contraires des services des ponts et chaussées en charge des études de faisabilité (Lefils, 1860)

³ Les *molières* (Baie de Somme) ou *Schorres* (Pays-Bas) sont des zones côtières colonisées par une végétation halophile, c'est-à-dire tolérante au sel. Ils se développent sur des côtes calmes et protégées, à faible énergie où des sédiments fins peuvent s'accumuler, comme des estuaires ou des baies peu profondes (Allen, 2000). Elles en constituent la partie haute qui n'est exondé que lors des forts coefficients de marée.

Récemment, les mouvements sédimentaires en baie d'Authie ont modifié les limites nord de son littoral, érodant le lieu-dit du « bois des sapins ». Ce bois de conifères situé sur la commune de Groffliers (62), planté il y a plusieurs dizaines d'année avait en partie pour vocation de stabiliser le cordon dunaire qui protège les terres des inondations. Son érosion et le déracinement progressif des arbres à l'occasion notamment des tempêtes hivernales, augmentent progressivement la probabilité de l'ouverture d'une brèche dans la dune exposant d'inondations les terres adjacentes occupées par près de 12000 habitants (Le réveil de Berck, 13.11.2020). Face à ce péril, une partie de la population a créé en 2011 une association (SOS Baie d'Authie) pour peser sur les pouvoirs publics afin que des actions soient menées dans le sens d'une préservation du trait de côte dans sa configuration contemporaine et d'une protection des terrains. Cet enjeu a convoqué un nombre conséquent d'acteurs de tout bord ; associations, pouvoirs publics (communauté de commune, service du département, parc marin, pêcheurs à pied...) aux intérêts divergents. En effet, les diverses solutions techniques envisagées, si elles pouvaient constituer des solutions aux périls des uns, constituaient en retour un péril pour les autres. Après de nombreuses controverses, la dernière solution technique envisagée a été l'agrandissement de la digue *Barrois* (du nom de son premier initiateur en 1868) au sein de la Baie et le rechargement en sable du cordon par un déplacement du sédiment d'un point à l'autre de l'estuaire. Cependant ces travaux titanesques (350000 m³ de sable et 3600 m d'enrochement) ont eu raison de l'ensemble des gisements de coques exploités par les pêcheurs professionnels. La disparition de ces gisements génère un manque à gagner conséquent pour la profession, cependant aucune mesure conservatoire ou compensatrice n'a été actée à ce jour.

Cet exemple illustre parfaitement la nécessité d'explicitier les interconnexions multiples et parfois paradoxales qui maillent les territoires comme celui des estuaires picards. Car effectivement, les travaux effectués sur ce lieu ont fait l'objets de procédures « d'urgence » décidées sans *véritables* concertations de l'ensemble des acteurs concernés. Néanmoins, au-delà de la considération du bien fondé ou non des modifications effectuées sur l'espace physique de la baie et ses conséquences sur son écosystème, l'épisode met surtout en évidence les vulnérabilités du socio-écosystème dont les enjeux de pouvoir entre les acteurs sont très actifs.

Territoires construits, territoires vécus

Dans ce jeu de va-et-vient continu des dépôts sédimentaires, de leur stabilisation plus ou moins relative liée à leur végétalisation, naissent et disparaissent autant d'espaces maritimes au profit d'espaces terrestres et inversement. Un espace « impensé », indéfini,

tout du moins par les pouvoirs, ce qu'Alain Corbin (1988) appelait le « territoire du vide ». Si la limite du rivage, frontière qui délimite l'espace maritime, de la terre ferme peut clairement se dessiner dans les lieux où les mouvements de marée sont inexistantes ou presque, il n'en est pas de même des baies estuariennes dont les contours sont en continuelle transformation (Sécula 2011).

Une instabilité qui rend sa gestion administrative complexe. La réglementation du domaine public maritime relève d'une législation ancienne. L'ordonnance de Moulins de février 1566 fait du domaine maritime un espace inaliénable et imprescriptible. Ce droit affirme la liberté de pêche et interdit en particulier « *aux seigneurs des fiefs voisins de la mer et à tous autres de lever aucun droit en denier ou en espèces sur les parcs et pêcheries ou sur les pêches qui se font en mer* » (Legué-Dupont 1994). L'ordonnance de Colbert d'août 1681 vient réaffirmer ce droit et délimiter cet espace à « *tout ce que la mer couvre et découvre pendant les nouvelles et pleines lunes et jusqu'où le plus grand flot de Mars peut s'étendre sur les grèves* ». Cette ordonnance de la marine vient garantir l'accès libre et le droit de prélèvement sur l'estran.

C'est dans cet espace aux frontières floues que les pratiques du « *petit peuple des grèves* » ont pris place comme un prolongement des activités domestiques. L'estran compose alors une manne qui a permis la subsistance des populations côtières (Papinot 2003) en dehors des ingérences institutionnelles. Il devient dès lors tout à fait intelligible que ce soit dans ce 'hors-lieu', ce 'hors-société' qu'aient pu se retrouver une partie des indigents, des marginaux.

Il en a été de même des sciences sociales qui ne se sont intéressées à cet espace et à ses habitants que très tardivement. En effet, le littoral a longtemps possédé une mauvaise réputation et un désintérêt marqué de la part des intellectuels bien plus attirés par l'exotisme des nouvelles colonies. Même lorsque les regards se sont enfin tournés vers l'intérieur, ce sont bien plus les espaces terriens que maritimes qui ont reçu l'intérêt. D'une part, même si la mer restait peu engageante pour les non-marins⁴ et ce jusqu'au milieu du XXème siècle, les archives des marines marchandes et militaires suffisaient pour construire des savoirs académiques sur le sujet. A cet égard, si depuis lors certains lieux ont fait état de monographies dans plusieurs domaines disciplinaires, parfois nombreux, comme, par

⁴ Aristote ne disait-il pas : « il existe trois types d'hommes : les vivants, les morts et ceux qui vont en mer. »

exemple la Baie du Mont Saint Michel (Sécula, 2011), les sciences humaines se sont finalement peu penchées sur la baie de Somme et le littoral environnant⁵.

Cela étant, le fait de qualifier cet espace de 'hors-société' ne signifie pas pour autant une absence de régence interne entre les différents acteurs. La mise en commun d'une extension domestique tend à favoriser les stratégies matrimoniales et patrimoniales de renfermement intra-communautaire. En ce sens, l'observateur naïf constatera très rapidement la constitution sociale d'une localité comme le Crotoy où se côtoie un nombre très restreint de patronymes identifiés (Derosière, Devisme...). Cette homonymie, signe fort d'une homogamie souvent consanguine, déjà repérée par Jean Rieucou (1985) ou Alain Cabantous (1986), n'est pas rare dans les milieux maritimes où, non seulement les pratiques professionnelles sont transmises au sein des lignées généalogiques, mais les stratégies matrimoniales tendent à maintenir le plus possibles les moyens de productions (bateaux, filets, pêcheries...) au sein de la communauté familiale. Les témoignages des acteurs contemporains confirment la perdurance de ces pratiques d'homonymie au sein de la communauté locale, qui en dehors des usages des surnoms en interne génèrent d'importantes difficultés d'identification des individus pour les administrations institutionnelles. Les homonymies sont dans certains cas rapportés, poussées jusqu'au deuxième voire troisième prénom et dans certains cas extrêmes aux structures même des fratries (même ordre des nominations). Ce point marque, entre autres les stratégies d'entre-soi pour maintenir la communauté en dehors de toutes velléités 'civilisatrices' « externes ». Les entretiens que nous avons menés mettraient cependant en évidence une modification récente de ces stratégies. En effet, il semblerait que le désir de transmission de l'activité d'une génération sur l'autre ne soit plus aussi prégnant qu'auparavant, les nouvelles générations ayant développé un rapport au travail physique différent des générations précédentes. Cet aspect est corroboré par l'enquête sociale dans laquelle 66% des pêcheurs interrogés disent ne pas vouloir que leurs enfants fassent le même métier qu'eux. Il conviendrait néanmoins d'approfondir cet aspect d'adaptation de la population en les recroisant avec d'autres critères pour en comprendre les causalités.

⁵ Il existe une abondante bibliographie dans les domaines de la biologie, de l'écologie et de la géologie. Du côté des sciences humaines, outre les données historiques, les approches sociales contemporaines focalisent principalement sur la figure du chasseur ou la question de l'aménagement du territoire autour des questions de gestion du trait de côte ou de préservation de l'environnement. Cette focale s'entend aisément puisque ces dernières ont été et sont encore au centre de plusieurs controverses. Finalement, il n'existe que très peu de données anthropologiques contemporaines, principalement folkloriques, sur les activités de pêche à pied ou de conchyliculture sur le littoral picard.

Les pêcheries qui se sont développées sur l'estran étaient très variées (coques '*hénons*', scrobiculaires '*Lavignons*', crevettes '*sauterelles*', poissons plats – flets, carrelets, harengs.. mais aussi les vers marins de type arénicole). Les populations de la baie avaient jusqu'à une époque récente une activité principale que l'activité de cueillette venait à compléter. Ces activités étaient celle de pêcheur embarqué ou d'agriculteur (nous incluons dans cette deuxième catégorie ceux dont l'activité relève de l'aquaculture/conchyliculture, pour des raisons d'affiliation à la MSA vs ENIM). Ceux dont l'activité de cueillette était l'activité principale faisaient véritablement partie des populations les plus pauvres, car, ne pouvant posséder de matériel (filets ou cabane), ils venaient grappiller sur les filets, une fois les pêcheurs ayant récolté les plus gros spécimens pour la vente⁶.

Jusqu'aux années 1980, une bonne partie des coques récoltées dans la baie servaient d'appâts pour la pêche embarquée, au même titre que les vers. Ils étaient soit vendus directement sur place ou les marchés des villes voisines, soit expédiés sur les criées parisiennes.

Un certain nombre de ces acteurs avaient et/ou ont toujours d'autres activités comme celle de la chasse sur les *Molières*. Cela fait un maillage d'enjeux et de pratiques parfois paradoxales. Un même acteur pouvant à la fois désirer le maintien des *molières* pour la chasse et regretter l'ensablement de la baie qui condamne petit à petit les activités de pêche embarquée et celle de pêche à pied sur l'estran.

Du fait de l'ensablement des ports du Crotoy et de Saint Valery, seule l'activité de plaisance perdure aujourd'hui dans le fond de la baie. Les derniers armements de pêche sont accostés au Hourdel en sortie sud de l'estuaire (Rieucan, 1985)

Mais au-delà de ces pratiques anciennes du territoire, sont apparus, avec la révolution industrielle au milieu du XIX^e et par la suite, au début des années trente avec les congés payés de nouvelles populations, les touristes. Le développement du chemin de fer à partir de 1850 qui rapprocha la baie de Somme et l'ensemble du littoral picard à 3 heures de Paris, permit le développement de l'activité de villégiature autour des « *bains de mer* », dont on louait les bienfaits thérapeutiques (Yellès 1993). Ainsi, toute une population principalement issue de la bourgeoisie urbaine et de la petite aristocratie commença à fréquenter le littoral et à en modifier la dynamique. Petit à petit, l'activité touristique, malgré un arrêt pendant la deuxième guerre mondiale, a pris le pas sur les activités traditionnelles du territoire, avec notamment la construction d'infrastructures dédiées. C'est ainsi que tout au long du littoral

⁶ Situation socio-économique que ne reflète plus nécessairement la réalité contemporaine, car lorsque la dimension économique de l'activité de cueillette est gérée de manière résiliente permettant au pêcheur de faire face aux aléas, cette activité peut tout à fait permettre d'assurer un niveau de vie correct.

s'est développé une urbanisation de front de mer, parfois détachée de l'urbanisation initiale située en retrait dans les terres. Ces espaces dédiés se caractérisent par leur occupation saisonnière marquée. La fin du XX^{ème} siècle est caractérisée par le développement du tourisme de masse avec l'installation de camping et de villages vacances) qui orienteront définitivement la politique touristique avec la patrimonialisation de nombreux aspects du territoire. Aujourd'hui, les acteurs témoignent à cet égard d'un sentiment d'artificialisation, de 'disneylisation' visant à figer l'espace dans un souvenir mythique et glorieux.

En effet, le tourisme, lui-même dans sa pratique évolue au gré des transformations de la société mais aussi du littoral et de son aménagement.

L'image du littoral picard enregistre donc un renouvellement sensible, reflet de la succession de différents âges touristiques. C'est l'histoire du passage du tourisme balnéaire estival issu d'une demande, au tourisme de proximité reposant sur une offre diversifiée et améliorée. Cette évolution s'observe ailleurs, à des degrés divers et suivant des rythmes variés. Elle est inévitable, dans la mesure où le tourisme implique un processus incessant d'adaptation et de reconversion, s'exprimant dans la création d'autres produits touristiques et de nouveaux espaces. L'étonnement vient, peut-être, de la lenteur avec laquelle elle s'effectue dans les vieilles régions touristiques. Ici, on peut invoquer, pour la comprendre, la contrainte climatique, la pesanteur des habitudes, le poids excessif des résidences secondaires qui ne constituent pas un facteur d'animation des stations, l'enfermement dans l'idée d'un tourisme peu exigeant. La question se pose, peut-être, de savoir comment le tourisme est perçu par la population permanente. Or, non seulement celle-ci est relativement peu nombreuse, mais nous ne sommes pas sûrs que sa perception du fait touristique soit très positive. Même quand elle n'est pas très haute, la marée touristique dérange, et perturbe les habitudes.

« D'abord, un petit retour en arrière : avant la seconde guerre mondiale, très peu de personnes ici ou en Picardie avaient l'impression de porter sur le paysage de la Baie de Somme un regard contemplatif, esthétique, soucieux de la préservation des valeurs environnementales. Il y avait des gens nés sur le territoire qui l'aimaient, mais sans se construire une représentation réflexive très forte de la valeur des lieux, de la valeur du territoire, de la nécessité de le protéger. » (BARON-YELLES, 1998)

En effet, la sensibilisation pour les questions environnementales a petit à petit gagné toutes les couches de la société, même si cette prise de conscience n'aboutit pas nécessairement à un changement profond dans l'*habitus* des diverses populations.

Au niveau touristique, c'est certainement la recherche d'une nature pristine, préservée, d'une société quelque part figée dans un passé mythique qui sert aujourd'hui de ferment à l'attrait de la baie de Somme et du littoral environnant. Cette construction d'une *wilderness* s'illustre parfaitement avec la réserve ornithologique du Marquenterre.

La présence d'une zone humide, longtemps considérée comme une non-zone, ni terrestre, ni maritime, et de ce fait, combattue à grand renfort de renclôture et d'assèchement, change petit à petit d'image. La nature n'est plus un danger, un ennemi, mais un patrimoine qu'il faut protéger et surtout une manne économique à valoriser.

Ici s'oppose donc plusieurs visions du monde et de « l'habiter » (De Lajartre et al., 2016). La principale dichotomie que l'on retrouve, et qui n'est pas spécifique au littoral picard, est cette manière d'occuper l'espace et les ressources qu'il recèle. Entre les habitants permanents qui exploitent les ressources locales soient à travers une agriculture soit, comme c'est le cas des hénnoniers, de la cueillette directe et/ou avec une faible intervention comme c'est le cas des cueilleurs de salicorne, et des habitants saisonniers ou ceux qui ne vivent pas directement de l'exploitation des ressources. Derrière cette opposition, il y a tout un jeu d'identification au territoire, à travers, d'un côté le rappel à des traditions pensées comme séculaires qui préserve de la pression transformative venue de l'extérieure et d'un autre côté ce désir de garder la main sur son devenir en n'étant pas enfermé dans des cages (symboliques) comme une espèce en voie de disparition.

Pour faire face à ces nombreux paradoxes, au cours des décennies, plusieurs entités ont été créées par l'état et les collectivités territoriales. Le « territoire du vide » est devenu un lieu d'enjeux politique et socio-économique multiples tout comme un mille-feuille institutionnel où ses nombreux sont parfois pris dans des injonctions paradoxales.

Entre gestion et marketing territorial

En 1974, le Syndicat Mixte de la Baie de Somme et du Grand Littoral Picard (à l'époque le SMACOPI) est créé pour développer et préserver la Baie de Somme, le Littoral Picard et son arrière-pays.

Ses missions sont très larges car elles ont pour objet de concilier des enjeux parfois contraires comme le développement économique, notamment touristique du territoire, la préservation du trait de côte (en filigrane les installations touristiques et le résidentiel secondaire...), la préservation des espaces naturels et leur compatibilité avec les activités économiques (pêches, extraction de granulats...).

Les différentes politiques de gestion, de préservation ont fait naître des espaces d'exclusion et d'attraction, à travers l'émergence de différents labels, de spécialisation territoriales (aires protégées). Ainsi, c'est tout un maillage du territoire qui s'est construit au fil des années, modifiant les usages et les fréquentations de l'espace par différents acteurs, endogènes et exogènes avec des motivations et des intérêts parfois convergents mais souvent divergents et conflictuels.

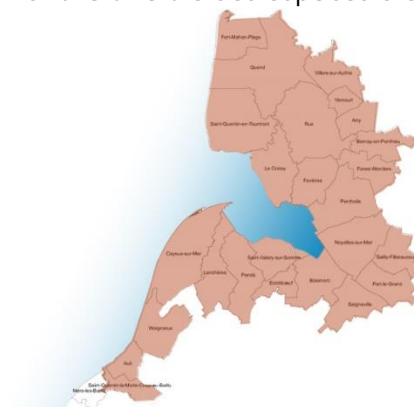


Figure 5 Territoire du syndicat mixte.

Label « Grand Site »

Le label grand site a pour objet de distinguer des territoires identifiables pour leurs *paysages exceptionnels, reconnus de tous et fragiles. Ils sont protégés et gérés selon les valeurs du développement durable.* Il s'agit avant tout d'une reconnaissance par l'état (le label est attribué par le ministre de l'Aménagement et du développement durable) du travail de conciliation effectué par le syndicat mixte dans l'aménagement de son territoire. Mais entendu au-delà des considérations éco-sensibles, il s'agit, avec ce type de labélisation d'attirer sur le territoire des populations touristiques en mettant en avant des qualités d'accueil (hébergement, prestations...) en accord avec les nouveaux attendus de notre époque en plein « changement global ». A cet égard, Nacime Baron-Yellés et Catherine Meur-Férec (1999) mettaient en évidence l'aspect paradoxal de ces démarches qui tout en affirmant participé à la préservation de la « nature » l'artificialise et en exclut les acteurs et leurs pratiques, comme notamment les pêcheurs.

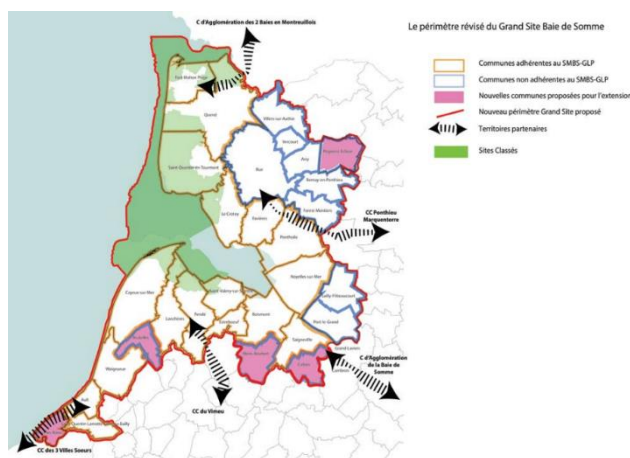


Figure 6 Périmètre du Grand site "Baie de Somme"

Site RAMSAR

Les scientifiques se sont intéressés à ces zones humides dès la fin du XIXe siècle. Certains chercheurs ont montré que les marais avaient une fonction essentielle dans la régulation des crues. Mais ce n'est que dans les années soixante que les naturalistes se sont fortement mobilisés. Cette mobilisation a débouché, en 1971, sur la signature de la convention de

Ramsar ratifiée par 18 pays. En France, l'intérêt des milieux universitaires pour cette question s'est manifesté après 1994 lorsque le préfet Bernard a eu présenté son « Rapport intergouvernemental sur les zones humides » et un plan d'action (Bonneau 1977). Le site Ramsar de la Baie de Somme a pour sa part, été labellisé le 31 janvier 1998 et bénéficie aujourd'hui d'un programme d'actions à travers son plan de gestion 2014-2025, mis en œuvre par l'équipe milieux naturels basée à la station biologique de la Maison RAMSAR de Blanquetaque.



Figure 7 Site RAMSAR

Réserve Naturelle et sites classés

En dehors de la zone sous couvert de la convention RAMSAR, d'autre niveau de limitation des activités ont été mises en place afin d'assurer la préservation de l'espace naturel. C'est le cas du classement par l'Arrêté du 21 décembre 2010 de l'ensemble de la Baie de Somme et d'Authie en site Natura 2000 estuaires et littoral picards (zone spéciale de conservation). La baie de Canche, fait pour sa part actuellement l'objet de discussion entre les acteurs pour sa classification sous la référence FR3102005 - Baie de Canche et couloir des trois estuaires.

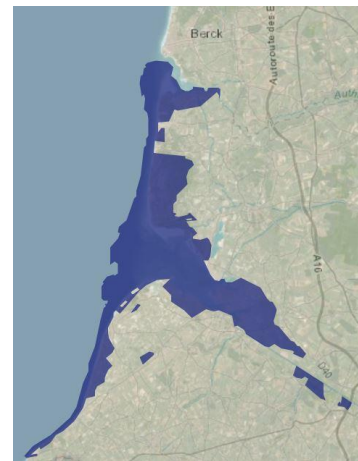


Figure 8 Espace Natura 2000



Figure 9 Parc Naturel Marin des Estuaires picards et de la mer d'Opale

La convention Natura 2000, vise à donner à un ensemble d'acteurs d'un même territoire un cadre de gestion afin de concilier la préservation de la biodiversité d'habitats reconnus comme fragile et/ou habitant des ensembles taxonomiques protégés et le maintien et/ou le développement d'activité socio-économique. Ces dernières concernent notamment la reconnaissance ou le maintien d'activité artisanale considérée comme traditionnelle.

Ces sites littoraux sont sous la responsabilité de gestion du Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (PNMP). Créé le 11 décembre 2012 (Décret n° 2012-1389), le Parc est un organisme de gestion territorial intégré dont les missions sont définies dans le code de l'environnement par la loi n° 2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux. Si sa direction est

opérée par l'Office Française de la Biodiversité (OFB)⁷, sa gouvernance est assurée par un conseil de gestion composé de 60 membres représentant l'ensemble des usagers locaux de la mer (élus, professionnels, usagers de loisirs, associations de protection de l'environnement, services de l'État, experts).

Parmi les organes d'état qui possèdent prévalence sur le devenir des espaces littoraux, on retrouvera évidemment le conservatoire du littoral et des espaces lacustres. Le Conservatoire du littoral, créé par la Loi n°75-602 du 10 juillet 1975, est un établissement public administratif national. Il a pour mission de "*...mener dans les cantons côtiers et les communes littorales, une politique foncière de sauvegarde de l'espace littoral, de respect des sites naturels et de l'équilibre écologique...*". Si le Conservatoire a pour mission de protéger le littoral, il n'en demeure pas moins que sa culture originelle est inscrite dans l'action d'aménagement du territoire et s'exprime dans la continuité de l'action de la Mission Racine⁸, en privilégiant plus particulièrement la question environnementale. De cette filiation avec la DATAR⁹, le Conservatoire a hérité l'idée d'aménagement rationnel, de planification en affirmant la présence de l'Etat sur le territoire pour éviter une logique pure de marché. Bien que les objectifs aient été modifiés, privilégiant a priori la conservation plutôt que le tourisme, le conservatoire, par sa gouvernance est et reste une émanation de l'état jacobin (élus nationaux - députés et sénateurs - et représentants des ministères concernés) réaffirmant sa main mise sur cet espace liminal. Sa dimension décentralisée (les présidents des Conseils de rivages sont des élus régionaux et départementaux) et intégrative (porteurs d'enjeux et personnalités qualifiées, notamment issues du monde scientifique) reste consultative. Les conseils de rivages ont néanmoins un pouvoir propositionnel pour les orientations stratégiques d'intervention.

Kalaora & Konitz (2004) alertent sur les effets potentiellement pervers de la notion de conservation qui précède à la généalogie du conservatoire du littoral. Basé sur le développement d'un patrimoine, la politique du conservatoire s'appuie sur une dynamique

⁷ L'Office français de la biodiversité est un établissement public de l'État, créé par la loi n° 2019-773 du 24 juillet 2019, qui contribue, s'agissant des milieux terrestres, aquatiques et marins, à la surveillance, la préservation, la gestion et la restauration de la biodiversité ainsi qu'à la gestion équilibrée et durable de l'eau en coordination avec la politique nationale de lutte contre le réchauffement climatique. L'Office résulte de la fusion, au 1er janvier 2020, de l'Agence française pour la biodiversité (AFB) et de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS). Il modifie également les missions des fédérations de chasseurs et a pour objectif affiché de renforcer la police de l'environnement.

⁸ Les années 1960 en France sont sous le signe du développement : moderniser, construire, équiper sont les maîtres mots d'une politique étatique flamboyante. Sur le littoral, construction et spéculation vont bon train. L'Etat promoteur entend assumer la maîtrise de cette politique d'aménagement du territoire et crée en 1962 la DATAR. Celle-ci, soucieuse de concilier croissance économique, développement touristique et gestion de l'espace va initier des missions d'aménagement dont la Mission Racine en 1963 (du nom de son président Pierre Racine) destinée à planifier la relance de l'implantation touristique sur le littoral du Languedoc Roussillon

⁹ La Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (DATAR) est une ancienne administration française chargée, de 1963 à 2014, de préparer les orientations et de mettre en œuvre la politique nationale d'aménagement et de développement du territoire

d'inventaire, de classification, de catégorisation et de hiérarchisation des espaces et des entités qui les constituent. Il en résulte une transformation du territoire vécu en paysage figé dans un instantané qui convient de conserver. Au-delà des constituant « naturels » qui fondent le paysage, ce sont aussi les pratiques qui se trouvent potentiellement figées dans un désir d'authenticité à grand renfort d'études ethnographiques diligentées pour en légitimer l'objectivité.

Car finalement, il s'agit bien d'une objectivation d'un territoire qui sera par la suite mis en scène et livré au regard orienté du visiteur par des circuits dédiés pour limiter son interaction.

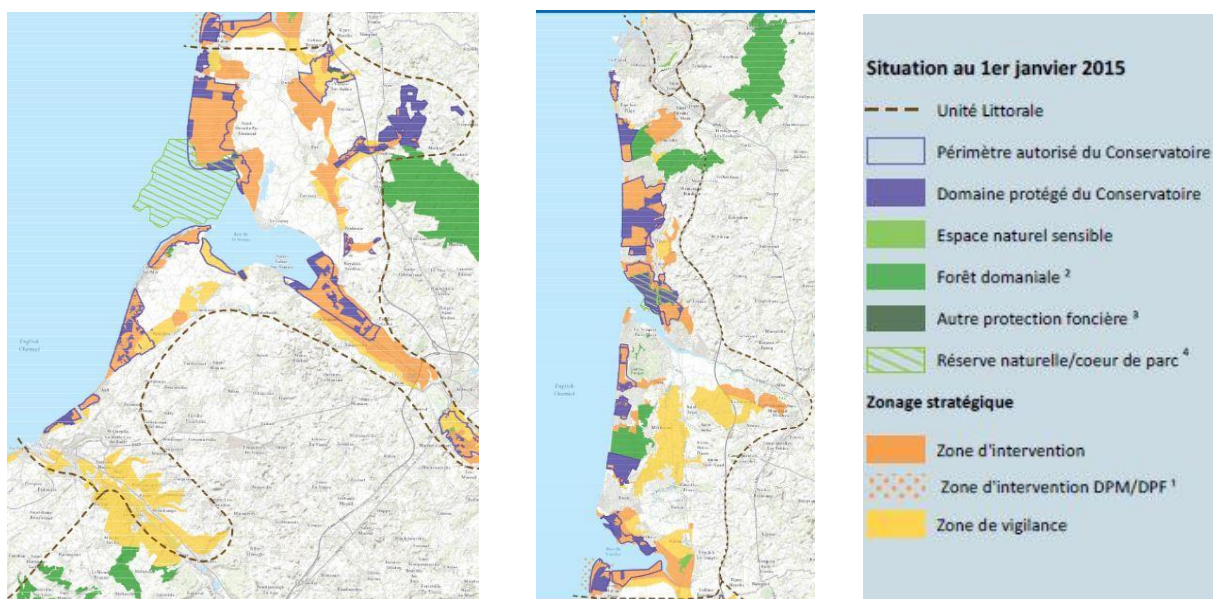


Figure 10 Zonages d'intervention du conservatoire en baies picardes. © Conservatoire du littoral

C'est le cas de Réserve Ornithologique de Marquenterre en sortie nord de l'estuaire de la Somme. Cette espace est originellement une propriété privée. Le domaine s'étend sur 1000 ha et appartient depuis 1923 à la famille Jeanson. Depuis 1938, son propriétaire, l'ingénieur agronome Michel Jeanson, allie exploitation agricole des terres et bulbiculture. Il veille également la protection du domaine grâce à la réalisation d'un polder de 200 ha et à la plantation de milliers de pins pour fixer les dunes. Au sud du domaine, la création d'une réserve puis d'un parc ornithologique en 1973 permet la protection et la reproduction de plus de 300 espèces d'oiseaux migrateurs sur le chemin entre les pays d'Europe du Nord et l'Afrique.

En 1986, le Conservatoire du littoral acquiert une partie du parc. Cet établissement public, créé en 1975 a pour mission de protéger les espaces littoraux fragiles. Aujourd'hui, le parc s'étend sur 250 hectares et accueille plus de 320 espèces d'oiseaux différentes (sur les 450

existantes en Europe) : hérons cendrés, aigrettes canards, oies, cigognes... L'objectif du parc est double : assurer la préservation de l'équilibre naturel du site grâce aux recherches scientifiques effectuées sur place et mener des actions pédagogiques en direction d'un vaste public.

Le parc est une illustration parfaite de la mise en scène de la nature où l'homme est mis à distance. Son interaction est rendue uniquement possible au travers d'un parcours pédagogique muré où cette nature est visible par des fenêtres disposées à intervalles réguliers.

Un autre aspect de la catégorisation et de l'objectivation du territoire en paysage est la hiérarchie des priorités de conservation. Cette priorisation des enjeux est actuellement particulièrement mis à mal avec l'accélération des modifications liées au changement global. En effet, que conserver lorsque les espaces et les écosystèmes connaissent de rapides et profonds changements.

Les travaux de conservation du cordon dunaire de la côte nord de l'estuaire de l'Authie qui se sont opérés en 2020, montre la complexité de la mission du conservatoire entre conservation et laissez-faire. Le chantier de la digue de soutien censée réduire voire arrêter l'érosion du cordon a été, nous l'avons vu, l'objet de fortes controverses dont le conservatoire a été un acteur central. Parmi ces controverses, celle de la hiérarchisation des entités et des pratiques a particulièrement marqué la communauté des hénéonniers qui s'est sentie lésées au profit de l'activité économique et touristique. L'exemple est assez illustratif de la dimension non-équivoque de cette notion de conservation patrimoniale d'un territoire.

[Les classements sanitaires, appropriation politico-scientifique des espaces.](#)

Si l'éstran en tant que *Domaine Public Maritime* appartient à tout le monde, cet espace et les ressources qu'il recèle ne sont, nous l'avons déjà abordé, exemptes d'une soumission à l'autorité politique et administrative de la société. L'appropriation de l'espace par les autorités de l'état ne se fait pas sur les espaces physiques en tant que tel, mais à partir des liens que certains êtres vivants non-humains entretiennent non seulement avec ces derniers mais aussi avec les humains. Ainsi, les coquillages, dès lors qu'ils entrent dans un

lien avec l'humain (acte technique de pêche, dynamique de transaction, ou autre) subissent des traductions symboliques (« sym »=lien, « bolos »= corps, symbole =qui relie deux

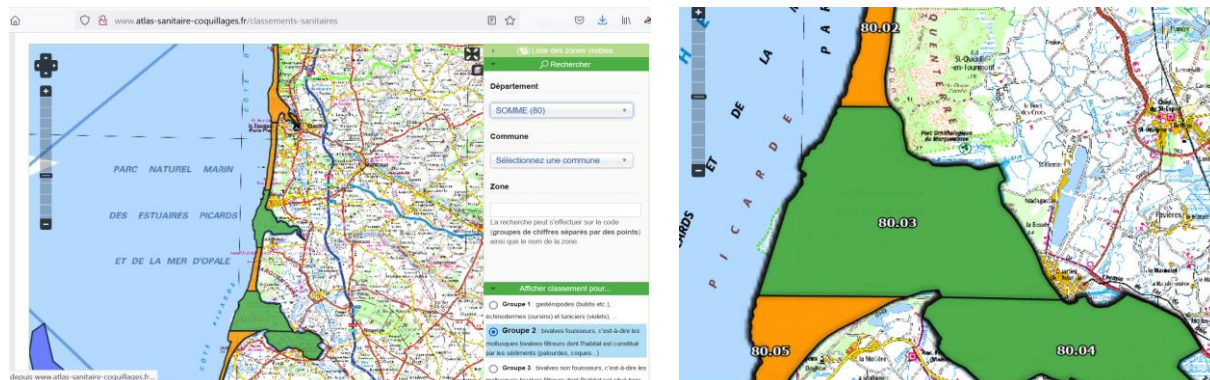


Figure 11 Zonage des classements sanitaires des estuaires picards (source : Atlas sanitaire, octobre 2021)

entités) qui les transforment en « ressource », « objet commercial » ou en « denrée alimentaire » les faisant entrer sous la subordination de différents organes de pouvoir qui déterminent et codifient les modalités d'interactions entre les entités, notamment dans notre cadre, entre le coquillage et l'humain (temporalité et spatialité des actes de pêche, dispositif d'épuration, transformation culinaire...) mais aussi entre humains (valeur commerciale, régulation de l'activité...).

A cet égard, la notion de salubrité des coquillages et des gisements de production est un héritage direct de la dynamique de l'hygiénisme qui a connu son paroxysme au cours de la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle. Elle découle de l'accroissement des connaissances médicales et surtout de la découverte des micro-organismes et des liens entre les modalités de conservation des aliments et l'émergence d'épidémie. Le péril sanitaire constituant un des périls les plus importants concernant la pratique de la pêche à pied, l'institutionnalisation de la surveillance sanitaire constitue à cet égard, une adaptation structurelle centrale. Elle a pour conséquence l'apparition d'un nouvel acteur qui deviendra central dans la relation homme-coque, l'homme de science¹⁰.

Du fait de l'importance de la consommation et du commerce des huîtres et des moules, qu'elles soient issues de la pêche sur bancs ou de la conchyliculture naissante, les premières réglementations ont d'abord concerné ces deux espèces, les autres coquillages y étant associés de manière générique. Le contrôle de la salubrité des coquillages date du Décret du 31 juillet 1923. Quelques-uns de ses articles, qui concernent la garantie de fraîcheur et l'interdiction de certaines pratiques susceptibles de souiller les mollusques, soit à l'éventaire, soit à l'entrepôt, sont applicables à tous les coquillages en général. Toutefois,

¹⁰ L'homme de science est déjà un acteur prépondérant dans les relations qui lient l'homme à la nature depuis le développement des sciences naturalistes et la révolution industrielle qui a imposé une régence sur ces espaces.

l'article capital du décret, qui exige un certificat d'origine salubre, n'est applicable qu'aux huîtres.

Ce contrôle de l'état sanitaire a été confié à l'ISTPM (l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes) par le décret du 20 août 1939. (Thomas, 1983). C'est dans ce cadre légal que sont instituées les zones de salubrité qui impactent la production et la commercialisation des coquillages depuis lors.

De la même façon, l'institutionnalisation du contrôle sanitaire s'ajoute au contrôle du pouvoir étatique sur l'espace littoral et ses activités mis en place par le décret du 9 janvier 1852 qui soumet à la concession de licence tout usage de cet espace. L'addition de ces deux décrets aboutit au fait qu'aucun acte de commercialisation ne puisse s'opérer en dehors d'établissement ayant notamment capacité à opérer des procédures de repaquage ou d'épuration des coquillages. Près d'un siècle plus tard, la circulaire 2327 du 11 août 1981¹¹ (relative aux ventes directes de produits de la mer par les producteurs) confirme cet état de fait en établissant que si rien n'interdit la vente directe de sa production, un pêcheur à pied professionnel doit justifier d'un local d'expédition où sont travaillés les coquillages vivants.

En quelques décennies, la mise en place de l'ensemble de la gestion sanitaire a assujetti les hénéonniers aux institutions politiques (ministère de la santé, de la marine, les organes technoscientifiques...) et les structures économiques. En effet, la réglementation sanitaire formalise le rattachement à un mareyeur (Roy, 1996), instituant de fait un asservissement et une allégeance du pêcheur à ce dernier, induisant et structurant des rapports de pouvoir notamment financier (fixation unilatérale prix du produit). De ce fait, sous couvert d'une volonté de protection de la santé, l'état instaure des processus d'asservissement socio-économique en adoubant le mareyeur « agréé » comme point de passage obligé de la chaîne de valeur. Cet assujettissement social est d'autant plus marqué que les hénéonniers sont qualifiés dans certains documents « d'ouvriers ». Preuve de leur intégration plus ou moins forcée au système socio-économique de la révolution industrielle et capitaliste qui spécialise les activités des acteurs au sein des filières de production.

Loin d'être un simple critère sanitaire, ce classement induit donc bien tout un ensemble de liens et de dynamiques qui relie les espaces (à partir du morcellement des espaces au sein du processus de « zonage »), les êtres non-humains vivants ou non situés au sein des écosystèmes littoraux (coquillages, micro-organismes, éléments physico-chimiques

¹¹ Dispositions reprises dans le Décret n°94-340 du 28 avril 1994 relatif aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des coquillages vivants

présents dans le continuum terre-mer (activités agro-alimentaires et industrielles ...) et les êtres humains au sein des différents collectifs qui constituent les socio-systèmes lesquels possèdent aussi des ancrages et des influences sur d'autres espaces (zones de pêche en Normandie, Pays de la Loire...), mais aussi les acteurs économiques (les mareyeurs, les entreprises de transformations...).

De plus, cette catégorisation des espaces, contrairement aux appropriations précédemment cités (Grand Site, RAMSAR...), est dynamique puisqu'elle est intimement liée aux dynamiques socio-écosystémiques. L'actualisation régulière de cette catégorisation convoque de nombreux acteurs, réactivant les liens et les éventuelles controverses et les jeux de pouvoir qui constituent ces réseaux.

Concernant les coquillages fouisseurs, catégorie à laquelle appartient la coque, les critères principaux de classification se basent sur la concentration d'une bactérie d'origine fécale *Escherichia coli* (*E. coli*). Cette donnée est élaborée à partir d'échantillonnages et d'analyses réguliers à différents points du littoral par les acteurs agréés membres des réseaux de surveillance du littoral mis en place à partir des années 1980 (REPHY 1984, REMI 1989, ...). En Haut de France, historiquement les analyses est pris en charge par l'association GEMEL (Groupe d'étude des milieux estuariens et littoraux fondé en 1981 par des chercheurs de l'université de Picardie) en collaboration avec l'IFREMER en charge de la coordination des réseaux (GEMEL, 2005). Aujourd'hui, une partie des échantillonnages sont aussi effectués par les gardes jurés du Comité Régional des Pêches (CRPMEM), en partenariat avec Laboratoire Départemental d'Analyses de la Seine-Maritime (LDA 76)¹² témoin d'un lien fort entre les deux structures.

L'institutionnalisation du suivi sanitaire ne s'arrête pas à la traduction de ces instantanés écosystémiques en données techno-scientifiques. Ces données sont confrontées à des normes politiques produites par les autorités administratives sanitaires telles que la DGAL (Direction Générale de l'Alimentation) au sein d'une autre autorité administrative, la DDTM (Direction Départementale des Territoires et de la Mer) ou la DML (Direction Mer et Littoral). A partir de valeurs seuil normées, ces données déterminent la qualification de la catégorie sanitaire (A, B, C ou D) des espaces. Cette qualification des secteurs géographiques découle

¹² Le LDA 76 est un service du département qui met disposition des administrations, collectivités locales, structures intercommunales, producteurs fermiers, artisans, commerçants et industriels un outil d'évaluation de la qualité et de la sécurité sanitaire des aliments utiles pour la santé publique, l'environnement et pour l'économie locale.

en effet de l'application du décret du 28 avril 1994 suivi de l'arrêté du 21 juillet¹³ et repose sur la mesure de la contamination microbiologique et de la pollution résultant de la présence de composés toxiques ou nocifs, d'origine naturelle ou rejetés dans l'environnement sur la santé de l'homme ou le goût des coquillages (article 3 du décret 28.04.94). En fonction de ce classement des opérations de purification ou de reparcage, sur des durées plus ou moins longues en fonction du taux de toxicité de la zone, des coquillages sont prévus afin de leurs attribuer la qualité de « denrée commercialisable comestible », sachant naturellement que les coquillages qui se trouvent en zone déclarée D ne peuvent être récoltés. En tant que cadre législatif, le classement sanitaire des espaces régule ainsi leurs usages socio-économiques.

La Baie de Somme est un exemple typique de la manière dont l'appropriation technopolitique de l'espace joue dans les relations homme-coques. À la suite d'une étude synthétique des aspects et dynamiques biogéochimique de la baie opérée au sein de l'ISTPM, H. Brienne (1970), rapporte que l'état sanitaire de l'eau de la baie rendrait la consommation de ses coquillages potentiellement dangereux. Il suggère en conclusion de son article qu'en l'absence de solution pour régler le problème en amont, la construction de dispositifs d'épuration tels qu'ils existent en Espagne, permettrait de maintenir l'activité de pêche. Suite à cette publication les gisements naturels de coquillages de la Baie de Somme sont classés en zone insalubre interdite par décision n°127 du 23 septembre 1971 de la Direction des Pêches Maritimes¹⁴.

La publication de cette étude a modifié profondément l'activité de pêche dans la Baie. En effet, depuis cette date, les coques ne peuvent être vendues qu'à la suite d'un reparcage en zone salubre. La profession s'adapta rapidement par la construction dès l'année suivante d'une station de purification des coquillages au Crotoy (GEBASOM 1971-1994) ce qui permit de maintenir l'activité traditionnelle des pêcheurs à pied. Le suivi de la qualité sanitaire des coquillages épurés en station et livrés à la consommation fut alors assuré par L'ISTPM. (Olivesi, Morel, & Rybarczyk, 1991).

L'usine GEBASOM (Groupement d'intérêt Economique de la BAie de SOMme) est une organisation qui regroupait à la fois des pêcheurs à pied et des mareyeurs.

¹³ Ce décret est la transposition dans le droit français de la directive CEE 91.492 du 15 juillet 1991 fixant les règles sanitaires régissant la production et la mise sur le marché des coquillages vivants, harmonise les actions sanitaires sur l'ensemble du littoral européen (Roy ,1996)

¹⁴ Actuelle Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA)

Son activité a été stoppée au début des années 1990 suite à des problèmes techniques (alimentation en eau, maintien des bâtiments) et l'évolution des normes sanitaires auxquelles l'usine ne pouvait répondre sans une modification notable de ses installations.

Les centres de purification en conchyliculture sont des bassins de décantation où l'eau est désinfectée par UV, par de l'ozone ou par des composés chlorés, ou un mixte de plusieurs d'entre eux afin d'éliminer une grosse proportion des bactéries et virus. Les techniques de purification appliquées dépendent de la contamination de l'eau, des pratiques des professionnels et de leurs moyens. Ainsi la plupart des bassins d'épuration ne sont équipés que d'une aération où les coquillages sont immergés pendant 24- 48 h. L'évolution de la situation microbiologique des zones de pêches peut donc, le cas échéant nécessiter un investissement matériel pour une mise en norme.

Cet exemple montre bien l'intrication des différents 'univers' et la manière donc ces derniers interagissent. Depuis cet épisode, seule une très faible proportion de la production est purifiée en local par les pêcheurs ou leurs réseaux (conchyliculteur notamment). Cela a pour impact, notamment l'absence de développement d'un commerce local de la coque qui est quasi exclusivement exportée en Espagne.

Le « mal a dit » des hénons, périls et résiliences

L'ensemble de ces nouveaux découpages de l'espace, la modification des structures socio-économiques, les modifications des espaces physiques sont autant de transformations vécues par les hommes qui les habitent (De Lajartre et al. 2016)

Ce large détour contextuel est fondamental pour comprendre la construction des représentations des acteurs sur les périls que connaît la profession des pêcheurs à pied. En effet, il faut considérer le couple *homme-hénon* comme un tout hybride, à la fois *nature* et *culture* où l'animal et humain s'interpénètrent continuellement.

Brève histoire de la pêche à la coque des « hénons »

La pêche à la coque, dénommée « *hénon* » en picard se pratique à l'instar de l'ensemble des pêches littorales depuis la préhistoire. Les restes archéologiques témoignent de son exploitation et de son commerce en terre Picarde au moins depuis l'époque romaine (Dupont & Blondiau, 2006) au sein desquelles, avec l'huitre et la moule elles prédominent dans l'alimentation des populations littorales mais aussi continentale. La consommation et le commerce de ces coquillages connaît même une expansion à l'époque médiévale du fait des prescriptions religieuses (Robert, 2013) au travers de la mise en place de routes dédiées

entre les ports de Picardie (Abbeville) et la capitale. Les « chasse-marée » responsables de leur transport bénéficient de passe-droit afin d'acheminer ces denrées fragiles en moins de 36 heures. C'est une activité de subsistance pour les populations littorales, mais non annexe qui se pratique collectivement en prolongement des activités domestiques et des travaux agricoles. En effet, jusqu'au XIX^{ème} siècle, la société littorale est une société mixte, plurielle où les activités terrestres et maritimes sont continuellement mélangées au sein des groupes familiaux (Le Bouëdec, 2010).

« Mais sous la poussée des classes dominantes, féodale puis bourgeoise, l'espace des pratiques collectives tend à devenir résiduel. C'est que celles-ci, de moins en moins nécessaires à la reproduction sociale en milieu rural, sont en contradiction avec la propriété individuelle, privative, qui tente de s'affirmer. [...] L'éclatement aux temps modernes des solidarités villageoises et le développement de la propriété privée conduisent à une régression des pratiques collectives et en particulier la cueillette, que seuls les plus pauvres continuent à perpétuer aux marges de l'espace villageois, les constituant ainsi en 'activités de pauvres' » (Coujard 1982). Aussi, au tournant de la révolution industrielle, la pêche à pied ne mobilise plus que les individus qui ne peuvent (ou plus) constituer une force productive. Une sorte d'assignation statutaire vouait préférentiellement les femmes et les vieux à s'investir dans cette pratique peu valorisée et faisant l'objet d'une certaine relégation sociale (Retière 1998).

Avec le développement de la société du « loisir », le littoral picard connaît un développement urbain important avec l'émergence des stations balnéaires et la mode des « bains de mer ». Les bourgeois, découvrent alors le littoral et notamment ses ressources qu'ils recherchent non plus comme moyen de subsistance, mais à des fins ludiques, mimant les derniers « sauvages », laissés pour compte de la modernité.

[Le hénou, la coque et *Cerastoderma edule*, un agent aux multiples identités](#)

En effet, au travers des outils et des techniques de pêche, qui n'ont d'ailleurs pas évolué depuis au moins plus d'un siècle, c'est toute une association chimérique qui s'est construite, brouillant les limites « nature/culture ». Pour les personnes qui se trouvent à l'extérieur de la communauté, comme, par exemple les touristes qui aperçoivent les pêcheurs venir sur l'estran avec leurs charrettes au début du XX^{ème} siècle, lesquels se sont mués aujourd'hui en tracteurs et vélos sans selle, c'est tout un folklore qui s'exprime, que pour certains d'entre eux, ils viennent rechercher et que pour d'autres, ils ne veulent pas voir, tant l'espace littoral est pour eux un espace de loisir et non un espace de travail. En miroir, les hénouiers rejettent cette image pittoresque qu'ils produisent pourtant eux-mêmes. Un

rapide coup d'œil sur les réseaux sociaux et les médias de tout type suffit pour s'en convaincre. Certes, il ne s'agit que de quelques-uns, tel que « Bébé Dérosière »¹⁵ ou « Reinette »¹⁶ mais ces portes-paroles clairement identifiés permettent de garantir le maintien de l'image immémoriale des baies picardes (et en particulier celle de la baie de Somme) à travers la mise en scène des pratiques de pêche à pied professionnelle. On va retrouver ce même effort de mise en scène dans des ouvrages de vulgarisation historique tel qu'*une vie de pêche en baie de Somme* (Bourgau, 2015), ouvrage que l'on retrouvera d'ailleurs bien en vue dans les vitrines du Crotoy.

Ces mêmes médias relayent aussi les enjeux économiques et politiques de la filière, principalement pour mettre en avant les risques et périls à laquelle elle fait face¹⁷. Les crises de production régulières que traversent la filière sont relayées dans les journaux régionaux pour mettre avant, au-delà de l'aspect aléatoire de la production, la difficulté du métier, dont la plus grande majorité des acteurs sont issus de la commune du Crotoy et de ses alentours directs. Pour autant, si la pratique de cueillette est et reste une activité physique dont le geste technique central n'a que peu évolué depuis des décennies (celle du rateau et de la vénette), le contexte sociotechnique et le statut socio-économique des pêcheurs sont sans aucune commune mesure comparable avec celui des pêcheurs du début du XX^{ème} siècle, mais il semble que l'on désire maintenir un certain trouble au sein des représentations du métier.

Mais le couple homme-coque, ne peut se résumer aux seuls pêcheurs. En réalité, pour comprendre les enjeux de cette association, il convient de regarder l'ensemble du réseau d'acteurs (humains et non-humains) qui structure la relation entre l'homme et l'animal. Cette relation est une résultante des multiples facettes. Comme l'illustration (fig. 12) le montre selon les acteurs, l'animal acquiert une fonction, un statut spécifique définissant des caractéristiques et des qualités, lesquelles régissent les modalités d'interactions entre les acteurs.

¹⁵ Godard Sabine et Bernard, *Bébé Dérosière, Loup de Baie*. Reportage France 3 Picardie. Montage Nicolas Duchet, Journal 12/13 (hénou 4'49 - 7'10) www.youtube.com/watch?v=6m3TX8NkiIM (consulté le 15.07.20)

¹⁶ Épicerie fine : Le Marquenterre. TV5 Monde. Présentation Guy Martin.. www.youtube.com/watch?v=ZIDVUJwNNVM (Reinette, 5'39 - 11'17 et 11'31 - 14'39) (consulté le 26.07.19)

¹⁷ Là aussi, les plateformes médiatiques regorgent d'extraits vidéo, de reportages mettant en exergue « la misère », www.youtube.com/watch?v=FpqlOZorNcQ (consulté le 23/07/19) « la galère » www.youtube.com/watch?v=rrsKq5W52mQ (consulté le 16/07/19), la morosité www.youtube.com/watch?v=COOFCzC6CRc et tout le champ sémantique relevant de la difficulté.

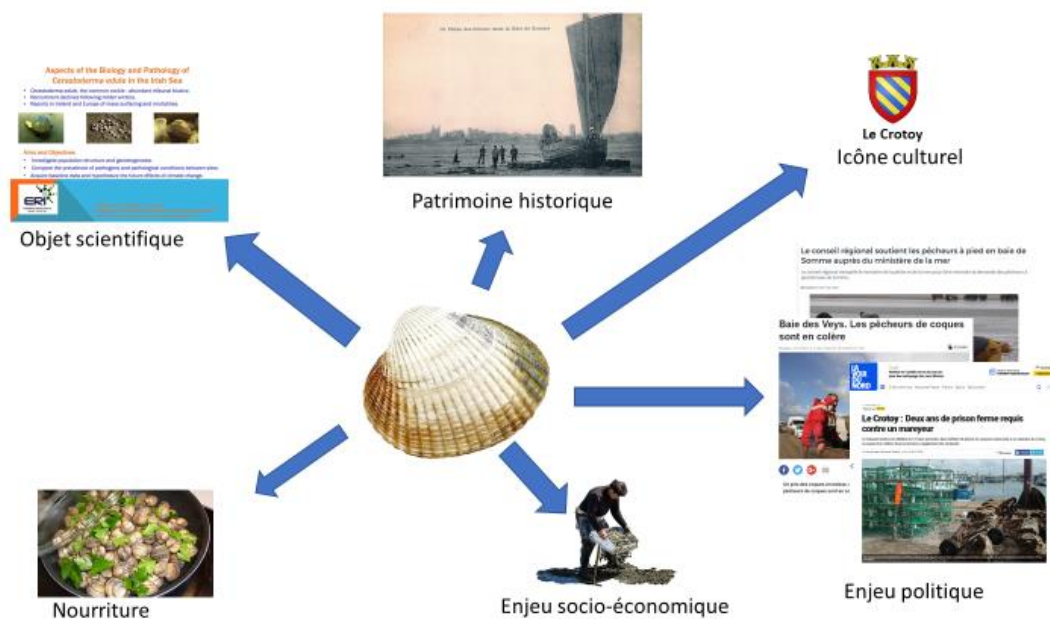


Figure 12 Un agent aux multiples identités

Parmi les premières discriminations que l'on peut observer, il existe au sein des discours d'une grande part des acteurs trois identités propres aux coques :

- les coques adultes (c'est-à-dire qui ont la capacité de se reproduire) dont la plus grande longueur de la coquille est égale ou supérieure à une valeur donnée, mesurée en millimètre. Cette valeur, actuellement de 27 mm (depuis 2005 en baie de Somme) correspond à la « maille ». Cette valeur témoigne d'un accord passé entre plusieurs groupes humains ; les membres des commissions, représentant et parlant au nom de l'ensemble des pêcheurs (dès lors considérés comme une entité de dessein homogène), les mareyeurs, et les pouvoirs publics (services de l'état d'obéissance technoscientifique ou non, ministères). Cette valeur de référence induit et conditionne un grand nombre de comportements et de relations au sein même du réseau d'acteur. Cette valeur a aussi une dimension historique forte puisqu'elle n'a que peu ou pas varié depuis sa première fixation dans le décret du 18 mai 1921 « *Sont autorisés en tout temps, la vente, l'achat, le transport ainsi que le colportage des coquillages ayant au moins les dimensions suivantes : Coques : 0 m. 025 dans leur plus grande largeur.* ». La taille marchande est relevée à 30 mm en 1928 (Lambert, 1943)
- les coques adultes qui ont presque la maille. Leur caractère liminal (proche de la valeur de référence commerciale et légale) leur confère un potentiel relationnel (avec les humains) important. Le fait qu'elle puissent être vraisemblablement récoltables soit dans un délai proche, soit en début de saison suivante leur apportent une dimension temporelle, projective à la relation. De même, si les coques « commercialisables » peuvent faire l'objet

d'une temporalité, notamment dans une période de périls biotiques (*huiles*, pollution d'origine anthropique...) ou abiotiques (forte chaleur couplée aux mortes eaux, orages surtout s'ils sont liés à des périodes d'épandage...), la potentialité qui réside dans cette deuxième catégorie de coque a le pouvoir d'infléchir la stabilité de la valeur de référence en tant que fait établi (ce que son ancienneté favorise), réouvrant la boîte noire¹⁸ pour en actualiser les controverses. Il est évident que cette éventualité est autant que possible marginalisée par une modification relative des jeux de pouvoir au sein des collectifs pour amortir l'évènement ponctuel et assurer la résilience rapide du système. En effet, l'ouverture de cette boîte noire fragiliserait sur un temps indéterminé l'ensemble des collectifs, car les ramifications des réseaux d'alliance qui y avaient été enfermés seraient à nouveau exposés au grand jour au risque d'actualiser les tensions et les controverses et de fragiliser encore plus un système mis à mal par une menace externe.

- les coques juvéniles (individus qui n'ont pas encore atteint la capacité de reproduction) appelé de manière générique le « *naissain* ». Le naissain possède un statut ambivalent. En effet, la présence de naissain, si elle offre la garantie d'un renouvellement de la ressource et donc la pérennité de l'activité, représente aussi un « danger » pour la ressource directement exploitable du fait notamment de sa densité au sein du gisement. Lorsque le naissain atteint une certaine densité au sein du gisement, les coques adultes sont réputées remonter en surface ce qui les expose à divers périls qu'ils soient biotiques ou abiotiques. Face à cette ambiguïté, plusieurs adaptations dans la relation homme-coque ont été suggérées par la communauté des hénéonniers. Ces adaptations vont toutes dans le sens d'une domestication¹⁹ plus accrue de l'animal. Il s'agit dans un premier temps de déplacer le naissain dans un autre lieu. Les arguments en faveur de cette pratique sont de libérer l'espace au sein du gisement pour les coques adultes leur permettant ainsi de s'enfouir pour de se protéger des périls environnementaux et de favoriser leur croissance ce qui augmenterait le potentiel commercialisable de la ressource. Cependant, les premières expérimentations, à dire des acteurs, n'auraient pas montré des résultats très probants en matière de survie. A ce stade donc de la maîtrise de la technique, la plus-value vis-à-vis d'une posture de 'laisser-faire' reste encore à mettre en évidence. Une deuxième piste d'adaptation serait la récolte du naissain pour alimenter une activité aquacole de

¹⁸ Dans la théorie de l'acteur-réseau développée par Strum, Callon, Latour & Akrich (2013), une boîte noire résulte de la stabilisation d'un réseau sociotechnique aboutissant à *un fait établi*, c'est-à-dire une *vérité* qui ne peut pas ou difficilement être remise en cause au risque de la réémergence des controverses qui ont jalonné sa constitution.

¹⁹ La notion de domestication s'entend ici dans son sens étymologique de « pouvoir sur ». Ainsi toutes interventions anthropiques sur le devenir des coques peuvent être considérées comme différents degrés de domestication.

grossissement telle qu'elle semble être pratiquée ailleurs (dans le Morbihan notamment). Cette deuxième hypothèse constitue une véritable innovation technique et sociale avec des modifications structurelles conséquentes à différents niveaux de l'organisation de la filière. Cette hypothèse, si elle présente de nombreux intérêts sociotechniques, est très loin de remporter tous les suffrages. Néanmoins, reste dans ce cadre, l'hypothèse que le naissain soit vendu à des entreprises aquacoles hors territoire qui maîtrisent la technique, permettant ainsi de valoriser cette part de la ressource et donc lui octroyer la capacité de générateur de valeur économique.

Chaque catégorie de coques possède donc un ensemble de caractéristiques propres qui induit un mode relationnel spécifique avec les humains. Que ce soit la phase larvaire (que nous n'aborderons pas, mais qui possède, elle aussi un potentiel relationnel et identitaire, notamment avec les collectifs scientifiques ou technoscientifiques), ou les autres phases de développement de l'animal, il existe toujours une relation spécifique, avec ses propres enjeux.

Face à la diversité de l'identité de la coque au sein de la relation Homme-Coque se trouve aussi la diversité des identités des humains impliqués au sein de cette relation. Cette diversité constitue l'ensemble des maillages du réseau d'interactions qui structure cette relation au sein du socio-écosystème.

En effet au sein du socio-système, la communauté des pêcheurs s'insère dans une structure socio-économique à l'intérieur de laquelle interagissent plusieurs univers aux enjeux divers.

D'une part, la pratique de la pêche à pied a connu au tournant du XXIème une transformation profonde de son organisation du fait de la mise en place d'un statut socio-professionnel de ses praticiens. L'existence de ce statut étant somme toute récente, il existe

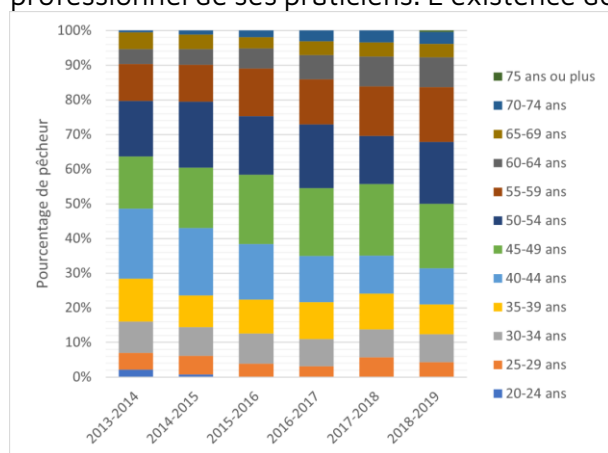


Figure 13 Classes d'âge des pêcheurs détenant la licence coques (Pollet 2021)

au sein de la communauté des pêcheurs une disparité dans la construction de l'identité de la pratique. En effet, l'enquête statistique a mise en évidence que l'âge moyen des pêcheurs actuellement en activité est de 55 ans, c'est-à-dire une population ayant pratiqué avant la mise en place du statut professionnel. L'âge moyen de début d'activité étant 25 ans, nous pouvons extrapoler que près des 2/3 de la

profession ont démarré la pratique de la pêche avant la mise en place du statut professionnel.

De la chasse-cueillette à la ressource marine

Bien que la pratique soit restée longtemps l'apanage de populations marginales, l'activité de pêche à pied a progressivement intégré le giron des cadres institutionnels et ceux de la normalisation sociale, impliquant une diversité croissante d'acteurs.

Nous venons de le voir, au même titre que d'autres ressources de l'estran, l'exploitation commence à être réglementée aux débuts du XX^{ème} siècle. Le décret du 9 janvier 1852 stipule qu'*aucun établissement de pêcherie, de quelque nature qu'il soit ; aucun parc, soit à huîtres, soit à moules ; aucun dépôt de coquillages ne peuvent être formés sur le rivage de la mer, le long des côtes, ni dans la partie des fleuves, rivières, étangs et canaux où les eaux sont salées, sans une autorisation spéciale, délivrée par le ministre de la marine. De même les époques d'ouverture et de clôture des diverses pêches, l'indication de celles qui seront libres pendant toute l'année, les heures pendant lesquelles les pêches pourront être pratiquées.* Concernant particulièrement la coque, l'arrêté du 21 juillet 1905 organise les périodes de récoltes avec des « *interdictions réglementaires* » de mai à août afin de favoriser la reproduction tel que « *les naturalistes du Service scientifique des Pêches l'ont établi* ». De même, dès la fin du XIX^{ème}, la circulation des véhicules (chevaux et charrettes) est réglementée selon des tracés prédéterminés afin de limiter l'écrasement des coquillages²⁰. Il est, à ce titre, intéressant de constater que cette dynamique de normalisation bien qu'ancienne reste en tension, fragile et constamment remise en question.

C'est à partir des années 1980 que la réglementation de la pêche à pied connaît une étape supplémentaire avec la mise en place, localement, de dispositif de gestion à partir de permis de pêche, permettant de différencier le pêcheur dont l'activité a une vocation professionnelle et mercantile et celui dont l'action a une vocation de subsistance ou récréative. En effet, à partir de ces années-là, l'accès aux gisements de coques de la baie

²⁰ Cette limitation de circulation des véhicules terrestres sur l'estran a été reprise dans le cadre de la loi n°86-2 du 3 janvier 1986 dit « loi littorale ». Son contenu sera intégré dans le code de l'environnement (*Restrictions à la circulation motorisée* ; Articles L362-1 à L362-4, section 1, Chapitre II, Titre VI, Livre III). Cette réglementation impacte grandement l'activité de pêche à pied car elle oblige les pêcheurs à utiliser des vélos non-sellé et sans pédalier pour le transport des sacs de coques. Cette pratique impacte la santé des pêcheurs en augmentant la pénibilité de la pratique professionnelle.

de Somme a été encadré par la délivrance par la Direction Interdépartementale des Affaires maritimes (DIAM²¹) d'une autorisation de pêche subrogée à plusieurs conditions :

- l'exigence d'une couverture sociale pour le ramasseur (loi d'orientation sur la pêche maritime et les cultures marines n°97-1051 du 18 novembre 1997 a fini par clarifier les termes de la couverture en particulier pour les non-marins affiliés à la MSA).
- la présentation par le ramasseur d'un contrat de campagne passé avec un établissement de purification agréé, afin de garantir le respect de la réglementation sanitaire (gisements classes B ou C)
- le respect des quotas institués par les autorités préfectorales (arrêtés)

Figure 14 Formulaire d'autorisation de pêche (Préfecture de la Somme)

Ces dispositions ont été reprises dans le décret n°2001-426 qui légifère le statut juridique de la profession de pêcheur à pied à partir de 2001. Ce décret constitue l'aboutissement d'une institutionnalisation progressive de la pratique de la pêche à pied à des fins de subsistance économique. Conséquence logique de cette institutionnalisation, la pêche à pied professionnelle est intégrée aux responsabilités de gestion des comités des pêches par le décret n°2002-1160 du 12 septembre 2002 et actualisé dans le décret n°2011-776 du 28 juin 2011. Ce dernier fixe les règles d'organisation et de fonctionnement des comités à chaque niveau territorial (du local au national). Les pêcheurs à pied appartenant dès lors à une organisation professionnelle désignent (depuis les élections professionnelles de 2003) des représentants au sein des instances dirigeantes des comités locaux, départementaux, régionaux et national. S'ils se réfèrent tous à un cadre législatif commun, chaque comité garde cependant une grande autonomie au niveau de la gestion opérationnelle de ses prérogatives. Ainsi, chaque comité régional met en place des règles de représentation et de gestion qui leur sont spécifiques. Parmi elle, la politique et mode de gestion des autorisations de pêche.

En effet, si le permis de pêche est un document à portée nationale inévitable de la pratique, il n'ouvre pas nécessairement la possibilité de pêche sur l'ensemble du territoire. La capacité

²¹ Les services de la DIAM ont été regroupés au sein de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM).

de pêche est obtenue par l'acquisition de licences de pêches auprès de chaque comité local/départemental/régional selon les règles en vigueur,

Au sein du CRPME Nord-Pas-de-Calais-Picardie (aujourd'hui Hauts de France) une licence spécifique pour la pêche à pied de la coque a été mise en place à partir de 2004. Le contingent initial a été fixé à 290 en accord avec l'administration à partir des pratiques constatées l'année précédente. Le nombre de licences accordé pour cette espèce, s'il a une augmentation progressive les premières années, s'est stabilisé autour de 340 sur la dernière décennie²².

À côté des licences d'exploitation, le comité participe à la cogestion des ressources en participant au suivi de l'état du stock des coques et au travers d'instances décisionnelles dédiées définit les règles de pêche tel que les tailles minimales (maille) et les volumes maximaux journaliers (quotas) et les règles d'attribution des licences.

Afin de garantir le respect de la réglementation en vigueur, les comités ont la capacité de recruter des agents assermentés (c'est-à-dire en capacité de dresser des procès-verbaux) les gardes-jurés (Tachoures, 2004). À cet égard, le CRPME Nord-Pas de Calais-Picardie a recruté deux gardes-jurés en 2003. Si les titulaires ont changé depuis cette période, le CRPME possède toujours deux postes de gardes-jurés. Parmi eux, un des titulaires est aussi chargé de mission, ce qui élargit l'éventail de ses fonctions et responsabilités. En miroir, une chargée de mission du CRPME a obtenu en 2020 l'assermentation, ce qui lui permet de soutenir la mission de police des gardes le cas échéant. Cette évolution statutaire est en partie due aux contraintes liées à la crise sanitaire, mais constitue un élargissement des capacités de gestion opérationnelle du comité notamment du fait de la transversalité des compétences de ses agents.

Concernant, cet aspect de la gestion, le mode de fonctionnement des comités peut être ambigu car en tant qu'instance représentative des pêcheurs, sa fonction de police (c'est-à-dire agent régulateur de la normalité sociale) positionne le comité comme juge et partie. Si d'une part ce type d'organisation est le témoignage d'une maturité du collectif dans sa responsabilité vis-à-vis de la ressource, il en constitue par ailleurs une grande fragilité, notamment face au risque de clientélisme. Il est à noter à cet égard, que le recrutement des gardes-jurés au sein du CRPME des Hauts de France s'est effectué, selon les dires des

²² Ce nombre est en régression actuellement. Au moment de l'enquête des discussions étaient toujours en cours au sein du CRPME afin de définir les règles d'attribution des licences pour garantir une certaine équité au sein de la communauté des pêcheurs notamment entre les classes d'âge, une large majorité des licences coques étant détenue par les pêcheurs plus âgés ce qui bloque l'entrée des plus jeunes et le renouvellement de la profession. Actuellement la liste d'attente est proche de 10 ans entre la première demande et l'obtention de la licence.

acteurs, à la demande de la communauté des pêcheurs eux-mêmes, désireuse d'une normalisation des bonnes pratiques. Néanmoins, les gardes-jurés étant subordonnés aux décisions du conseil d'administration dudit comité, si ce dernier est en faveur d'une certaine forme de laxisme gestionnaire, les agents ne peuvent pas véritablement exercer leur devoir coercitif autrement qu'en s'appuyant sur l'administration publique (DDTM). Et ce, au risque de leur propre fonction. Cette situation somme toute ubuesque, semble, aux dires de certains acteurs, avoir été déjà observée dans certains comités.

Au sein du CRPMEM des Hauts de France, semble s'être développé depuis plusieurs années une relation équilibrée entre les gardes-jurés et les pêcheurs. Si le contrôle de l'activité y est très important, avec des émargements obligatoires lors des descentes des pêcheurs sur l'estran et des contrôles pratiquement systématiques lors de la remontée et du chargement de la récolte par les mareyeurs, ce dernier n'est pas vécu comme particulièrement contraignant. De même, au-delà de ces relations à caractère potentiellement coercitives, une relation de type « pédagogique » a été constatée lors de nos observations sur le terrain. En effet, les gardes-jurés accompagnent régulièrement les pêcheurs lors des marées afin

de faire des contrôles « pédagogiques » en particulier sur le respect des tailles minimales. Ces contrôles sont opérés notamment lorsque les gisements présentent des profils où les populations de coques de tailles liminales sont importantes. En effet, les outils d'évaluation des tailles utilisés par les pêcheurs ne présentent pas les mêmes degrés de précision que ceux utilisés par les acteurs de contrôles (gardes-jurés ou autres agents assermentés des services de l'état). Les premiers utilisent la *vénette* alors que les deuxièmes utilisent le pied à coulisse. La *vénette* (fig 16, gauche) est un outil traditionnel utilisé depuis plus d'un siècle par les pêcheurs pour séparer les coquillages en sous taille de ceux à la taille commercialisable. C'est une caisse en bois munie d'un fond constitué de barres métalliques espacées régulièrement. L'identification de la *vénette* est faite au nombre de barres qui constituent le fond. En effet, les cotes de la caisse et des barres étant normées, leur nombre définit leur espacement. Le pêcheur remplit la caisse à l'aide d'un râteau²³ d'un mélange de



Figure 15 Contrôle "pédagogique" ©Riera Fabien 2019

services de l'état). Les premiers utilisent la *vénette* alors que les deuxièmes utilisent le pied à coulisse. La *vénette* (fig 16, gauche) est un outil traditionnel utilisé depuis plus d'un siècle par les pêcheurs pour séparer les coquillages en sous taille de ceux à la taille commercialisable. C'est une caisse en bois munie d'un fond constitué de barres métalliques espacées régulièrement. L'identification de la *vénette* est faite au nombre de barres qui constituent le fond. En effet, les cotes de la caisse et des barres étant normées, leur nombre définit leur espacement. Le pêcheur remplit la caisse à l'aide d'un râteau²³ d'un mélange de

²³ Au même titre que la *vénette*, les caractéristiques physiques du râteau sont normées. Elles permettent de distinguer le statut professionnel ou récréatif. Le nombre de dent est limité à 3 dans

sédiment et de coquillages. Posé contre les cuisses, la *vénette* est secouée afin de séparer les coques et le sédiment, les barres permettant de ne conserver que les coquillages de taille supérieure à l'écartement des barres. Cependant, cette technique a une efficacité relative car elle est basée sur un rapport épaisseur/largeur de la coquille standardisée. Hors ce ratio peut être variable selon les spécimens. Dans le cas de coque de taille liminale, la technique peut maintenir certains spécimens en sous-taille dans la caisse. Le pêcheur doit donc nouveau contrôler sa récolte avant de faire un nouveau tri, ce qui, pour des raisons entendables d'efficacité du geste de capture, n'est pas toujours le cas. A contrario, le pied à coulisse permet une évaluation au millimètre du paramètre par les agents de contrôle. Il existe donc intrinsèquement une différence de « pouvoir » de contrôle entre les différents acteurs. C'est dans ce cadre que la posture « pédagogique » prend tout son sens afin de normaliser les pratiques et permettre de réguler les comportements en identifiant les pêcheurs qui dérogent à la règle à leur insu et ceux qui sont déviants en toute connaissance de cause. Au sein donc de la relation entre les gardes-jurés et les pêcheurs s'est donc institué au cours du temps un rapport de confiance, les agents du CRPMEM étant vu dès lors comme des alliés au service de la communauté et non comme des ennemis comme pourraient l'être les représentants des services de l'état : « avec des tailles pareilles, tout ce veulent les aff'mar' c'est de nous coincer »



Figure 17 La pêche au hénon: acte matériel et technique ©Riera Fabien 2019

le cadre de la pêche récréative ce qui diminue la capacité de récolte par effort de pêche et donc la productivité du pêcheur.

A cet égard, les pêcheurs témoigneront à qui veut bien l'entendre de leur « bonne volonté » à se soumettre aux contraintes de l'institutionnalisation et de la professionnalisation de leur pratique traditionnelle en prenant facilement à partie le chaland « *vous en connaissez des professions qui sont aussi contrôlée ?* ». Ce type d'expression vient rappeler, à la fois le caractère « hors société » des revendications des pêcheurs « *qu'on nous laisse faire* » et d'un autre montrer leur inclusion au sein de la société « *voyez, on est pas des sauvages* ».

Ces remarques ont aussi pour objet de marquer leur différence vis-à-vis des pêcheurs « récréatifs » que la législation de 2001 a induite en définissant le statut de professionnel et toutes les règles s'y afférant. Sans développer ce point car la pratique de la pêche récréative des coques reste assez limitée en Picardie comparativement à d'autres littoraux, la séparation entre ces deux types de pratiques et de populations, chacune, usant d'arguments propre à leurs univers de sens (et éventuellement d'un degré de « civilisation ») a produit une opposition consubstantielle sur la gestion de la ressource. En effet, au-delà de considérations objectives sur les pratiques, il s'agit, quel que soit la ressource concernée, d'opposition d'univers de sens, de manière de se représenter le milieu, en particulier la notion de « nature » et la place de l'espèce humaine en son sein.

Cela étant, les revendications de « civilité » viennent a priori surtout de la frange des pêcheurs réguliers qui sont investis dans le fonctionnement de la filière notamment au travers de la commission d'évaluation des gisements ou d'autres instances de cogestion.

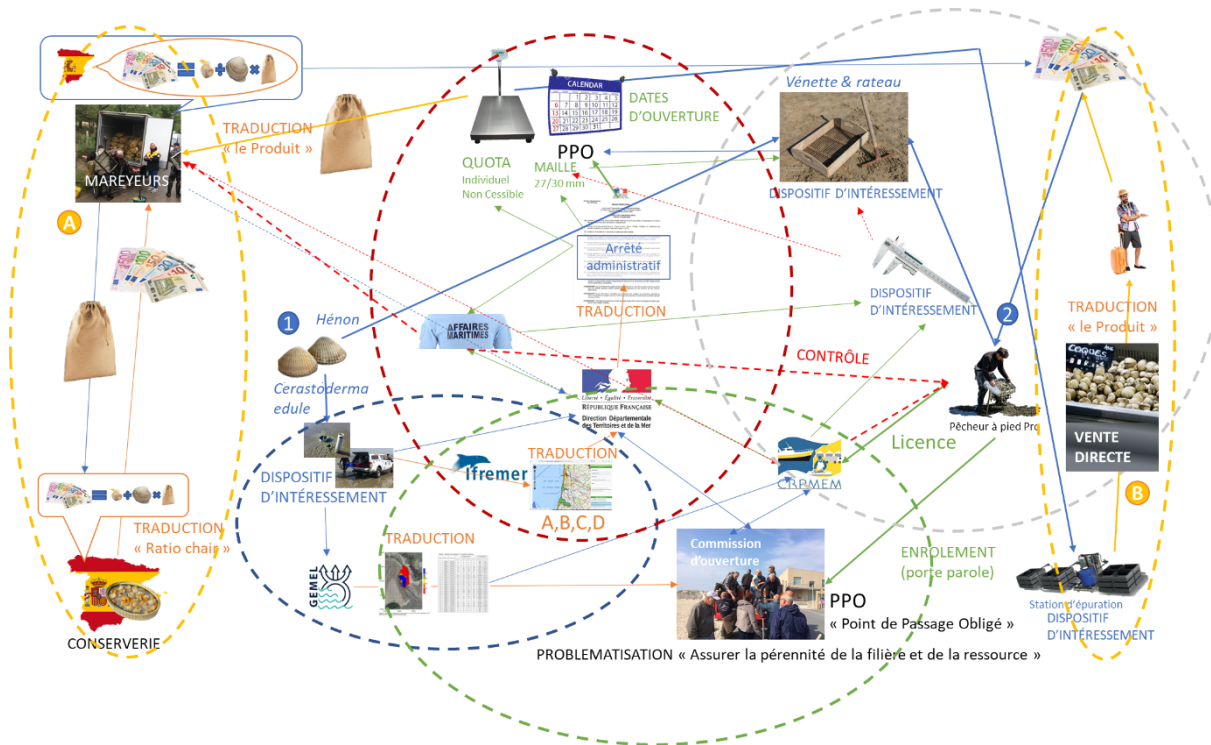


Figure 18 Réseau d'acteurs de la pêche professionnelle de la coque en Picardie (réseau simplifié)

Nous l'avons vu, au cours du XX^{ème} siècle la pratique des hénonniers s'est progressivement institutionnalisée. Cette institutionnalisation a associé plusieurs groupes d'acteurs d'univers différents qui interagissent au sein d'un réseau sociotechnique. L'illustration (fig. 13) montre comment chaque acteur se positionne au sein de ce réseau. On constatera que le réseau sociotechnique met en relation des *agents*²⁴ humains et non-humains. Ce type de réseau hybride qui permet de comprendre les transformations symboliques que subissent les différents *agents*, telle que la coque, ce qui au bout du compte lui confère cette identité multiple. En effet, entre l'*étant* « coque » (1) membre d'un collectif écosystémique et l'*agent* économique (2), il y a des traductions de plusieurs ordres. Ces traductions s'opèrent à partir d'*étants* techniques, lesquels sont considérés comme des *dispositifs d'intéressement*. Callon (1986) définit comme dispositifs d'intéressement tout *étant* qui permet à un *agent* d'infléchir sur le devenir d'un autre *étant* au sein du réseau constitué ou en cours de constitution. Aussi, dans le réseau figuré ci-avant, le pêcheur utilise la *vénette* et le râteau comme dispositifs d'intéressement de la coque avant d'insérer cette dernière dans une dynamique de traduction dont la finalité est celle d'une traduction en moyen financier. Cependant, ce lien tissé entre le pêcheur et la coque, ne peut se stabiliser dans le temps qu'à condition de passer le « *Point de Passage Obligé (PPO)* »²⁵ qui traduira le lien Homme-Hénon en *agent* « le produit »²⁶. Au sein du réseau, nous avons identifié deux PPO. Celui de la réglementation dont les *porte-parole* sont les *étants* « quota », « maille », « horaires d'ouverture », « secteur ». Ces *étants* infléchissent le comportement du pêcheur et les modalités de sa mise en lien avec la coque. Et ainsi de suite.

La diversité des acteurs en relation au sein du réseau constitue en soi un potentiel de résilience et adaptatif conséquent car il permet de produire des réponses multiples face aux aléas de l'écosystème. En soit, il s'agit d'une multitude d'alliances possibles et donc de processus de traduction.

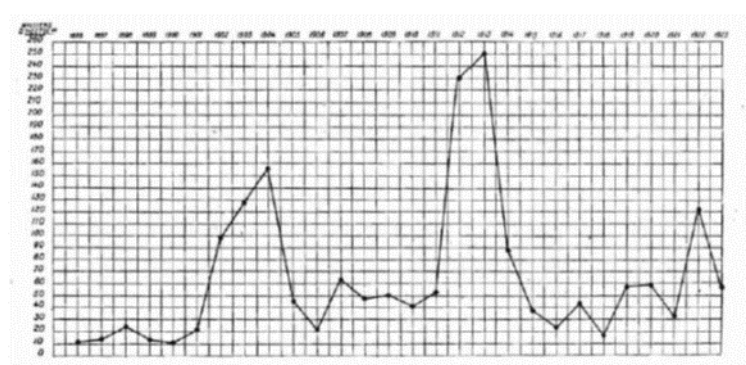
²⁴ Dans la théorie de l'acteur-réseau, pour mettre en évidence les processus de construction des connaissances sociotechniques (science, innovation sociale et technique), les différents « *acteurs* » qu'ils soient humains ou non sont identifiés comme « *étant* » ou « *agent* ». Cette dénomination permet de considérer ces « *étants* » (c'est-à-dire une entité dont la principale caractéristique est d'*être* au sein d'un ensemble de liens) de manière équivalente au-delà de leurs caractéristiques physiques, biologiques ou conceptuels. La dénomination « *d'agent* » ramène à la notion d'agentivité, c'est-à-dire la capacité d'un *étant* d'agir, de modifier (sciemment ou non), l'état du réseau dans lequel il est inséré.

²⁵ Le *Point de Passage Obligé* définit le point de convergence des devenirs des acteurs qui constituent le réseau. Ce point de convergence correspond à la contraction des enjeux de pouvoirs au sein du réseau d'acteurs. Dans notre cas, l'arrêté préfectoral est un PPO car sans son existence, aucun lien ne peut se créer entre la coque, le pêcheur, le mareyeur... Ce PPO étant subordonné à la décision de l'autorité maritime, cette dernière impose son pouvoir à l'ensemble des acteurs du réseau.

²⁶ C'est ainsi que le coquillage est nommé une fois qu'il a été récolté puis déposé chez le mareyeur ou inséré dans un dispositif commercial ou industriel (système d'épuration par exemple).

Néanmoins, tout en constituant une capacité adaptative, le réseau d'acteurs de la coque est aussi une part de sa vulnérabilité car il existe, nous l'avons vu en filigrane de nombreux enjeux de pouvoir (au sens de capacité autonome d'action) qui peuvent aussi bloquer le fonctionnement du réseau. Thomas et al. (2014) ont mis en évidence ces enjeux dans le cadre de l'étude qu'ils ont menée sur la pêche à pied professionnelle en Picardie dans le cadre du projet GIFS. Ces potentiels adaptatifs et ces vulnérabilités émergent alors lorsque l'un des acteurs centraux, la coque, vient à quitter son rôle, c'est-à-dire celui qui lui est affublé dans le cadre du socio-écosystème de la « filière coque ». Cependant, si elle vient à se défilier, c'est qu'elle a été attirée par d'autres acteurs hors du système considéré. Les acteurs socio-écosystème de la « filière coque » n'auront de cesse de mettre en place des dispositifs d'intéressement qui permettent de remettre la coque à sa place et garantir ainsi la stabilité et la pérennité du réseau.

Une ressource variable et incertaine



particulièrement attachée. Pourtant, lorsqu'on interroge les pêcheurs plus longuement, et l'enquête psychosociale le confirme, la fluctuation de la ressource a semble-t'il toujours existé dans des proportions conséquentes « *il y a des années avec et des années sans* »²⁷. Cette donnée subjective est d'ailleurs corroborée par les données statistiques de production, même si

Aussi, l'élément qui marque certainement le plus rapidement le néophyte qui pénètre le monde du *hénon* est l'omniprésence de la question de la disparition de la ressource. La question de la « crise » y est d'ailleurs

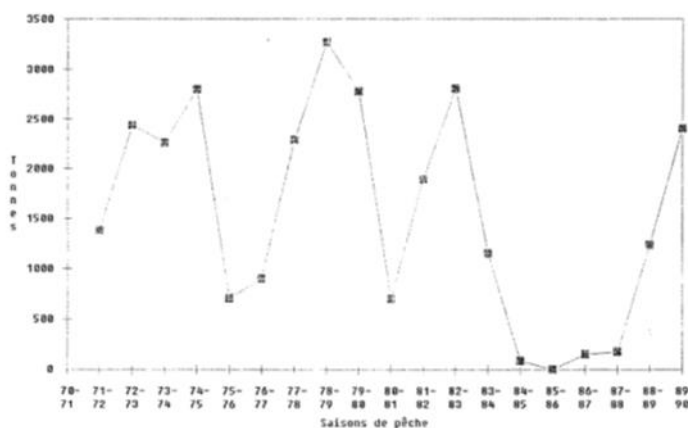


Figure 20 Production en Baie de Somme 1970-1990 (Olivesi, Morel, & Rybarczyk 1991)

²⁷ Au cours de l'enquête sociale, cette affirmation concerne 89 % des sondés (De Laage, 2019)

ces dernières sont partielles²⁸. Les origines de ces fluctuations font l'objet de recherche depuis un siècle sans que la question trouve une réponse simple. En effet, la coque se trouvant en zone estuarienne et macrotidale, zone marginale par excellence, est soumise à une multitude de facteurs et des dynamiques d'interaction complexe.

En dehors de l'approche naturaliste visant à identifier les facteurs de risques et pouvant permettre, le cas échéant de prévoir et d'anticiper les périodes de disette et les périodes d'opulence, il faut rappeler que la pêche à pied malgré sa professionnalisation reste une pratique de « chasse/cueillette » et donc, par essence exposée aux aléas environnementaux et des aléas de production. Aléas qui, malgré les évolutions techniques, restent dans leur grande majorité, incontrôlables. Aussi, depuis la nuit des temps, les hommes ont mis en place des stratégies d'adaptation à cette fluctuation des ressources. Les réactions des pêcheurs et la manière dont ils se représentent ces événements doivent donc être mis en lien avec leur contemporanéité et les enjeux socio-culturels qui y sont attachés (fig. 17)

2. Citer, selon vous, les causes des épisodes de mortalité :

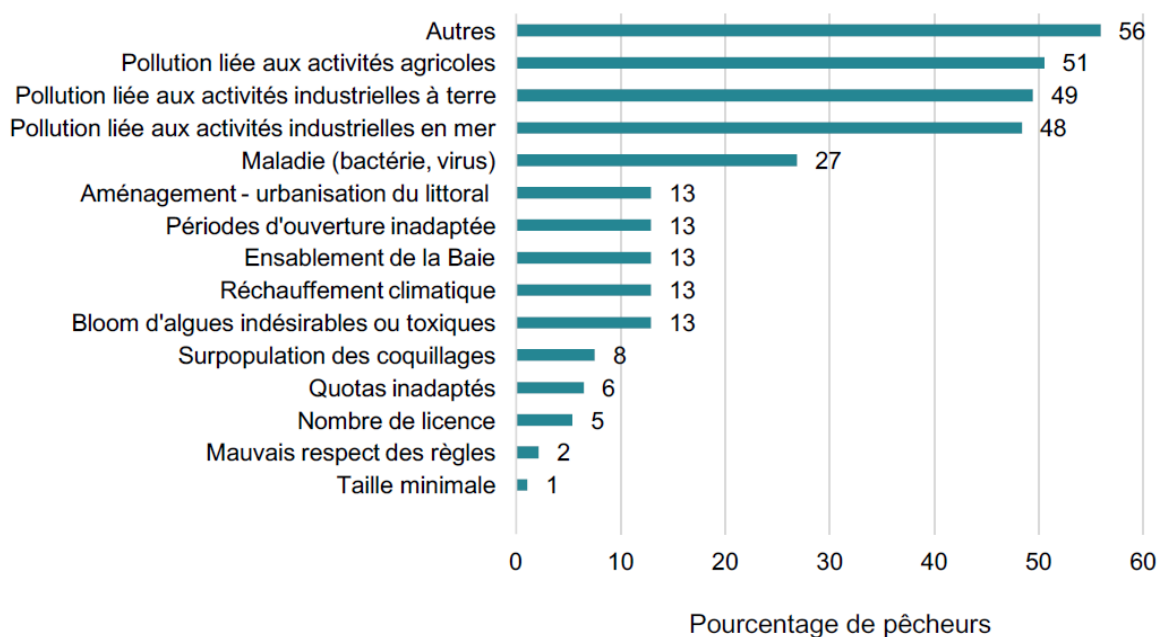


Figure 21 Causes de mortalité selon les pêcheurs (De Laage, 2020)

Parmi les éléments qui constituent cette fluctuation, il existe ceux en lien avec la pérennité des générations, à savoir la présence des naissains qui garantira la présence d'une ressource suffisante à la saison suivante. A côté de cette surveillance, l'aléas qui occupe le plus de place dans l'univers de sens des acteurs de la filière est celui de la mortalité massive

²⁸ D'après Lemoine et al. (1988) et nos propres recherches, il semble qu'il n'existe pas de données entre 1950 et 1970 dans les archives des affaires maritimes ni celles d'IFREMER/ISTPM/OSTPM.

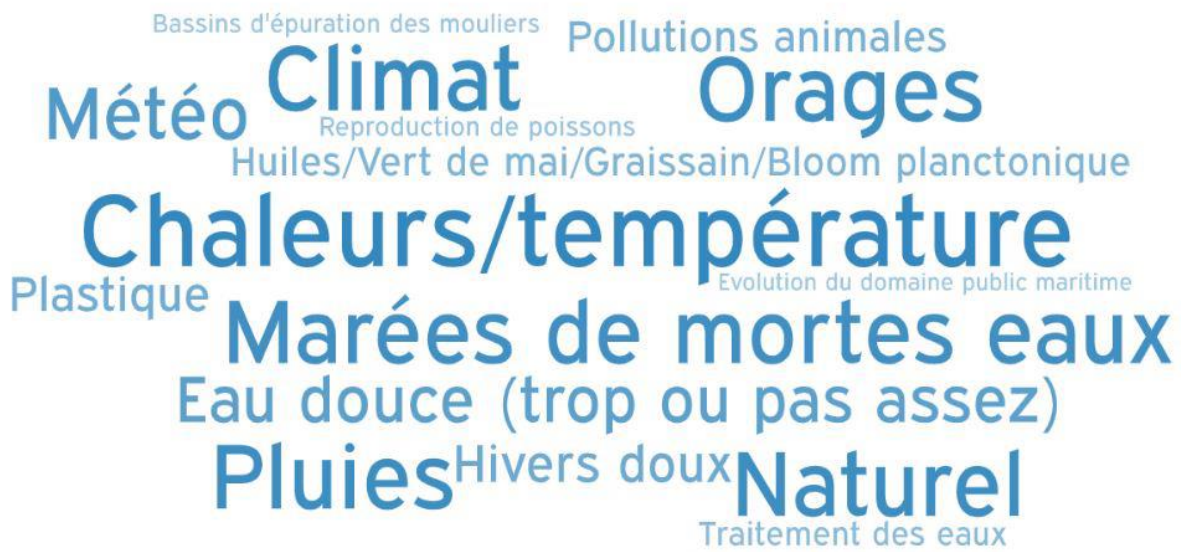


Figure 22 Nuage de mots des causes principales de mortalité (Autres selon les pêcheurs).
(De Laage, 2020)

et brutale en lien avec un évènement critique, d'origine anthropique ou non. La disparition soudaine de la ressource est vécue de manière d'autant plus brutale qu'existe le sentiment plus ou moins partagé que les conséquences peuvent en être minimisées par l'action de l'homme.

En effet, plusieurs comportements sont suggérés pour anticiper ces évènements.

Dans un premier temps, l'enquête met en évidence que pour la communauté des pêcheurs, le principal péril qui pèse sur la pérennité de la ressource est le surgissement de vagues de chaleur, d'autant plus si ces dernières sont concomitantes de mortes eaux (faible coefficient de marée). Ce péril climatique est connu de longue date par les pêcheurs. Jusqu'au début du XX^{ème} siècle, la pêche avait lieu toute l'année. Le péril climatique était donc double puisqu'aux chaleurs estivales s'ajoutaient les vagues de froids qui gelaient les coques laissées en surface après les récoltes.

Les effets potentiellement néfastes des variations climatiques extrêmes sont des conditions qui ont été explorés par Lemoine et al. (1988) pour chercher à comprendre les origines de la « crise » de production que la baie de Somme a connu au milieu des années 1980. Pour autant, les données comparatives entre les différents sites de productions européens ne montrent pas nécessairement la prédominance de ce facteur dans la chute de production qui a duré plusieurs années. Sans en faire, là aussi, un facteur central, la question de la température est déjà abordée par Lambert (1943) comme impactant la ressource. Lambert cependant insiste sur les effets conjoints entre ces facteurs climatiques (froid ou chaud) et

les pratiques anthropiques. En effet, tout en indiquant la vulnérabilité des coques à des situations climatiques extrêmes, il note que c'est surtout le fait que les coquillages soient laissés en surface après le criblage qui les rendent fragiles à ces facteurs.

Face à ces périls « naturels », les perceptions des pêcheurs convergent vers les mêmes représentations : on ne peut agir sur la nature. En parallèle, puisque l'évènement est vu comme inévitable, la position d'une grande partie de la communauté serait donc de « sauver » non plus la 'population des coques' (c'est-à-dire cet *étant non-humain* en tant qu'être vivant qu'il convient de maintenir dans une vision naturaliste, autant qu'il soit possible), mais la 'production' (c'est-à-dire, le même étant mais traduit par l'acte de pêche en acteur économique au bénéfice du pêcheur). Cet acte de traduction reste, à ce jour, sujet à controverse, car l'identité de la coque n'est pas un statut commun et stable même si ce dernier ne semble pas avoir objectivement évolué depuis plusieurs décennies. En effet, tout en prenant en considération sa dimension économique, plusieurs acteurs restent attachés à la dimension naturaliste, basée sur la dichotomie nature/culture, qui induit une certaine forme de non-interventionnisme dans les dynamiques écosystémiques et donc s'oppose à la modification des règles qui régissent les relations de prédation entre l'homme et la coque, malgré l'identification du péril. Les pêcheurs, pour leur part, se considérant comme membres à part entière d'un système homme-coque-estuaire (..), n'ont pas de problème à intervenir dans la dynamique en cours. C'est pour cette raison que nombre d'entre eux suggèrent de récolter les coques, même celles à l'identité liminale, afin de « *sauver la récolte* » (et en sous-entendu, les sauver, eux).

D'autres périls menacent la ressource à travers des évènements critiques, même si ces derniers ne représentent qu'une très faible part des causes «de mauvaise production » déclaré par les pêcheurs lors de l'enquête quantitative. Il convient de préciser, que ces éléments ont été néanmoins beaucoup plus souvent abordés pendant l'enquête ethnographique.

Concernant les périls environnementaux d'origine non-anthropique qui produisent des évènements critique de mortalité massive, on retrouve dans les déclarations des pêcheurs le phénomène dit de « *l'huile* ». Le phénomène de l'huile correspond à l'apparition d'un dépôt surnageant sur le substrat de l'estran qui correspondrait aux dires des acteurs à des frayes de poissons ou des blooms algaux qui ont lieu particulièrement au printemps. Ces concentrations huileuses seraient à l'origine, par leur convergence avec des phases de mortes eaux à des anoxies des coquillages identifiables par la présence de nombreuses coquilles vides (« *écailles* ») sur les sites des gisements. Ce phénomène environnemental, qu'il s'agisse de période de fraye ou de bloom algal saisonnier, ne peut pas, au sens des

sciences de gestion du risque être considéré comme un évènement critique au sens strict, ce dernier étant récurrent et cyclique au même titre que les vagues de chaleur. Cependant, ce dernier est vécu comme tel. Plusieurs hypothèses pourraient expliquer ce paradoxe. La première, d'ordre phénoménologique, serait le caractère relativement soudain et massif que ce phénomène produit sur le potentiel de récolte des gisements.

En effet, le potentiel d'un gisement est une construction mentale qui s'opère progressivement à mesure de la croissance des coquillages par l'entrelacement d'univers de sens de plusieurs communautés d'acteurs. Nous l'avons vu, au cours de son cycle de vie, la coque acquiert différentes caractéristiques, qui selon les acteurs conditionneront des modes relationnels spécifiques. La coque adulte à taille non commerciale à cet égard possède une place centrale dans les jeux d'acteurs.

Le potentiel d'un gisement est en premier lieu le volume maximal que ce dernier peut produire. Son évaluation procède de différentes approches selon les acteurs et leurs représentations. L'évaluation régulière des gisements est une pratique commune des hénéonniers. En effet, les pêcheurs se rendent régulièrement sur les différents gisements du littoral picard qui sont déjà en exploitation ou ceux qui, par ouï-dire présenteraient un potentiel d'exploitation à court ou moyen terme. L'évaluation par les pêcheurs est une pratique empirique d'échantillonnage. Sur site, ils procèdent à des prélèvements à différents endroits du lieu identifié afin d'une part, d'en définir les contours et limites et d'autre part, par l'observation des proportions des différentes catégories de coques (juvéniles, adultes, commercialisables) d'estimer le potentiel des récoltes pouvant être effectuée dans la saison ou celles qui suivent. Par ce geste, un espace au statut indifférencié acquiert un potentiel économique et se trouve approprié symboliquement par la communauté (ou la partie qui a effectuée l'évaluation) sous forme de thésaurisation. Cependant, cette première étape d'appropriation, de mise en lien entre le pêcheur et la coque ne suffit pas pour permettre l'exploitation effective du site et donc sa traduction définitive en étant économique, c'est à dire en argent « sonnante et trébuchante ».

Comme nous l'avons vu précédemment, au cours du siècle, la pratique de la pêche de la coque a progressivement été intégrée à un système rationalisé de gestion qui a soumis les différents acteurs à des rapports de pouvoir institutionnalisés. Dans ce cadre, afin qu'une autorisation légale d'exploitation soit générée pour permettre aux pêcheurs d'exercer leur activité, la population de coques doit faire l'objet d'une évaluation rationalisée par des acteurs scientifiques (ceux du GEMEL, en l'occurrence) dont les données serviront de bases de négociation au sein des organes de cogestion.

Les illustrations ci-après (fig. 23), extraites du rapport d'évaluation du stock du gisement de Fort Mahon en baie d'Authie (Rocroy et al., 2017), montrent (partiellement) de quelle manière sont traduites les coques par les acteurs scientifiques. On retrouve sur l'histogramme la catégorisation par taille évoquée précédemment. L'ensemble de ces traductions aboutissent à la fin du rapport à un chiffrage du potentiel d'exploitation de la zone concernée en tonnes totales, en jour de pêche, en quota par pêcheur. En fin de compte, les coques de la baie d'Authie, dans notre exemple, sont transformées en agent économique, identité partagée par l'ensemble des acteurs du réseau par la dénomination « *le produit* ». Cette opération est inévitable pour permettre à la population des pêcheurs de générer un lien avec la population de coque, car les données traduites qui sont produites à cette occasion, seront transformées au moment de la commission de pêche en décision politique laquelle, à son tour, sera matérialisée en arrêté (Point de Passage Obligé). Arrêté préfectoral qui encapacite le pêcheur dans son potentiel de production de valeur économique.

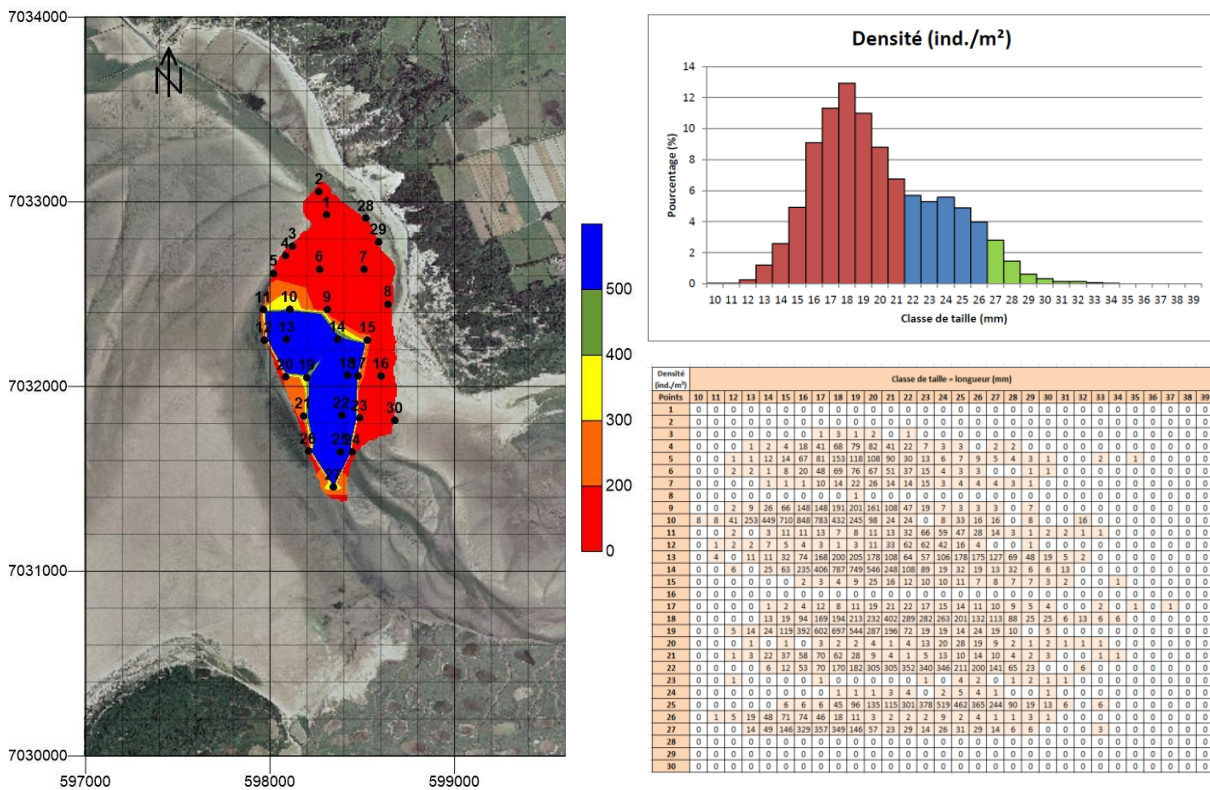


Figure 23 Eléments d'estimation du stock de coques du gisement de Fort Mahon (Rocroy et al., 2017)

Aussi, si le stock ainsi valorisé économiquement venait à disparaître par l'entremise d'un évènement soudain, cela serait vécu comme une perte effective, et ce malgré l'adage « *de ne pas vendre la peau de l'ours avant de l'avoir tué* ». Cette spécificité dans le processus de construction de l'identité économique de la coque, induit tout un ensemble de réaction et de comportements qui sont intimement liés à l'institutionnalisation de la pratique. En

effet, le fondement de l'Etat est certes de contraindre l'individu mais aussi, et peut-être surtout, dans l'esprit de la population, de le protéger. Aussi face au péril, dans une *société du risque* telle qu'elle s'est développée depuis près d'un siècle, il n'est pas surprenant que les acteurs (les pêcheurs) demandent des comptes en cas de perte (a priori...) pour « péril environnemental », comme le demanderait un agriculteur suite à un évènement climatique. « *la faute aux « ben pensants » qui ouvrent la pêche trop tardivement lors des coups de chaleur, et font perdre la récolte*²⁹. *S'ils nous laisser gérer nous-mêmes la ressource, on la sauverait...* ». Cette remarque illustre aussi la fragilité de l'ensemble du système où des acteurs (les pêcheurs) sont disposés à se soumettre au pouvoir d'un autre acteurs (l'Etat) dès qu'il y a une contre-partie, une garantie de gain³⁰

Des stratégies d'adaptation face à l'incertitude

Face aux périls qui menacent l'activité de la pêche des hénons, la communauté des acteurs a donc adopté plusieurs modalités de résilience. L'institutionnalisation progressive de la pratique, si elle constitue une certaine contrainte pour les acteurs, est aussi un facteur de résilience en permettant une rationalisation de la gestion de la ressource dans le temps et l'espace. Cette rationalisation a permis par ailleurs une certaine reconnaissance de la communauté des pêcheurs au sein de la société en clarifiant le statut social, ses contours, et les comportements des acteurs. Cependant, nous l'avons vu, il existe toujours un revers à la médaille et face à des périls soudains, sa bureaucratisation qui s'exprime par l'ensemble des processus de traductions au sein du réseau d'acteurs, constitue aussi une vulnérabilité car elle produit une inertie dans son adaptation et sa réponse aux évènements critiques du fait des controverses qui sont toujours actives (faut-il ou non récolter les coques de taille liminale, décider de l'ouverture d'un gisement, augmenter les quotas ?...).

Au-delà de l'institutionnalisation, d'autres comportements d'adaptation se sont mis en place avec l'évolution technique. La population des hénonniers et ses réponses adaptatives est très hétérogène. A cet égard, on peut, dans un premier temps distinguer quatre caractéristiques dans les stratégies d'adaptation face à la labilité de la ressource. Claire Pollet (2021), en analysant statistiquement les fichiers des licences et des déclarations de pêches entre 2013 et 2019 a confirmé les observations faites lors de l'enquête ethnographique. Il existe quatre stratégies majoritaires liées soit au type de ressources recherchées soit les territoires explorés :

²⁹ L'usage de ce terme par le pêcheur interrogé est intéressant car il laisse entendre un acte domesticoire agricole complet, de la « graine » à la « récolte », ce que l'usage du terme de « cueillette » n'aurait pas induit.

³⁰ Ce qu'illustre à merveille la fable de la Fontaine, *le chien et le loup*.

- Les monospécifiques
- Les multispécifiques
- Les nomades
- Les sédentaires

Face à la labilité de la ressource ou de son accessibilité en baies picardes, les hénonniers ont, depuis toujours adopté deux types de stratégies :

- Soit la multiplication des proies qui permet de faire face aux saisonnalités des espèces récoltées ou leurs disponibilités au regard des évènements critiques. Dans ce cadre, la récolte des coques constitue généralement qu'une part accessoire des prises (bien que majoritaire car elle est l'espèce dont le ratio énergie consommée/gain économique est le plus élevé). Ces hénonniers possèdent soit le statut de pêcheur embarqués, soit sont conchyliculteurs (majoritairement mytiliculteurs car la moule est l'espèce majoritairement cultivée dans le Boulonnais), soit possèdent des licences d'exploitation pour d'autres espèces présentes en local comme les vers marins (arénicoles), ou les végétaux (salicornes, oreilles de cochon...). Ce comportement de prédation opportuniste est celui observé dans la pratique traditionnelle de la pêche à pied (professionnelle ou non d'ailleurs) sur l'ensemble du littoral français, seule l'association des espèces en fonction des territoires varie. L'analyse de Pollet (2021) a mis évidence une variable supplémentaire dans le comportement multispécifique, celui de la « thésaurisation » des licences, c'est-à-dire le fait de prendre plusieurs licences, bien que seules celles qui soient utilisées soient celles qui sont les plus rentables à l'instant t . Les licences inactives étant conservées comme outils de résilience en cas de disparition temporelle de la ressource la plus rentable. Il existe des cas particuliers chez les pêcheurs qui associent les coquillages et les végétaux marins. Certains pratiquent ces espèces de manière continue, soient parce qu'elles possèdent des saisonnalités différentes ; ce qui permet de maintenir une activité tout au long de l'année, soit parce qu'elles permettent une activité double, ne se situant pas sur les mêmes niveaux de l'estran et donc permette plusieurs actes de récolte sur un même cycle de marée, augmentant donc la productivité économique. En Picardie, l'association la plus fréquemment observée est celle entre la coque et la salicorne, ce que l'analyse des clusters de licences confirme (Pollet 2021).
- Soit la multiplicité des sites de récolte. Ce mode de gestion de l'imprévu semble s'être développé en parallèle de professionnalisation de l'activité et la mise en place des permis et par la suite des licences. Cette pratique a largement été modifiée par la

démocratisation des NTIC³¹. La transmission quasi en temps réel des avis d'ouverture permet, de la part des pêcheurs, une réactivité certaine. Pour les mieux organisés, les transports vers les sites sont gérés en co-voiturage et l'hébergement en plus ou moins collectif. Ces pratiques permettent de limiter les coûts d'exploitation. Ces individus ont développé un fonctionnement en réseau ouvert à des communautés ancrées sur d'autres territoires. En effet, pour cette population, le territoire vécu est un territoire élargi aux autres régions productrices que sont notamment la Loire Atlantique et la Basse-Normandie. A titre d'illustration, on compte en 2019, 345 professionnels possédant au moins une licence sur le territoire des hauts de France. En comparaison, on recense 258 licences coques en Normandie dont 141 sont possédées par des personnes domiciliées dans les Hauts-de-France et en Pays de Loire sur les 388 professionnels ayant au moins une licence de pêche à pied en Pays de Loire en 2018 (244 licences délivrées en Loire-Atlantique et 212 en Vendée) 203 sont domiciliés hors région. La « communauté » des nomades semble s'organiser en collectifs structurés autour d'agents techniques tels que les tracteurs. En effet, les tracteurs sont utilisés pour accéder à des gisements lointains (celui de CH'4, par exemple). Les tracteurs sont des dispositifs d'intéressement qui agrègent les pêcheurs par groupe d'une dizaine de personne en moyenne. Au sein de ces collectifs relativement stables existe des dynamiques hiérarchiques, de transmission des savoirs et savoir-faire, de solidarité socioéconomiques. Les contraintes de réalisation de l'enquête n'ont pas permis d'approfondir l'analyse de ces modes d'organisation. Il serait intéressant, à cet égard, de réaliser une enquête dédiée à ce point, car ce niveau d'organisation de la communauté semble jouer un rôle central et prépondérant dans les capacités de résilience de cette dernière³². Concernant les modes d'organisation des « transhumances », ces dernières semblent s'organiser à partir de ces mêmes collectifs. De même, nous avons pu constater que lorsqu'un des membres de ces collectifs est en incapacité physique de réaliser sa récolte, dès lors qu'il peut être présent sur le site, ce sont les autres membres du collectif qui assureront sa récolte, lui garantissant ainsi une continuité de revenu.

³¹ Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

³² Au-delà, il semble jouer un rôle politique au sens des réseaux d'influence qui impacte les décisions de la commission ou les élections des représentants.

La pratique du nomadisme, si à l'échelle individuelle, ou de petit collectif est une réponse adaptative cohérente, elle pose la question du mode de gestion qui soit le plus pertinent vis-à-vis de l'état de comportement de la ressource au niveau national. En effet, les choix de gestion (quotas, nombre de licences...) étant de la responsabilité de chaque comité régional, les choix des uns impactent inévitablement ceux des autres. Ainsi, il y a une sorte de paradoxe entre une institutionnalisation qui fragmente territorialement une ressource et des acteurs qui agissent avec elle sur un territoire qui transcende ces espaces de gestions. Ce paradoxe peut être à l'origine de tensions et de controverses entre les comités et les communautés de pêcheurs face à certaines revendications d'équité de traitement.

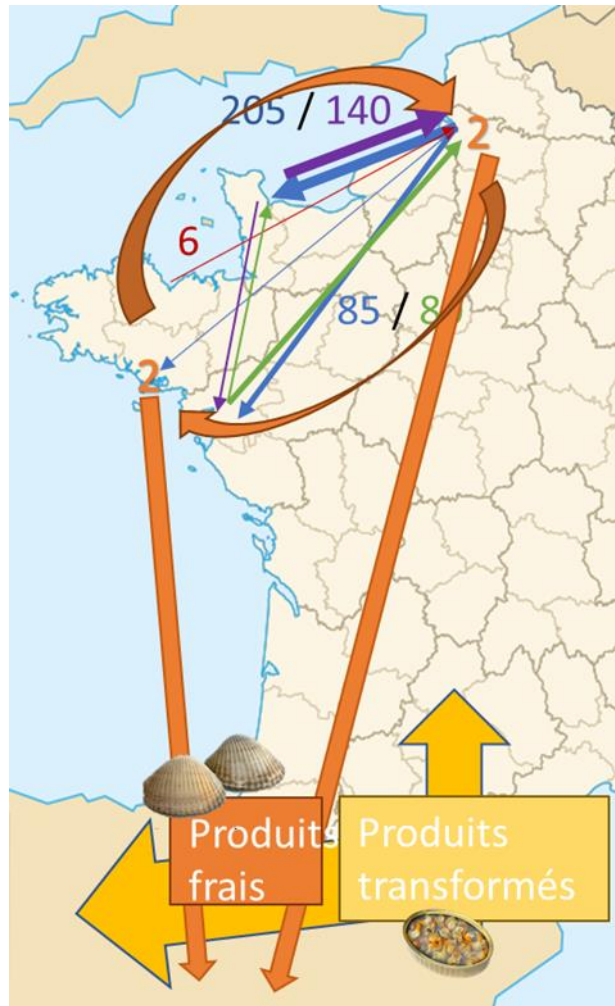
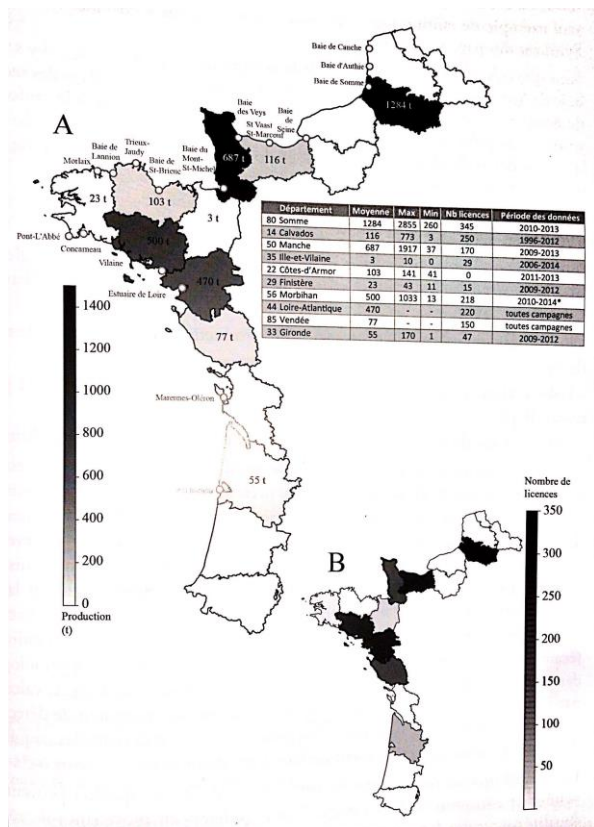


Figure 24 Circulation des coques

Parmi elles, il existe une controverse dans l'accès aux licences, notamment celle de la coque qui est, de loin, la plus rentable. L'enquête et l'analyse statistique ont communément mis en évidence que les licences des espèces les plus rentables, comme la coque, étaient détenues par la frange la plus âgée (fig. 13). Cette dernière constitue notamment pour les pensionnés de l'ENIM un 'complément' de revenu particulièrement conséquent. Il est à constater que la population qui possède l'autorisation d'accès à la ressource en coque est celle qui était déjà en activité lors de la mise en place du statut professionnel. Ce statut qui dans la répartition des licences « coque » au sein de la communauté des pêcheurs à pied, induit un vieillissement notable de cette communauté spécifique, et poussent les plus jeunes à adopter un comportement nomade pour accéder à la ressource dans d'autres territoires en attendant de pouvoir obtenir une licence dans leur lieu de résidence. L'enjeu de l'obtention de la licence entre génération est un biais conséquent car il crée une forme de ségrégation économique au sein de la communauté, les plus jeunes devant investir plus pour assurer leur récolte qui constitue à la fin un gain brut inférieur à celui des plus âgés.

Face au difficile accès aux licences, nombreux sont ceux qui ont une autre activité que la pêche à pied pour subvenir à leurs besoins économiques. Ces activités ont été décrites dans De Laage (2020) et Pollet (2021). Cependant, bien qu’au sein de la communauté, « *tout se sait* », ceux qui possèdent une activité professionnelle parallèle, peuvent être déconsidéré par ceux qui pratiquent la pêche des coques de manière majoritaire, voire unique.

En soit, ces caractéristiques génèrent une certaine dynamique sociale au sein de la communauté des hénéonniers. La communauté, à cet égard doit s’entendre comme un groupe technique. « *Comme le groupe ethnique est l’expression matérielle du milieu intégré, le groupe technique est la matérialisation des tendances qui traversent le milieu*



technique. On doit y voir tout ce qui témoigne matériellement du groupe humain. » (Leroi-Gourhan, 1995)

Comme dans les autres territoires où se pratique la pêche à pied professionnelle, la communauté n’est donc homogène bien qu’à partir des caractéristiques spécifiques qu’ils la définissent. Au-delà des comportements de gestion, de nouvelles alliances se construisent autour des mareyeurs qui collectent les productions au sortir de l’estran. Ils sont quatre³³ à se partager la récolte. Il existe une certaine allégeance au mareyeur, même si celle-ci reste relativement labile. En effet, si pour ‘X’ raisons un mareyeur venait à ne pas être

présent lors d’une ou plusieurs marées, sa récolte serait automatiquement récupérée par un des trois autres. Il lui serait alors, a priori aux dires des acteurs, difficile de reprendre sa place au sein du collectif. Cependant, nous l’avons vu, même si cette allégeance est labile, la majorité des pêcheurs est « tributaire » d’un mareyeur. L’allégeance au mareyeur

³³ Un pêcheur prendra fonction de mareyeur pendant la période de l’enquête. Ce changement de statut d’acteur, modifiera notablement pendant un certain temps les rapports de pouvoir entre mareyeur et pêcheur en jouant sur les tarifs d’achat aux pêcheurs. En effet, afin de se constituer une « clientèle », le « nouveau » mareyeur proposa des tarifs plus élevés que ses concurrents provoquant des « migrations » au sein de la communauté des pêcheurs. Cet événement étant concomitant à une période où les quotas étaient particulièrement élevés, la saison a été très profitable à la communauté des pêcheurs. Néanmoins, cette perturbation a été de faible durée, et en l’espace de quelques semaines, les tarifs se sont à nouveau normalisés entre les mareyeurs (notamment du fait de l’influence très forte d’un des mareyeurs).

s'identifie à la couleur des sacs de collecte. La collecte est normalisée par des sacs de 32 kg. Ces sacs, eux-mêmes correspondent à deux seaux pleins, ce qui facilite l'évaluation de la quantité pêchée au cours de la pêche sans recours à un appareil de pesée. A la livraison sur le parking, les sacs sont 'pesés'. La pesée est un temps d'échange important où de nombreux sujets sont abordés entre les pêcheurs, les mareyeurs et les gardes-jurés dont la présence est quasi-systématique lors des marées. La pesée s'effectue parfois de manière quelque peu « relative » en ne respectant pas nécessairement la rationalité métrologique (horizontalité de l'appareil de pesée, centralisation du sac...). A la lecture des documents historiques, on retrouve dans cette « latitude » d'appréciation entre les mareyeurs et les hénonniers les jeux de pouvoir et d'exploitation dans lesquels ils sont pris, semble t'il, depuis toujours. En effet, la valeur de la marchandise (prix au kilo) n'est jamais déterminée ni a priori de la pêche, ni au moment de la pesée. Plusieurs arguments sont alors avancés de la part des mareyeurs, qui, sur cet aspect font front commun (logique de classe). Bien qu'il existe un cours officiel en criée, ce n'est pas celui qui est appliqué du fait de la spécialisation du réseau de distribution. La dynamique de détermination de la valeur est externalisée vers les conserveries espagnoles qui seraient seuls maîtres en la matière. Les critères avancés dans la détermination seraient d'une part le taux de chair (ratio poids frais/poids décoquillé) et la qualité de la chair. Dans le cadre du premier critère, sont mis en avant l'implication du pêcheur dans la qualité du tri des coquillages pour limiter au maximum la proportion de coquilles vides (les *écailles*) dans les sacs livrés. Cet aspect ramène le spectre de la mortalité dans les usages et les pratiques. En effet, lors de fortes mortalités, la proportion de coquilles vides dans les *vénettes* augmente inévitablement et nécessite donc un effort de tri accentué. La quantité de travail nécessaire pour atteindre le quota journalier étant a fortiori plus conséquente, la tentation est forte d'un certain laxisme. Le taux de chair étant évalué sur l'ensemble d'une livraison, le laxisme des uns se retrouve modéré par l'application des autres. Mais cela devient source de tension à l'intérieur des groupes, car les témoignages mettent en avant des stratégies d'observation et d'identification des « brebis galeuses ».

« c'est pas tant qu'avant t'avais un prix. Plus tu faisais du beau hénon, plus l'hénon il était beau, plus t'avais du prix. Maintenant, ceux q'font d'la merde, ils sont payés le même prix toi. Moi j'en ai vu r'monté, l'sac il est moitié rempli d'vase et d'coquille vides... » Ces catégorisations semblent recouper une autre catégorisation, comme celle des pêcheurs nomades et les pêcheurs sédentaires. Les premiers se considérant plus « professionnels » que les seconds selon un ensemble de considérations : *« on ne les voit que lorsqu'il y a beaucoup de coques »* *« je ne sais pas comment il fait pour vivre, sitôt descendu, sitôt r'monté et il n'est même pas resté pour faire le quota »*. Au-delà du « sérieux » de la pratique, d'autres caractères stéréotypés sont appliqués ; sur la manière de gérer les gains

pour faire face à l'aléas de la ressource. Il est à noter, que ces controverses sur les caractéristiques de la coque pêchée, sont habilement entretenues pas les mareyeurs qui en déplaçant leur « responsabilité » dans la modalité de traduction de la récolte en revenu financier, entretiennent leur pouvoir de soumission sur les pêcheurs.

En effet, face à l'incertitude de la ressource, l'incertitude est évidemment l'incertitude financière, notamment pour celui ou celle qui dépend exclusivement ou majoritairement de cette ressource. A cet égard, même une observation rapide et superficielle de la communauté lors des marées permet de rapidement se faire une idée de la grande diversité des profils et dès les premiers échanges de constater combien certains peuvent présenter de grosses difficultés dans la gestion financière au point de potentiellement relever d'un accompagnement social alors que d'autres sont de véritables entrepreneurs dont le niveau de vie élevé est facilement repérable. L'activité de pêche à pied professionnelle étant une activité au statut d'entrepreneur indépendant, elle nécessite une connaissance notable dans la gestion économique. L'obligation de formation en vue de l'obtention du permis d'exercer mise en place antérieurement après celui du statut professionnel avait cet objectif. Cependant, force est de constater qu'elle ne produit pas nécessairement les résultats escomptés pour la protection socioéconomique des pêcheurs. Malgré cette formation, un nombre certain de pêcheur éprouvent des difficultés conséquentes dans la gestion financière de leur activité. Si certains répondent à la variabilité de la ressource en thésaurisant lors de « *bonnes années pour faire face aux années où il n'y aura pas* », d'autres, telle la cigale, se retrouve en situation critique lors des périodes de mauvaise production, au point tel de ne pas « être capable de payer la MSA » et ainsi d'accumuler, pour certains un taux d'endettement très élevé. A cet égard, parmi les pistes étudiées dans le cadre de la réforme des règles d'attribution des licences, la régularité vis-à-vis des obligations institutionnelles (cotisations MSA/ENIM, Comités...) pourrait devenir une condition *sine qua non*.

Ces éléments participent à alimenter les représentations entre des « civilisés » et des « sauvages », ou d'une autre manière les « modernes », ceux qui ont su adapter leur pratique aux réalités de la modernité, le statut juridique, les NTIC, les changements environnementaux, des « archaïques » qui seraient restés à un mode opératoire suranné, loin d'une logique gestionnaire, et pour lesquels, la manne de l'éstran reste un mode de survie.

Des pistes pour demain

La pêche des Hénons est une pratique

Vente directe et station d'épuration

S'il existe déjà tout un ensemble de pratiques qui garantissent la résilience de la pratique de la pêche à pied professionnelle, plusieurs pistes ont été exprimées lors de notre enquête.

La piste qui a été le plus souvent mise en avant est celle qui permettrait d'augmenter les revenus des pêcheurs en développant la possibilité de vente en directe.

En effet, la pêche à pied de la coque est devenue depuis plusieurs décennies un objet patrimonial en particulier dans la commune du Crotoy où résident la majorité des pêcheurs de coques.

Nous l'avons vu, une des contraintes principales à la mise en place de ce type d'activité, en dehors de l'adhésion des pêcheurs et la qualification sanitaire du littoral picard en zone B, ce qui interdit toute vente directe en sortie de pêche. Pour rappel, les coquillages issus de ces zones doivent être soumis à un protocole d'épuration avant d'être qualifiés comme comestibles. C'est cette fonction que remplissait l'usine GEBASOM qui a été arrêtée pour cause de vétusté et non-conformité.

Aussi, plusieurs pêcheurs, lors de notre enquête ont insisté sur la nécessité de mettre en fonction une ou plusieurs installations qui permettent l'épuration des coquillages.

Certains, profitent de leur réseau personnel, notamment avec des conchyliculteurs pour épurer une partie des coques qu'ils récoltent afin de les vendre directement. Il faut remarquer que ces acteurs font partie de la catégorie des pêcheurs qui ont adopté de longue date la multi-activité comme modalité adaptative. A cet égard, il existe un potentiel très différent entre les régions d'exploitation de la coque. En effet, la Normandie et les Pays de Loire possèdent une activité conchylicole bien plus développée que la Picardie. Aussi, existe-t-il de nombreux ateliers d'épuration artisanaux soient aisément accessibles, soient possédés par les pêcheurs à pied. La vente en directe y est donc naturellement plus développée que dans la région picarde.

L'hypothèse de la construction d'un site d'épuration collectif est donc présente dans de nombreux échanges au sein de la communauté picarde des hénnoniers. Cependant, le niveau d'investissement, les contraintes opérationnelles sont encore, et depuis longtemps sujet à controverses, lesquelles figent la réalisation matérielle du projet. Vu sous un autre angle, l'apparition d'un tel dispositif d'intéressement, modifierait inévitablement les équilibres de pouvoirs au sein du réseau existant, au détriment de certains acteurs. Il est aisé d'imaginer que le développement de la vente en directe opérée par les pêcheurs eux-mêmes, ou ne serait-ce qu'une partie, diminuerait effectivement le pouvoir attracteur des

mareyeurs, voir induirait une augmentation de la concurrence, certains pêcheurs pratiquant cette vente pouvant acquérir le statut de mareyeur à leur tour en proposant des tarifs plus attractifs. En effet, la réduction du nombre d'intermédiaires induira inévitablement une réallocation des marges commerciales entre les acteurs, augmentant potentiellement leurs revenus. La menace de cet équilibre explique assez facilement les raisons pour lesquelles, le projet de station d'épuration connaît autant d'inertie, bien que ces raisons ne soient pas clairement explicitées par les acteurs.

Il nous semble, pour autant, pour le potentiel économique qu'il peut représenter, pour les pêcheurs, voir pour le territoire avec la possibilité de valoriser en local un patrimoine naturel et culturel, le projet de station d'épuration a tout son sens. Pour ce faire, il nécessite, en s'inspirant de la sociologie de l'innovation, de constituer un nouveau réseau sociotechnique qui inclut l'ensemble des acteurs pouvant tirer profit de ce dernier. Parmi ces acteurs potentiels, les communes et autres acteurs territoriaux sont les premiers potentiellement concernés. La structuration d'un tel réseau impactera le quasi-monopole d'un des mareyeurs et des conserveries « *Faut travailler les coques quand elles sont là. On est tenu par les conserveries. C'est les conserveries qui fixent le prix.* ».

Labelliser une identité patrimoniale

Parmi les outils qui ont commencé à être mis en place, le CRPMEM a commencé depuis quelques années à travailler sur l'élaboration d'un label (qualité/producteur) qui permettent d'identifier, de singulariser les coques qui passeraient par ce mode de circuit court. Si un label qualité peut constituer de prime abord un avantage concurrentiel, il peut tout autant être une « mauvaise bonne idée ». En effet, l'obtention d'un label qualité répond à la normalisation d'une pratique selon un cahier des charges strict préétabli par l'organisme détenteur. L'obtention et le maintien du label induit donc l'intégration de nouveaux acteurs qui modifieront les liens préexistants. En premier lieu, ce nouveau lien de subordination prendra la forme d'une transaction financière entre l'organisme labellisateur et le collectif dont la pratique sera labellisée. Cette obligation relationnelle nécessitera que le collectif désirant disposer de ce dispositif d'intéressement s'organise au sein d'une structure légale qui permette la relation de ce lien contractuel entre les nouveaux acteurs. Au-delà de cette contrainte institutionnelle, ce collectif devra s'assurer que l'intéressement généré par le label augmente effectivement le revenu individuel des membres du collectif ainsi structuré. Et cet aspect est loin d'être évident. En effet, d'une part, une structure légale, quel que soit son statut est nécessairement (comme tout système structuré) consommateur d'énergie pour maintenir sa stabilité. Une énergie qui peut être humaine tel que le temps de travail administratif pour maintenir le lien avec les autres acteurs de l'administration d'état dont

dépend la pérennité de la structure ou financier lorsque ce dernier est sous-traité à d'autres acteurs (comptabilité...). Ce point reste pertinent même si c'est le CRPMEM qui joue ce rôle, le temps de travail lui incombant au détriment d'autres activités. Par ailleurs, à côté de cet aspect, la pérennité du label nécessite des contrôles réguliers de conformité au cahier des charges. Cette partie de la relation est réalisée par l'organisme labellisateur moyennant rétribution. Le label est un produit commercial comme un autre. Le montant demandé dans ce cadre peut s'avérer nettement supérieur à la plus-value commerciale qu'il est censé apporter. C'est l'amer constat que les pêcheries de coques du Burry Inlet and Three Rivers aux Pays de Galles ont fait en s'engageant dans une labellisation MSC (Murray & Tarrant, 2015). S'engager dans cette voie nécessiterait donc l'organisation préalable d'un réseau d'acteurs (membres de la filière, territoires, institutions...) qui puisse soutenir la démarche et garantir sa pérennité.

Ce projet n'a donc pas pour vocation de remplacer le système socioéconomique et technique mais d'en élargir la capacité de résilience en multipliant les circuits d'alliance entre acteurs favorisant la diversité des réponses adaptatives du socio-écosystème.

Développer les interactions pour élargir le socio-écosystème

Les pistes d'études pour augmenter le pouvoir résilient de la pêcherie de coque dans les Hauts de France sont extrêmement nombreuses et nécessiteraient une étude beaucoup plus longue et approfondie. Parmi elles, l'évaluation des services écosystémiques (Carss et al., 2020) que la coque génère au sein du territoire permettrait de mettre en place un ensemble de dispositifs de protection juridique et économique de la ressource lorsque celle-ci est menacée comme ce fut le cas avec les travaux dans la baie d'Authie. A titre d'exemple de service écosystémique possible serait l'évaluation de la dimension historico-culturelle/identitaire d'un territoire en lien avec la coque (*ch'té hénons / enfants de la Baie*)³⁴ Cette évaluation, parmi d'autres, aurait aussi un effet structurant d'un réseau d'acteurs qui s'entende au-delà de la « simple » production de la coque et qui ancre, au-delà d'une certaine forme de folklorisme, la pratique de la pêche aux hénons en rendant ses acteurs plus visibles pour les autres communautés professionnelles, économiques, ou politiques.

A ce titre, l'élaboration d'un plan d'action est un outil pertinent. Il faut cependant garder en tête que ce type d'outil est propre au fonctionnement des institutions et peut constituer un langage étranger pour certain nombre d'acteur (comme les pêcheurs). Il nécessite donc un lourd travail de traduction afin qu'il soit approprié par l'ensemble des acteurs qui, nous

³⁴ Paroles de pêcheurs JP Delaby (baie-tv. Fr). www.youtube.com/watch?v=4v-px2NE-5g (consulté le 10.12.21)

l'avons vu vivent dans des univers de sens parfois radicalement opposés. Au-delà de sa rédaction, cet outil nécessite une animation tout au long de sa période de réalisation. Souvent l'effort collectif de concertation que nécessite la rédaction d'un tel document a raison de son efficacité, les acteurs confondant objectifs et moyens. En effet, une fois l'outil réalisé, ce dernier étant considéré comme une fin en soit, peu de moyens (humains et financiers) lui sont octroyé pour assurer que les différents éléments qui le constituent soient effectivement réalisés. Or, l'essence même d'un plan d'action est de favoriser la stabilité d'un réseau d'acteur constitué à cette occasion et pour un but commun, un point de passage obligé qui constituera une innovation sociale au sens de la sociologie de l'innovation.

Mais nous avons conscience de la complexité de tels mouvements, car de nombreux éléments que nous avons relevés dans notre étude quant aux fragilités des gisements (variations saisonnières/annuelles franches, mortalités massives et brutales liées aux conditions climatiques, maladies, pollutions littorales, impacts de la circulation des véhicules sur l'estran), de la profession (fluctuation des volumes et des prix, contrôles du marché par les mareyeurs, absence de statut,...) ont été déjà évoqués depuis plus d'un siècle. Aussi, prendront-elles le temps qu'il en sera nécessaire.

Bibliographie

- Allen, J. R. (2000). Morphodynamics of Holocene salt marshes: a review sketch from the Atlantic and Southern North Sea coasts of Europe. *Quaternary Science Reviews*, 19(12), 1155-1231.
- Baron-Yellès, N., & Meur-Férec, C. (1999). Tourisme et loisirs de nature sur les sites préservés du littoral Nord-Pas-de-Calais. *Hommes et Terres du Nord*, 1(1), 37-46.
- Bastide, J. (2011). Morphodynamique et enjeux d'aménagement des franges littorales d'un estuaire macrotidal tempéré: la Baie de Somme, Picardie, France. Thèse de doctorat en géographie physique, Littoral.
- Bawedin, V., & Miossec, A. (2013). Un littoral pour quelle population? Une réponse politique entre nature et société. Cas du bassin d'Arcachon et du littoral picard. *Espace populations sociétés. Space populations societies*, (2013/1-2), 211-230.
- Bonneau, M. (1977). Tourisme et villégiature balnéaire en France et en Belgique vers 1850. *Hommes et Terres du Nord*, 2(1), 13-22.
- Bourgau, J (2015) Une vie de pêche en baie de Somme. Pierre Devisme raconte... Engelaere Editions, 201 p.
- Bouvet, A. (2011). Evaluation des ressources exploitables en invertébrés des trois estuaires picards: Somme, Authie et Canche. Coques, myes, scrobiculaires, couteaux et donaces. Mémoire de Master 2 EADD.
- Brienne H (1970). Evolution de la salubrité des eaux en baie de Somme. *Science et Pêche*, 190, 1-11.
- Cabantous, A. (1986). Quelques aspects de cohésion et de marginalité des communautés maritimes de la France septentrionale du XVIIe siècle à 1850 (Some features of the fishing communities in northern France from the 17th century to 1850). *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 63(3), 167-172.
- Callon, M. (1986). Éléments pour une sociologie de la traduction: la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique (1940/1948-)*, 36, 169-208.
- Carss, D. N., Brito, A. C., Chainho, P., Ciutat, A., de Montaudouin, X., Otero, R. M. F., ... & Jones, L. (2020). Ecosystem services provided by a non-cultured shellfish species: The common cockle *Cerastoderma edule*. *Marine Environmental Research*, 158, 104931.

- Cleuziou, Y. R. D. (2008). De la résistance à la subversion. Les chasseurs de la baie de Somme et le développement durable. *Études rurales*, (181), 133-148.
- Corbin, A. (1988). Le territoire du vide: le désir de rivage en Occident. Ed. Aubier. 411 p.
- Coujard, J. L. (1982). La cueillette, pratique économique et pratique symbolique. *Études rurales*, 261-266
- De Laage P., (2020) La pêche à pied professionnelle dans la région Hauts-de-France : enquêtes auprès des pêcheurs et éléments de réponses aux enjeux de la filière. Rapport de stage de Master 2 Géographie et aménagement des espaces maritimes, Université de Nantes / CRPMEM. 87 p.
- De Lajartre, A. B., Barthou, C., Andreu-Boussut, V., Céline, C., & Michel, X. (2016). Habiter les habitats (naturels): quelle place pour l'homme au sein du patrimoine naturel littoral?. Enjeux contemporains, 2016, 979-10-320-0084-7. hal-01521830
- Ducrotoy, J. P., Rauss, I., & Sylvand, B. (2004). Estuaires et changements climatiques: la baie de Somme et le littoral picard. In *Actes du colloque Génie Côtier-Génie Civil* (pp. 733-737).
- Dupont, C., & Blondiau, L. (2006). Les coquillages marins du village antique de «La Ferme aux Mouches 2»(Pont-de-Metz, Somme): d'une ressource alimentaire au témoin d'un artisanat?. *Revue du Nord*, (5), 173-179.
- GEMEL (2005) La qualité des eaux littorales de la Somme -Les réseaux de surveillance - Bilan 1992 - 2004 . source : eau-artois-picardie.fr
- Kalaora B., Konitz A. (2004) Le Conservatoire du littoral : entre patrimonialisation et médiation. In: *Annales de Géographie*, t. 113, n°635, pp. 87-99.
- Kapferer A.D.,1991. *Fracas et murmures : le bruit de l'eau dans un Moyen Âge picard et boulonnais*, Éd. FeniXX, 235 pages
- Lambert, L. (1943). La coque (*Cardium edule* L.). *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 13(1-4).
- Latour, B. (2013) *Nous n'avons jamais été modernes : essai d'anthropologie symétrique*. Paris, La Découverte
- Lefils, F. (1860). *Histoire de la ville du Crotoy et de son château*. Ed. R. Housse.
- Legué-Dupont, P. (1994). L'huître de Marennes. Entre domaine public et espaces privés. *Études rurales*, 133(1), 137-147.

- Lemoine, M., Desprez, M., & Ducrotoy, J. P. (1988). Exploitation des ressources en bivalves de la Baie de Somme. Aménagement de la pêche à pied et état de la ressource en coques. *Rapports scientifiques et techniques de l'IFREMER*, (8).
- Leroi-Gourhan, A. (1995). L'art pariétal paléolithique. Techniques et méthodes d'étude. Textes réunis par le GRAPP. *Homme*, 35(135), 195-196.
- Leroux, J. (2013). *Chenaux tidaux et dynamique des prés-salés en régime méga-tidal: approche multi-temporelle du siècle à l'événement de marée* (Doctoral dissertation, Université Rennes 1; Université Européenne de Bretagne).
- Le Bouëdec, G. (2010). Pour une histoire sociale de l'estran français. Du xvie siècle à la Seconde Guerre mondiale. *Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest. Anjou. Maine. Poitou-Charente. Touraine*, (117-4), 135-164.
- Murray F & Tarrant P. (2015), A social and economic impact assessment of cockle mortality in the Burry Inlet and Three Rivers cockle fisheries, South Wales UK, Project Code: SEA-1109, Final Report, Welsh Government Marine and Fisheries Division, 116 p.
- Olivesi R. (1996), *Activités traditionnelles et évolution du milieu en baie de Somme et sur le littoral picard. Pêche, Pêche à pied et conchyliculture*. DESS Environnement, Université de Picardie. 120 p.
- Olivesi, R., Morel, M., & Rybarczyk, H. (1991). Etude de la salubrité des gisements de coques de la Baie de Somme.
- Papinot, C. (2003). Requalification du littoral et conflits d'usage de l'estran-environnement et l'estran-territoire. *Sociétés contemporaines*, (4), 105-121.
- Pollet, C (2021) *La pêche à pied professionnelle dans les Hauts-de-France de 2013 à 2019 : état des lieux et stratégies de pêche des professionnels locaux*. Rapport de stage de Master 1 Ecologie Marine et Halieutique. ULCO /CRPMEM. 34 p.
- Retière, J. N. (1998). Une indépendance sous contrôle, la professionnalisation de la pêche à pied. *Annuaire de droit maritime et océanique*, 15, 233-260.
- Rieucou, J. N. (1985). Pêche et communautés halieutiques comme approche des systèmes littoraux, de l'estuaire de la Seine à la baie de Somme (Fishing activities and societies, from the Seine to the Somme). *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 62(3), 225-239.
- Robert, S. (2013). De la Manche à Paris: les routes de la marée dans le Val-d'Oise de l'Antiquité au XVIIIe siècle.

- Rocroy, M., Bernardin, A., Poiriez, G., Talleux, J. D., & Talleux, M. (2017) Evaluation du gisement de coques de la baie d'Authie Sud en mai 2017. Rapport interne
- Roy A. (1996) *La pêche à pied professionnelle*. Neptunus, Centre de Droit Maritime et Océanique, Université de Nantes, 2 (3), pp.1-8. hal-032920636
- Rybarczyk, H. (1993). *Processus d'eutrophisation et ses conséquences sur les peuplements d'un écosystème estuarien macrotidal, un exemple en manche orientale: la baie de somme* (Doctoral dissertation, Paris 6).
- Sécula, C. (2011). *Acteurs et gestion du littoral. Une anthropologie de la baie du Mont-Saint-Michel* (Doctoral dissertation, Museum national d'histoire naturelle-MNHN PARIS).
- Strum, S., Callon, M., Latour, B., & Akrich, M. (2013). *Sociologie de la traduction: textes fondateurs*. Presses des Mines via OpenEdition.
- Thomas, G. (1983). Les risques liés à la contamination des eaux conchyliques et leur prévention.
- Thomas S., Picault D., Lesueur M. (2014) *Pêche côtière et gouvernance (France). Le cas des pêcheurs à pied professionnels de la baie de Somme*. Rapport d'étude. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST n°24, 44 p.
- Yellés, N. (1993). Tourisme de nature et aménagement du littoral: le modèle picard. *Mappemonde*, 1, 93.

Annexe 3 : Riera, F., 2020. Etat de l'art - Expériences passées et actuelles de gestion des périls abiotiques et biotiques des espèces exploitées de mollusques. 33p.



MOCOPREGE

ETAT DE L'ART

Expériences passées et actuelles de gestion des périls abiotiques et biotiques des espèces exploitées de mollusques

RIERA Fabien
Aout 2020

Table des matières

Introduction	1
Cadre conceptuel du risque, du péril, de la vulnérabilité, de la résilience	3
Le risque	3
Les périls.....	6
Vulnérabilité	10
Résilience	12
Gestion des périls biotique et abiotique des bivalves.....	13
Solution législative/politique. La gouvernance	14
Solution techno-scientifique.....	18
Solution économique	21
Conclusion.....	23
BIBLIOGRAPHIE	25

Etat de l'art sur les expériences passées et actuelles de gestion de périls biotiques et abiotiques des espèces exploitées de mollusques.

Introduction

Si le genre humain (*Homo sp.*) a longtemps été avant tout un groupe terrien, les recherches archéologiques ont mis en évidence le développement de peuplements pérennes sur le littoral vers 200 000 ans avant notre ère (Gillis 2012). Comme en témoignent les amas coquilliers, ces populations ont progressivement intégré les ressources de l'estran dans leur alimentation notamment les mollusques présents en grand nombre et faciles d'accès. Les variations climatiques, ponctuées d'évènements critiques et de modifications plus ou moins rapides des conditions environnementales (niveau de la mer...) ont impacté régulièrement les écosystèmes littoraux. A ces époques, l'origine des aléas était principalement due à des dynamiques indépendantes des activités humaines. Pour autant, tout un ensemble de pratiques et de comportement ont été développés par les communautés littorales pour s'adapter à ces aléas, notamment face à la fluctuation des ressources alimentaires produites par l'estran. En effet, ces aléas possédaient alors et jusqu'au XVIII^{ème} siècle principalement une dimension surnaturelle avec laquelle il convenait de négocier.

De nos jours, le risque est partout, dans tous les pans de nos sociétés, et en concerne pratiquement tous les aspects, au point de parler de « société du risque » (Méric et al., 2009). Le risque est représenté, fantasmé, géré, négocié, institué, légiféré, budgété, assuré. Analyser la diversité des stratégies de gestion qui ont été faites face aux différents types de périls biotiques et abiotiques, c'est bien entendu aussi parler de risque, car risque et péril sont intimement liées. En effet, il convient dès à présent de comprendre que la notion de péril ne peut s'entendre seule car elle fait partie d'une interaction avec plusieurs autres notions que sont en outre le risque, l'exposition, la vulnérabilité, ou la résilience.

A cet égard, il existe un grand nombre de définition de ces termes connexes, comme listés par Thywissen (2006). Les définitions et compréhensions de ces termes

reflètent en particulier de l'attitude vis à vis des causes sous-jacentes et des facteurs de risque et, en même temps influencent les concepts et stratégies de gestion des situations critiques. En effet, la manière dont ils sont abordés nous apportent beaucoup de renseignements sur les rapports que nous entretenons avec notre environnement et ses aléas (Veyret & Reghezza 2006). En effet, comme nous l'avons vu, le statut des aléas naturels a longtemps eu une dimension divine avec laquelle il convenait de négocier. Ce n'est qu'à partir du XVIII^{ème} siècle, que cette dimension disparaît progressivement au profit d'une « laïcisation » du danger et de sa rationalisation. Cette mise à distance fait émerger un nouveau paradigme, celui de la gestion du risque, avec comme idée centrale que l'homme peut acquérir la maîtrise des éléments naturels grâce aux progrès constants des connaissances techniques et scientifiques. Cette approche séparant le monde des hommes de la nature dont il faut se protéger à fait la part belle aux solutions techniques focalisées sans nécessairement prendre en compte la complexité des interactions et les impacts sur le moyen ou long terme de ces dernières sur tout un ensemble d'éléments plus ou moins hétéroclites et connexes à l'aléas identifié. Ces enjeux sont encore très présents dans le cloisonnement disciplinaire et au sein même des différentes disciplines qui s'intéressent au sujet, tel que la géographie qui selon l'angle de vue se considéra comme « naturaliste », en prenant l'aléas dans sa dimension matérialiste (physique, chimique, biologique...), ou « culturaliste » en considérant ce dernier dans sa dimension de perceptions, d'attitudes et comportements des populations. En cela, elle cherchera à montrer que l'appréhension " ordinaire " du risque diffère de sa définition techno-scientifique et à interpréter ce décalage en termes psychologiques, sociaux ou culturels. En troisième lieu, la discipline géographique a développé récemment une posture dite " constructiviste ", qui envisage le risque, non pas comme un quelque chose qui existerait par essence, mais comme un construit, historiquement et socialement situé qui doit être questionné comme tel (Martinais *et al.* 2006).

L'idée est alors de considérer le risque et ses corollaires comme n'existant pas par essence mais bien en relation. Un aléa de quelque nature qu'il soit ne constitue ni un risque, ni un péril dès lors qu'il advient dans un lieu et dont les conséquences restent hors de notre conscience. Un séisme non détecté, la disparition d'une espèce inconnue n'ont évidemment aucun sens dans ce cadre. Il en découle que la

notion même de risque, est une notion subjective qui au sein d'un même territoire n'aura ni les mêmes caractéristiques, ni les mêmes limites. En cela, il sera révélateur des enjeux sociaux, politiques et économiques¹.

Cadre conceptuel du risque, du péril, de la vulnérabilité, de la résilience

Les définitions qui suivent peuvent paraître dans un premier temps, très générales car elles cherchent à inclure l'ensemble des situations critiques. La présente étude s'intéressant spécifiquement à la gestion de la ressource marine, nous ne nous attarderons pas sur la dimension destructrice des aléas pouvant causer des pertes de vie humaine, même si ces événements ont aussi des impacts sur les ressources marines comme cela a été le cas pour la catastrophe de Fukushima (Abe *et al.*, 2017) ou le tsunami de 2004 (Griffin 2013) et donc qui apparaissent dans la littérature. De même, concernant les biens, dans la logique d'une nature socialisée, il sera fait état, à la fois, de l'impact sur la ressource et de ses modalités d'exploitation. En effet, la dimension anthropique est toujours à prendre en compte car elle modifie dans un sens ou dans un autre l'intensité et l'incidence des périls naturels.

Le risque

Selon une définition du Programme des Nations Unies pour le Développement, le Risque est « la probabilité de conséquences néfastes ou des prévisions de pertes en vies humaines, de dommages corporels, de troubles à la propriété, aux moyens d'existence et à l'activité économique (ou de dégâts sur l'environnement) résultant d'interactions entre des périls naturels ou causés par les humains et des conditions vulnérables ». Le risque est défini de façon conventionnelle par l'équation (Pelling, et al. 2004): **Risque = Péril x Vulnérabilité.**

L'autre concept qui est largement appliqué dans la recherche sur les événements catastrophiques est la conception du risque comme ayant trois composantes : le

¹ Dans ce cadre, la nature, l'environnement ne sont pas exclus mais intimement imbriqués et socialisés au sein des réseaux d'acteurs humains et non-humains.

Péril, l'Exposition et la Vulnérabilité (Schneiderbauer & Ehrlich in Birkmann 2006) qui est illustré par le Triangle de Risque.

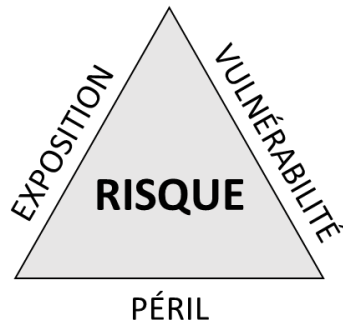


Figure 1: Triangle du risque (Crichton, 1999)

Le concept de risque (fig. 1) est basé sur la séparation de l'impact potentiel d'évènements à risque (i.e. péril), en exposition et vulnérabilité.

L'Exposition fait référence à la quantité d'éléments exposés : « *les éléments à risque, un inventaire des personnes ou artefacts exposés à un risque* » (Pelling et al. 2004). On peut ajouter les biens naturels/environnementaux à la liste des éléments potentiellement exposés, même si ceux-ci sont plus difficiles, voire souvent impossibles, à quantifier. Pour autant, ils sont centraux dans l'exploitation des ressources marines que ce soit au sein des pêcheries ou de la production aquacole (Le Bihan, 2012, Antona & Paquotte 1993). L'exposition peut être mesurée ou estimée en fonction de critères territoriaux ou temporels : quelle est la population ou sa fraction concernée, quel type de territoire (terrestre, littoral...), quelle étendue spatiale, quelles caractéristiques socio-économiques, à quelle occurrence ? Est une exposition ponctuelle, chronique ou cyclique et quelle en est la fréquence ?

La Vulnérabilité renvoie « aux conditions déterminées par les facteurs ou processus physiques, sociaux, économiques et environnementaux qui augmentent la sensibilité d'une communauté aux impacts des périls » (UN/ISDR, 2004).

D'autre part, la Vulnérabilité est une propriété complexe et souvent intangible sous plusieurs angles, qui ne peut être mesurée directement et qui peut à peine être quantifiée en termes absolus. Dans ce cadre interprétatif, la notion de vulnérabilité est aujourd'hui en recul au profit des notions de résilience et d'endurance. Elle s'est déplacée dans le champ des stratégies de gestion des catastrophes où elle prend le dessus sur la notion prévention ou la réduction des catastrophes qui est essentiellement technique. Ainsi, dans ce cadre l'élaboration d'Indicateurs de Vulnérabilité a toute son importance, notamment pour quantifier la capacité de réponse à un aléas. Nous y reviendrons.

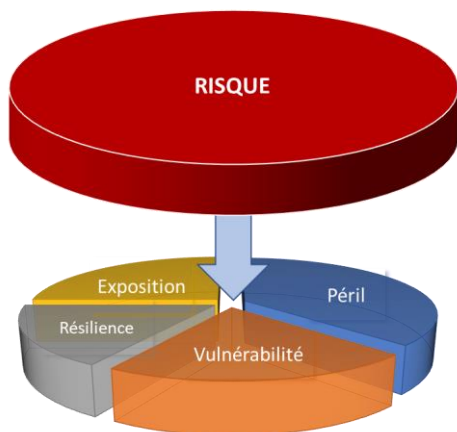


Figure 2 Le Risque comme une Fonction du Péril, de la Vulnérabilité, de l'Exposition (d'après Thywissen, 2006)

La Figure 2 montre une deuxième conception du risque. Ici, on prend explicitement une perspective à plus long terme en ajoutant la résilience d'un système aux facteurs qui déterminent la taille du risque.

Pour comprendre la logique qui sous-tend ce concept, faisons une courte digression sur des termes comme *Capacité à faire face* et *Résilience* à la suite de Thywissen (2006) qui aligne tous ces termes ayant trait aux catastrophes, dans leurs multiples définitions, en une synthèse logique et cohérente. Selon

Thywissen :

- La *Capacité à faire face* englobe les stratégies et mesures qui agissent directement sur les dégâts au cours de l'évènement en réduisant ou en contenant l'impact ou en apportant un soulagement efficace, ainsi que les stratégies d'adaptation qui modifient les comportements ou activités afin de circonscrire ou d'éviter des effets dévastateurs. Il s'agit d'une approche à court terme.
- La *Résilience*, c'est tout cela, plus la capacité à rester fonctionnel durant un évènement et à s'en remettre complètement. La résilience inclut donc la capacité à faire face, mais en même temps, elle va au-delà. C'est une approche à long terme

Thywissen (2006, p.38) indique que « *si l'ampleur des dégâts ou du dommage est également définie par la durée des effets indésirables et par leurs répercussions sur la pauvreté des populations, l'économie ou le niveau de conscience, la vulnérabilité doit donc inclure la capacité à faire face et la résilience* ». Analogie pour illustrer le concept de risque ;

Prenons l'analogie d'actualité pour mieux comprendre : Cent personnes sont exposées à un même virus (Péril) pendant la même période – disons dans un lieu clos comme un supermarché. L'exposition de ces cent personnes est ainsi identique.

Et pourtant, ces personnes peuvent ne pas avoir le même niveau d'infection par le virus ; certaines personnes restent en bonne santé alors que d'autres peuvent avoir des infections selon leur degré de sensibilité individuelle (vulnérabilité). De plus, certaines des personnes infectées peuvent rester malades pendant plusieurs semaines, d'autres pendant seulement trois jours selon leur niveau de résilience.

Cependant, la Vulnérabilité peut dans certains cas dépendre aussi du degré d'exposition. Cela peut être le cas dans l'analogie ci-dessus si les personnes qui sont dans le lieu clos sont exposées au virus pendant une durée extrêmement longue (tels que les professionnels en contact permanent avec du public) de telle sorte que presque personne ne puisse résister). De surcroît, la Vulnérabilité et la Résilience sont liées et dépendent en partie des mêmes facteurs, mais au total elles comprennent aussi beaucoup de facteurs différents.

Les périls

Parmi les définitions de « périls », on retrouve souvent celle de la Stratégie Internationale de Réduction des Catastrophes des Nations Unies (UN/ISDR) dans la littérature et c'est celle que nous prendrons comme première définition de référence : « *Un évènement physique, une activité humaine ou un phénomène potentiellement destructeur et qui pourrait causer des pertes de vies ou des blessures, des dégâts sur les biens, des troubles économiques et sociaux ou une dégradation de l'environnement. Le péril peut comprendre des conditions latentes susceptibles de représenter des menaces futures et qui peuvent avoir diverses origines : naturelles (géologiques, hydrométéorologiques et biologiques) ou qui sont suscitées par des processus humains (dégradation de l'environnement et risques technologiques). Les périls peuvent être simples, séquentiels ou combinés dans leurs origines et dans leurs effets. Chaque péril est caractérisé par son emplacement, son intensité, sa fréquence et sa probabilité.* » (UN/ISDR, 2004).

Si les Périls ont été, et peuvent être, définis différemment dans des contextes différents, il faut en premier lieu souligner que le terme *péril* doit être différencié d'évènement, de catastrophe, de désastre et de risque. En résumé, on peut dire que *les périls ne sont pas des évènements*, mais uniquement des évènements potentiellement dévastateurs pour une population donnée alors que la catastrophe

ou le désastre est l'impact d'un péril qui s'est matérialisé en évènement sur une communauté, les biens appartenant aux humains et/ou des ressources naturelles.

Types de périls

Une des approches pour analyser les périls est de les catégoriser selon leurs causes. Les principales catégories sont au nombre de trois (Birkmann, 2006):

- naturelles,
- technologiques,
- anthropogéniques ou sociales.

Il peut être évidemment difficile d'attribuer une cause à un péril, car les périls peuvent avoir des causes intimement liées et un péril est souvent induit par un autre. De plus, comme nous venons de le voir, un péril en tant que phénomène potentiel est caractérisé aussi en fonction de la population concernée. L'exploitation des mollusques, par exemple, en tant qu'activité humaine spécifique, n'est donc pas directement impactée par l'ensemble des périls. Par exemple, elle sera peu ou prou directement impactée par un évènement de type incendie. A l'inverse, la population que nous qualifierons de « générale » ne sera pas ou peu touchée ou concernée par certains périls qui toucheraient la partie de la population qui dépend de l'exploitation des mollusques. Bien entendu, dans un certain nombre de cas, lorsque c'est l'économie locale qui dépend majoritairement de cette activité, l'impact sur le territoire pourra aller au-delà de la seule population exploitante. Les principaux types que nous avons retenu de notre revue de la littérature sont donc les suivants :

- Climatique/environnemental
 - élévation de la température de l'eau (Cheney et al. 2000, Ortega et al. 2012, 2016, Rodrigues et al. 2015)
 - extrême climatique (Hancock & Urquhart 1964, Mazurié et al., 1999 ; Ortega et al., 2012, 2016 ; Castrejón & Defeo 2015)
 - salinité (Xiao et al. 2005, Ogburn 2011, Murray & Tarrant 2015)
 - acidification (Health 2012, Rodrigues et al. 2015, Barton et al. 2015)
- Géologique (érosion, ensablement) (Comeau 2014)
- Biologique

Les périls biologiques peuvent être classés en deux types de catégories en fonction de leurs incidences sur la population :

- Le péril biologique (bactérie/virus/agent toxique) ne met pas en danger la ressource en soi directement mais la rend inconsommable et donc inexploitable ce qui impacte la population qui dépend économiquement de la ressource (Askew 2009, Grastilleur 2014, Hallegraeff et al., 2004)
- Le péril biologique touche directement la ressource par une mortalité massive (Álvarez-Muñoz 2019, Guillotreau et al 2017, Jones et al. 2017) impactant sa survie et/ou impactant fortement l'écosystème.
 - eutrophisation (Friedman & Hedrick 1991)
 - anoxie, bloom algal (Cheney et al. 2000, Mydlarz et al. 2006, Jarernpornnipat et al. 2003)
 - Pathogènes, bactérie, virus (Elston et al. 1987)
 - espèce invasive/compétiteur/modification génétique/translocation, prédation (Matsuyama 1999, Kapuscinski 2005, McKindsey et al. 2007, Nunes et al. 2009, Ponsero et al. 2009, Ogburn 2011,)
 - densité ((Brazeiro et Defeo 1999, Xiao et al. 2005).
- Anthropique
 - Terrestre
 - Construction littorale (digue, port/marina, Polder)
 - Pollution (Grastilleur, 2014, Woolmer 2013)
 - Agriculture (pesticide, engrais) (Ogburn 2011, Guéguen et al. 2011, Low et al. in Berkes 2009)
 - Industrie (rejet produit déchet) (guéguen et al. 2011, Bhattacharya 2003)
 - Urbanisation :
 - eaux usées (Guéguen et al. 2011)
 - Plastiques (Fang et al. 2019)
 - Antifouling (Watson et al. 2009, Guéguen et al. 2011)
 - Aquatique
 - Hydrocarbures (Allan et al. 2000, Zaki et al. 2014)

- Trafic maritime (Zaki et al. 2014)
- Destruction/modification du substrat
 - Dragage (McConnaughey et al. 2000)
 - Destruction du substrat (Beitl & Gaibor 2020)
 - Extraction minière
 - Chantier d'installation de fermes d'EMR
- Socio-économique
 - Internationalisation, fluctuation des marchés, des crises économiques (Cancino 2007, Le Bihan, 2007, Castrejón & Defeo 2015)
 - Surpêche, braconnage (Bhattacharya & Sarkar 2003, Cancino et al. 2007, Castrejón & Defeo 2015, Ballesteros & Rodriguez 2018)
 - Les risques inerrant à la gestion de l'entreprise (Le Bihan, 2007). Ces risques sont très divers, et s'ils s'éloignent de la notion de périls au sens entendu communément, mais ils participent à la vulnérabilité du système en aggravant l'impact du péril initial. Ils constituent, selon si l'on se place au niveau de l'entreprise individuelle ou de la filière professionnelle des externalités ou des vulnérabilités structurelles, ce qui en fait une catégorie à part :
 - Les risques médiatiques : risques liés au traitement et à la restitution d'une information ou d'un événement, etc. (Shumway 1990, Askew 2009)
 - Les risques de défaillance d'un client : risques liés à un défaut de paiement de la part d'un client
 - Risques en responsabilité : engagement de la responsabilité des professionnels aquacoles à travers leur activité (intoxication alimentaire, etc.).
 - Risques de qualité : écarts entre qualité proposée et qualité attendue tant au niveau du professionnel qu'au niveau des consommateurs

- Conflit internes à la filière (Nunes et al. 2009)

Vulnérabilité

La vulnérabilité est une des composantes du risque. De Sherbinin et al. (2007) décrit la vulnérabilité "comme un état d'un système ou de l'un de ses éléments qui est susceptible de subir une exposition nocive à un danger, des perturbations ou des contraintes". La vulnérabilité peut être le résultat d'une action humaine involontaire ou délibérée qui renforce l'intérêt personnel en modifiant la répartition des pouvoirs et modifiant les interactions avec les systèmes physiques et écologiques fragilisent l'ensemble. Par ailleurs, la vulnérabilité est le plus souvent conceptualisée dans la littérature comme une composante qui comprend l'exposition, la sensibilité aux perturbations ou aux stress externes, et la capacité d'adaptation. L'exposition correspond à la nature et le degré de stress environnemental ou socio-politique d'un système. Les caractéristiques de ces stress comprennent leur ampleur, leur fréquence, leur durée et l'étendue du danger (Burton et al., 1993). La sensibilité est le degré auquel un système est modifié ou affecté par des perturbations. Une grande sensibilité ne signifie pas pour autant une grande vulnérabilité, cela dépendant des autres critères, comme la capacité d'adaptation. La capacité d'adaptation est la capacité d'un système à évoluer afin de s'adapter aux dangers environnementaux ou aux changements politiques et d'élargir la gamme de variabilité avec laquelle il peut faire face à un aléa. Si la vulnérabilité peut s'entendre d'un point de vue écologique, elle est aujourd'hui utilisée dans son pendant socio-économique, on parlera de vulnérabilité sociale. Une vulnérabilité sociale, c'est-à-dire une fragilité inhérente aux enjeux, fragilité qui dépend justement de facteurs cognitifs, socio-économiques, politiques, juridiques, culturels, etc. La vulnérabilité est alors définie par l'incapacité à faire face à un aléa (*coping capacity*). Elle est fonction de plusieurs éléments : la capacité à anticiper l'occurrence de l'aléa (connaître/prévoir/alerter) ; la capacité à s'adapter à l'existence de cet aléa (mesures de réduction de l'aléa ou de protection/réduction de l'exposition) ; la préparation de la société à faire face à l'urgence (plans de gestion de crise/exercices de simulation) ; le comportement de la société pendant la crise (gestion d'urgence/

capacité d'adaptation/réactivité) ; la capacité à anticiper et à effectuer la reconstruction dans les meilleurs délais (résilience) (Veyret & Reghezza, 2005).

L'exploitation des bivalves que ce soit sous forme de pêcherie ou de conchyliculture est un ensemble d'activités qui présentent une grande vulnérabilité d'une part du fait de dépendre d'un bien commun comme ressource directe ou d'une production dépendante d'un milieu commun et partagé que ce soit en intra ou extra bassin. Que ce soit dans le cadre d'une pêcherie ou d'une production conchylicole, dans la grande majorité du temps, les producteurs sont interdépendants, ou a minima dépendant de comportements externes dont ils n'ont pas la maîtrise. C'est le cas notamment des productions d'ormeau en bassin qui dépendent de la qualité d'eau de pompage, même si cette dernière subit de nombreux traitements avant d'être insérée dans le réseau interne (Tonnerre E., Groix Haliotis, com. Pers.). Ces externalités constituent un des aspects majeurs de la vulnérabilité du secteur puisque les acteurs ne peuvent pas agir directement dessus pour réduire le degré d'exposition aux aléas. La vulnérabilité dans ce cadre consiste non pas dans l'externalité en tant que telle, mais dans l'impossibilité d'agir sur elle. En effet, les coquillages qu'ils soient cultivés ou non sont majoritairement ou totalement dépendant de la ressource trophique pour leur croissance. Contrairement à l'agriculture, les exploitants n'ont pas la possibilité de substituer des intrants pour palier à un éventuel déficit de nourriture dû à de mauvaises conditions environnementales (Le Bihan & Pardo 2012). Concernant les aléas sanitaires liés aux blooms algaux ou aux épizooties, les seuls comportements observés sont les extractions des milieux concernés et stockages temporaires à terre quand cela est possible, comme c'est le cas dans la Nouvelle Galles du Sud (Paul-Pont I., Com. Pers.), dans des claires ou les translocations dans d'autres bassins (Haure et al. 2011). Cette dernière pratique est à double tranchant puisqu'elle peut aussi bien diminuer comme augmenter la vulnérabilité de la filière en favorisant la dispersion de l'agent pathogène ou du parasite. De même, le secteur professionnel, possède une grande vulnérabilité socio-économique du fait de la faible quantité voir de l'absence d'outils économiques et juridiques pour faire face aux multiples aléas auxquels la filière est confrontée (Le Bihan, 2012, 2018). En France, l'ostréculture est par sa position ultra-majoritaire l'activité qui retient l'ensemble des regards quant à l'évaluation de sa vulnérabilité et son évolution.

Résilience

En complément de la vulnérabilité, le concept de résilience est utile pour décrire la capacité d'un système, notamment marin à se rétablir après une perturbation. Il trouve son origine dans l'écologie, où il a été introduit pour la première fois par Holling (1973) et défini par Walker et al. (2004) pour décrire "la capacité d'un système à absorber une perturbation et à se réorganiser tout en subissant un changement de manière à conserver essentiellement la même fonction, structure, identité et rétroactions" (i.e., biodiversité, chaînes trophiques, habitats, etc.). Pimm (1984) a étendu ce concept pour inclure la "résilience d'ingénierie", une mesure du temps qu'il faut à un système pour revenir à l'équilibre" après une perturbation. Le concept de résilience inclue non seulement la notion de récupération, mais aussi de résistance et de réversibilité (Palumbi et al. 2008). Ce cadre théorique s'applique principalement à l'aspect d'une résilience dite 'naturelle', c'est-à-dire qui s'applique aux écosystèmes concernés par la perturbation, quel qu'en soit son l'origine, naturelle ou anthropogénique. D'autres chercheurs se sont intéressés aux aspects socio-économiques de la résilience comme capacité de ces systèmes à minimiser les pertes de bien-être après l'épisode critique, ce qu'Hallegatte (2014) définit comme résilience instantanée et qu'il complète par la résilience dynamique, correspondant pour sa part à la capacité de ces mêmes systèmes à reconstruire et récupérer. Le bien-être est défini par l'ensemble des biens matériels et immatériels détenus par un collectif lui permettant d'atteindre un niveau de développement satisfaisant (Brown & Westaway 2011). Dans ce cadre, une perturbation, loin d'être délétère peut créer des opportunités d'innovation, une diversification des activités et de développement (Berkes et al. 2002, Gunderson & Holling 2002, Folke 2006), évitant ainsi des conséquences sociales potentiellement dramatiques. Dans la même veine, Rose (2004) parle de résilience socio-économique statique comme la capacité d'un système à maintenir ses fonctions (fourniture de nourriture, valeur culturelle, emploi, commerce, profits, usage récréatif) lorsqu'il est déstabilisé, en utilisant les ressources restantes aussi efficacement que possible au cours de la reprise. Une des manières d'évaluer le potentiel de résilience dynamique est d'en mesurer la vitesse de recouvrement.

Un troisième aspect de la résilience qui a été exploré est celui de la gouvernance, La résilience de la gouvernance a été définie pour représenter les décisions prises au niveau communautaire ou des politiques publiques pour atténuer la perturbation des activités après une perturbation (Kajitani & Tatano 2009). Quatre attributs clés par lesquels la gestion des systèmes marins peut soutenir avec succès la résilience sont :

- embrasser l'incertitude et le changement (capacité d'innovation et d'utilisation des perturbations comme une opportunité)
- la construction de connaissances et la compréhension de la dynamique des ressources et des écosystèmes
- développer des pratiques de gestion qui mesurent, interprètent et répondent au retour d'information écologique
- soutenir des institutions et les réseaux sociaux dans les systèmes de gouvernance à plusieurs niveaux (Hughes et al. 2005).

Gestion des périls biotique et abiotique des bivalves

Le principal péril auquel sont connectés tous les autres est, nous l'avons vu, la rupture du lien au sein du couple homme-bivalve fondement du socio-écosystème. Cette rupture se caractérisant soit par la disparition de la ressource, que ce soit par une surexploitation du potentiel de cette dernière soit par suite d'épisodes de mortalité massive lié à des agents biotiques ou abiotiques, soit par la disqualification d'une des caractéristiques du lien, à savoir sa comestibilité. En soit ces épisodes ou ses dynamiques constituent des périls pour la population qui en dépend socio-économiquement car la disparition de la ressource, si elle est définitive signifie sa propre disparition socio-culturelle. Il s'agit alors d'une crise sociopolitique.

L'exploitation des mollusques est un secteur économique qui en Europe, est dominé par la production conchylicole de l'huître japonaise, dont cette dernière se situe pour la quasi-totalité en France. Dans le monde, la production d'huître représente la 4^{ème} production aquacole après les cyprinidés, les algues et les bivalves de type palourdes (clams) et près de 15 % de la production mondiale des mollusques (Laing & Bopp 2018). Les autres activités de productions, notamment les pêcheries à pied sur l'estran sont des secteurs marginaux, principalement artisanaux, lorsqu'ils ne

sont pas totalement hors du champs législatif et réglementaire, et donc n'apparaissent pas dans les statistiques. Dans cette dernière situation, l'absence de données ne permet pas d'évaluer les risques, ni les degrés de vulnérabilité ou des résiliences de ces activités. D'ailleurs, il existe très peu, voir pas de littérature qui traite du sujet. Pour autant, cela ne signifie pas une absence d'importance socio-économique de ces territoires. Certaines activités de pêche à pied sur l'estran, telle que la coque en Galice (Frangoudes et al. 2008) ou en Amérique du Sud ont commencé récemment à se structurer, et leurs acteurs, en particulier les femmes, ont obtenu une reconnaissance sociale à travers la création de statuts juridiques.

En France, la structuration des filières de pêche à pied s'est opérée au tournant du XXI^{ème} avec la mise en place d'un statut de pêcheur à pied professionnel (Thomas et al. 2014) Ces modifications ont apporté une plus-value non négligeable à la résilience du secteur et de ces populations.

Nous l'avons vu, les stratégies de gestion des périls vont être de plusieurs ordres en fonction de la manière dont ces derniers sont perçus.

Solution législative/politique. La gouvernance

Les solutions législatives n'existent bien entendues jamais seule, comme une entité autonome séparée des autres approches. Elles sont d'ailleurs celles qui font le lien entre les écosystèmes dont l'expertise revient généralement aux sciences de la nature et les socio-systèmes qui sont apanages des sciences humaines et sociales. Les solutions politiques peuvent émaner à différentes échelles du local au national voir international en fonction des organisations institutionnelles. Elles représentent le cadre qui permet au système de répondre à court, moyen et long terme aux perturbations qu'elles soient ponctuelles, exceptionnelles, cycliques ou chroniques. Mais elles sont aussi, et surtout les instances décisionnelles qui s'appuyant sur les expertises doivent poser les actes qui permettront de sortir des situations critiques. Même si elles peuvent avoir une fonction coercitive, elles permettent la régulation et la normalisation des comportements en vue d'assurer une durabilité des socio-écosystèmes. Cela étant, ces processus régulateurs et normalisateurs vont rarement sans heurts, les intérêts individuels devant s'accommoder des intérêts et contraintes collectives et environnementales. En étant lui-même un système

spécifique répondant à des règles propres, le système de gouvernance est sujet, nous l'avons vu, à des enjeux d'adaptation et de réponse aux aléas externes. Aussi dans le cadre de la gestion des ressources marines doit-il être en capacité le cas échéant de mettre en place des moratoires/fermetures temporaire de l'exploitation d'une ressource, qu'elle soit naturelle, semi-naturelle (pêcherie basée sur l'ensemencement) ou totalement domestique (aquaculture). Ces décisions constituent généralement la première réponse d'urgence dans le cadre de crise sanitaire (bloom d'algues toxiques, pollution...) ou d'épisode de mortalité massive en lien avec les réseaux de surveillance.

La plupart des pays producteurs de mollusques ont mis en place des dispositifs de surveillance et de préventions à différentes échelles, de local au national voir transnational afin d'anticiper les crises. Ces réseaux représentent typiquement les organisations hybrides de régulation entre les sphères politiques, économiques et scientifiques. Souvent ces structures ont été mises en place et structurées à la suite d'évènements critiques comme ce fut le cas en France avec le REPHY (Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines) qui a été créé par Ifremer en 1984, suite à la survenue en 1983 de plusieurs milliers d'intoxications à effets diarrhéiques dans l'ouest de la France après consommation de coquillages (Belin 2011, Guéguen et al. 2011, Fleury & Bedier 2013). Un des objectifs de ce réseau concerne la protection de la santé humaine, avec une stratégie fondamentalement basée sur la détection, dans l'eau, des espèces phytoplanctoniques toxiques, dont la mise en évidence sert de déclencheur à la recherche des phycotoxines dans les coquillages. La surveillance sanitaire et notamment des phycotoxines (ou toxines d'algues) s'est ensuite imposée au début des années 2000 par la réglementation européenne, prenant en compte l'évolution des connaissances sur ces dernières et leur présence dans les eaux européennes et dans les produits d'importation. D'un point vue opérationnel, le réseau s'appuie sur l'activité de prélèvement et d'analyse d'une dizaine de laboratoires couvrant l'ensemble du littoral national. Les résultats sont transmis chaque semaine aux administrations nationales et régionales (comme la DGAL) en charge de la gestion du risque : les décisions d'interdiction de commercialisation des coquillages contaminés font l'objet d'un arrêté préfectoral. Cette structure de gouvernance à différentes échelles du local au supranational se retrouve aussi en Amérique du

Nord où la gestion sanitaire est aux mains des organismes fédéraux comme la FDA (Food and Drug Administration) (Garrido & Otwell 2009). Au Canada, la loi fédérale sur les pêches donne au ministre du Ministère des Pêches et des Océans le pouvoir exclusif sur les allocations de pêche en mer et les décisions de conservation, tandis que les provinces ont compétence sur la pêche côtière des coquillages, l'aquaculture et la transformation du poisson. Par la suite, les provinces sont généralement plus concernées par les objectifs sociaux/communautaires tels que l'emploi rural, tandis que les politiques plus récentes du gouvernement fédéral sont généralement plus concernées par les objectifs de rationalisation et de conservation tels que la maximisation de la richesse et le financement des évaluations scientifiques des stocks. (Pinkerton 2003)

D'autres réseaux, comme le REPAMO (Joly et al. 2007) ont outre l'enjeu sanitaire pour fonction la prévention des événements qui pourraient fragiliser les filières économiques. Créé en 1992, le réseau REPAMO (REseau de PATHologie des MOLLusques) est un réseau de surveillance de la santé des mollusques marins du littoral français. Son activité s'inscrit dans le cadre de deux Directives Européennes, la Directive 91/67/CEE du Conseil du 28 janvier 1991 relative aux conditions de police sanitaire régissant la mise sur le marché d'animaux et de produits d'aquaculture et la Directive 95/70/CE du Conseil du 22 décembre 1995 introduisant les mesures communautaires minimales de contrôle de certaines maladies affectant les mollusques bivalves). Les objectifs du réseau sont de prévenir l'introduction et la propagation d'agents pathogènes, en particulier ceux à déclaration obligatoire et de surveiller l'évolution de ceux déjà présents sur le territoire national. Ces activités font partie des missions institutionnelles de l'IFREMER.

La ressource marine étant un bien commun, il revient aux services de l'état de gérer les ouvertures et fermetures d'exploitation. De plus en plus, les pratiques de gouvernance se basent sur le principe de la co-gouvernance où les confréries, les coopératives ou associations de pêcheurs avec le soutien actif des pouvoirs publics et des organismes scientifiques jouent un rôle prépondérant dans la gestion durable des pêcheries et le maintien des stocks, notamment dans les pratiques de réensemencement (Jackley et al. 2016, Castrejón & Defeo 2015, Thomas et al. 2014, Frangoudes et al. 2008, Berkes et al. 2002). Dans le cadre de ce type de

gouvernance, les collectifs peuvent décider de mettre en place des zones de réserve marine (Alló & Loureiro 2017) afin d'assurer le maintien de la reproduction et la pérennité des stocks.

Un des outils principaux de la gestion des stocks est le droit d'accès. Le droit d'accès se décline soit en quotas individuel transférable (Individual Transferable Quotas - ITQ)(Copes & Charles 2004) ou soit en Droit d'usage territorial (Territorial Use Rights for Fishing - TURFs) (Cancino et al. 2007, Alló & Loureiro 2017). Les politiques de droit d'accès et d'usage sont des pratiques très anciennes dans de nombreux pays. On retrouve la logique des droits d'usage territoriaux dès la période féodale au Japon (Cancino et al. 2007) ce qui explique une grande maturité de pêcheurs dans l'organisation de la gestion locale de la ressource. Dans d'autres endroits comme au Chili, ces pratiques de régulations des prélèvements sur la ressource sont beaucoup plus récents (dans les 1990), à la suite d'épisodes internationalisation du marché et de dérégulation qui ont mené à une surexploitation. Les politiques des droits d'accès opposent deux principales doctrines axées soit vers l'individu soit vers le collectif, dont découlent tout un ensemble de type d'organisation des filières d'exploitation. Un des principaux défauts des systèmes de gestion de droit d'accès est effectivement la privatisation du bien commun et un certain enfermement communautaire, générationnel ou autre. Dans le cadre des pêcheries de coques dans le Burry Inlet au Royaume Uni, une étude sur la soutenabilité de cette dernière (Murray & Tarrant 2015) suggérait la mise en place d'un système de remplacement des titulaires de droit d'accès basé sur une loterie afin de pondérer les demandes en fonction de critères socialement souhaitables. Ce système avait pour objet d'intégrer un système de parrainage par lequel les titulaires de licences existants seraient incités à soutenir les nouveaux entrants plus jeunes. En vertu de ces dispositions, les demandeurs inscrits sur liste d'attente se voient accorder des droits de pêche temporaires lorsque les stocks de coques sont exceptionnellement élevés ; le système de permis temporaire TR serait alors appliqué dans de telles conditions, ce qui garantirait une certaine équité au profit de la communauté au sens large.

Solution techno-scientifique

Ce sont celles qui ont prédominés longtemps dans la gestion des périls. Dans le cadre des activités de conchyliculture, et notamment l'ostréiculture. Dès le XIX^{ème} siècle, la logique pour se prémunir des aléas de la ressource a été de développer des technologies de production afin d'en maîtriser les variations. Cependant toutes les entreprises de domestication de bivalves ont été confrontées à plus ou moins court terme à des crises. Par exemple, en France, l'industrie ostréicole qui s'est fortement développée sous l'impulsion de Victor Coste au XIX^{ème}, a fait face depuis lors à la disparition de plusieurs espèces endémiques suite à des pandémies massives ou l'introduction d'espèce exogène comme l'huitre « portugaise » qui elle-même a subi les coups d'une pandémie et a été remplacée par l'huitre japonaise *Crassostrea giga*, qui, à son tour connaît de multiples crises pandémiques fragilisant régulièrement les cheptels et la profession. Ces crises multiples ont eu pour effet de structurer un système d'organisation et de relations autour des instances techno-scientifique tels que l'IFREMER, le CNRS, les laboratoires universitaires, les instances politiques comme les services de l'état national (DGAL, DDTM...) voir supranational (directive européenne) et les organisations professionnelles à différentes échelles (Comité locaux, régionaux et nationaux des pêches et de l'aquaculture).

Pour autant, ces organes de gouvernance n'ont pas réussi à véritablement résoudre la situation de crise endémique de la profession.

Face à la problématique zoonositaire, la réponse a principalement été technique avec une montée en puissance des produits d'éclosion (diploïdes, et surtout triploïdes), une intensification des rendements d'élevages et une modification des pratiques culturelles qui en découlent. L'autre axe de l'activité techno-scientifique est le développement de mutants résistants ou modification génétique (triploïdie, OGM). Cependant les scientifiques sont actuellement mal équipés pour fournir aux décideurs et autres parties intéressées les informations nécessaires à l'évaluation et à la gestion de la biosécurité de la plupart des espèces génétiquement modifiés (Kapucinski, 2005).

Malgré tous ces efforts de recherche, le secteur ostréicole est surtout frappé depuis 2008 par la plus grave crise de mortalités ayant touché l'huitre creuse *Crassostrea*

gigas depuis les années 1970. Face à cette crise, la réponse est l'organisation d'un réseau d'observation conchylicoles RESCO (ex Observatoire conchylicole), mis en place en 2009. La mise en œuvre de ce réseau d'observations correspond au suivi, sur des sites-ateliers disposés sur les principaux bassins ostréicoles, des performances de survie et de croissance de lots sentinelles de *Crassostrea gigas*. Les données du réseau pourront permettre la connaissance de l'évolution spatio-temporelle des épisodes de mortalité observés *in situ*, à partir de différents descripteurs physiologiques, environnementaux et zoo-sanitaires, impliqués dans la survenue du phénomène. Parallèlement au suivi des performances conchylicoles, des descripteurs physiologiques (ponte, indice de condition, maturation) sont acquis sur ces lots sentinelles et alimentent plus particulièrement le réseau VELYGER implanté sur 5 sites-ateliers communs aux sites RESCO (Fleury & Bedier 2013).

Les réseaux comme VELYGER poursuivent les mêmes objectifs de Modélisation des écosystèmes (Jarernpornnipat et al. 2003) qui peuvent permettre de comprendre, suivre et éventuellement anticiper les dynamiques de populations remplaçant certains épisodes de chute brutale de stocks dans des cycles plus long de types pluriannuels.

Bien que relativement récent, l'évaluation et le suivi de stocks halieutiques (Pinkerton 2003) ont existé bien avant les outils de modélisation informatique. Souvent ces processus ont commencé à la suite d'une crise de mortalité massive ou de disparition des stocks. Il faut effectivement généralement un choc pour que la prise de conscience s'opère. Ainsi, si certaines pratiques d'évaluation des stocks sont apparues au début du XX^{ème}, il a fallu attendre la fin du siècle ou le début du XXI^{ème} pour qu'elles soient mises en place pour certaines pêcheries.

La logique d'évaluation de stock marque un pas symbolique important dans le processus de domestication d'une ressource car cette dernière devient une donnée rationalisée, socialisée et l'objet de négociations et de régulations. En fonction de son évolution, l'emprise de la société sur la ressource peut augmenter, et c'est généralement le cas. Dans le cas de ressource, dites encore 'sauvage', l'étape suivante à l'évaluation du stock est son remplacement ou son soutien par des processus réensemencement (Foucher et al. 2015, Guillotreau et al. 2017). On retrouve notamment cette pratique dans la gestion des pêcheries d'ormeau au Japon ou en Californie (Riera 2017) ou la filière de la coquille Saint Jacques sur le

littoral français dont la ressource exploitée dépend depuis les années 1980 en grande partie de l'écloserie du Tinduff en Bretagne (Breton F., Ecloserie du Tinduff, Com. Pers.)

Un autre type d'intervention, notamment dans le cadre de la gestion des crises sanitaires ou zoosanitaires est le déplacement et/ou l'extraction des stocks (surtout lorsqu'ils sont issus de culture) des zones à risques en bassins protégés ('naturels' ou non), atelier d'épuration (Shumway 1990, Fernández & al. 2003, Askew 2009) ou à des profondeurs où la concentration de la population nocive est minimale. Sur le long terme, les préconisations des scientifiques s'orientent de plus en plus vers une modification des pratiques culturelles, telles que la culture au large (Soletchnik et al. 2011) et une diminution importante des densités de culture dont on sait qu'elles sont un des facteurs centraux des propagations des pathogènes.

Ce qui est vrai pour l'ostréiculture l'est aussi pour les autres activités de conchyliculture et de pêche coquillière à cela près que ces secteurs ne représentant pas les mêmes volumes économiques et donc les mêmes intérêts de financement de recherche. Cela étant, la compréhension des causes biologiques des événements de mortalité massive chez les coquillages est une activité représentant un volume extrêmement conséquent de l'activité de recherche des sciences marines dans le monde, il serait donc irréaliste de prétendre faire une revue de littérature sur le sujet. Ces recherches traversent l'ensemble des champs disciplinaire de l'écologie à la génétique et la biologie moléculaire, aussi bien pour comprendre les mécanismes d'adaptation aux changement environnementaux qu'aux dynamiques des épisodes de mortalité massive. Cependant, une chose est certaine, il existe une inadéquation entre le temps de la recherche et le temps économique des filières coquillères face aux crises sanitaires et zoo-sanitaires. En effet, le temps de la recherche est un temps long qui peut permettre de structurer des solutions de résilience à long terme, mais ne peuvent pas aisément répondre aux enjeux à très courts termes auxquels les professionnels font face.

De plus, notamment du fait du changement global et de l'émergence d'une certaine conscience écologique, les solutions strictement techno-scientifiques aujourd'hui sont remises en question par un certain nombre de professionnels, au nom d'une autre relation à la nature et une autre vision de leur socio-écosystème.

Solution économique

Une des caractéristiques centrales de l'exploitation des mollusques est, nous l'avons vu sa très grande vulnérabilité du fait de sa très grande exposition aux aléas environnementaux et le fait de partager un bien commun, que ce soit dans le cadre des pêcheries coquillères ou des activités conchylicoles. Face à cela, nous l'avons vu, un certain nombre d'outils techno-scientifiques ont été développés et mis en place, tels que les réseaux de surveillance.

Si les réseaux de surveillance montrent une certaine efficacité quant à la protection du consommateur, les études montrent que la vulnérabilité de la profession n'a pas évolué, les dispositifs de protection n'étant pour leur part pas particulièrement efficaces. Le Bihan (2007, 2012, 2018) a montré dans ses différents travaux les dynamiques d'auto-protection et de solidarité mis en place par les professionnels afin d'augmenter leur capacité face aux crises sanitaires, qu'elles soient dû à des événements biologiques (épizootie, eutrophisation, bloom algal...), climatiques (tempêtes) ou anthropogéniques (marées noires).

La première mesure importante d'auto-assurance contre les risques sanitaires, est l'adaptation de l'organisation de l'entreprise adoptée par les producteurs. Les conchyliculteurs adoptent des mesures d'auto-assurance se traduisant par des réserves financières suffisantes pour pouvoir faire face à d'éventuels dommages. Depuis 2009, l'épargne de précaution est favorisée par une forme incitative de défiscalisation des résultats annuels des entreprises. Ainsi, la Déduction pour aléas (DPA) permet aux conchyliculteurs soumis à un régime réel d'imposition et ayant souscrit une assurance incendie et bateau, de constituer une épargne pouvant être utilisée pour faire face à divers aléas (climatiques, sanitaires).

A côté du système d'auto-assurance, et notamment dans le cadre des déclarations de catastrophe naturelle, l'état a mis en place des mesures de compensation, allègement fiscal (Guillotreau et al. 2017).

Mais au-delà des mesures strictement financières, afin d'améliorer leur résilience individuelle, les conchyliculteurs optent pour une diversification qui peut revêtir plusieurs formes : production d'espèces différentes (moules, huîtres, principalement) (Gervasoni et al., 2011), et activités complémentaires (pêche,

tourisme bleu). La diversification des sources d'approvisionnement de naissain (propre captage ou achat de naissain naturel, naissain d'écloserie) est également un moyen pour lisser les quantités mises en élevage. Les ostréiculteurs, à travers l'élevage d'huîtres de ploïdies différentes ont la possibilité de modifier la durée d'élevage (raccourcissement des phases de croissance pour les huîtres triploïdes) mais également la saisonnalité des ventes (en favorisant les triploïdes pendant la période de laitance, moins appréciée des consommateurs). La diversification peut également concerner les espaces géographiques. Les entreprises disposant de concessions dans diverses zones de production peuvent bénéficier d'espaces moins exposés aux fermetures sanitaires ou d'une meilleure productivité naturelle. De plus, certains producteurs délocalisent une partie de leur production à l'étranger (Irlande et Maroc par exemple). (Le Bihan, 2012). Dans le domaine de la récolte, les pêcheurs opteront soit pour la diversification des licences pour des espèces présentes sur un même territoire (différents coquillages, algues, plantes marines, voir pêche embarquée), d'autres, tout en restant sur une pêche monospécifique, diversifieront les territoires en optant pour une posture de nomade saisonnier en fonction des ouvertures des sites de production (Gervasoni et al., 2011),

Certains économistes ont cherché à développer des outils d'évaluation et de modélisation (Pérez Agúndez et al. 2014, Bundy et al. 2015, Guillotreau et al. 2017) pour rationaliser ces choix d'adaptation empiriques et voir si ces derniers étaient effectivement pertinent dans l'amélioration de la résilience individuelle et collective. De même certains ont cherché à évaluer les valeurs optimales (Willingness To Pay (WTP) des productions coquillères qui permettent de prendre en compte non seulement le maintien de l'environnement par un prélèvement raisonné et la durabilité de la filière par une prise en considération des besoins de ses acteurs (Nunes et al. 2009)

Une dernière approche est la tentative strictement commerciale pour améliorer l'image de marque des coquillages, qu'ils soient issus de la pêche ou de l'aquaculture.

Premièrement, dans le cadre des crises sanitaires ou zoonosaires, il a été mis en évidence la nécessité absolue d'une maîtrise de la communication sur un événement par la centralisation de la diffusion de l'information par une seule agence (Shumway

1990) afin d'éviter la diffusion d'informations fausses ou contradictoires qui viendraient alimenter tout un ensemble de rumeur et de fantasme qu'en aux risques liés à la consommation des coquillages. Les expériences passées ont montré le grand pouvoir délétère de cette absence de maîtrise lors de période critique comme les crises environnementales ou sanitaires. D'autant que l'impact peut durer plusieurs mois après l'épisode lui-même.

Le deuxième aspect qui est aussi en lien avec le précédent, bien que ce dernier s'inscrive dans la durée. Plusieurs filières, à l'instar d'autres filières industrielles ou agricoles se sont engagés dans des démarches de labellisation pour justifier ou témoigner de l'engagement de la filière dans des pratiques respectueuses de l'environnement ou d'engagement socio-économiques (Mise en place de label qualité (Wakamatsu & Wakamatsu 2017, Woolmer 2013). A titre d'exemple, les pêcheries de coques du Burry Inlet se sont engagées dans un processus de certification MSC. Outre l'identification du potentiel de commercialisation futur, les autres avantages de la certification qui avaient été envisagés par les porteurs d'enjeux étaient la contribution d'informations supplémentaires utiles (et rentables) en ce qui concerne l'évaluation des stocks et les résultats de gestion définis à partir des audits MSC, et l'amélioration de la crédibilité et de la réputation des efforts de gestion environnementale du secteur public régional grâce à un audit indépendant par une tierce partie. Le rôle principal de la certification est de soutenir la pénétration du marché par une augmentation des ventes (et idéalement des primes de produit), en particulier dans le secteur de la vente au détail. Cependant, il semblerait après quelques années que l'évaluation des apports d'une telle certification au regard de son coût annuel (3 à 5000 £/an) ne soit pas à la hauteur des attendus du projet. Cela ne remet pas nécessairement en cause la démarche, car les résultats observés dans d'autres territoires (Wakamatsu & Wakamatsu 2017, Woolmer 2013) sont plus modérés quant aux intérêts de la démarche.

Conclusion

La vulnérabilité d'un socio-écosystème vient en partie du fait qu'il est basé sur un « bien commun » (Ostrom, 1990). Dans le cadre de l'exploitation des mollusques, la revue de la littérature met clairement en évidence que si un des principaux facteurs

de vulnérabilité est d'origine environnemental, il existe peu de possibilité qui permette de s'en prémunir soit parce qu'ils sont causés par des éléments incontrôlable directement (climat), soit parce qu'ils engagent un trop grand nombre d'acteurs (pollution d'origine anthropique). Cependant, dans le cadre de la gestion du socio-écosystème, il a été démontré que la résilience du système dans son ensemble peut être améliorée en appuyant les efforts sur la vulnérabilité socio-économique. En effet, la population dépendante directement de la ressource doit posséder une certaine résilience pour faire face aux aléas de cette dernière. Il faut considérer la population dans sa complexité, à savoir comme un hologramme de la société dans son ensemble. En effet, en tant que microcosme, elle est construite en plusieurs classes socio-économiques, dans lesquelles se répartissent de manière inégalitaire les potentiels économiques et éducatifs pouvant permettre d'anticiper et de faire face aux périodes aléatoires de pénurie.

BIBLIOGRAPHIE

Allan K. Fukuyama, Gary Shigenaka, Rebecca Z. Hoff (2000), Effects of Residual Exxon Valdez Oil on Intertidal *Protothaca staminea*: Mortality, Growth, and Bioaccumulation of Hydrocarbons in Transplanted Clams, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 40, Issue 11, Pages 1042-1050, ISSN 0025-326X, DOI: 10.1016/S0025-326X(00)00055-2.

Antona M., Paquette P. (1993). Risques en aquaculture et implications pour un système d'assurance : éléments de réflexion. *Equinoxe*, (44), pp. 19-24.

Abe H., Sato T., Iwasaki T., Wada T., Tomiyama T., Sato T., Hamaguchi M, Kajihara N., Kamiyama T. (2017). *Impact of the 2011 tsunami on the Manila clam *Ruditapes philippinarum* population and subsequent population recovery in Matsukawa-ura Lagoon, Fukushima, northeastern Japan*, *Regional Studies in Marine Science*, Vol. 9, pp. 97-105

Alló M., Loureiro M.L. (2017) The role of social norms on conservation programmes in shellfish fisheries. *Marine Policy* 84, pp.134–141

Álvarez-Muñoz, D., Rambla-Alegre, M., Carrasco, N., de Alda, M. L., & Barceló, D. (2019). Fast analysis of relevant contaminants mixture in commercial shellfish. *Talanta*, 205, 119884.

Askew C. (2009) *Legislation, regulation and public confidence in shellfish*, in Shumway S.E., Rodrick G.E. (Eds) *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Shellfish Safety and Quality*, Woodhead Publishing, pp. 455-473, DOI: 10.1533/9781845695576.4.455.

Ballesteros H.M., Rodríguez-Rodríguez G. (2018), "*Acceptable*" and "*unacceptable*" poachers: *Lessons in managing poaching from the Galician shellfish sector*. *Marine Policy*, 87, pp. 104–110 DOI: 10.1016/j.marpol.2017.10.015

Beitl C., Gaibor N. (2018) *Rights-based Approaches in Ecuador's Fishery for Mangrove Cockles*, *The Food and Agricultural Organization of the United Nations Tenure and User Rights in Fisheries 2018, Achieving Sustainable Development Goals by 2030*, 10-14 September 2018, Yeosu, Republic of Korea, Conference processing, 17 p.

Belin C. (2011). La surveillance des phycotoxines dans les coquillages du milieu marin. Le réseau REPHY : objectifs, stratégies, et principaux résultats. Bulletin épidémiologique Santé animale - Alimentation, (45), pp. 19-23. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00449/56089/>

Berkes, F., J. Colding, and C. Folke, editors. (2002). *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. DOI: 10.1017/cbo9780511541957

Bhattacharya A. & Sarkar S. (2003) *Impact of Overexploitation of Shellfish: Northeastern Coast of India*, A Journal of the Human Environment, 32(1):70-75. DOI: 10.1579/0044-7447-32.1.70

Birkmann, B. (ed., 2006), *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, United Nations University Press. 720 p.

Barton A., Waldbusser G. G., Feely R. A., Weisberg S. B., Newton J. A., Hales B., ... & McLaughlin K. (2015). *Impacts of coastal acidification on the Pacific Northwest shellfish industry and adaptation strategies implemented in response*. *Oceanography*, 28(2), 146-159. DOI:10.5670/oceanog.2015.38

Brown K & Westaway E. (2011) *Agency, Capacity, and Resilience to Environmental Change: Lessons from Human Development, Well-Being, and Disasters*. *Annual Review of Environment and Resources* 36:1, pp. 321-342

Bundy A., Chuenpagdee R., Cooley S.R., Defeo O., Glaeser B, Guillotreau P., Isaacs M., Mitsutaku M. & Perry M.I. (2015) *A decision support tool for response to global change in marine systems: the IMBER-ADApT Framework*, Fish & Fisheries, John Wiley & Sons Ltd,

Burton I., Kates R.W., White G.F., (1993[1978]). *The Environment as Hazard*, Second ed. Guilford, New York. 290 p.

Cancino J.P., Uchida H., Wilen J.E. (2007), "TURFs and ITQs: Collective vs. Individual Decision Making," *Marine Resource Economics* 22, no. 4, pp. 391-406. DOI: 10.1086/mre.22.4.42629569

Castrejón, M., Defeo, O., (2015). Co-governance of small-scale shellfisheries in Latin America: the role of institutional adaptive capacity to cope with climatic and human

drivers of change. In: Jentoft, S., Chuenpagdee, R. (Eds.), *Governing the governance of small-scale s fisheries*, vol. 13. Springer, New York, pp. 605–625, MARE Publication Series.

Cheney, D. P., MacDonald B. F., Elston R. A. (2000). Summer mortality of Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg): initial findings on multiple environmental stressors in Puget Sound, Washington, 1998. *Journal of Shellfish Research* 19(1), pp. 353-359.

Comeau L. (2014), Spring awakening temperature and survival of sediment-covered eastern oysters *Crassostrea virginica*, *Aquaculture*, Volume 430, DOI: 10.1016/j.aquaculture.2014.04.009.

De Sherbinin A, Schiller A, Pulsipher A. (2007) The vulnerability of global cities to climate hazards. *Environ Urban*, pp.19-39.

Elston, R. A., J. H. Beattie, C. Friedman, R. Hedrick, and M. L. Kent. 1987. *Pathology and significance of fatal inflammatory bacteraemia in the Pacific oyster, Crassostrea gigas Thünberg*. *Journal of Fish Diseases*, 10(2), pp.121-132. DOI:10.1111/ j.1365-2761.1987.tb00727.x

Fang C., Zheng R., Chen H., Hong F., Lin L., Lin H., Guo H., Bailey G., Segner H., Mu J., Bo J. , (2019), Comparison of microplastic contamination in fish and bivalves from two major cities in Fujian province, China and the implications for human health, *Aquaculture*, Volume 512, DOI: 10.1016/j.aquaculture.2019.734322.

Fernández M. L., Shumway S., Blanco J. (2003) *Management of shellfish resources*, in Hallegraeff G.M., Anderson D.M., Cembella A.D. (Eds), (2004) *Manual on Harmful Marine Microalgae*, Unesco Publishing, pp 657- 692

Fleury E., Bedier E. (2013). *RESCO - REseau d'Observations Conchylicoles : Campagne 2012*. RST/LER/MPL-2013 09, 98p., <https://archimer.ifremer.fr/doc/00142/25346/>

Foucher E., Blanchard M., Cugier P., Desroy N., Dreanno C., Fauchot J., Fifas S., Guyader O., Jean F., Le Gallic B., Riou P., Schapira M., Thiebaut E. (2015). *Le projet ANR-COMANCHE 2010-STRA-010. Interactions écosystémiques et impacts*

anthropiques dans les populations de COquilles Saint-Jacques (Pecten maximus) de la MANCHE. Rapport scientifique final. archimer.ifremer.fr/doc/00251/36236/, 38 p.

Frangoudes K., Pintos B., Pascual-Fernandez J. (2008), *From open access to co-governance and conservation: The case of women shellfish collectors in Galicia (Spain)*, *Marine Policy*, 32, pp. 223–232

Friedman, C. S. & R. P. Hedrick. 1991. Pacific oyster nocardiosis: isolation of the bacterium and induction of laboratory infections. *Journal of Invertebrate Pathology* 57 (1):109-120. DOI: 10.1016/0022-2011(91)90047-T

Garrido V. & Otwell V. (2009), *Hazard analysis and critical control point programs for raw oyster processing and handling* in in Shumway S.E., Rodrick G.E. (Eds) Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Shellfish Safety and Quality, Woodhead Publishing, pp. 295-316

Gervasoni E., Perignon A., Sourisseau E., Rey-Valette H., Lagarde F., Perez J., Yimam E., Feldman N. (2011). *Monographie - La conchyliculture en Méditerranée*, 29 p.

Gillis J.R., 2012, *The Human Shore: Seacoasts in History*. University of Chicago Press, 241 p.

Guéguen M., Amiard J.C., Arnich N., Badot P., Claisse D., Guérin T., Vernoux J. P. (2011) *Shellfish and Residual Chemical Contaminants: Hazards, Monitoring, and Health Risk Assessment Along French Coasts*. in Whitacre D.M. (ed.), *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 213, DOI: 10.1007/978-1-4419-9860-6_3

Guillotreau, P., E. H. Allison, A. Bundy, S. R. Cooley, O. Defeo, V. Le Bihan, S. Pardo, R. Perry, G. Santopietro, and T. Seki. (2017). *A comparative appraisal of the resilience of marine social-ecological systems to mass mortalities of bivalves*. *Ecology and Society* 22, DOI: 10.5751/ES-09084-220146

Hallegate, S. (2014). *Economic resilience: definition and measurement*. World Bank Policy Research Working Paper 6852. World Bank, Washington, D.C., USA. [online] URL: [http:// documents.worldbank.org/curated/en/350411468149663792/pdf/WPS6852.pdf](http://documents.worldbank.org/curated/en/350411468149663792/pdf/WPS6852.pdf)

Hallegraeff G.M., Anderson D.M., Cembella A.D. (Eds) (2004), *Manual on Harmful Marine Microalgae*, Unesco Publishing, 770 p.

Hancock, D.A., Urquhart, A.E., (1964) Mortalities of edible cockles (*Cardium edule* L.) during the severe winter of 1962-63. *J. Animal Ecol.* 3, pp. 176-178.

Haure J., Hussenot J., Buzin F., Dupuy B., Palvadeau H., Penisson C., Papin M., Nourry M, Lassus P., Marcaillou-Le Baut C, Mondeguer F., Royer F, Amzil Z., Belin C, Cardinal M, Le Grel L., Le Bihan V., Jaouen P., Massé A., Castaing JB., Sabiri NE, Pontié M. (2011) *COMSAUMOL (maintien de la COMmercialisation par la SAUvegarde et la détoxication des MOLLusques)*, Rapport final, 92 p.

Holling, C. S. (1973). *Resilience and stability of ecological systems*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, pp. 1-23. DOI: 10.1146/annurev.es.04.110173.000245

Hughes, T. P., Bellwood, D. R., Folke, C., Steneck, R. S., & Wilson, J. (2005). New paradigms for supporting the resilience of marine ecosystems. *Trends in ecology & evolution*, 20(7), 380-386.

Kajitani, Y., & Tatano, H. (2009). Estimation of lifeline resilience factors based on surveys of Japanese industries. *Earthquake Spectra*, 25(4), 755-776.

Jackley J., Gardner L., Djunaedi A. F., Salomon.A.K. (2016). *Ancient clam gardens, traditional management portfolios, and the resilience of coupled human-ocean systems*. *Ecology and Society* 21(4):20. , DOI: 10.5751/ES-08747-210420

Jarernpornnipat, A., Pedersen, O.; Jensen, K.R., Boromthanarat , S., Vongvisessomjai, S., & Choncheanchob, P. (2003) *Sustainable management of shellfish resources in Bandon Bay, Gulf of Thailand*. *Journal of Coastal Conservation* 9, pp. 135-146

Joly J.-P., Cochenec N., Fougerouse A., Francois C. (2007). *Les réseaux d'épidémiologie-surveillance REPANUI et REPAMO*. INRA Productions Animales, 20(3), pp. 229-232. Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/2978/>

Jones, H. F., Pilditch, C. A., Hamilton, D. P., & Bryan, K. R. (2017). Impacts of a bivalve mass mortality event on an estuarine food web and bivalve grazing pressure. *New Zealand journal of marine and freshwater research*, 51(3), 370-392.

Kapuscinski A.R. (2005), Current scientific understanding of the environmental biosafety of transgenic fish and shellfish, *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*,24(1), pp. 309-322

Laing I & Bopp J.J. (2018). *Oysters: Shellfish Farming*. Encyclopedia of Ocean Sciences (Third Edition), Volume 2 , Pages 480-492, DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.04269-X

Le Bihan, V., Pardo, S., & Perraudeau, Y. (2007). La gestion globale des risques en conchyliculture. *Rapport pour l'Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne, AGLIA*.

Le Bihan V. & Pardo S. (2012), *La couverture des risques en aquaculture. Une réflexion sur le cas de la conchyliculture en France*, *Économie rurale* [En ligne], n° 329 | mai-juin, mis en ligne le 30 mai 2014, consulté le 19 avril 2019. <http://journals.openedition.org/economierurale/3419>, DOI :10.4000/economierurale.3419

Le Bihan V., Catalo M., Le Bihan J. (2018), Reorganization of the value chain activities of oyster companies on the Atlantic coast following health crises in France (2006–2013), *Marine Policy*, DOI: 10.1016/j.marpol.2018.05.013

Matsuyama, Y. (1999). *Harmful effect of dinoflagellate Heterocapsa circularisquama on shellfish aquaculture in Japan*. *Japan Agricultural Research Quarterly* 33, pp.283-293.

Martinais E., Morel Journal C., Duchêne F. (2006). La construction sociale du risque environnemental : un objet géographique ? in Séchet R. et Veschambre V. (dir.), *Penser et faire la géographie sociale. Contributions à une épistémologie de la géographie sociale*, Rennes, PUR, 2006, pp.173-186.

Mazurié J., Thebault A., Le Mao P., Veron G., Tige G., Richard O. (1999). *Les mortalités d'ormeaux en Bretagne nord en 1998: synthèse des observations et analyses*. RA/LCB/99-07. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00105/21666/> , 14 p.

McConnaughey R. A., Mier K. L., Dew C. B. (2000). *An examination of chronic trawling effects on soft-bottom benthos of the eastern Bering Sea*. – *ICES Journal of Marine Science*, 57, pp.1377–1388.

McKindsey C. W., Landry T., O'Beirn F. X., Davies I. M.. (2007). *Bivalve aquaculture and exotic species: a review of ecological considerations and management issues*. Journal of Shellfish Research 26(2), pp. 281-294. DOI: 10.2983/0730-8000(2007)26[281:baaesa]2.0.co;2

Méric, J., Pesqueux, Y., & Sole, A. (2009). *La "société du risque": analyse et critique* (No. hal-00479504).

Murray F, Tarrant P. (2015), A social and economic impact assessment of cockle mortality in the Burry Inlet and Three Rivers cockle fisheries, South Wales UK, Project Code: SEA-1109, Final Report, Welsh Government Marine and Fisheries Division, 116 p.

Mydlarz, L. D., Jones L. E., Harvell C. D. (2006). *Innate immunity, environmental drivers, and disease ecology of marine and freshwater invertebrates*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 37, pp. 251-288. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110103

Nunes P.A.L.D., De Blaeij A.D., Van den Bergh J.C.J.M. (2009) *Decomposition of Warm Glow for Multiple Stakeholders: Stated Choice Valuation of Shellfishery Policy*, Land Economics August 2009 85:485-499

Ogburn D.M. (2011), The NSW Oyster Industry: A Risk Indicator of Sustainable Coastal Policy and Practice, Ph.D. Thesis, Australia National University.

Ortega, L., J. C. Castilla, M. Espino, C. Yamashiro, and O. Defeo. (2012). Effects of fishing, market price, and climate on two South American clam species. *Marine Ecology Progress Series* 469 pp. 71-85. DOI: 10.3354/meps10016

Ortega, L., E. Celentano, E. Delgado, and O. Defeo. (2016). Climate change influences on abundance, individual size and body abnormalities in a sandy beach clam. *Marine Ecology Progress Series* 545, pp. 203-213. DOI: 10.3354/meps11643

Ostrom E., (1990). *Governing the Commons*, Cambridge University Press, 279 p.

Palumbi, S. R., K. L. McLeod, and D. Grünbaum. (2008). *Ecosystems in action: lessons from marine ecology about recovery, resistance, and reversibility*. BioScience, 58(1), pp.33-42. DOI: 10.1641/b580108

Pelling, M.; Maskrey, A.; Ruiz, P.; Hall, L. (Eds.). John S. Swift Co., (2004), *Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development. A Global Report.*, UNDP (United Nations Development Programme) Bureau for Crisis Prevention and Recovery, USA.

Pérez Agúndez J.A., Yimam E., Raux P., Rey-Valette H., Girard S. (2014) Modeling economic vulnerability: As applied to microbiological contamination on the Thau Lagoon shellfish farming industry, *Marine Policy*, 46, pp. 143–151

Pimm, S. L. (1984). *The complexity and stability of ecosystems*. *Nature* 307, pp. 321-326. DOI : 10.1038/307321a0

Pinkerton E. (2003) *Toward specificity in complexity: Understanding co-management from a social science perspective* in Wilson D.C., Nielsen J.R., Degnbol P. (Eds), *The Fisheries Co-management Experience Accomplishments, Challenges and Prospects*. The Institute for Fisheries Management and Coastal Community Development, Hirtshals, Denmark, DOI 10.1007/978-94-017-3323-6

Ponsero, A., Dabouineau, L. & Allain, J. (2009) *Modelling of common European cockle Cerastoderma edule fishing grounds aimed at sustainable management of traditional harvesting*. *Fish Sci* 75, 839–850. DOI: 10.1007/s12562-009-0110-4

Riera, F. (2017), *Trois classes de facteurs qui influencent le cours de la domestication des espèces marines. Une étude de cas : l'Halioticulture biologique en France*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Loire / Institut Universitaire Européen de la Mer, 252 p.

Rodrigues, L. C., Van Den Bergh J. C. J. M., Massa F., Theodorou J. A., Ziveri P., Gazeau F. (2015). Sensitivity of Mediterranean bivalve mollusk aquaculture to climate change, ocean acidification, and other environmental pressures: findings from a producer survey. *Journal of Shellfish Research*, 34 (3), pp.1161-1176. DOI: 10.2983/035.034.0341

Rose, A. (2004). *Defining and measuring economic resilience to disasters*. *Disaster Prevention and Management: an International Journal* 13(4), pp. 307-314. DOI : 10.1108/09653560410556528

Shumway S. (1990) *A review on the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture*, *journal of the world aquaculture society*, June, Vol 21/2.

Soletchnik P., Mazurié J., Allain G., Bedier E., Benabdelmouna A., Blin J.L., Bouquet A.-L., Cochet H., Degremont L., Gaussem F., Gervasoni E., Glize P., Petton B., Roussel P.-Y., Pernet F. (2011). *Les pratiques culturelles peuvent-elles permettre de réduire la surmortalité du naissain d'huîtres creuses ? Récapitulatif des essais d'élevage et expérimentations zootechniques menés sur le territoire français entre 2008 et 2010*. RST/LER/PC/LTB 11-02. archimer.ifremer.fr/doc/00032/14280/

Thywissen, K., (2006), "Components of Risk, A Comparative Glossary," SOURCE – Studies of the University: Research, Counsel, Education – Publication Series of UNU-EHS, N°. 2/2006.

Thomas S., Picault D., Lesueur M. (2014) *Pêche côtière et gouvernance (France). Le cas des pêcheurs à pied professionnels de la baie de Somme*. Rapport d'étude. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST n°24, 44 p.

Veyret Y., Reghezza M. (2005), « Aléas et risques dans l'analyse géographique », *Annales des mines*, pp. 61-89.

Veyret Y. & Reghezza M. (2006), *Vulnérabilité et risques, l'approche récente de la vulnérabilité*. *Responsabilité et environnement*, n°43, pp 9-14.

Watson D.I., Shumway S.E., Whitlatch R.B. (2009) *Biofouling and the shellfish industry*, in Sandra E. Shumway, Gary E. Rodrick (Eds), *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Shellfish Safety and Quality*, Woodhead Publishing, pp. 317-337, DOI: 10.1533/9781845695576.2.317

Wakamatsu, M., & Wakamatsu, H. (2017). *The certification of small-scale fisheries. Marine Policy, 77, 97–103*. doi:10.1016/j.marpol.2016.12.016

Walker, B., Holling, C., Carpenter, S., and Kinzig, A. (2004). *Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems*. *Ecology and society*, 9(2):5.

Woolmer A., 2013. *Review of National Cockle Mortality Issues and Options for Fishery Management in Kent and Essex IFCA*, Appendix A to Agenda item B3. Report of EU and UK on cockle mortality, KEIFCA. 56p.

Xiao, J., S. E. Ford, H. Yang, G. Zhang, F. Zhang, and X. Guo. (2005). *Studies on mass summer mortality of cultured zhikong scallops (Chlamys farreri Jones et*

Preston) in China. Aquaculture 250(3-4), pp. 602-615. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.05.002

Zaki M., Authman M., Ata N., Abdelzaher M., Hammam A. (2014) *Effects of Environmental Oil Spills on Commercial Fish and Shellfish in Suez Canal and Suez Gulf Regions* (Review Article). *Life Science Journal* 2014;11(2), pp. 269-27

Annexe 4 : Meirland, A. *et al.*, 2022. MOCOPREGE – Mortalité des coques : causes, prévention et gestion. Etude des mortalités de coques passées et en cours de projet. Recherche de paramètres environnementaux explicatifs. 89p.



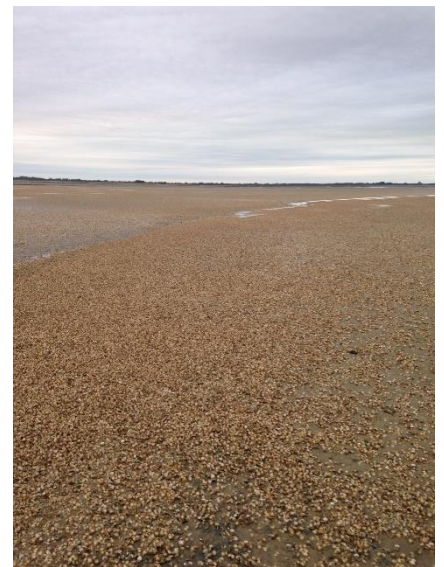
- MOCOPREGE -

MOrtalité des COques : causes, PREvention et GEstion

*Etude des mortalités de coques passées et en cours de projet
Recherche de paramètres environnementaux explicatifs*

Antoine Meirland, Morgane Ricard, Julien Yvart

Juin 2022



ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Sommaire

Sommaire	1
Introduction.....	2
Matériel et méthodes.....	4
Le recueil des mortalités historiques	4
L'observation des mortalités durant le projet	4
L'observation du littoral en période de bloom phytoplanctonique.....	6
L'étude des paramètres environnementaux en lien avec les mortalités observées.....	6
Les données météorologiques	6
Les données issues du projet S-3 EUROHAB : Sentinel-3 satellite products for detecting Eutrophication and Harmful Algal Bloom events in the French-English CHANNEL.....	6
Résultats.....	7
Le recueil des mortalités historiques	7
L'observation des mortalités durant le projet	11
L'observation du littoral en période de bloom phytoplanctonique.....	12
L'étude des paramètres environnementaux en lien avec les mortalités observées.....	12
Les données météorologiques	12
Mortalité de fin mai 2019 à Fort-Mahon et sur CH'4.....	13
Mortalité de février 2020 sur la basse trempette à Fort-Mahon.....	15
Mortalités de mi-août 2020	17
Mortalités de juin 2021	19
Les données issues du projet S-3 EUROHAB : Sentinel-3 satellite products for detecting Eutrophication and Harmful Algal Bloom events in the French-English CHANNEL.....	21
Les impacts directs ou indirects de travaux	21
Discussion.....	24
Le recueil des mortalités historiques	24
L'observation des mortalités durant le projet	24
L'étude des paramètres environnementaux en lien avec les mortalités observées.....	25
Conclusions.....	26
Bibliographie.....	27

Introduction

Le suivi de la mortalité des mollusques marins, dont la coque fait partie, est assuré par le réseau REPAMO (REseau de surveillance des PATHologies des MOllusques). Créé en 1992, c'est un réseau de surveillance de l'état de santé des mollusques marins, sauvages et d'élevage. Il assure une mission réglementaire et une activité de service public déléguée par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche à travers la Direction Générale de l'Alimentation (DGAI).

Coordonné par l'Ifremer, sous délégation du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, ce réseau assure une surveillance zoosanitaire (i.e. sur des maladies touchant les animaux mais n'affectant pas l'homme) des populations de mollusques marins sauvages et d'élevage. Les objectifs sont de détecter et d'identifier le plus précocement possible les agents pathogènes infectieux associés aux épisodes de mortalité afin d'aider l'autorité compétente à mettre en œuvre, si cela est possible, des actions visant à limiter la propagation des maladies. Différents textes réglementaires régissent les actions dans ce domaine de la surveillance sanitaire, notamment la Directive européenne 2006/88/CE du 24 octobre 2006 et sa transposition en droit français et le Code sanitaire pour les animaux aquatiques de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE). Le réseau REPAMO s'organise autour de différents partenaires qui ont chacun leurs missions :

- 1) les professionnels : les conchyliculteurs, pêcheurs et expéditeurs : ils font une déclaration (obligatoire) à leur Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) lors de hausses de mortalité constatées. Afin de rationaliser les interventions (prélèvements d'animaux malades), le littoral français métropolitain a été découpé en 123 unités d'interventions, appelées Zones d'Intérêt Repamo (ZIR). Ces zones sont des unités hydrodynamiques ayant une pertinence épidémiologique, c'est-à-dire que l'on va considérer que tous les coquillages d'une même ZIR sont soumis aux mêmes agents pathogènes.
- 2) l'autorité compétente (Direction générale de l'alimentation DGAI, bureau de la Santé Animale) et les services déconcentrés (Directions départementales des territoires et de la mer, DDTM) : ils prennent acte des déclarations des professionnels et envoient une demande ("saisine") officielle à l'Ifremer d'effectuer des prélèvements en vue d'analyses.
- 3) les Laboratoires Environnement Ressource (LER) de l'Ifremer, répartis sur tout le littoral français (carte des LER) : ils missionnent le CRPMEM Hauts-de-France pour effectuer des prélèvements d'animaux et faire les envois aux laboratoires agréés.
- 4) les réseaux de laboratoires d'analyses diagnostiques agréés : ils réalisent les analyses de bactériologie/virologie (8 laboratoires agréés) et d'histologie (2 laboratoires agréés).
- 5) le Laboratoire National de Référence pour les maladies des mollusques marins (LNR) situé dans la station Ifremer de La Tremblade : il réalise les analyses de confirmation de présence d'agents pathogènes réglementés (si les laboratoires agréés ont une suspicion de présence de ces agents) ainsi que les analyses virologiques sur les prélèvements provenant d'animaux fouisseurs et coquilles St Jacques et les analyses histologiques sur les ormeaux car il est nécessaire dans ces cas d'utiliser des outils particuliers que ne possèdent pas les laboratoires agréés. Le LNR est également impliqué dans le développement de nouveaux outils diagnostiques, l'acquisition de connaissances sur le pouvoir pathogène de divers agents pathogènes et l'épidémiologie des maladies infectieuses des coquillages.
- 6) un coordinateur de l'Ifremer (coordinateur REPAMO) qui organise les actions : il centralise les informations, informe l'ensemble du réseau des événements mortalité, fait le lien avec les laboratoires concernés, rédige un bulletin mensuel et annuel d'information sur les résultats de la surveillance (bulletins mensuels de surveillance).

Le CRPMEM a constaté que très peu de professionnels alertent la DDTM lors d'épisodes de mortalité. Très peu de prélèvements sont donc réalisés pour le REPAMO et le suivi des mortalités de coques est assez pauvre en données. De plus, avant le lancement du projet Mocoprege, le CRPMEM et les professionnels n'avaient pas de retour systématique des résultats. Faute d'un contact établi, les informations étaient parcellaires et aucune analyse sur le long terme n'était possible.

Les informations issues du REPAMO pour les coques pour la région Hauts-de-France sont présentées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Sept événements de mortalités ont fait l'objet d'une analyse par le REPAMO.

Tableau 1 : Synthèse des données du REPAMO pour les Hauts-de-France depuis 2008 (Source : réseau REPAMO, IFREMER)

ANNEE	DATE_PRELEVTE	LIEU	CLASSE_AGE	MORTAL_ESTIM	METHODE	NBR_ANAL	Résultat d'analyses histologie	METHODE	NBR_ANAL	Résultat d'analyses OsHV-1	METHODE	NBR_ANAL	Résultat d'analyses Vibrio aestuarianus
2008	17/06/2008	Baie de Somme	Mélange	ND	Histologie	30	1 turbellariés ; 9 grégarines ; 3 trématodes métacercaires ; 7 trématodes sporocystes	ND	ND	-	ND	ND	-
2011	30/05/2011	Baie d'Authie	Supérieur à 2 ans	48	Histologie	15	9 grégarines ; 5 Himasthla sp. ; 1 Gymnophallus ; 4 Bucephallus sp. ; 1 bactéries de type rickettsien ; 1 néoplasie hémocytaire ; 0 OsHV-1	PCR en temps réel OsHV-1	12	0	Culture, isolement	5	0
2012	27/08/2012	Baie de Somme	Inférieur à 1 an	ND	Histologie	15	9 grégarines ; 3 trématodes métacercaires ; 1 trématodes sporocystes ; 0 OsHV-1 ; 11 Vibrio aestuarianus	PCR en temps réel OsHV-1	15	0	PCR en temps réel Vibrio aestuarianus et isolement	15	11
2015	29/07/2015	Baie de Somme	Mélange	49	Histologie	15	4 grégarines ; 1 néoplasie hémocytaire ; 4 trématodes métacercaire ; 8 trématodes sporocystes ; 0 OsHV-1 ; 15 Vibrio aestuarianus	PCR en temps réel OsHV-1	15	0	PCR en temps réel Vibrio aestuarianus et isolement	15	15
2016	06/06/2016	Baie d'Authie	Mélange	ND	Histologie	20	4 trématodes sporocystes ; 20 grégarines ; 0 OsHV-1 ; 0 Vibrio aestuarianus	PCR en temps réel OsHV-1	10	0	Culture, isolement	10	0
2018	16/05/2018	Baie de Somme	Mélange	ND	Histologie	20	10 trématodes sporocystes ; 2 bactéries de type rickettsien ; 20 grégarines ; 0 OsHV-1 ; 8/10 Vibrio aestuarianus	PCR en temps réel OsHV-1	10	0	Culture, isolement	10	8
2019	20/05/2019	Baie d'Authie	Mélange	ND	Histologie	20	11 trématodes métacercaire ; 16 trématodes sporocystes ; 11 grégarines ; 1 Martellia sp.	PCR en temps réel OsHV-1	10	0	Culture, isolement	10	0

Le REPAMO permettant uniquement d'identifier les pathologies pouvant causer les mortalités, les autres paramètres ne sont donc pas suivis et analysés. C'est pour pallier ce manque de données et de paramètres suivis, et ainsi mieux comprendre les mortalités, que le CRPMEM Hauts-de-France a mis en place et coordonné le projet Mocoprege. Dans le cadre de ce projet, une action essentielle consistait à faire la synthèse des mortalités passées, de mettre en place un système de veille des mortalités efficace et de chercher à comprendre les causes des mortalités ayant eu lieu au cours du projet.

Matériel et méthodes

Le CRPMEM a décidé, depuis le début du projet, de compiler, de suivre et de répertorier de manière systématique les mortalités observées afin d'essayer d'en comprendre les causes.

Le recueil des mortalités historiques

Quelques publications scientifiques font état de mortalités massives de coques sur le littoral des Hauts-de-France. Cependant, la plupart des informations concernant ce phénomène se trouve dans la littérature grise. En effet, depuis sa création en 1981, le GEMEL évalue annuellement les quantités de coques en présence dans tout ou partie de la baie de Somme. Ces travaux se sont par la suite étendus à la baie d'Authie, de Canche, voire, ces dernières années, des Hemmes d'Oye.

Le CRPMEM a mené une analyse bibliographique approfondie de ces publications pour y rechercher des mentions de mortalités observées durant ces campagnes. Il a également été choisi de noter les années où aucune mortalité n'avait été mentionnée. En effet, il est supposé que la présence d'une mortalité de masse de coques n'aurait pas manqué d'attirer l'attention de ces scientifiques qui en auraient fait état dans un de leurs rapports. Toute autre publication ayant trait aux coques ou au benthos de la baie de Somme a également été étudiée afin d'y chercher des mortalités de coques et leurs causes.

L'observation des mortalités durant le projet

Les agents du CRPMEM étant souvent sur le terrain, ils peuvent observer régulièrement des épisodes de mortalité de coquillages ou d'autres organismes benthiques. Par ailleurs, en contact régulier avec les pêcheurs, ils ont des informations en temps réel permettant de faire rapidement des constatations en cas de mortalité. Afin de garder une trace de toutes ces observations ponctuelles, une fiche type de rapportage d'observation de mortalité a été créée afin de répertorier toutes les mortalités observées sur le littoral des Hauts-de-France. Pour chaque mortalité observée, une fiche de déclaration de mortalité du CNPMEM (légèrement modifiée) est remplie (Figure 1) et des photos et parfois carte(s) et délimitation de la zone de mortalité sont ajoutées. Dans certains cas, des prélèvements sont effectués.

Les fiches de mortalités sont réalisées dès qu'un événement particulier est observé sur les gisements, comme des coques en train de lever, des arrivées de vases ou des mortalités constatées. Ainsi, certaines fiches n'ont pas été suivies de mortalités importantes, les coques ayant levées puis s'étant réimplantées dans le sédiment. Cette approche précautionneuse permet de mieux cerner le fonctionnement des gisements en cas de phénomène susceptible d'entraîner une mortalité et de mieux détailler la chronologie d'arrivée de ces mortalités.

1. **Date de déclaration**
2. **Nom du déclarant**
3. **Adresse et n° de téléphone**
4. **Espèce(s) concernée(s), si les réponses suivantes diffèrent par espèce, faire la distinction :**
5. **Secteur concerné**
6. **Si possible, estimez et datez la mortalité correspondant à l'épisode qui vous alerte (nombre de coquillages morts comparé au nombre de coquillages vivants ou % de mortalité, date présumée d'apparition de la mortalité, datant apparemment des dernières semaines ou plus ancienne...)**
7. **Aspect de la mortalité, fournissez toutes les informations qui peuvent aider à mieux décrire et comprendre la mortalité (mortalité progressive, brutale, par à coup, répartition en tâche ou uniforme, position ou aspect des coquilles, coquillages très enfouis, chair encore présente, maigreur, coquille perforée, odeur de décomposition, fragilité et affaiblissement des coquillages vivants, ... précisez) :**
8. **Température actuelle de l'eau :**
9. **Existe-t-il des particularité climatiques associées ? (Variation de température, de salinité, tempête, courants... précisez leur amplitude ou leur intensité et leur date par rapport aux mortalités) :**
10. **Des remarques, coïncidences et comparaisons ? (Rapprochez dans la mesure du possible cette mortalité d'un autre événement ou d'une autre situation datée :une coloration de l'eau, une pollution constatée, une activité humaine touristique, agricole ou industrielle, une localisation particulière de la zone atteinte, des mortalités saisonnières ou cycliques, une autre mortalité à une autre date et dans des conditions similaires ou singulières, autres... précisez)**
11. **Ajoutez si possible une carte**
12. **Et des photographies : mortalité, sédiments, couleur de l'eau... ou tout autre élément permettant de mieux comprendre.**

Figure 1 : Fiche de déclaration de mortalité

L'observation du littoral en période de bloom phytoplanctonique

Le CRPMEF des Hauts-de-France soupçonne les dépôts liés aux blooms phytoplanctoniques d'être une des causes de mortalité de différents organismes benthiques en période printanière. La période des mortalités est comprise entre avril et mi-juin. Afin de mieux connaître ce phénomène, en 2020, un suivi hebdomadaire de la partie sud de la Maye a été réalisé durant cette période. Il a été appelé « suivi du Voie de Rue ». Ce suivi a pour objectif d'observer les dépôts de sédiments dans un secteur fortement encaissé et sujet à de forts dépôts et à des mortalités d'organismes benthiques récurrentes. Le transect d'observation commence au niveau de la traversée de la Maye par les tracteurs des conchyliculteurs dans la RNN baie de Somme et se termine au niveau des piquets dans la Maye, près des anciens parcs « Thellier ». Ces observations ont fait l'objet d'un rapport spécifique.

L'étude des paramètres environnementaux en lien avec les mortalités observées

Les phénomènes de mortalités observés les plus importants ont fait l'objet d'une étude des paramètres environnementaux. Cette étude a été effectuée dans le but de dégager certaines hypothèses concernant les causes des mortalités.

Les données météorologiques

A partir des informations issues du site internet marée info, les informations concernant la marée (heure de marée haute, heure de marée basse, hauteur d'eau) et les conditions météorologiques toutes les trois heures (nébulosité, pluie, température, direction, vitesse et vitesse en rafale du vent) ont été extraites sur une période d'une semaine précédant la date supposée du début du phénomène de mortalité jusqu'à la fin de la mortalité. Des compléments sur la météorologie sont également repris du site internet de meteociel.

Les données issues du projet S-3 EUROHAB : Sentinel-3 satellite products for detecting Eutrophication and Harmful Algal Bloom events in the French-English CHANNEL

Dans le cadre du projet EUROHAB, une plate-forme web a été mise en place afin de permettre de visionner, en temps « quasi » réel, des informations relatives au phytoplancton, dont Phaeocystis. Dans le cadre de cette étude, les informations relatives à la turbidité, à la biomasse phytoplanctonique et à Phaeocystis ont été compilées sur les périodes de mortalités « inexplicables », c'est-à-dire de fin avril à mi-juin. Les informations sont présentées pour quatre années soit 2018, 2019, 2020 et 2021. Une fiche par jour a été réalisée. Les cartes réalisées sont présentées en vis-à-vis des mortalités observées.

Résultats

Le recueil des mortalités historiques

Quatre-vingt-cinq références bibliographiques ont été étudiées afin d'y rechercher des mentions de mortalités sur le littoral des Hauts-de-France (Tableau 2). Pour chacune de ces références, l'année, la période, la qualification de la mortalité (massive, de faible ampleur, localisée...), les causes invoquées et la localisation sont précisées. La première mention de mortalité sans équivoque date de 1963. La dernière intégrée dans cette analyse date de 2020.

Entre les années 1990 et 1995 aucun élément bibliographique n'a été retrouvé concernant les gisements de coques des Hauts-de-France.

Les travaux recensés ne sont pas, pour la plupart, des travaux de recherche sur les causes de mortalités, mais des évaluations de stocks de coquillages. Ainsi, les mortalités mentionnées le sont bien souvent à titre de commentaires. Les hypothèses développées ne sont pas systématiquement vérifiées et nous semble plus faire l'objet d'un sentiment de l'observateur que d'une démonstration scientifique. Cependant, la récurrence des informations, les dates d'observation et les hypothèses récurrentes sont des indices très intéressants quant aux causes de mortalités.

Les informations sont annuelles depuis le début des années 1980. Des mortalités sont régulièrement observées. Des périodes de plus de deux années de suite sans mentions de mortalités dans les rapports sont faibles : 1995-2000, 2009-2011. Les périodes d'observation des mortalités au cours de l'année sont relativement constantes pour les plus récurrentes : hiver, été (août), mai-juin. Quelques évocations de déplacements sédimentaires ont impacté les gisements, notamment des déplacements du chenal de la Somme (2000, 2001, 2003, 2006).

Les causes invoquées sont récurrentes par périodes :

- froid hivernal jusqu'en 1987. Aucun événement lié au froid n'est évoqué par la suite.
- chaleur estivales (en août) depuis 1982 jusque récemment
- les mortalités de mai ou juin ont fait l'objet de différentes hypothèses qui pourrait recouper le même phénomène : manque d'O₂, anoxie, *Phaeocystis*, *Phaeocystis* et densité, placage de vase, eutrophisation, capacité de charge du milieu atteinte, manque de nourriture. Ces mortalités de fin de printemps ne sont pas mentionnées avant l'année 1989 et semblent plus importantes ces dernières années.

Tableau 2 : Mortalités historiques de coques dans les Hauts-de-France citées dans la littérature. Les rapports d'évaluation de stocks de coques sans mortalité sont également cités (année considérée sans mortalité massive). Analyse réalisée par le CRPMEM à partir des éléments bibliographiques existant, notamment ceux issus des évaluations de stock de coque du GEMEL depuis le début des années 1980.

Année	Période	Qualification	Causes invoquées	Localisation	Réf
1963	hiver	mortalité	froid	simultanée en Europe	52
1982	été	mortalité	chaleur	Baie de Somme	52
1983	été	chute effectif	Température sédiments de 40° au cours des étés 83 et 84	Baie de Somme	49
1983	été	mortalité	chaleur	Baie de Somme	52
1983	été	mortalité		Baie de Somme	39, 55
1985				Baie de Somme	48
1985				Baie de Somme	49
1985	hiver	mortalité		Baie de Somme	55, 39
1986	de sept 85 à mars 86	mortalité régulière, de 1200ind/m ² à 200ind/m ²	pas le froid car graduel: détérioration du milieu	Baie de Somme	39
1986				Baie de Somme	47
1986				Baie de Somme	50
1987	du 28/9 au 2/10	mortalité normale de naissain de 20% par mois depuis début juillet		Baie de Somme	36
1987	hiver	mortalité		Baie de Somme	55, 39
1987			<i>causes sédimentologiques générales</i>	<i>Baie de Somme</i>	<i>51</i>
1987			<i>pas précis...</i>	<i>Baie de Somme</i>	<i>52</i>
1988				Baie de Somme	45
1988				Baie de Somme	46
1989	juin	mortalité massive	diminution O ₂ dissous	Baie de Somme	53
1989	juin	mortalité	liée eutrophisation qualité eau, température max:25,8°	Baie de Somme	54
1990	août	mortalité massive	diminution O ₂ dissous	Baie de Somme	53
1995				Baie de Somme	55
1996				Baie de Somme Crotoy, Ch'4 et baie d'Authie	37
1997				Baie de Somme	44
1998					1
1998				Baie de Somme, Baie d'Authie Sud	43
1999				Baie de Somme, Baie d'Authie Sud	42
2000	août	mortalité de masse	fortes chaleurs et marées de mortes eaux	Crotoy	2
2000		érosion du gisement	déplacement du chenal	Baie Authie Sud	2
2000				Baie de Somme, Baie d'Authie Sud	41
2001					3

Année	Période	Qualification	Causes invoquées	Localisation	Réf
2001		érosion du gisement 35ha	Déplacement2000, du chenal	Le Hourdel	4
2001				Baie de Somme, Baie d'Authie Sud	40
2002		érosion du gisement 18ha	déplacement du chenal	Le Hourdel	4
2002					5
2003					6
2003	au cours de l'été, prospections du 18 au 22 aout	mortalité de masse sur 2km ²	altitude sup à 7,5m avec un temps de recouvrement inf à 15% du cycle marée	Crotoy	7
2003		mortalité de masse		Baie de Somme Ch'4	7
2003		érosion du gisement 12ha	déplacement du chenal	Le Hourdel	7
2004					8
2004	août	mortalité de masse (2/3 de morts)		Maye	9
2004	août	mortalité de masse (2/3 de morts)		Ch'4	9
2005	aout 22,23,24	peu de mortalité		Ch'4	10
2006				Baie de Somme Nord	11
2006		érosion du gisement	déplacement du chenal	Baie d'Authie	12
2006				Baie de Somme	13
2007					14
2007					15
2008	début juin	mortalité de masse	placage vase	Baie de Somme Ch'4	16
2008	début juin	mortalité de masse	placage vase	Baie de Somme Nord	16
2009				Baie de Somme Ch'4, nord	17
2009				Le Hourdel	18
2009				Zone B	19
2009					20
2010				Baie de Somme	21
2010				Baie d'Authie	22
2011				Baie d'Authie	23
2011				Baie d'Authie	24
2012	après 15/8	mortalité de 71% à 99%	température sup à 26°, période repro	Baie de Somme	38
2013				Baie de Somme Nord	25
2013				Le Hourdel	26
2014				Le Hourdel	27
2014	mi-juin	mortalité peu étendue (2ha)	Mouvements de sédiments	ch'4	28
2014	mi-juin	mortalité peu étendue	eutrophisation	crotoy	28
2014				Baie d'Authie	29
2015	mai			Baie Authie Sud	30
2015	aout			Baie Authie Sud	31

Année	Période	Qualification	Causes invoquées	Localisation	Réf
2015	du 28/7 au 21/8	mortalité étendue 80%		Baie de Somme Nord	32
2015	août			Baie d'Authie	58
2016				Baie Authie Sud	33
2016	du 16/8 au 2/9	"quelques taches de mortalité ont été observées en face du Crotoy" sans impact sur le stock		Baie de Somme Nord	34
2016				Baie de Somme Nord	35
2017	suivi jusque août	pas de mortalité observée		Baie de Somme, trois stations	56
2017					57
2017	22 mai (commission visite)	mortalité massive	capacité de charge du milieu atteinte	Baie Authie Sud	65
2017				Baie de Somme	60
2017				Baie de Somme	61
2017				Baie de Somme	62
2017				Baie de Somme	63
2017				Baie de Somme	64
2017		mortalité massive		Baie d'Authie	68
2018	d'août à sept			Le Hourdel	66
2018	entre mai et juin	grande mortalité de coques		Baie de Somme	67
2018	prospection 24 mai			Baie Authie Sud	68
2018	prospection 23 mai	mortalité en cours		Groffliers	69
2018	fin mai	diminution densité fin mai		Baie Authie Sud	70
2018				Le Hourdel	71
2018				Baie Authie Sud	72
2019				Baie de Somme Nord	75
2019	mai	mi avril, ok, mi mai (16) mortalités	anoxie, manque nourriture	Baie Authie Sud	76
2019	avril à juin			Baie de Somme Nord	77
2019	octobre			Baie d'Authie sud, groffliers	82
2020	juin			Baie de Somme, "du sud"	78
2020	juin juillet			Baie de Somme, RN	79
2020	mai (11-12)	zone de mortalité dans une zone de rétention d'eau,	densité importante et bloom de phaeocystis	Le Hourdel	80, 81
2020	25-mai	mortalité inquiétante		Le Hourdel	81
2020	26 au 29 mai	deux tache de rétention d'eau avec des mortalités	phaeocystis et densité	Baie de Somme Nord hors RN	81
2020	mars	mortalités observée, changement de substrat	travaux d'endiguement	Baie d'Authie sud, groffliers	84

L'observation des mortalités durant le projet

47 fiches de suivi de mortalité ont été renseignées par les agents du CRPMEM entre le printemps 2018 et l'été 2021. Sur la durée du projet, entre avril 2019 et août 2021, cela représente 41 fiches. Les mortalités observées peuvent toucher les coques uniquement, comme un ensemble d'espèces (Tableau 3). Tous les gisements de coques de la région sont impactés, depuis les Hemmes d'Oye jusque Le Hourdel.

Tableau 3 : Liste des dates d'observation de mortalités de coques par secteur géographique entre mai 2018 et juillet 2022

Date d'observation	Commune	Site	Espèce
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud	Coques
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue	Coques
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres	Coques
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres	Coques
07/06/2018	Fort-Mahon	Gisement	Coques
08/06/2018	Fort-Mahon	Gisement	Coques
03/04/2019	Camiers	Sainte Gabriel	Coques moules couteaux
11/04/2019	Groffliers	Gisement	Coques
15/05/2019	Fort-Mahon	Gisement	Coques Nereis Lavignons
20/05/2019	Fort-Mahon	Gisement	Coques Nereis Lavignons
22/05/2019	Fort-Mahon	Gisement	Coques Nereis Lavignons
27/05/2019	Fort-Mahon	Gisement	Coques Nereis Lavignons
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4	Coques Nereis
17/07/2019	Groffliers	Gisement	Coques
10/10/2019	Crotoy	Nord	Coques
14/02/2020	Fort-Mahon	Basse trempette	Coques Palourdes Spisule Bucardes Couteau américains Grde mactre
14/02/2020	Fort-Mahon	Gisement	Coques
26/02/2020	Groffliers	Gisement	Coques
22/04/2020	Le Crotoy	Voie Rue	Coques
23/04/2020	Le Crotoy	Devant chez Nicolay	Coques
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue	Coques
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue	Coques
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4	Coques
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud	Coques
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel	Coques
15/05/2020	Le Crotoy	Nord	Coques
27/05/2020	Fort-Mahon	Gisement	Coques
16/06/2020	Le Crotoy	Bas Voie de Rue	Coques
12/08/2020	Le Crotoy	Maye Sud et Crotoy	Coques
13/08/2020	Le Crotoy	Maye Nord et Ch'4	Coques
18/08/2020	Le Crotoy	Bouees	Coques
24/08/2020	Le Crotoy	Nord	Coques
03/09/2020	Le Crotoy	du Sud	Coques
07/10/2020	Fort-Mahon	Gisement	Coques
11/12/2020	Le Crotoy	du Sud	Coques
09/03/2021	Camiers	Ste Gabriel	Coques
15/04/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel	Coques
23/04/2021	Le Crotoy	Voie de Rue	Coques
29/04/2021	Camiers	Ste Gabriel	Coques
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue	Coques
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel	Coques
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye	Coques
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel	Coques

Date d'observation	Commune	Site	Espèce
14/06/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye	Coques
14/06/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye	Coques
17/06/2021	Crotoy	du Sud	Coques
21/07/2021	Crotoy	Proche chenal	Coques

La majorité des fiches de suivi de mortalité sont renseignées au printemps (33/47, soit 70%), puis en été (7/47), en hiver (4/47) et en automne (3/47). Sur la durée du projet, sur 41 fiches, 27 ont été renseignées au printemps (66%), 7 en été, 4 en hiver et 3 en automne.

Ces fiches ont été remplies de façon plus ou moins complètes, selon le temps que l'opérateur présent sur le terrain peut accorder à cette analyse. Ainsi, les contours des zones de mortalité n'ont pas toujours été réalisés. Certaines fiches ont également été remplies suite à des retours de pêcheurs professionnels.

Ces différentes fiches ont permis d'appréhender l'évaluation des mortalités. Dans certains cas, une fiche a été réalisée sans qu'une mortalité n'ait été constatée. Dans d'autres, une série de fiches relate la chronologie de la mortalité qui est observée dans la dernière fiche de la série.

L'observation du littoral en période de bloom phytoplanctonique

Les informations issues des observations sont présentées dans le rapport en Annexe 1. Le phénomène d'envasement se fait progressivement, avec parfois des quantités importantes de vases qui arrivent, et semble entraîner des mortalités localisées, voire du déplacement de coquillages (phénomène difficile à démontrer dans ce cadre). Les coques lèvent et parfois se réimplantent quand les conditions redeviennent propices.

L'étude des paramètres environnementaux en lien avec les mortalités observées

Comme précisé dans la méthodologie, cette étude a été effectuée dans le but de dégager certaines hypothèses concernant les causes des mortalités.

Les données météorologiques

Quatre périodes de mortalité « intéressantes » ont été identifiées grâce aux fiches de suivi des mortalités. En effet, le nombre de fiche correspond à une observation sur un site. Des phénomènes ont lieu parfois sur plusieurs sites ou le même phénomène est parfois observé plusieurs fois de suite pour en suivre l'évolution.

Afin de mieux comprendre les conditions marégraphiques et météorologiques précédant ces phénomènes, pendant ces périodes de mortalité, les conditions environnementales ont été caractérisées. Les résultats sont présentés pour chacun des épisodes de mortalité, dans l'ordre chronologique.

Mortalité de fin mai 2019 à Fort-Mahon et sur CH'4

Cette mortalité s'étend sur plusieurs jours. La plupart des observations sont faites à Fort-Mahon. Le même type de phénomène est observé sur CH'4 à quelques jours d'intervalle.

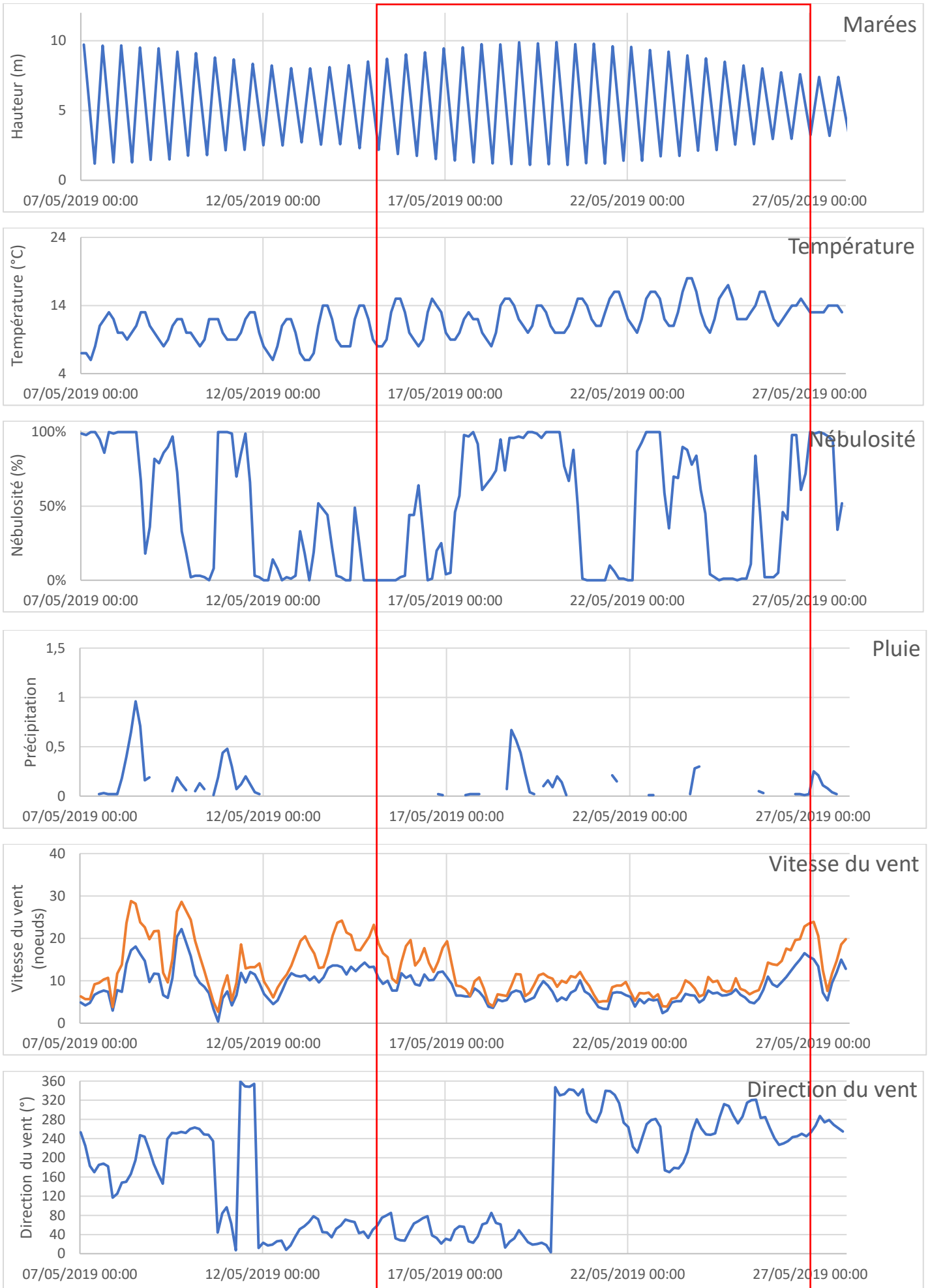
A Fort-Mahon, les coques ont commencé à lever le 15 mai, alors que les eaux sont très chargées en matières organiques. A cette date, environ 5% des coques sont mortes. La mortalité s'est poursuivie jusqu'au 27 mai, date à laquelle la pêche a fermé sur ce site, faute de ressource. La mortalité a également affecté les néréis. Sur Ch'4, les observations du 29 mai montrent un gisement, dans sa partie nord, dans le même état que celui de Fort-Mahon, avec 100% de mortalité.

La mortalité a commencé à la fin d'une période de mortes eaux, alors que les hauteurs d'eau étaient en train de ré-augmenter. Les températures sont clémentes, sans pic de chaleur observé. La nébulosité est faible et la pluie absente. Le vent est orienté est ou nord sur la période précédant les mortalités et pendant la phase de mortalité.

Aucune cause liée aux conditions météorologiques ne paraît être imputable directement, sur le laps de temps considéré, à cette mortalité. Par ailleurs, comme mentionné dans les fiches de suivi, les eaux sont très fortement chargées en matières organiques.



Figure 2 : Eaux très chargées en matières organiques à Fort-Mahon, le 15 mai 2019

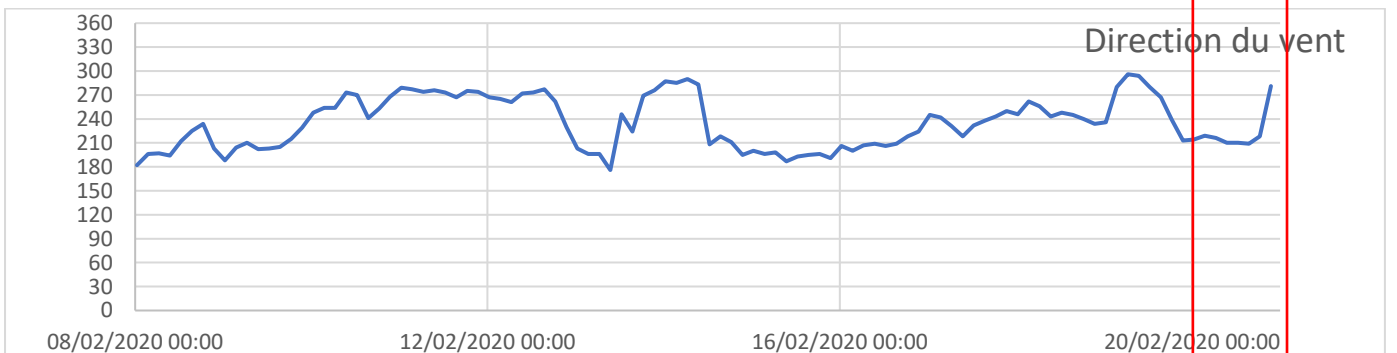
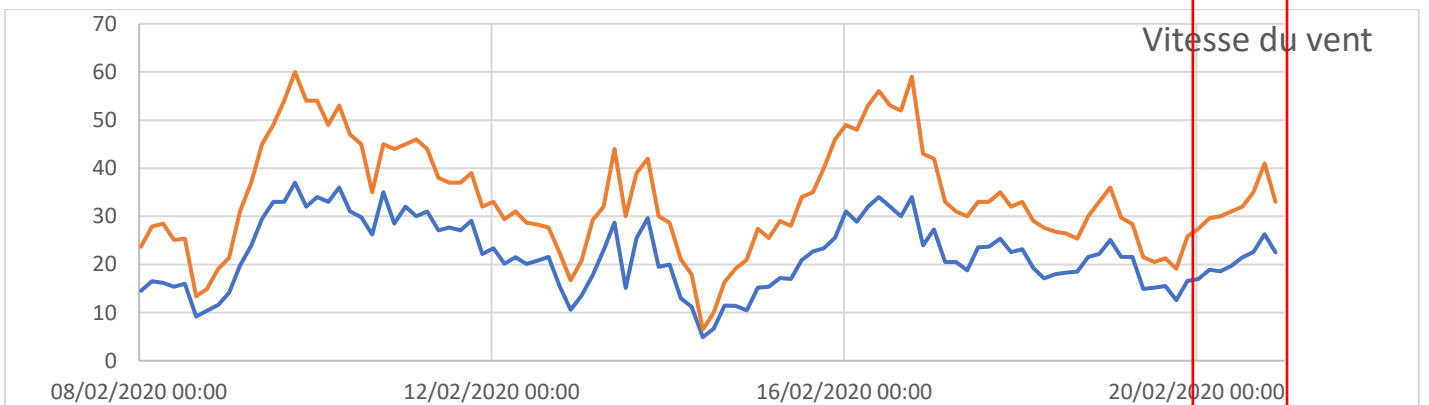
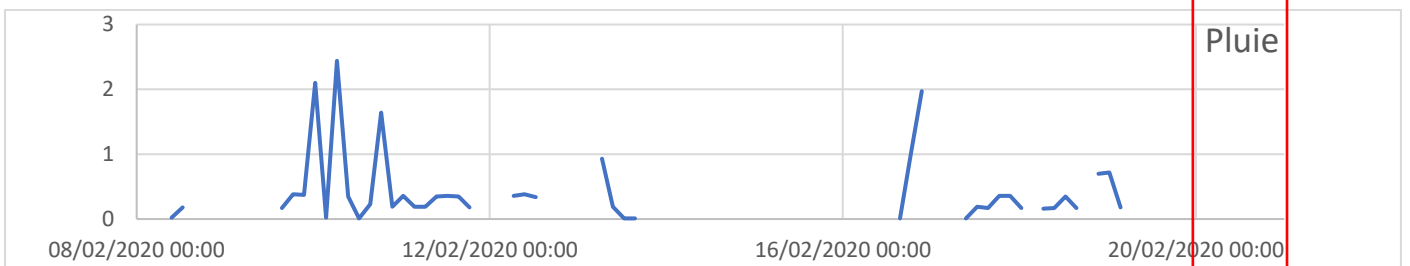
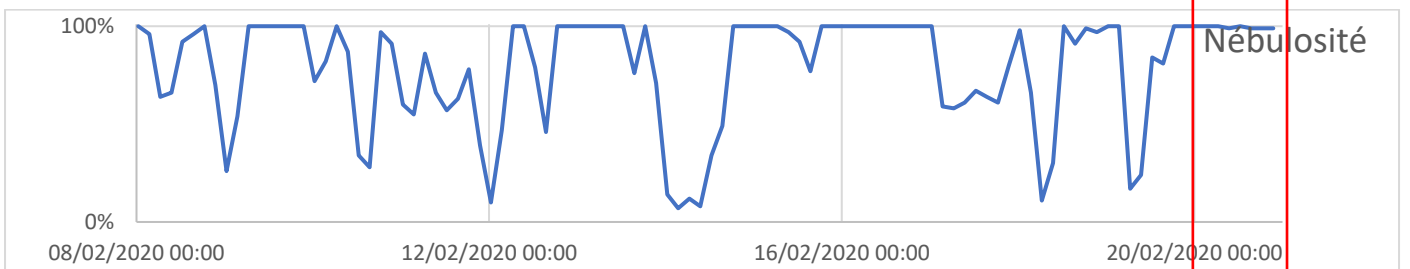
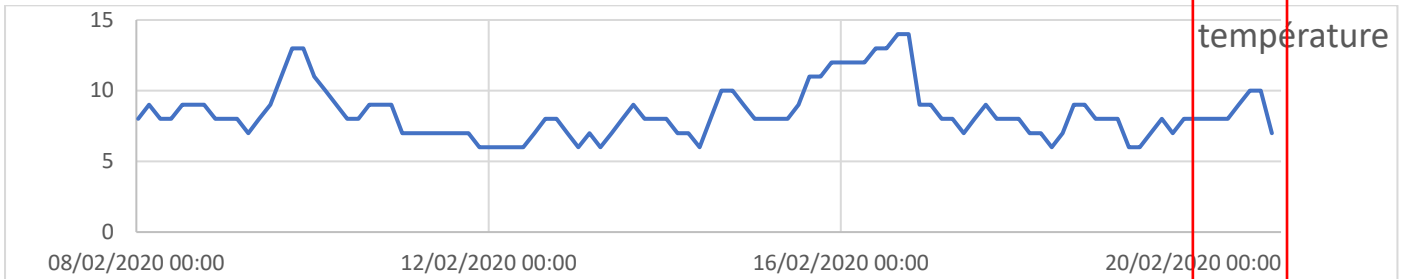
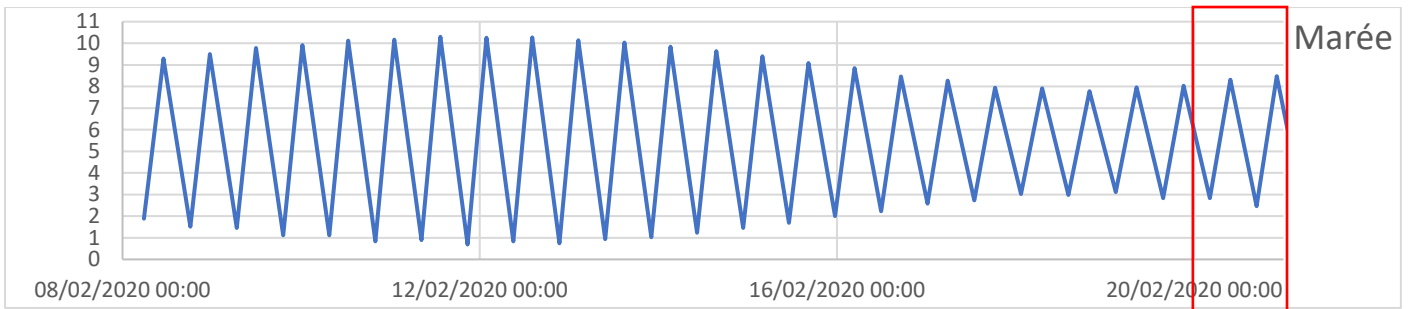


Mortalité de février 2020 sur la basse trempette à Fort-Mahon

Le 20 février 2020, lors d'une prospection sur la basse trempette à Fort-Mahon, de nombreuses espèces de coquillages, dont des coques, sont observées échouées sur la plage sur une largeur d'environ vingt mètres et sur un linéaire de plusieurs centaines de mètres.

Les prospections font suite à trois tempêtes : la première, le 9 février avec des rafales à 60 nœuds, la deuxième, le 13 février avec des rafales à 44 nœuds et la troisième, le 16 février avec des rafales à 59 nœuds. Les vents sont d'ouest, ou de sud-ouest. Les températures sont clémentes pour la saison.

Cette mortalité semble être attribuée à un déchaussement des organismes benthiques, dont les coques, par les tempêtes, les animaux venant s'échouer sur la laisse de mer.



Mortalités de mi-août 2020

A partir du 8 août, des mortalités commencent à être observées dans des bâches. Cet épisode de mortalité s'est poursuivi jusqu'au 13-14 août, date à laquelle la situation s'est stabilisée. L'ensemble des gisements de la baie de Somme ont été touchés même si la mortalité ne s'est pas étendue de façon catastrophique.

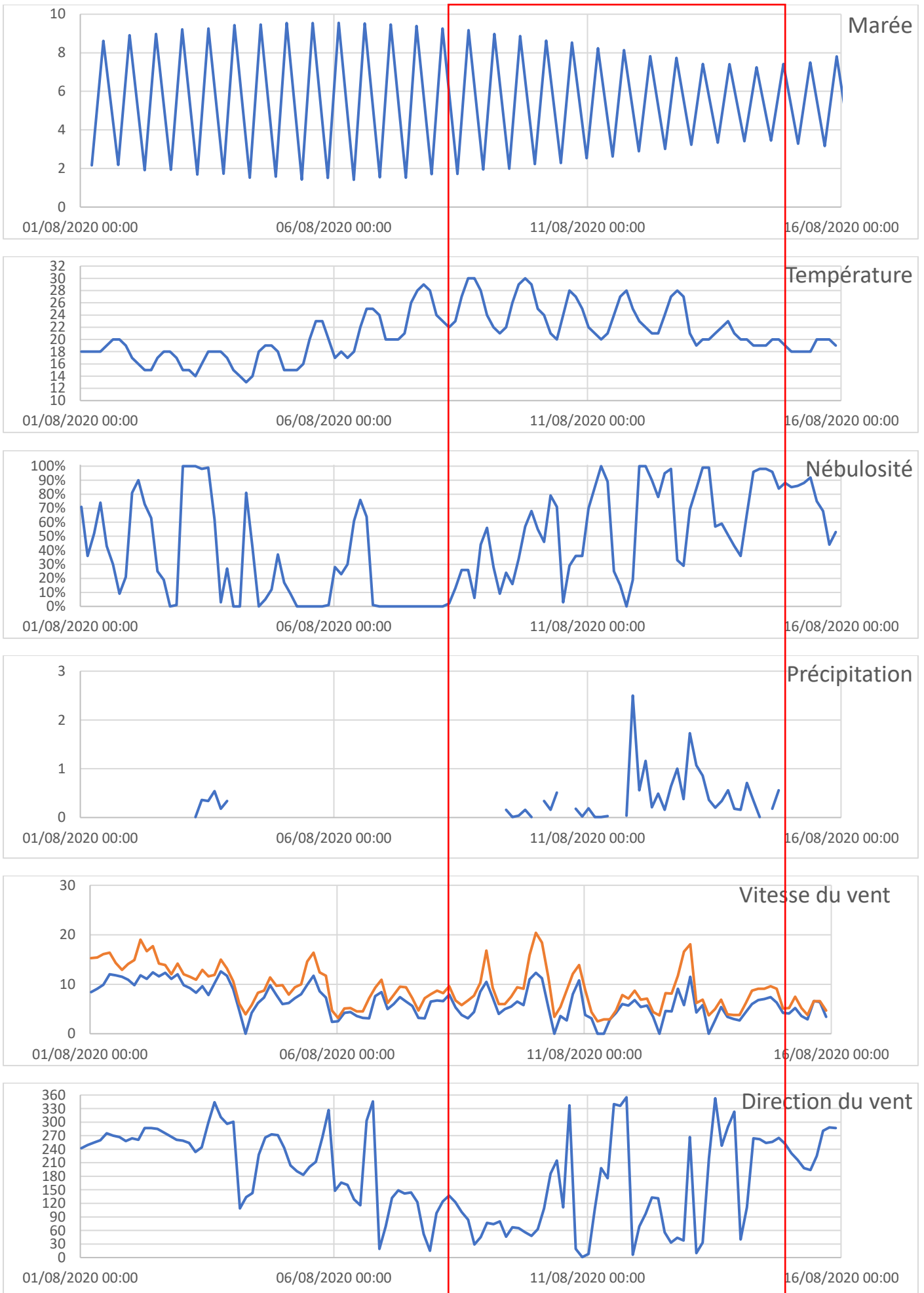
Le phénomène de mortalité observé semble lié à de fortes chaleurs, plusieurs jours consécutifs. Selon le site internet « météociel », les statistiques des mesures du mois d'août 2020 font apparaître 4 jours de très fortes chaleurs, soit plus de 35°C (Tableau 4).

Le coup de chaleur est arrivé sur un cycle de marée descendant, avec peu de synchronisme entre les horaires les plus chauds de la journée et la marée basse, ce qui a peut-être pu limiter les mortalités. Une dépression, avec couverture nuageuse importante et pluies, a été observée juste après la canicule, ce qui a sans doute contribué à la remise en place des individus.

Enfin, sur la principale zone de présence de pêche, les quotas autorisés ont été augmentés permettant d'aérer le sédiment et de diminuer les densités de coques, ce qui a probablement pu contribuer à l'amointrissement de l'effet de cet événement.

Tableau 4 : Statistiques mensuelles d'août 2020 issues du site internet « météociel »

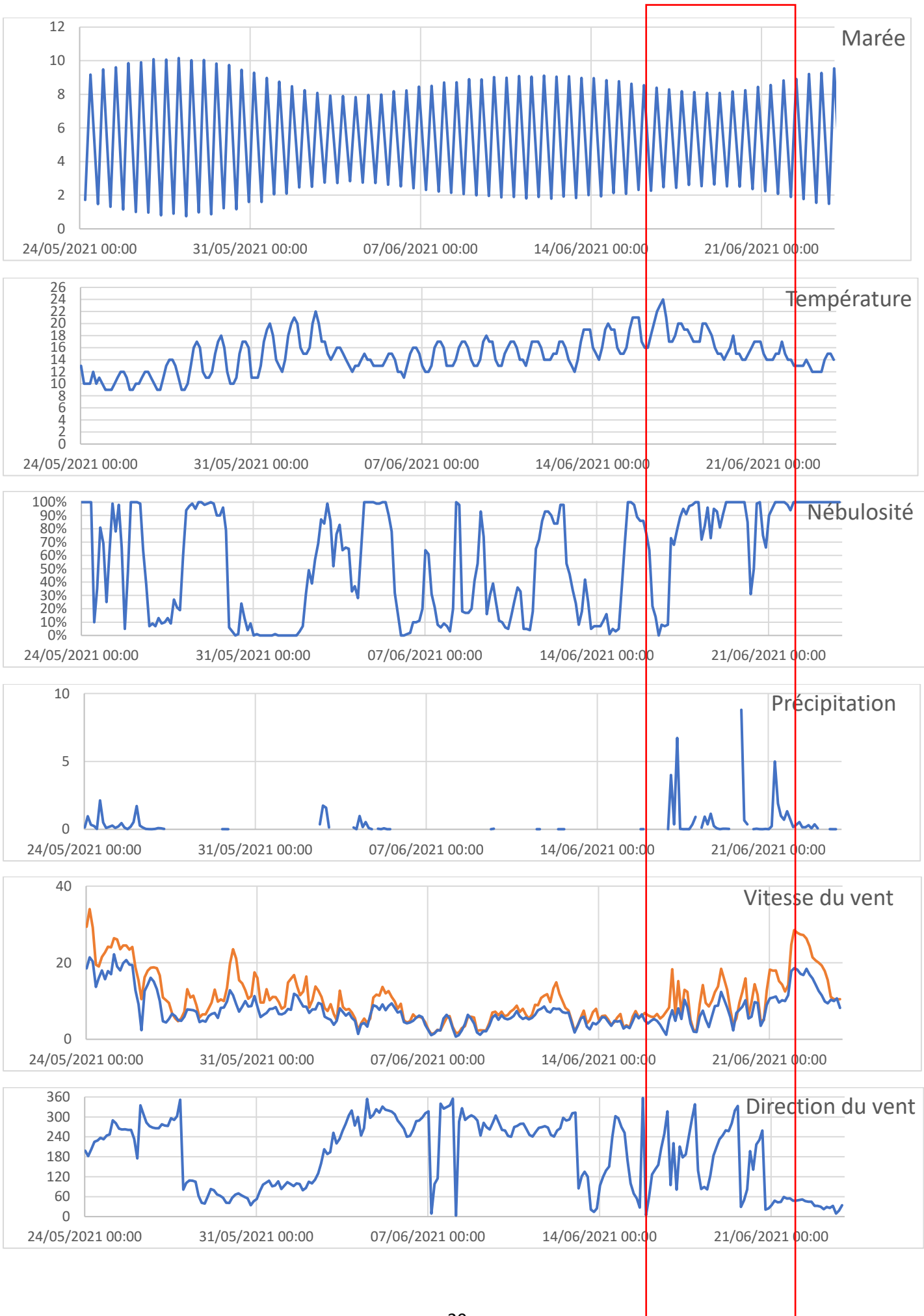
Statistiques du mois	
Jours de fortes chaleurs (Tmax >= 30°C)	9
Jours de très fortes chaleurs (Tmax >= 35°C)	4
Jours avec nuit tropicale (Tmin >= 20°C)	4
Jours avec gelée (Tmin <= 0°C)	0
Jours avec forte gelée (Tmin <= -5°C)	0
Jours sans dégel (Tmax <= 0°C)	0
Jours avec pluie (RR >= 1mm)	14



Mortalités de juin 2021

Les coques ont commencé à lever vers le 1^{er} juin, notamment les plus gros individus, sur le gisement du Hourdel. L'arrivée de vase est notée sur les différents gisements, également sur celui excentré d'Oye Plage. L'épisode de mortalité principal a eu lieu sur le gisement dit du « sud », pendant la période comprise entre le 16 et le 22 juin, avec une mortalité atteignant, sur une partie du gisement, 100%.

La période du 16 au 22 juin est caractérisée par des mortes eaux et un coup de chaleur le 16 (30,8°C d'après météociel autour de 18h avec une hauteur d'eau de 7,44m environ (descendant) d'après le site internet marée info). L'événement climatique du 16 pourrait avoir initié une mortalité, accentuée par une densité de coques fortes, un gisement situé haut sur l'estran et un recouvrement important en vase les quelques jours précédents. Le coup de chaud n'a cependant durée qu'une journée, d'autres facteurs ont donc sans doute contribué l'extension de la mortalité. Les coques pêchées par les professionnels à cette période avaient du mal à se ré-enfouir, entraînant un changement de zone rapide par les pêcheurs.



Les données issues du projet S-3 EUROHAB : Sentinel-3 satellite products for detecting Eutrophication and Harmful Algal Bloom events in the French-English CHANNEL

Les informations relatives aux observations de mortalités (Tableau 3) sont placées en vis-à-vis des cartes. Les éléments sont présentés jour par jour, du 1^{er} mai au juin pour les années 2018 à 2020 en Annexe 2.

Pour certaines dates, les informations sont manquantes. Pour d'autres, deux « prises » de vue par date ont été réalisées. Dans ce cas, la carte la plus complète a été choisie. A certaines dates, des nuages masquent la prise de vue satellitaire, ne permettant pas de visualiser les cartes de *Phaeocystis* complètement.

En étudiant les mortalités observées sur la période au cours de l'année 2018, il est possible de considérer que les mortalités du 4 mai et du 16 mai ont lieu pendant un gros bloom phytoplanctonique et notamment de *Phaeocystis*. Cependant, les mortalités du 28 mai et des 7-8 juin ne sont pas facilement explicables au vu des éléments à disposition.

En 2019, les 7,8 et 10 mai, un très gros bloom phytoplanctonique est observé au large de la baie de Somme. Il est ré-observé le 15 mai. Il n'y a cependant rien d'observable de ce niveau au large de la baie d'Authie. Du 16 au 18 mai, une zone de forte turbidité est observée à l'entrée immédiate de la baie de Somme également, mais rien de ce niveau non plus au large de la baie d'Authie. Pour la mortalité de fin mai, rien n'est observable sur les données qui sont lacunaires à cette période.

En 2020, une zone de forte turbidité est observée à l'entrée de la baie de Somme les jours précédant le 5 mai. Elle reste plus ou moins en place jusqu'aux mortalités observées les 12-13-15 mai. La mortalité du 27 mai sur Fort-Mahon ne connaît pas de particularité au niveau des paramètres étudiés.

En 2021, du 3 au 10 mai, une forte turbidité est observée à l'entrée de la baie de Somme. Le même phénomène est observé du 16 au 18 mai, et du 21 au 29 mai, mais sur quelques pixels uniquement. Aucun bloom phytoplanctonique ni d'efflorescence de *Phaeocystis* n'est observé par cette méthode aux périodes considérées.

Les impacts directs ou indirects de travaux

Durant la période du projet, d'importants travaux de déplacements de sédiments ont eu lieu en baie d'Authie. Ces travaux ont eu lieu à proximité et sur le gisement de coques de Fort-Mahon et en aval de celui de Groffliers.

Différentes fiches de mortalités ont été réalisées.

Mi-février 2019, lors de la visite, le gisement de coques est recouvert d'une vingtaine de centimètres de sable. Le trait bleu sur la Figure 3 datant de mai 2020 permet de localiser « l'ancien gisement ». Fin février 2019, le gisement de Groffliers a également disparu, recouvert par une épaisseur de sédiment.

Les engins interviennent directement sur le gisement. La zone de pêche habituelle aux coques est creusée à la pelleuse pour construire un endiguement, qui est situé en travers du gisement de coques de Fort-Mahon. Lors du passage d'engins (de lourds dumpers), le gisement de coques n'est pas évité et est traversé.

Les travaux menés ont impacté directement le gisement de coques en construisant un endiguement en son travers. Les engins y ont creusé et mis des enrochements. Des engins de déblaiement sont passés au travers du gisement et ont impacté directement les coques. Par ailleurs, la très grande quantité de sédiments déplacée s'est remobilisée et s'est en partie étalée sur le gisement de coques de Fort-Mahon et de Groffliers.



Figure 3 : Front de taille permettant de localiser le gisement de coques recouvert par les sédiments



Figure 4 : Engin creusant dans le gisement, au premier plan, des coques.



Figure 5 : Traces d'engins à travers le gisement de coques

Discussion

Le recueil des mortalités historiques

Les mortalités massives de coques sont bien renseignées sur le littoral picard. De très nombreuses références bibliographique y font référence, notamment dans la littérature grise du GEMEL. Différents facteurs explicatifs ont été proposés au fil des années, selon les phénomènes et les périodes d'apparition de ces mortalités. Comme évoqué précédemment, les causes invoquées sont récurrentes par périodes :

- froid hivernal jusqu'en 1987. Aucun événement lié au froid n'est évoqué par la suite. Les mortalités hivernales ne sont plus observées ces dernières décennies, peut être sous l'effet du changement climatique qui rend les hivers moins rigoureux.
- chaleur estivales (en août) depuis 1982 jusque récemment. Ces phénomènes semblent particulièrement importants quand la chaleur est couplée à une période de mortes eaux, ou du moins quand les chaleurs se font alors que le gisement n'est pas, ou peu, recouvert par la mer.
- les mortalités de mai ou juin ont fait l'objet de différentes hypothèses qui pourrait recouper le même phénomène : manque d'O₂, anoxie, *Phaeocystis*, *Phaeocystis* et densité, placage de vase, eutrophisation, capacité de charge du milieu atteinte, manque de nourriture. Ces mortalités de fin de printemps ne sont pas mentionnées avant l'année 1989 et semblent plus importantes ces dernières années.

Des phénomènes sédimentaires comme le déplacement du chenal de la Somme ont également été évoqués par périodes.

L'observation des mortalités durant le projet

Le suivi des mortalités par le biais de fiches normalisées est un outil puissant d'étude des événements. Sur les fiches, les informations issues du terrain et des connaissances de l'observateur permettent de préciser de nombreuses informations. Il y a un différentiel de complétude des fiches selon les circonstances, mais l'élément le plus important, le report de la mortalité, est bien fait. Selon les cas, la fiche peut être réalisée trop en amont, suite à une remontée des coques en surface, sans qu'une mortalité massive n'ait lieu. Ces éléments sont cependant nécessaires pour mieux connaître la dynamique de l'espèce.

Ce système de suivi des mortalités est également utilisé pour le suivi des mortalités de moules. Trois opérateurs formés du CRPMEM remplissent ces fiches. Néanmoins, il semble important que ces documents puissent être remplis par de plus nombreux observateurs de terrain. Il serait intéressant que le GEMEL, les agents de terrain des différentes AMP littorales, les agents des services de l'état ou les pêcheurs remplissent ces fiches qui seront alors centralisées par le CRPMEM. En effet, le littoral des Hauts-de-France est étendu et il est difficile pour une petite équipe de couvrir toute la zone.

D'après l'observation du littoral en période de bloom phytoplanctonique, le phénomène d'envasement se fait progressivement et entraîne des mortalités localisées, voire du déplacement des coquillages (phénomène difficile à démontrer dans ce cadre). Bien que n'aboutissant pas à une mortalité massive, ce phénomène d'arrivée des vases semble à l'origine de certaines mortalités historiques et de certaines mortalités observées dans le cadre du projet. Des travaux plus spécifiques concernant la dynamique d'arrivée de ces vases couplée à des mesures d'anoxie du sédiment qu'elles entraînent et leur lien avec les mortalités de coques devraient être développées afin de mieux comprendre le phénomène.

L'étude des paramètres environnementaux en lien avec les mortalités observées

L'étude des données météorologiques a permis de dégager des hypothèses quant à deux phénomènes de mortalités particuliers. Le premier est celui lié aux tempêtes, qui déchausse les organismes benthiques, dont les coques, et les accumule à la côte dans les laisses de mer. Le second concerne les fortes chaleurs. Bien qu'elle n'entraîne pas forcément des mortalités de masse, selon les conditions, une forte chaleur, proche de 30°C, pendant plusieurs jours semble entraîner une mortalité accentuée des coques. Cela concorde avec les causes de certaines mortalités historiques évoquées dans la région.

Les hypothèses concernant les mortalités du printemps se dégagent plus difficilement. Ce sont d'ailleurs ces phénomènes qui sont le moins bien renseignés dans la littérature. L'observation des informations issues du projet EUROHAB ne permet pas de mettre en évidence de cause claire et unique, sur la base des trois paramètres étudiés que sont la turbidité, la biomasse phytoplanctonique et la présence de *Phaeocystis*. Cette espèce ne semble pas directement en cause dans les mortalités, les périodes de présence de bloom ne coïncidant pas avec la mortalité observée. Cependant, la dégradation du bloom de *Phaeocystis* peut prendre un certain temps. L'arrivée de « vases » issues de la dégradation de *Phaeocystis* a déjà été observée directement causant des mortalités massives de benthos (83). La turbidité semblerait être un paramètre mieux ajusté, même si l'échelle de travail d'EUROHAB rend difficile l'appréhension de phénomènes à une échelle plus fine, comme l'entrée de l'estuaire de la Somme. Par ailleurs, les paramètres étudiés ne sont pas renseignés dans les estuaires, ce qui rend compliqué leur interprétation à l'échelle d'un gisement.

Les éléments issus du suivi SRN couplés au REPHY apportent de nombreux éléments sur la dynamique de long terme (voir par exemple 84). Au printemps 2019, le bloom phytoplanctonique principal a eu lieu en avril-mai (84). Il n'a cependant pas été plus important que les autres années (84). Cette année 2019 a pourtant été une année de fortes mortalités de coques liées à un engorgement de la baie d'Authie Sud.

Ainsi, la compréhension du phénomène se fait à une échelle différente des deux suivis étudiés : le SRN est précis ponctuellement, et apporte des données comparatives sur le long terme alors que le projet EUROHAB apporte des informations sur une échelle spatiale large, sans la précision nécessaire pour comprendre les phénomènes à une échelle fine.

Des traitements plus approfondis des données acquises permettraient peut-être d'affiner cette première analyse mais il semblerait qu'une modélisation spécifique du phénomène d'arrivée de vase printanière à l'échelle des baies picardes soit nécessaire à une meilleure compréhension du phénomène. Cette production de vase pourrait être issue de la dégradation du bloom de *Phaeocystis*, mais les informations issues d'EUROHAB montrent également que des blooms phytoplanctoniques importants, autres que de *Phaeocystis*, pourraient également être en cause.

Enfin, le phénomène est également synchrone avec la colonisation des pieux de bouchots par le vers annélide du genre *Polydora*. Ce vers se développe également à très large échelle sur le platier rocheux de Seine Maritime, formant une couche de vase qui peut atteindre plusieurs centimètres d'épaisseur et pouvant se dégrader brusquement. Un lien pourrait également exister entre les larves de *Polydora* dans la colonne d'eau et *Phaeocystis*. Des travaux de recherche complémentaires sont nécessaires afin de mieux comprendre ce phénomène également lié à l'eutrophisation des masses d'eau côtière par les apports continentaux (85) qui entraînent des conséquences écologiques et économiques pouvant s'avérer désastreuses.

Les mortalités peuvent également s'expliquer par la destruction de façon directe par des engins ou de façon indirecte par des mouvements sédimentaires induits par des travaux. Ces phénomènes ont bien été renseignés suite aux gros travaux réalisés en baie d'Authie en 2019-2020. Les deux gisements de cet estuaire ont quasiment disparu suite aux travaux. D'après les observations réalisées au printemps 2022, le gisement de Fort-Mahon semble recouvrer un peu de potentiel de production et pourrait être exploitable durant l'année 2022. Il est important pour le CRPMEM de développer sa reconnaissance par les acteurs locaux afin d'être averti en amont de ce genre de projet et ainsi de pouvoir essayer d'en limiter les conséquences.

Conclusions

Des mortalités de coques ont toujours été observées en baie de Somme. Les causes semblent évoluer au cours du temps, les mortalités liées au froid hivernal ayant visiblement disparu et les mortalités printanières et estivales semblant avoir augmenté. Il pourrait s'agir d'une conséquence du changement climatique de ces dernières années. Les mortalités historiques décrites dans la littérature sont également observées dans le cadre de cette étude, excepté celles expliquées par un fort froid hivernal.

Les tempêtes hivernales et les chaleurs estivales semblent pouvoir entraîner des conséquences importantes sur les gisements de coques de la région. Un suivi journalier des conditions météorologiques pourrait donc permettre de prévoir certaines mortalités et d'adapter la gestion de la pêche avant celles-ci.

Les mortalités printanières sont, quant à elles, plus difficiles à expliquer et leur occurrence tend à augmenter ces dernières années. Une conjonction de phénomènes pourrait être en jeu, liant *Phaeocystis*, *Polydora*, envasement, voire d'autres paramètres pouvant causer une fragilité chez la coque et des mortalités qu'il conviendrait d'étudier (fortes densités, période de frai...). Des travaux de recherche à l'échelle des estuaires picards, notamment de modélisation hydrodynamique, sont nécessaires pour mieux comprendre le phénomène et ainsi mieux le prévoir. Enfin, le facteur densité de coques en place, régulièrement cité dans la littérature ou dans les fiches de mortalité comme une cause de fragilisation des gisements n'a pas trouvé de réponse claire dans ce projet. En attendant, le système d'observation des mortalités est efficace à l'échelle considérée. Il pourrait néanmoins être étendu à d'autres observateurs du littoral pour gagner en efficacité, notamment durant le printemps. A défaut de prévoir les mortalités printanières, cela permettrait d'identifier plus rapidement le début d'une mortalité et ainsi d'être davantage réactif.

Bibliographie

- 1 : Desprez, M, Talleux, J.-D., Fiore, F., Olivesi, R. Evaluation des gisements de coques des baies de Somme et d'Authie et classement sanitaire des zones conchylicoles. Année 1998. GEMEL. 12p.
- 2 : Desprez, M. & Talleux, J.-D. Evaluation des gisements de coques des baies de Somme et d'Authie 2000. GEMEL. 10p.
- 3 : Desprez, M. & Talleux, J.-D. 2001. Evaluation des gisements de coques des baies de Somme et d'Authie. GEMEL. 11p.
- 4 : Desprez, M. & Talleux, J.-D. 2002. Evaluation des gisements de coques des baies de Somme et d'Authie. GEMEL. 12p.
- 5 : Desprez, M. 2002. Nouvelle évaluation du gisement de coques de la Pointe de St Quentin. Janvier 2002. GEMEL
- 6 : Anonyme, 2003. Nouvelle évaluation du gisement de coques de la Pointe de St Quentin et de la Voie de Rue. Janvier 2003. GEMEL.
- 7 : Desprez, M. & Talleux J.-D., 2003. Evaluation des gisements de coque des baies de Somme et d'Authie. GEMEL. 16p.
- 8 : Desprez, M. 2004. Nouvelle évaluation des gisements de coques de la pointe de Saint Quentin et de la Voie de Rue. GEMEL. 2p.
- 9 : Anonyme, 2004. Campagne estivale 2004 d'évaluation des gisements de coques du littoral picard (baie de Somme, baie d'Authie). GEMEL. 27p.
- 10 : Meirland A., Talleux J.-D., Giraudot E., Klaes A., Ducrotoy J.-P., Ducrotoy H. 2005. Campagne estivale 2005 d'évaluation des gisements de coques du littoral picard (baie de Somme, baie d'Authie). GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France). GEMEL. 24 p.
- 11 : Meirland A., Talleux J.-D., Maloingne E., Langin S. 2006. Estimation hivernale 2005-2006 des gisements de coques de la baie de Somme. GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France). GEMEL. 6 p.
- 12 : Meirland A., Talleux J.-D., Langin, S., Bourse, W. 2006. Campagne estivale 2006 d'évaluation des gisements de coques picards en baie d'Authie. GEMEL. 3p.
- 13 : Meirland A., Talleux J.-D., Huchin F., Etienne C., Ducrotoy J.-P., Ferté B. 2006. Campagne estivale 2006 d'évaluation des gisements de coques de la baie de Somme. GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France). GEMEL. 33 p.
- 14 : Meirland A., Talleux J.-D., Cuvillier P., Bertho G., Ferté B. 2007. Campagne printanière 2007 d'évaluation des gisements de coques du sud et d'une partie du nord de la baie de Somme. GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France). GEMEL. 16 p.
- 15 : Meirland A., Rigolet C., Talleux J.-D., Pesnaud M., Ferté B., Langin S. 2007. Campagne estivale 2007 d'évaluation des gisements de coques picards classés en B. GEMEL, Saint-Valery-sur-Somme (France). GEMEL. 17 p.
- 16 : Meirland A., Talleux J.-D., Rolet C., Ferté B., Neuvillers P. 2008. Campagne estivale 2008 d'évaluation des gisements de coques de la baie de Somme. GEMEL. 24 p.
- 17 : Meirland, A. & Talleux, J.-D. 2009. Evaluation hivernale 2008-2009 des stock de coques de la Pointe de ST Quentin en baie de Somme. GEMEL. 6p.
- 18 : Rohr A., Meirland A., Talleux J.-D. 2009. Campagne printanière 2009 d'évaluation du gisement de coques de la baie de Somme sud. GEMEL. 11 p.
- 19 : Meirland A., Talleux J.-D., Sartorius A., Mackelberg C. E., Ferté B., Rolet C. 2009. Evaluation des ressources en coques de la zone classée B de la baie de Somme (Pointe de St Quentin et Nord) en août 2009. GEMEL. 12 p.
- 20 : Meirland A., Talleux J.-D., Ruellet T., Rolet C. 2010. Evaluation hivernale des stocks de coques de baie de Somme Nord en 2009-2010. GEMEL. 7 p.

- 21 : Meirland A., Ruellet T., Talleux J.-D., Sartorius A., Prevoteaux B., Folgoas G., Mackelberg C. E., Godeby L. 2010. Evaluation des ressources en coques exploitables de la baie de Somme (Pointe de St Quentin, Nord et Hourdel) en juillet-août 2010. GEMEL. 10 p.
- 22 : Meirland A., Ruellet T., Talleux J.-D., Ferté, B. 2010. Evaluation des stocks de coques de la Baie d'Authie Sud en mai 2010. GEMEL. 10p.
- 23 : Ruellet, T., Talleux, J.D. 2011. Evaluation des stocks de coques de la baie d'Authie sud en août 2011. GEMEL.
- 24 : Bouvet A., Meirland A., Talleux J.-D. 2011. Evaluation des stocks de coques de la baie d'Authie sud en mai 2011. GEMEL. 12 p.
- 25 : Ruellet, T. 2013. Evaluation des gisements de coques de la baie de Somme Nord en 2013. Rapport du GEMEL n°13-013. 14p.
- 26 : Ruellet T. 2013. Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme sud en 2013. *Rapport du GEMEL. 13-014.* GEMEL. 10p.
- 27 : Ruellet T., Pecquet A., Talleux J.-D. 2014. Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme sud en 2014. *Rapport du GEMEL. 14-016.* GEMEL. 9p.
- 28 : Ruellet T., Talleux J.-D. 2014. Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme nord en 2014. *Rapport du GEMEL. 14-017.* GEMEL. 10p.
- 29 : Ruellet T., Guerbe C., Talleux J.-D. 2014. Evaluation du gisement de coques de la baie d'Authie Sud en novembre 2014. *Rapport du GEMEL. 14-019.* GEMEL. 7p.
- 30 : Ruellet T., Talleux J.-D., Coulombel R. 2015. Evaluation du gisement de coques de la baie d'Authie Sud en mai 2015. *Rapport du GEMEL. 15-005.* GEMEL. 8 p.
- 31 : Ruellet T., Talleux J.-D. 2015. Evaluation du gisement de coques de la baie d'Authie Sud en août 2015. *Rapport du GEMEL. 15-011.* GEMEL. 7 p.
- 32 : Ruellet T., Baillet K., Coulombel R., Glodt C., Rocroy M., Talleux J.-D. 2015. Evolution et évaluation du gisement de coques de la baie de Somme nord en 2015. *Rapport du GEMEL. 15-012.* GEMEL. 14 p.
- 33 : Ruellet T., Pecquet A., Talleux J.-D. 2016. Evaluation du gisement de coques de la baie d'Authie Sud en mai 2016. *Rapport du GEMEL. 16-006.* GEMEL. 7 p.
- 34 : Ruellet T., Dorthé S., Foveau A., Rocroy M., Talleux J.-D. 2016. Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme nord en 2016. *Rapport du GEMEL. 16-013.* GEMEL. 20 p.
- 35 : Ruellet T. 2016. Réévaluation du gisement de coques de la baie de Somme nord en 2016 au vu de la faible croissance. *Rapport du GEMEL. 16-016.* GEMEL. 15 p.
- 36 : Anonyme. 1987. Rapport d'évaluation de la ressource en coques de la baie de Somme établi d'après la campagne de prospection menée du 28.9 au 2.10.1987. GEMEL, IFREMER. 8 p.
- 37 : Anonyme. 1996. Rapport d'évaluation du stock de coques de la baie de Somme pour la saison 1996-1997. GEMEL. 12 p.
- 38 : Ruellet T., Damis A., Fouquet J. 2012. Evaluation des ressources en coques exploitables de la baie de Somme en septembre 2012. GEMEL. 19 p.
- 39 : Desprez M., Ducrottoy J.-P., Lemoine M. 1986. L'exploitation des ressources naturelles de l'estuaire de la Somme : campagne d'évaluation d'avril 1986. Second bilan du recrutement estival 1985. GEMEL, IFREMER. 16 p.
- 40 : Desprez M., Talleux J.-D., Loquet N., Viart A., Ferté B. 2001. Evaluation des gisements de coques du littoral picard. GEMEL.
- 41 : Desprez M., Talleux J.-D., Olivesi R. 2000. Evaluation des gisements de coques des baies de Somme & d'Authie & classement sanitaire des zones conchylicoles année 2000. GEMEL.
- 42 : Desprez M., Talleux J.-D., Fiore F., Olivesi R. 1999. Evaluation des gisements de coques des baies de Somme & d'Authie & classement sanitaire des zones conchylicoles année 1999. GEMEL.
- 43 : Desprez M., Talleux J.-D., Fiore F., Olivesi R. 1998. Evaluation des gisements de coques des baies de Somme & d'Authie & classement sanitaire des zones conchylicoles année 1998. GEMEL.

- 44 : Desprez M., Treca K. 1997. Evaluation du gisement de coques de baie de Somme (août 1997). GEMEL.
- 45 : Desprez, M. 1988. Rapport d'évaluation de la ressource en coques de la baie de Somme. Campagne du 3/10 au 7/10/1988. GEMEL.
- 46 : Desprez M., Ducrotoy J.-P., Rybarczyk H. 1988. L'exploitation des ressources naturelles de l'estuaire de la Somme. Devenir du recrutement exceptionnel de coques (*Cerastoderma edule*) en baie de Somme au cours de l'hiver 1987-88. GEMEL. 24 p.
- 47 : Desprez M., Ducrotoy J.-P., Lemoine M. 1986. L'exploitation des ressources naturelles de l'estuaire de la Somme. Campagne d'évaluation de septembre 1986 : estimation de l'état du stock de coques, évolution biosédimentaire du milieu depuis juin 1985. *Rapport pour le Conseil Régional de Picardie*. GEMEL, IFREMER. 17 p.
- 48 : Desprez M., Ducrotoy J.-P., Lemoine M. 1986. L'exploitation des ressources naturelles de l'estuaire de la Somme. Bilan du recrutement estival 85 de coques *Cerastoderma edule* et impact sur le stock. GEMEL, IFREMER. 50 p.
- 49 : Desprez M., Ducrotoy J.-P., Lemoine M. 1985. L'exploitation des ressources naturelles de l'estuaire de la Somme. Première évaluation directe de la ressource en coques *Cerastoderma edule*. GEMEL, IFREMER. 38 p.
- 50 : Desprez M., Ducrotoy J.-P., Lemoine M. 1986. L'exploitation des ressources naturelles de l'estuaire de la Somme. Campagne d'évaluation d'avril 1986 : second bilan du recrutement estival 85. GEMEL, IFREMER. 16 p.
- 51 : Ducrotoy, J.P., Desprez, M., Elkaim, B. 1985. Crise de la production des coques (*Cerastoderma edule*) en Baie de Somme II. Impact de la dynamique sédimentaire. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* (0035-2276) (ISTPM), 1985-12, Vol. 49, N. 3-4, P. 231-241
- 52 : Desprez, M., Ducrotoy, J. P., Elkaim, B. 1985. Crise de la production des coques (*Cerastoderma edule*) en Baie de Somme I. Synthèse des connaissances biologiques. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* 49 (3 et 4) : 215-230, 1985 (1987).
- 53 : Rybarczyk H. 1993. Processus d'eutrophisation et ses conséquences sur les peuplements d'un écosystème estuarien, un exemple en Manche Orientale : la baie de Somme. *Thèse de Doctorat*. Université Paris 6, Paris (France). 195 p.
- 54 : Desprez M., Ducrotoy J.-P., Rybarczyk H. 1989. Fonctionnement biologique des gisements de coques de la baie de Somme (France) à la suite du recrutement massif de 1987 : recrutements de 1988 et 1989. Environnement bio-sédimentaire. *Rapports scientifiques du GEMEL n°4*. GEMEL. 42 p.
- 55 : Desprez M. 1995. Expérimentation d'ensemencement de coques en baie de Somme. Bilan estival 1995 du gisement. Potentialités de la baie pour la production et le réensemencement de naissain de coques. *Rapport réalisé pour le Conseil Général de la Somme*. GEMEL.
- 56 : Rocroy M., Baudin, C., Bernardin A., Dubois J., Dubois M., Lattelais R., Ollivier E., Poiriez G., Talleux J.-D., Talleux M., Vasseur Y.(2017). Evolution du gisement de coques de la baie de Somme Nord de l'hiver à l'été 2017. *Rapport du GEMEL n°17-010* : 10 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_17-010_mortalite_et_recrutement.pdf
- 57 : Rocroy M., Daniel J., Ruellet T. (2017). Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme Nord, gisement Ch'4 le 15 juillet 2017. *Rapport du GEMEL n°17-007* : 8 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_17-007.pdf
- 58 : Rocroy M., Bernardin A., Poiriez G., Talleux J.-D., Talleux M. (2017). Evaluation du gisement de coques de la baie d'Authie Sud en mai 2017. *Rapport du GEMEL n°17-006* : 8 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_17-006_-_coques_authie_mai_2017.pdf

- 59 : Rocroy M. (2017). Avis sur l'évolution du gisement de coques du Hourdel d'avril à novembre 2017. *Avis du GEMEL n°17-008* destiné à la DDTM-62 : 4 p.
- 60 : Rocroy M. (2017). Avis sur la réouverture de la pêche aux coques en baie de Somme Nord (hors ch'4). *Avis du GEMEL n°17-002* destiné à la DDTM-62 : 1 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/avis_gemel_17-002_reouverture_baie_somme_nord_hors_ch4.pdf
- 61 : Rocroy M. (2017). Avis sur la réouverture de la pêche aux coques en baie de Somme Nord (hors ch'4). *Avis du GEMEL n°17-003* destiné à la DDTM-62 : 1 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/avis_gemel_17-003_reouverture_baie_somme_nord_hors_ch4.pdf
- 62 : Rocroy M. (2017). Avis sur la réouverture de la pêche aux coques en baie de Somme Nord sur le gisement ch'4. *Avis du GEMEL n°17-004* destiné à la DDTM-62 : 1 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/avis_gemel_17-004_reouverture_ch4_14_aout_jusquau_1er_septembre_2017.pdf
- 63 : Rocroy M. (2017). Avis sur la prolongation de l'ouverture de la pêche aux coques en baie de Somme Nord sur le gisement ch'4. *Avis du GEMEL n°17-005* destiné à la DDTM-62 : 1 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/avis_gemel_17-005_prolongation_de_louverture_a_ch4_du_11_au_29_septembre_2017.pdf
- 64 : Rocroy M. (2017). Avis sur la prolongation de l'ouverture de la pêche aux coques en baie de Somme Nord sur le gisement ch'4 du 2 au 27 octobre 2017. *Avis du GEMEL n°17-006* destiné à la DDTM-62 : 1 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/avis_gemel_17-006_prolongation_de_louverture_a_ch4_du_02_au_27_octobre_2017.pdf
- 65 : Rocroy M. (2017). Avis sur l'évolution du gisement de coques de la baie d'Authie Sud durant l'été 2017. *Avis du GEMEL n°17-007* destiné à la DDTM-62 : 9 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/avis_gemel_17-007.pdfhttp://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/avis_gemel_17-002_reouverture_baie_somme_nord_hors_ch4.pdf
- 66 : Rocroy M. (2018). Evaluation du gisement de coques du Hourdel (baie de Somme Sud) en juillet et septembre 2018. *Rapport du GEMEL n°18-014* : 6 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_18-014_coques_hourdel_aout_2018.pdf
- 67 : Rocroy M. (2018). Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme nord. Juillet 2018. *Rapport du GEMEL n°18-015* : 20 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_18-015_coques_baie_de_somme_nord.pdf
- 68 : Rocroy M. (2018). Evaluation du gisement de coques de la baie d'Authie Sud en mai 2018. *Rapport du GEMEL n°18-006* : 10 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_18-006_coques_authie_mai_2018.pdf
- 69 : Rocroy M. (2018). Evaluation du gisement de coques de Groffliers (baie d'Authie Nord) en mai 2018. *Rapport du GEMEL n°18-007* : 5 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_18-007_coques_groffliers_mai_2018.pdf
- 70 : Ruellet T. (2018). Evolution du gisement de coques de la baie d'Authie Sud de janvier à août 2018. *Note du GEMEL n°18-002* destiné à la DDTM-62 : 8 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/note_gemel_18-002.pdf
- 71 : Rocroy M. (2018). Evolution (croissance, mortalité) du gisement de coques de la baie de Somme Sud (Hourdel) de juillet à septembre 2018. *Note du GEMEL n°18-003* destiné à la DDTM-62 : 4 p. http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/note_gemel_18-003.pdf

- 72 : Rocroy M. (2018). Avis sur la prolongation de l'ouverture de la pêche aux coques en baie d'Authie (Fort-Mahon). *Avis du GEMEL n°18-002* destiné à la DDTM-62 : 1 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/avis_gemel_18-002.pdf
- 73 : Rocroy M. (2019). Evaluation du gisement de coques du Hourdel (baie de Somme Sud) en août 2019 et simulation de croissance au 1er septembre 2019. *Rapport du GEMEL n°19-026* : 8 p.
- 74 : Rocroy M. (2019). Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme Centre au 1er septembre 2019. *Rapport du GEMEL n°19-021* : 8 p.
- 75 : Rocroy M. (2019). Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme Nord, au Sud de la Maye, le 1er septembre 2019. *Rapport du GEMEL n°19-015* : 9 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_19-015_evaluation_gisement_coques_baie_de_somme_nord_au_sud_de_la_maye_au_1er_septembre_2019.pdf
- 76 : Rocroy M. (2019). Evaluation du gisement de coques de la baie d'Authie Sud, Fort-Mahon pour le 20 mai 2019. *Rapport du GEMEL n°19-016* : 8 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_19-016_eval_gisement_coques_authie_mai_2019.pdf
- 77 : Rocroy M. (2019). Evaluation du gisement de coques de la baie de Somme Nord, au Nord de la Maye, le 26 juin 2019. *Rapport du GEMEL n°19-010* : 7 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_19-010_evaluation_gisement_coques_baie_de_somme_nord_au_nord_de_la_maye_pour_le_26_juin_2019.pdf
- 78 : Rocroy, M., Lattelais, R., Lemaire, J., Talleux, J-D. (2020). Evaluation de la ressource en coques *Cerastoderma edule*, mi-juin 2020 Gisement du centre de la baie de Somme (zone Sud de la baie de Somme Nord). *Rapport du GEMEL n°20-019* : 14 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_20-019_coques_baie_de_somme_centre_juillet_2020.pdf
- 79 : Rocroy, M., Lattelais, R., Lemaire, J., Talleux, J-D. (2020). Evaluation de la ressource en coques *Cerastoderma edule*, juin 2020 & Prévisions de croissance au 15 août 2020 - Gisement du CH'4 et des bouchots (baie de Somme Nord, Nord de la Maye). *Rapport du GEMEL n°20-017* : 30 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_20-017_coques_ch4_2020.pdf
- 80 : Rocroy M., Becuwe E., Talleux J-D. (2020). Evaluation de la ressource en coques *Cerastoderma edule* - Gisement du Hourdel (baie de Somme sud) en mai 2020. *Rapport du GEMEL n°20-012* : 11 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_20-012_coques_hourdel_mai_2020.pdf
- 81 : Rocroy, M., Dubois, M., Lemaire, J. (2020). Evaluation de la ressource en coques *Cerastoderma edule* - Gisement du Crotoy (baie de Somme Nord), Mai 2020. *Rapport du GEMEL n°20-013* : 19 p.
http://www.gemel.org/sites/default/files/documents/bibliotheque/rapport_gemel_20-013_evaluation_gisement_de_coques_crotoy_fin_mai_2020.pdf
- 82 : Rocroy, M., Darras, J-C., Talleux, J-D. (2020). Evaluation des gisements de coques *C. edule* de la baie d'Authie (Fort-Mahon et Groffliers) - avant les travaux de dragage et de ré-ensablement au Bois de Sapins par CA2BM, année 2019. *Rapport du GEMEL n°20-002* réalisé pour la Communauté d'Agglomération des 2 Baies en Montreuillois CA2BM : 22 p.
- 83 : Spilmont Nicolas, Denis Lucie, Artigas Luis Felipe, Caloin Frederic, Courcot Lucie, Creach Anne, Desroy Nicolas, Gevaert Francois, Hacquebart Pascal, Hubas Cedric, Janquin Marie-Andree, Lemoine Yves, Luczak Christophe, Migne Aline, Rauch Mathieu, Davoult Dominique (2009). Impact of the *Phaeocystis globosa* spring bloom on the intertidal benthic compartment in the eastern English Channel: A synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 58(1), 55-63. Publisher's official version :

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.09.007> , Open Access version :
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/6142/>

84 : Devreker D., Grossi C., Lefebvre A., 2020. Résultats de la mise en œuvre des réseaux REPHY et SRN – Zones côtières de la Manche orientale et de la baie sud de la Mer du Nord - Bilan de l'année 2019. Ifremer/LER/Boulogne-sur-Mer. 212p

85 : Lefebvre, A., Guiselin, N., Barbet, F., and Artigas, F. L. 2011. Long-term hydrological and phytoplankton monitoring (1992–2007) of three potentially eutrophic systems in the eastern English Channel and the Southern Bight of the North Sea. – ICES Journal of Marine Science, 68: 2029–2043.

www.meteociel.fr, site d'Abbeville

www.mareee.info/150, site Baie de Somme (Le Crotoy)



Observations du littoral en période de bloom phytoplanctonique par le CRPMEM

Antoine Meirland, Morgane Ricard, Julien Yvart

2020



Bloom de Phaeocystis à Fort-Mahon

Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins des Hauts-de-France
12 rue Solférino
62200 Boulogne-sur-Mer
www.comitedespeches-hautsdefrance.fr

Introduction

Le CRPMEM des Hauts-de-France soupçonne les dépôts liés aux blooms phytoplanctoniques d'être la cause de mortalité de différents organismes benthiques. La période des mortalités est comprise entre avril et mi-juin. Afin de préciser les dates des différents phénomènes, les observations de terrain de l'année 2020 sont consignées, pour la période considérée, dans ce document.

Deux éléments sont présentés dans ce document : les observations ponctuelles réalisées, qui peuvent être complétées par les fiches de déclaration de mortalité du CRPMEM complétées par ailleurs, et un suivi hebdomadaire de la partie sud de la Maye, entre la zone de traversée des tracteurs au niveau de la Maye et les « piquets ». Cette partie est appelée « suivi du Voie de Rue »

Le 8 avril 2020. Le Crotoy. Suivi du Voie de Rue. Antoine Meirland, Julien Yvart.

La Maye a été longée depuis la zone de traversée des mytiliculteurs jusqu'aux piquets du côté gauche. Le parcours traverse différentes zones sableuses et différentes anses vaseuses. Aucun dépôt particulier n'est observé. Dans les parties vaseuses, des lavignons sont observés. Un voile de diatomée benthique est présent sur les sédiments. La vase n'est pas anoxique, les traces de pas ne laissant pas voir de sédiments noircis. Des zones de fortes densités de petites coques sont observées. Aucune trace de mortalité n'est observée.



Sédiments vaseux et voile de diatomées benthiques



Fortes densités de coques (à gauche) et sédiments vaseux (à droite)



Anse vaseuse du bidon (à gauche) et piquets (à droite)

Le 9 avril 2020. Cayeux-sur-Mer. La Mollière. Antoine Meirland, Julien Yvart.

Des petites zones de dépôt sont observées dans des cuvettes sableuses. L'eau est très chargée en phytoplancton. Le phénomène est très localisé sur des petites zones du haut de plage.



Eau très chargée en phytoplancton

Le 14 avril 2020. Le Crotoy. Ch'4. Julien Yvart

Une large zone de dépôt de vase est observée sur le haut de ch'4. Toutes les coques remontent à la surface et quelques ramassés sont observés sans grosses mortalités.



Deux lisses de mer : mousse de phytoplanctons plus haut et coques mortes plus bass



Coques remontant à la surface, au-dessus de la vase



Zone de ramassés de coques (très peu de mortalités)



Zone de ramassés de coques (très peu de mortalités)



Vue d'ensemble du haut de Ch'4 avec les coques remontant à la surface (au-dessus de la vase)

Le 14 avril 2020. Le Crotoy. Voie de Rue (hors suivi habituel). Julien Yvart

Un léger dépôt de vase a été observé au Voie de Rue au nord (point prélèvement MOCOPREGE) et au sud de la Maye (point prélèvement REMI dans le prolongement des bouées de la réserve). Les coques remontent un peu à la surface et il y a très peu de mortalité observée, pourtant la couleur noirâtre du sédiment sous la surface suppose qu'il y a un milieu anoxique.



Au nord de la Maye (point MOCOPREGE), fort dépôt de vase et sédiment noir sous la surface (milieu anoxique)



Au sud de la Maye (point REMI dans le prolongement des bouées de la réserve), très fort dépôt de vase et sédiment noir sous la surface (milieu anoxique). Deuxième série de piquets observés à 150m à l'ouest des premiers.

Le 14 avril 2020. Le Hourdel. Julien Yvart

Un peu de vase observée sans coques remontant à la surface avec juste un endroit avec des ramassés de coques mortes certainement anciennes.



Unique zone de ramassés de coques mortes

Le 22 avril 2020. Le Crotoy. **Suivi du Voie de Rue**. Antoine Meirland

Le parcours a été réalisé dans son intégralité. Dans la première anse (anse du bidon), rien à signaler, les lavignons sont bien en place, les sédiments ne sont pas anoxiques, aucun dépôt observable. Dans le bas (en descendant la Maye) de l'anse, la densité de petites coques est très importante. Elles sont en peuplement avec des lavignons. Quelques individus remontent en surface, sans mortalité apparente.

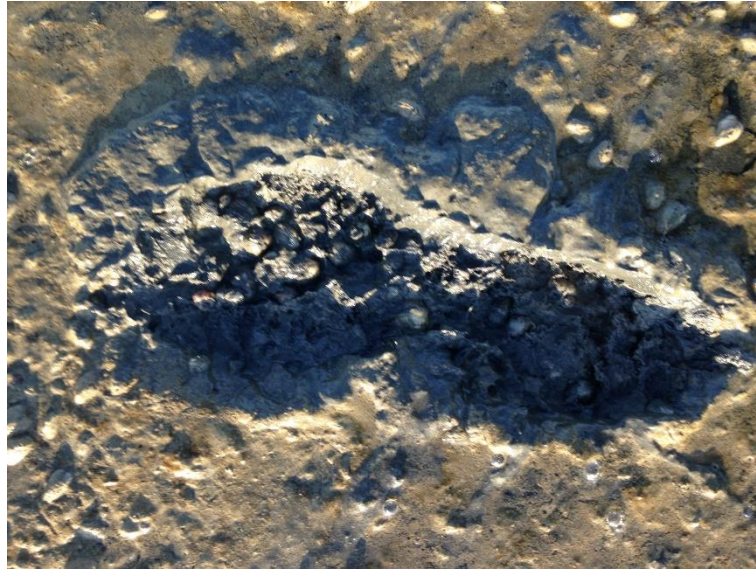


Traces de pas dans l'« anse du bidon » et densité de coques dans le bas de la zone

La partie sableuse est exempte de tout dépôt. Dans la deuxième anse, les traces de pas laissent apparaître un peu de noircissement en profondeur. Dans le début de la zone, un secteur d'ancienne mortalité (coques blanches et vides) est observé, comme précédemment.



Deuxième anse : ancienne mortalité



Deuxième anse : trace de pas un peu anoxique en profondeur



Deuxième anse : des juvéniles de coques lèvent. Les densités sont très importantes.



Deuxième anse : beaucoup de phytobenthos est observé

Au niveau de la troisième anse, vers les piquets, l'ensemble semble sain, aucune zone de mortalité ou de dépôt n'est observée.

Un peu plus loin au nord de la Maye, une zone de dépôt de coques est observée. Elle fait l'objet du point suivant.

22 avril 2020. Le Crotoy. Au nord du Voie de Rue, au niveau des piquets. Antoine Meirland

Une zone de ramassés de coques importante est observée. Peu de mortalité (de 0,1 à 1%). Une fiche de suivi de mortalité qui apporte plus de précisions : « 2020.04.22 Coques Voie de Rue Nord Piquets ». Pas d'éléments concernant un dépôt de vase ou de mousse. La levée des coques semble liée à une forte densité.

Un pêcheur eu au téléphone a signalé que les huiles n'étaient pas encore arrivées en mer.

23 avril 2020. Cayeux. Au niveau de la ferme aux galets. Antoine Meirland

Rien de notable, les sédiments sont sableux et sains. Pas de dépôt.

23 avril 2020. Crotoy. Devant chez Nicolay. Antoine Meirland

Une zone de ramassés de coques importante est observée. Peu de mortalité (de 0,1 à 1%, montant parfois jusque 10% sur les secteurs très épais). Une fiche de suivi de mortalité qui apporte plus de précisions : « 2020.04.23 Coques Crotoy Devant chez Nicolay ». Pas d'éléments concernant un dépôt de vase ou de mousse. La levée des coques semble liée à une forte densité.

28 avril 2020. Groffliers. Antoine Meirland

Au niveau de l'accès au gisement de coques, à la sortie de la filandre, différentes petites flaques au pied de Spartines sont noires et ont des sédiments très anoxiques. Les eaux sont très chargées.



Flaques noires près des spartines



Flaques vues de près.



Au niveau du point MOCOPREGE, les coques sont absentes, dans les flaques, des éléments floconneux sont observés.



A l'est du gisement, une barre sableuse s'étend du nord au sud ouest. A l'ouest de cette zone, une vaste étendue plane et brillante est observée. Quelques coques (très peu) sont présentes sur la zone qui leur paraît néanmoins propice. Elle est recouverte de vase. Des juvéniles de Néréis y sont observés.

Le 29 avril. Le Crotoy. Ch'4. Julien Yvart (Samuel Gamain et Didier Carton)



Sur le haut de Ch'4, le terrain est beaucoup plus sain que le 14 avril avec beaucoup moins de vase. Les coques se sont renfouis dans le sédiment avec une forte densité de petites (10-15mm) mais une présence importante de coques mortes échouées sur le haut du gisement.



Sur le bas de Ch'4, quelques tâches de grosses coques avec quelques tâches de vase -> pas de mortalité.

Le 30 avril 2020. Le Crotoy. Suivi du Voie de Rue. Julien Yvart

Le parcours de suivi a été réalisé dans son intégralité.



Tout d'abord, dans la première anse « anse du bidon » : pas de dépôt de vase important observé avec une présence importante de coques et un sédiment sain (légèrement noirâtre au fond des traces de pas). Pas de mortalités observées.



Un peu plus bas de l' « anse du bidon », le dépôt de vase est un peu plus présent avec une anoxie du sédiment un peu plus importante elle aussi. Les coques et lavignons ne remontent pas à la surface et il n'y a pas de présence de mortalité.



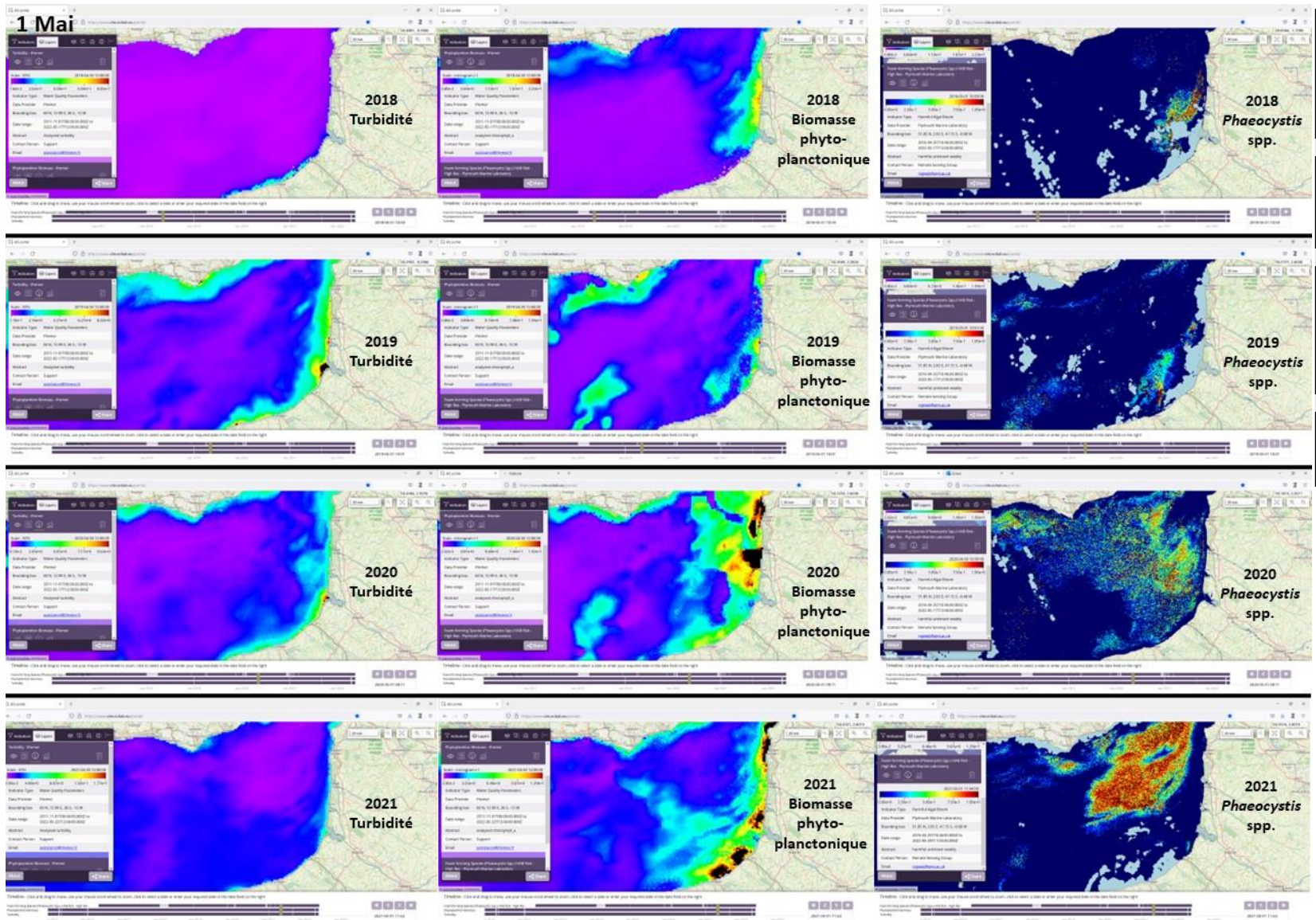
Au niveau de la deuxième anse, la présence de vase est beaucoup plus caractérisée avec un sédiment très noir en profondeur (anoxie importante). Quelques coques et lavignons morts sont observés à la surface mais pas énormément.



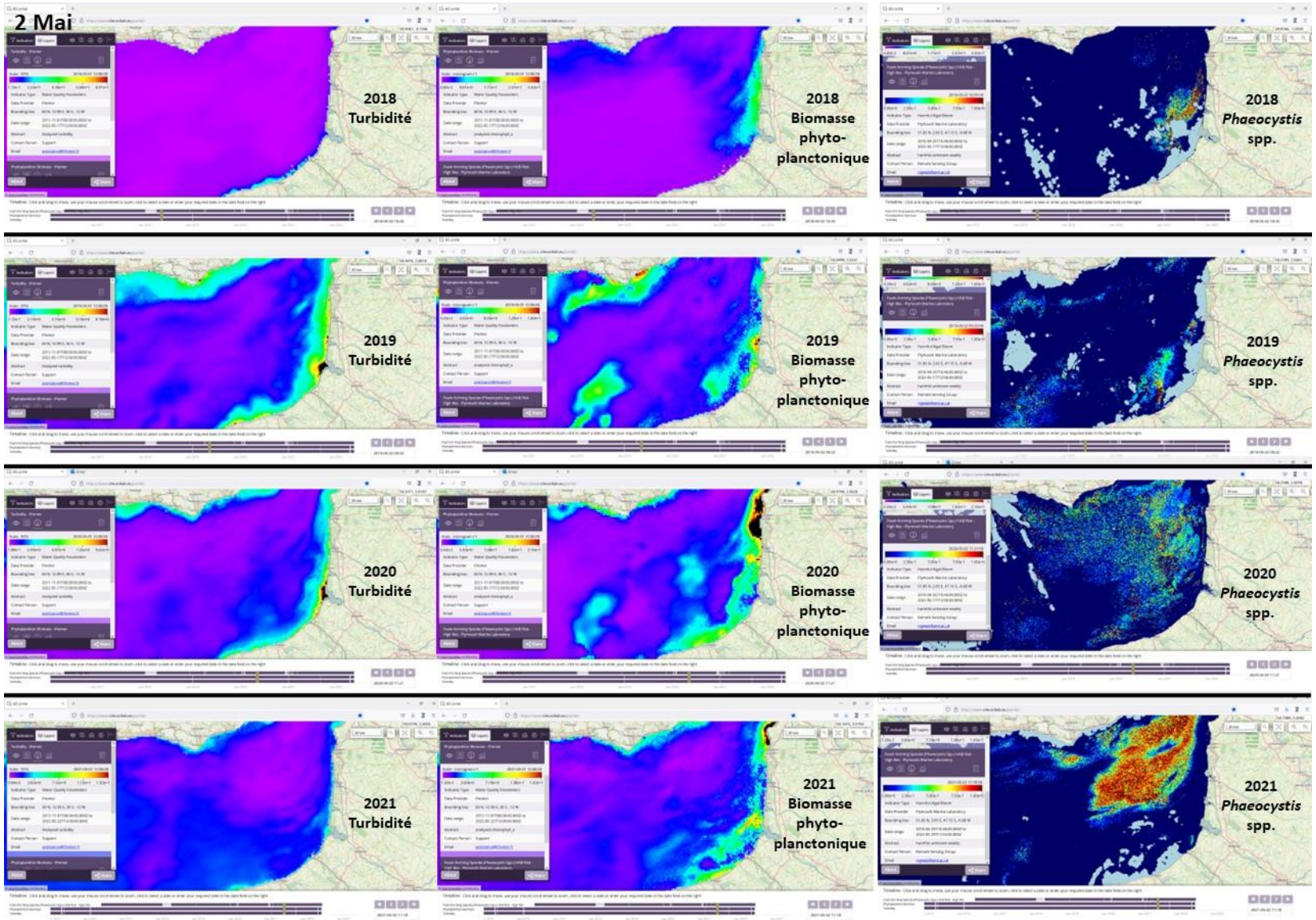
A la sortie de la deuxième anse, en direction des piquets, la progression est difficile au vu de la présence importante de vase le long de la Maye avec un sédiment très noir en profondeur (anoxie importante). Cette zone de vase est longitudinale le long de la Maye et n'est pas présente une dizaine de mètres plus haut (perpendiculairement à la Maye (vers l'Est)).



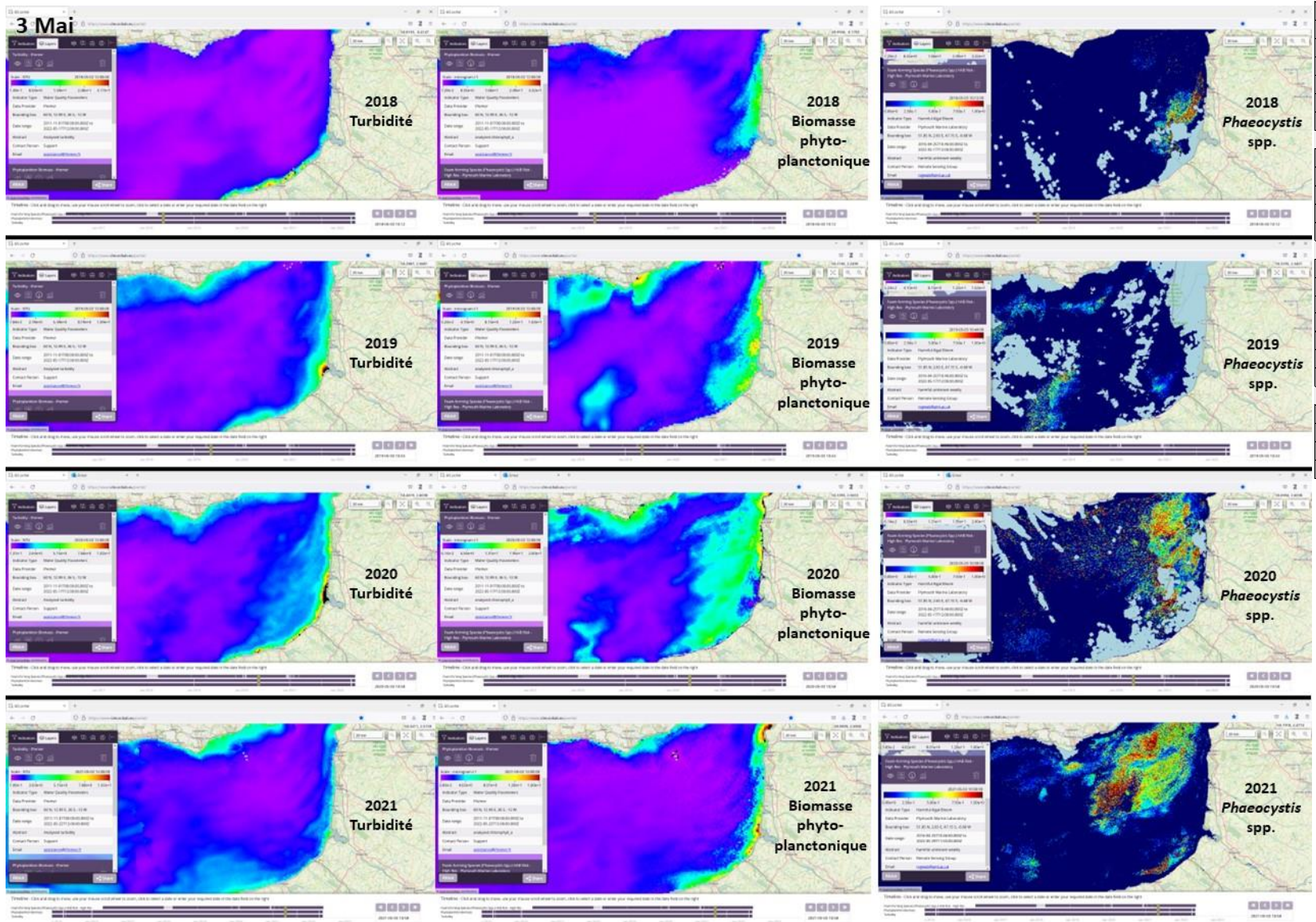
Au niveau de la zone des piquets, quelques zones de coques mortes sont observées juste avant avec une présence un peu moins importante de vase que précédemment observé dans la deuxième anse.



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

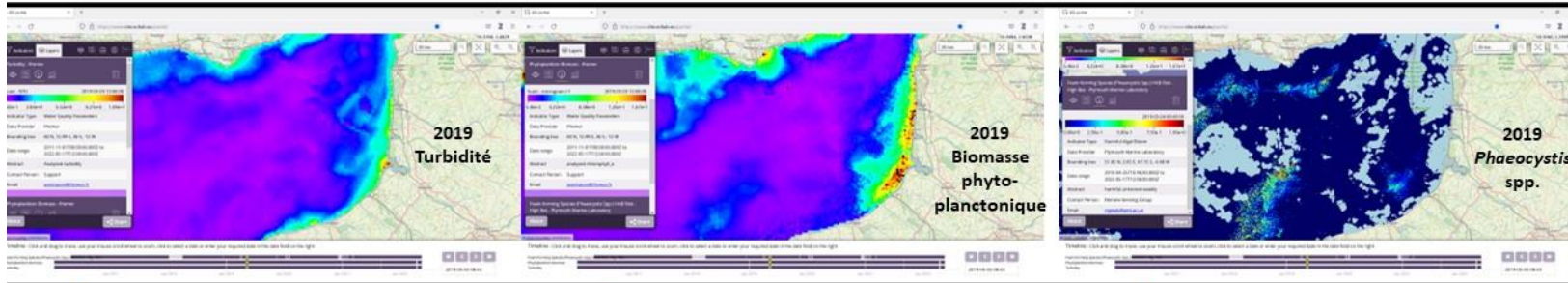
4 Mai

2018
Turbidité

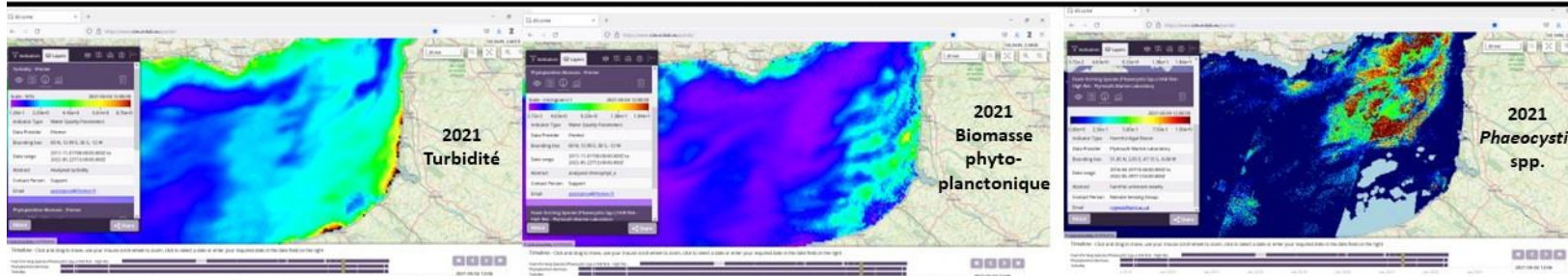
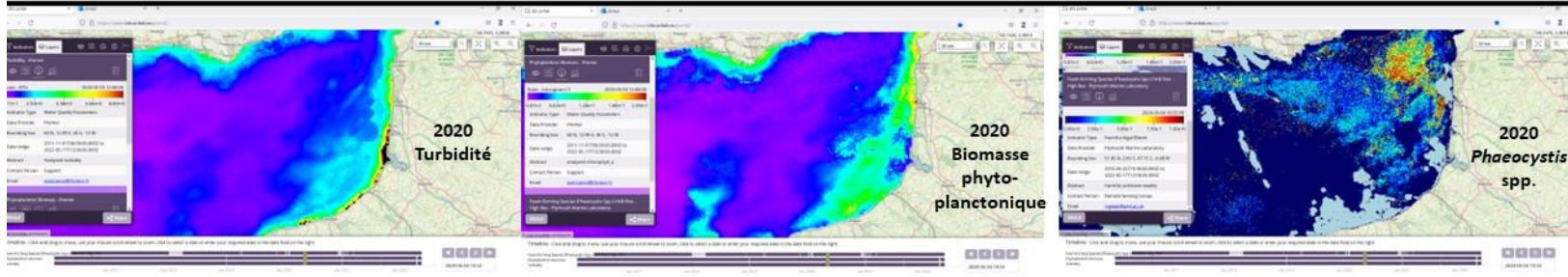
2018
Biomasse
phyto-
planctonique

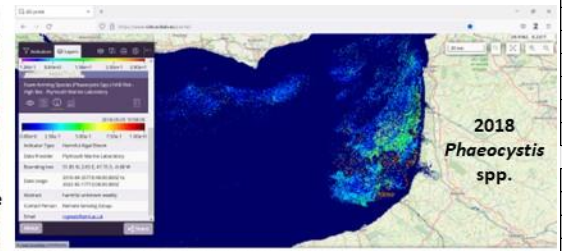
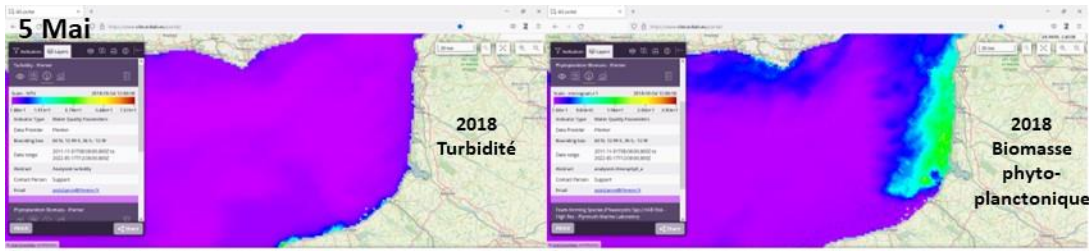
2018
Phaeocystis
spp.

Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4

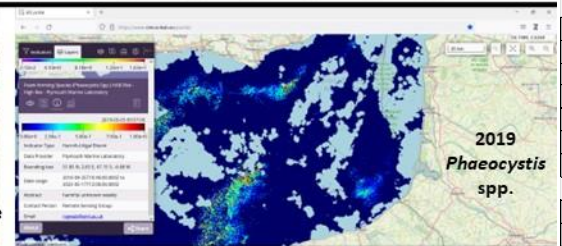
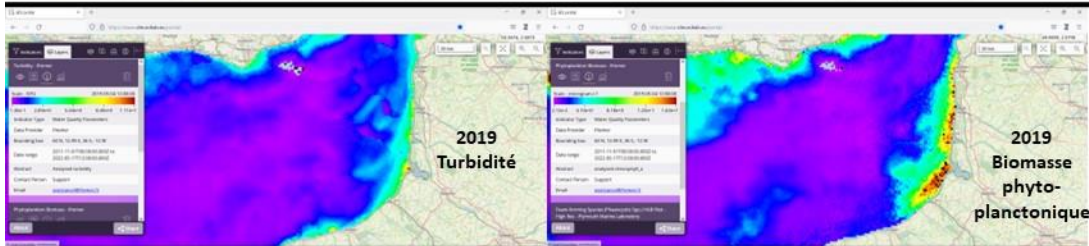


05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

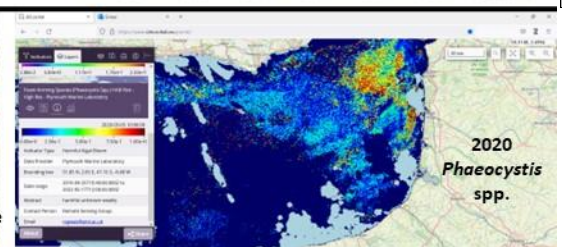
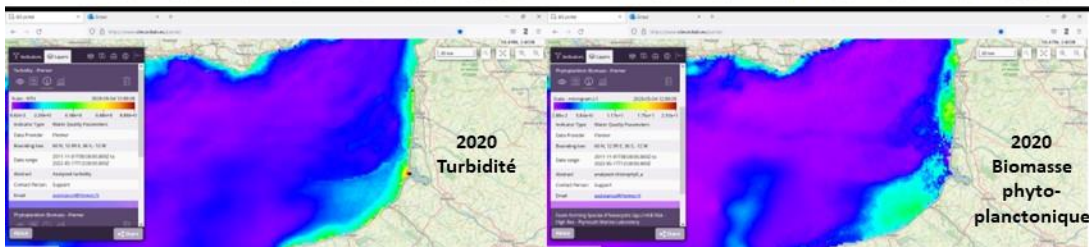




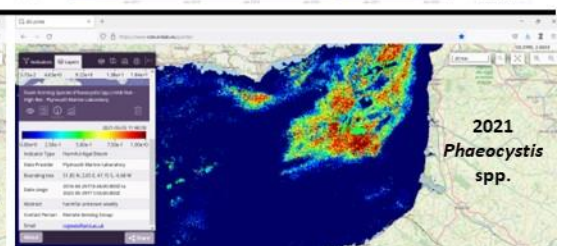
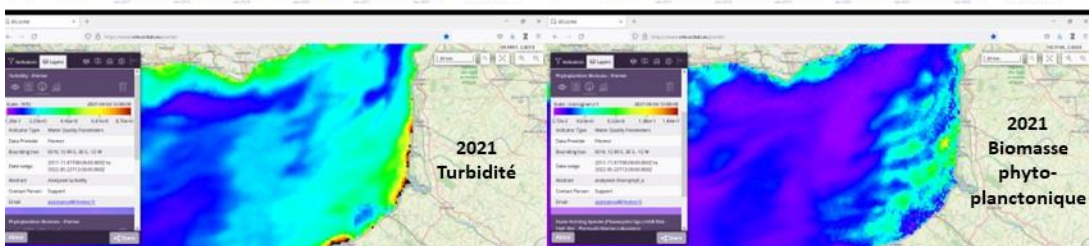
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement



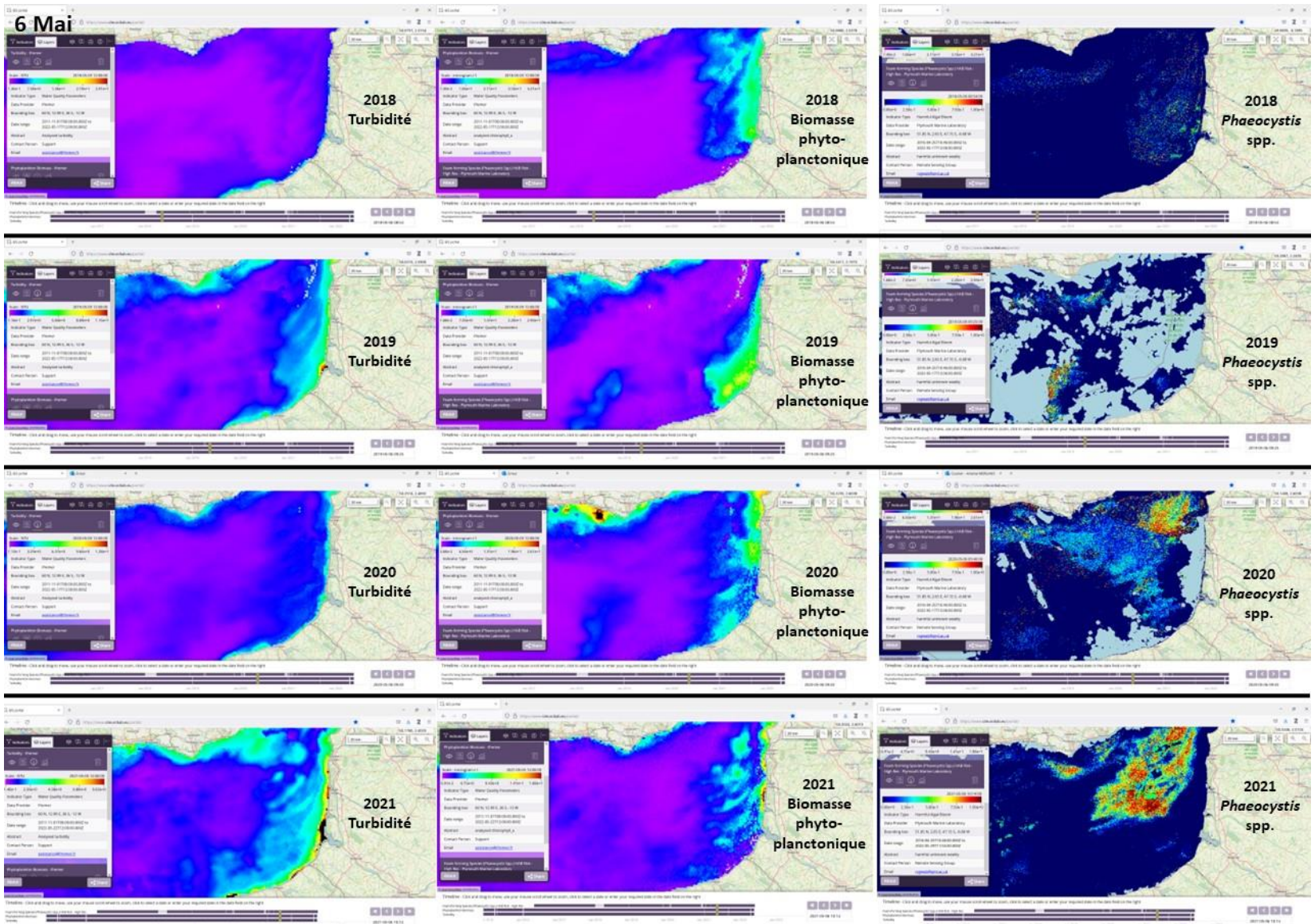
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4



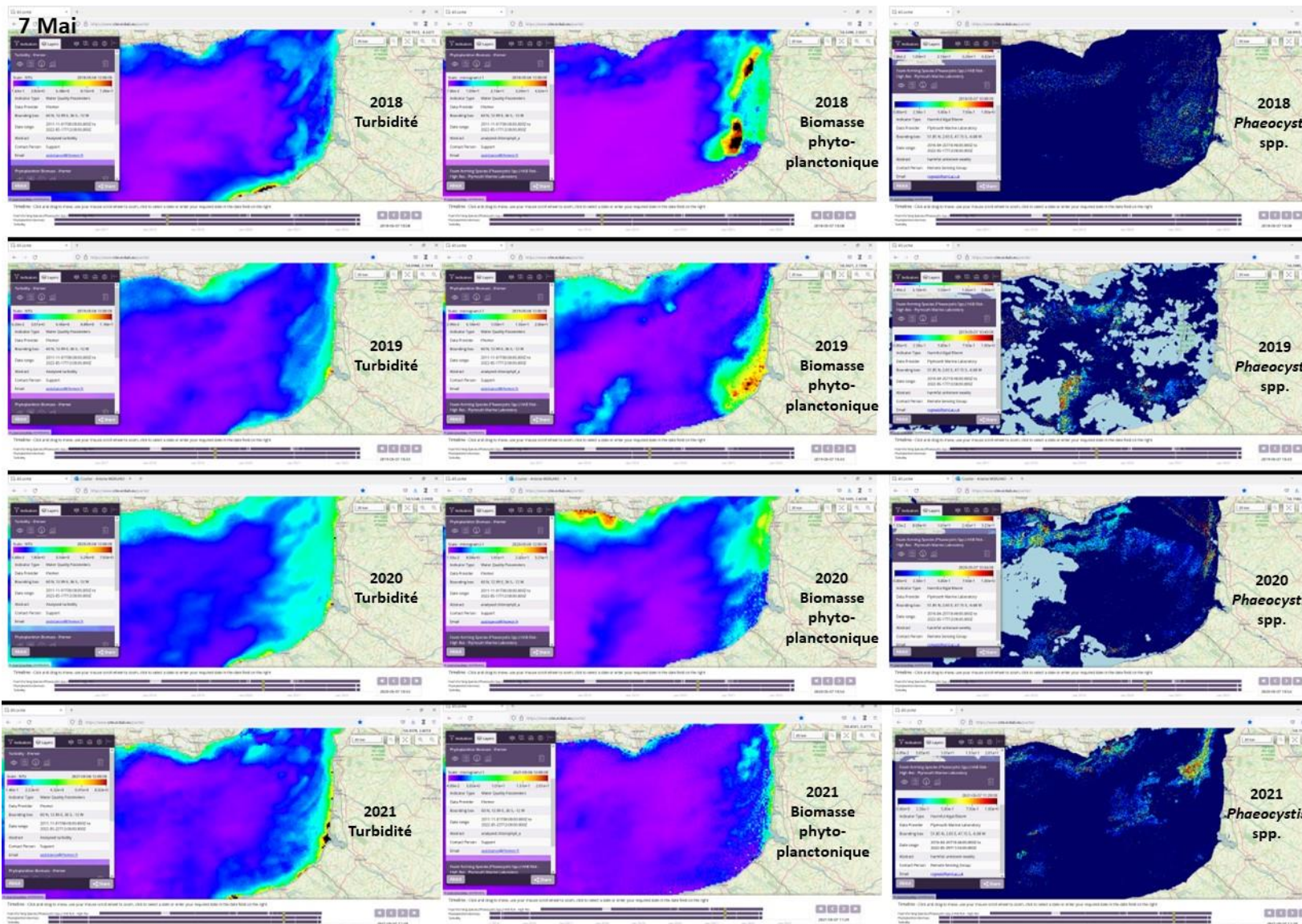
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement



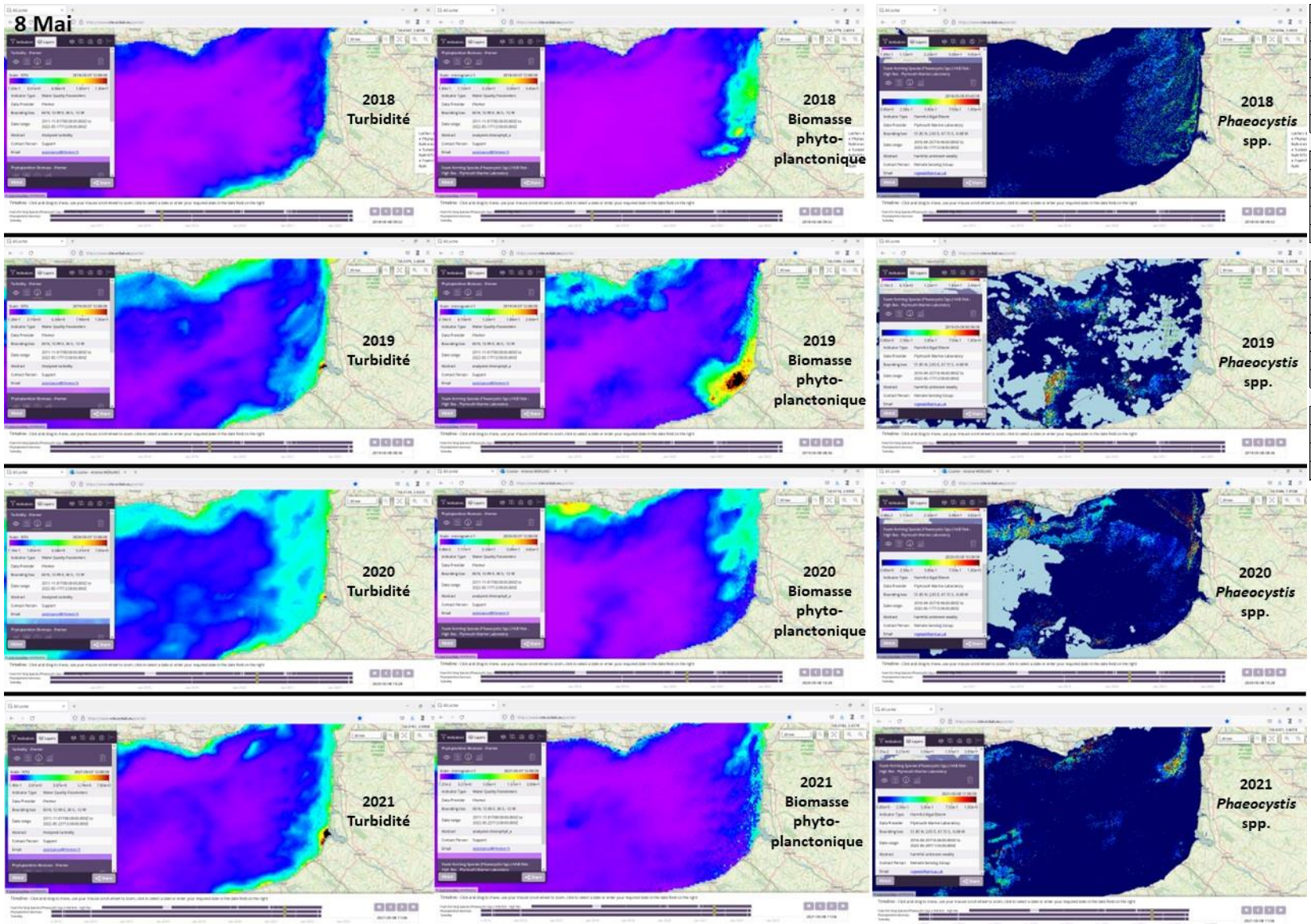
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

9 Mai

2018
Turbidité

2018
Biomasse
phyto-
planctonique

2018
Phaeocystis
spp.

2019
Turbidité

2019
Biomasse
phyto-
planctonique

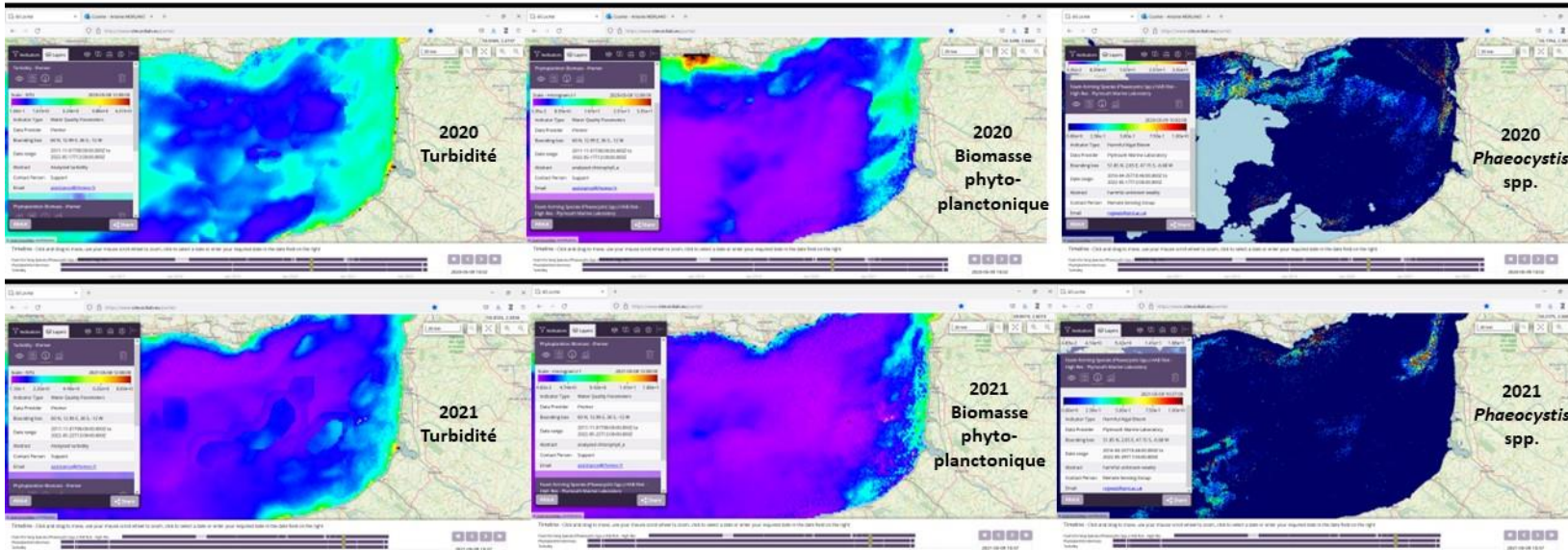
2019
Phaeocystis
spp.

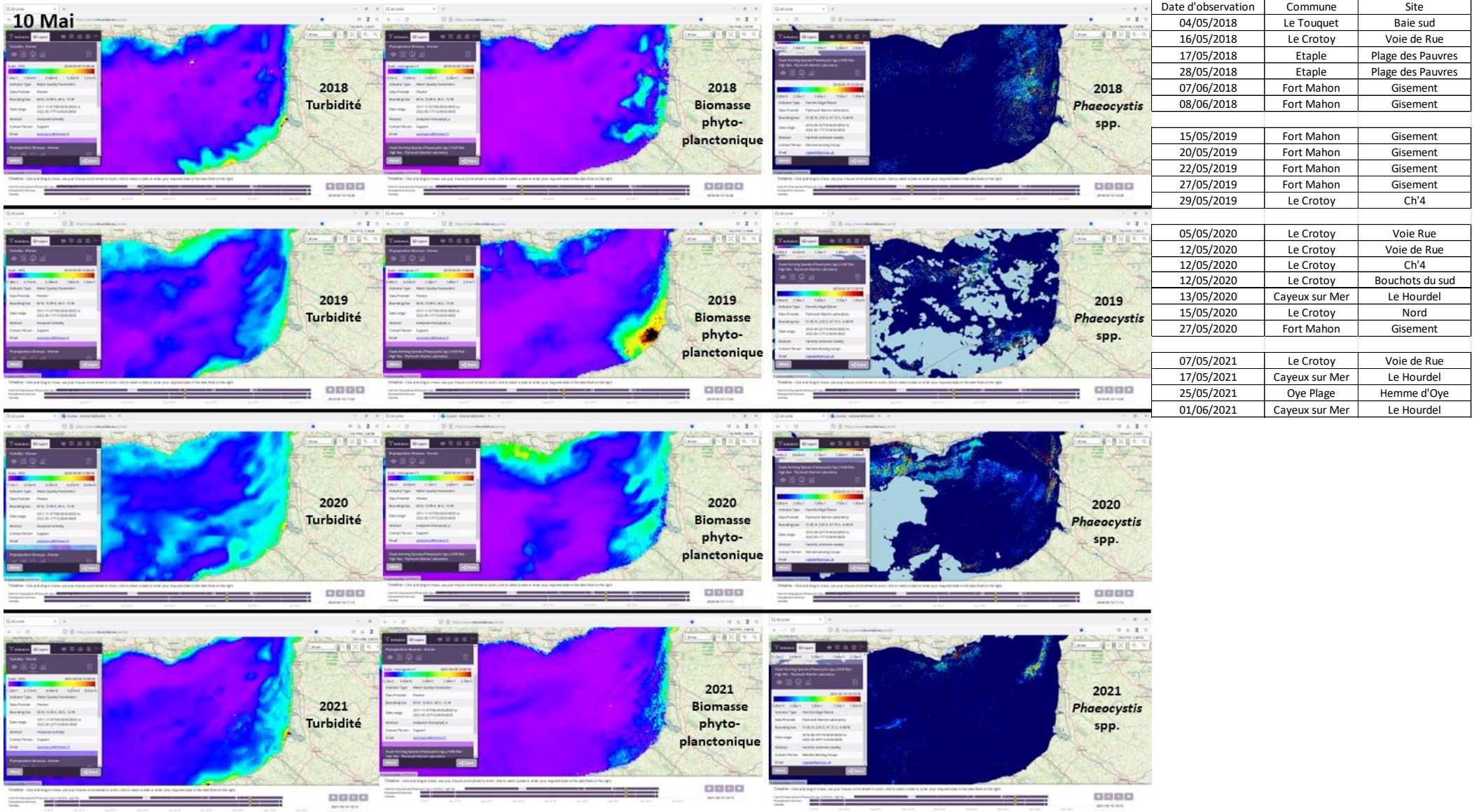
2021
Turbidité

2021
Biomasse
phyto-
planctonique

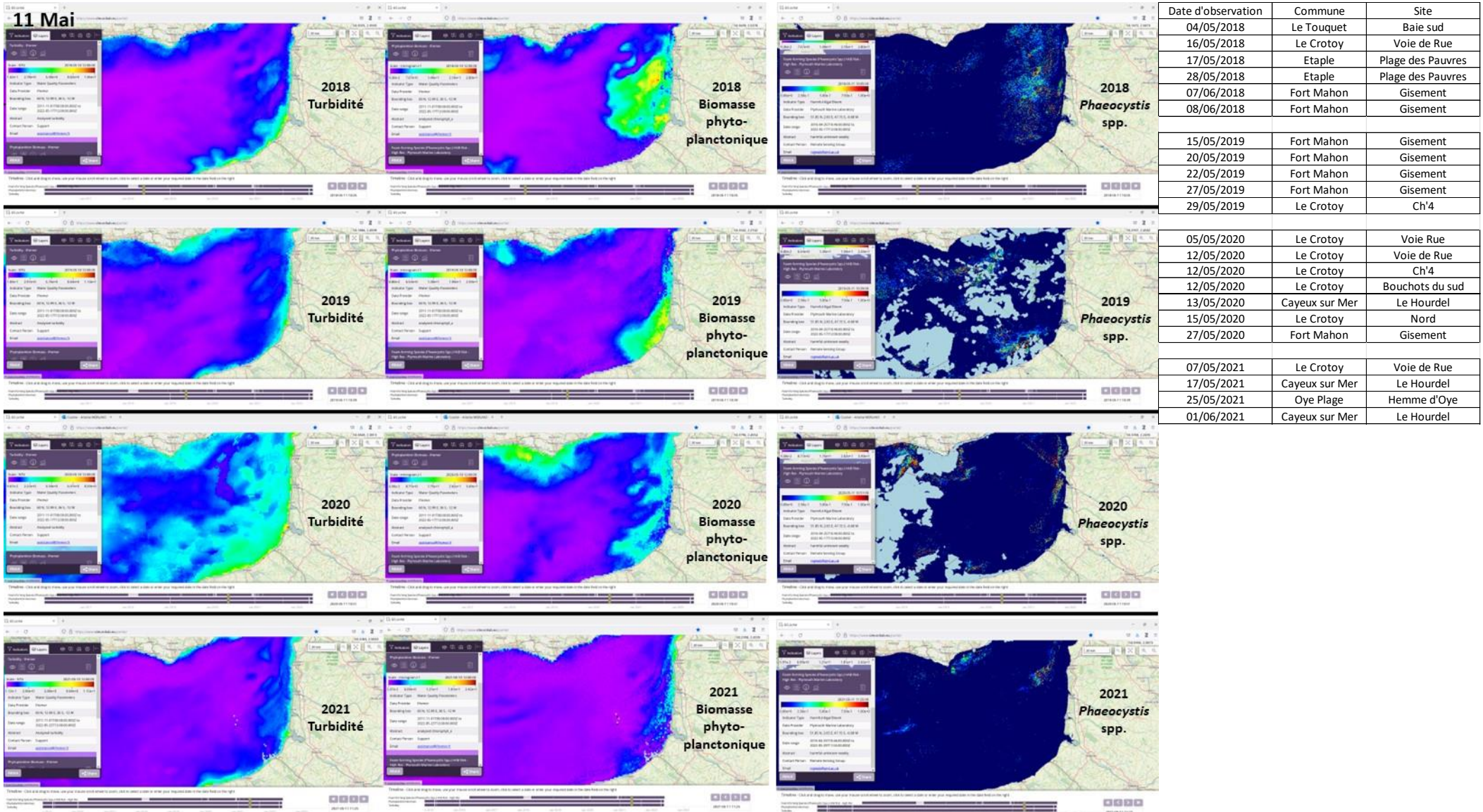
2021
Phaeocystis
spp.

Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

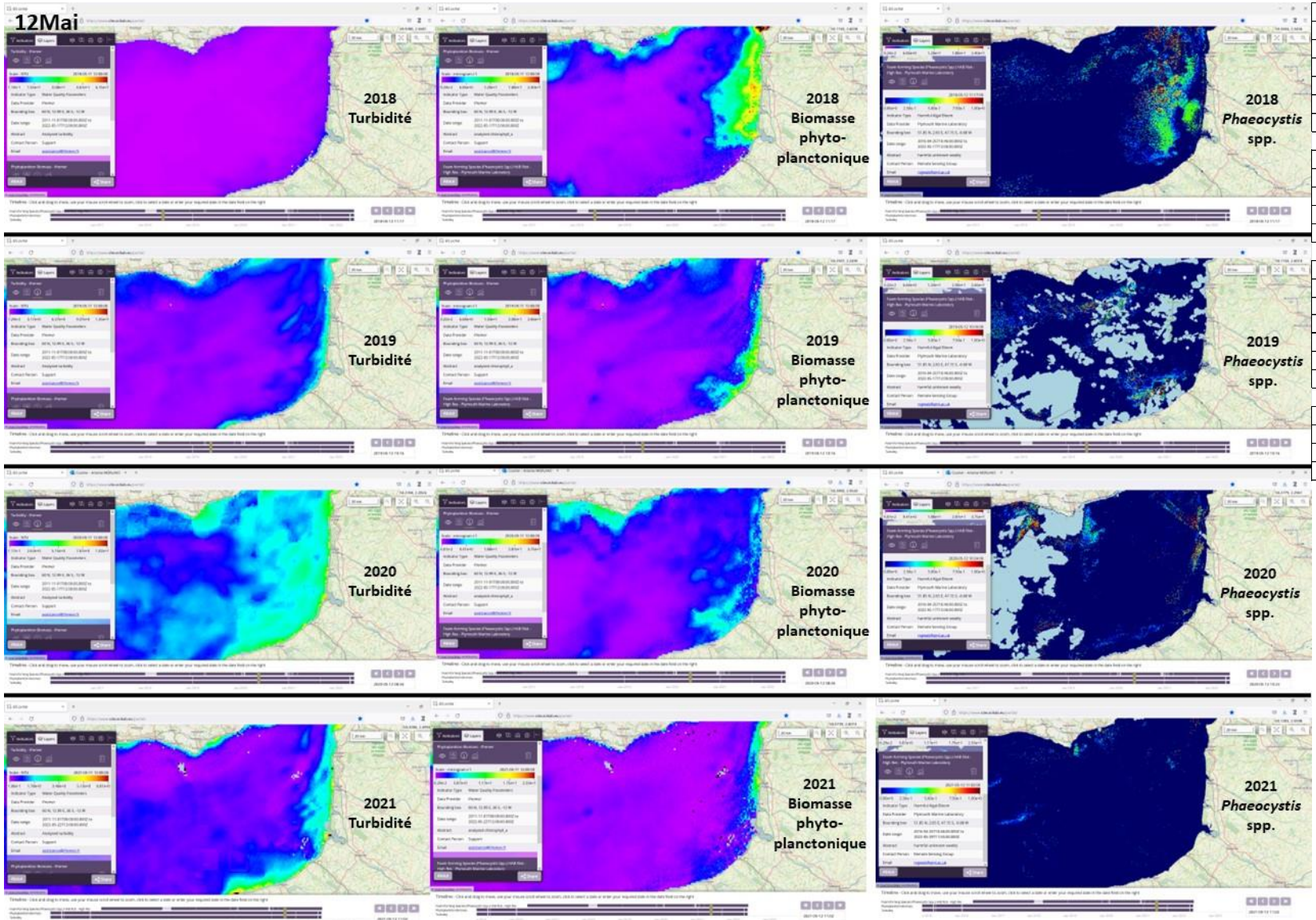




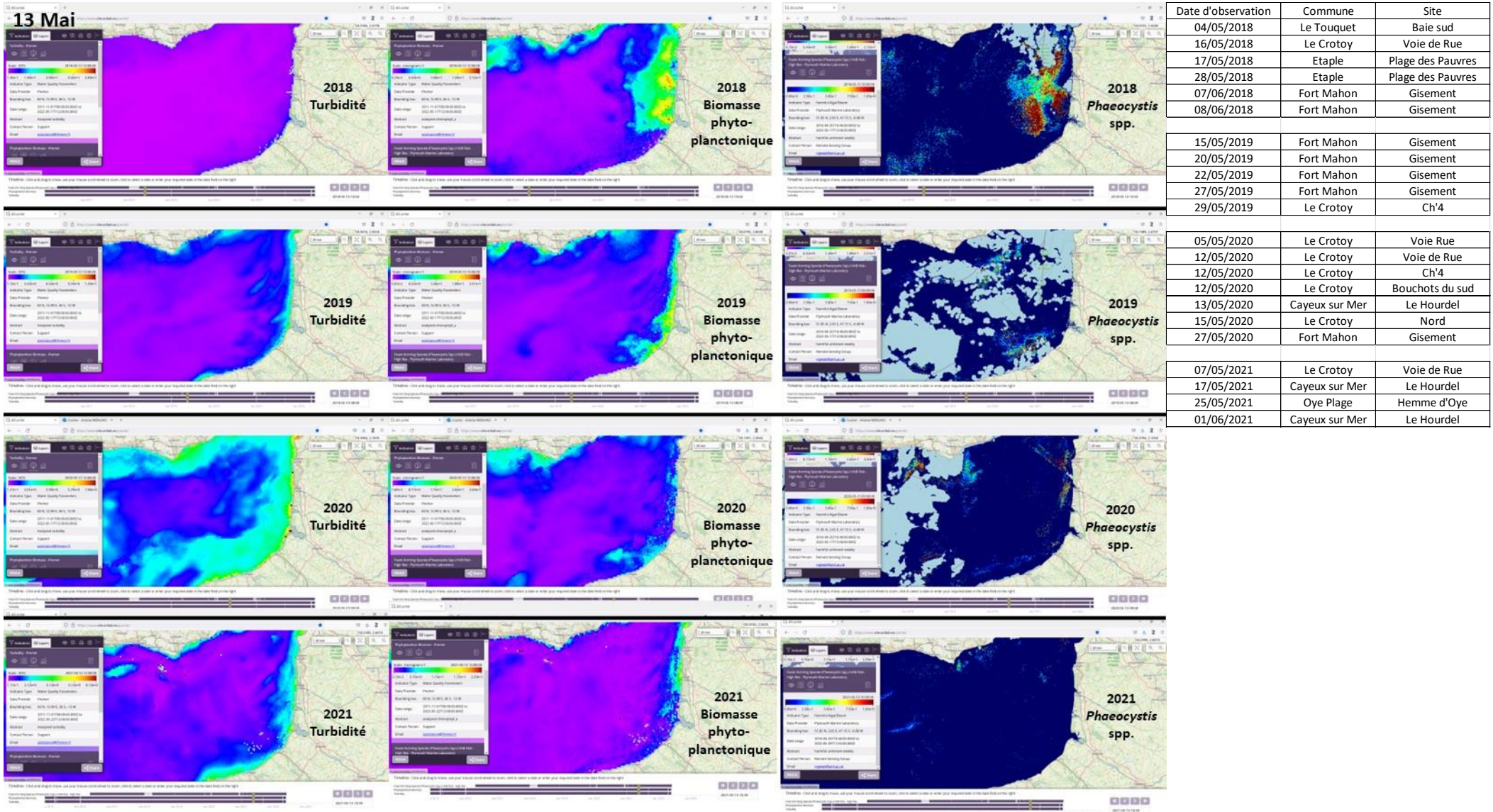
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



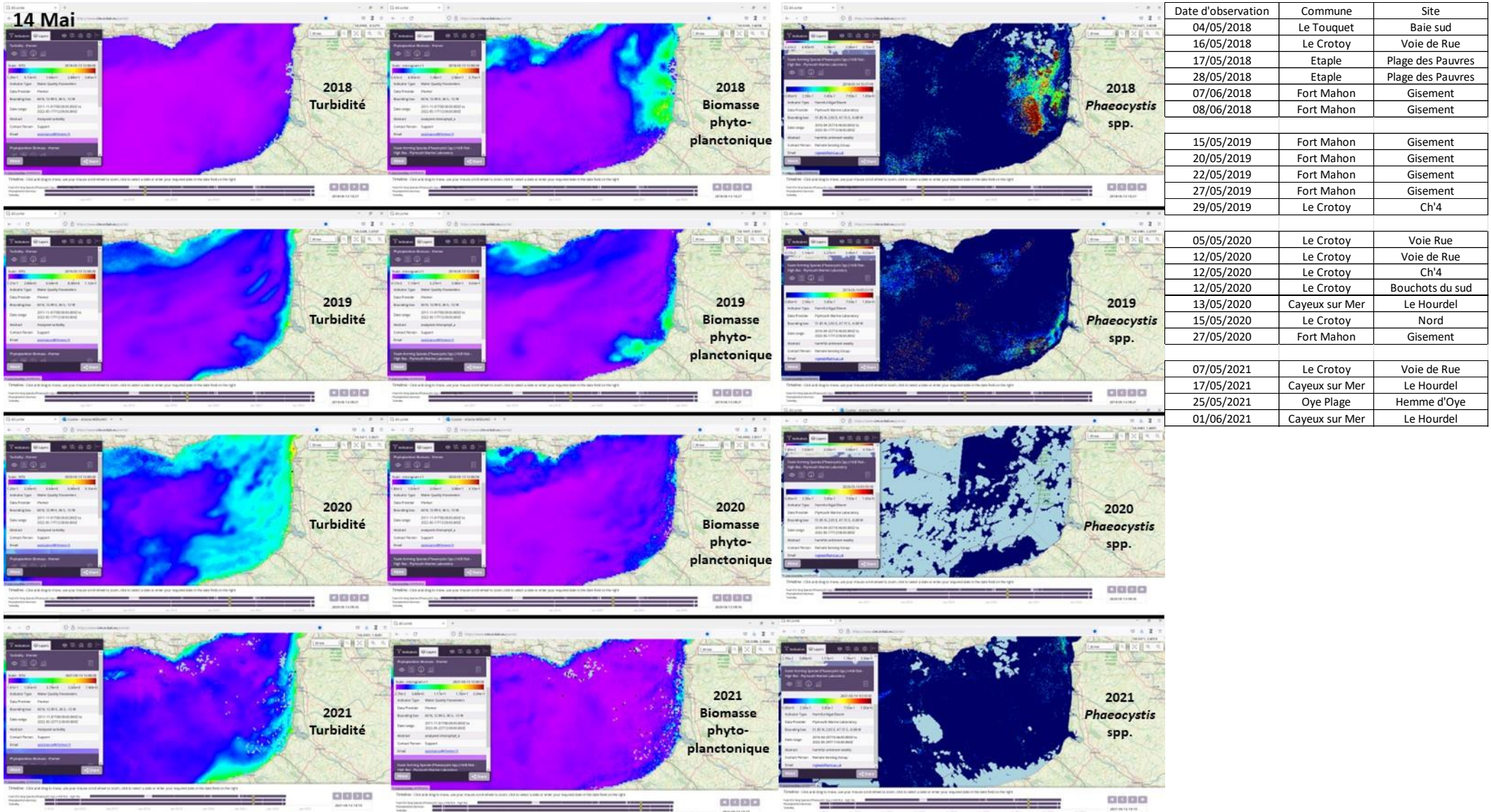
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



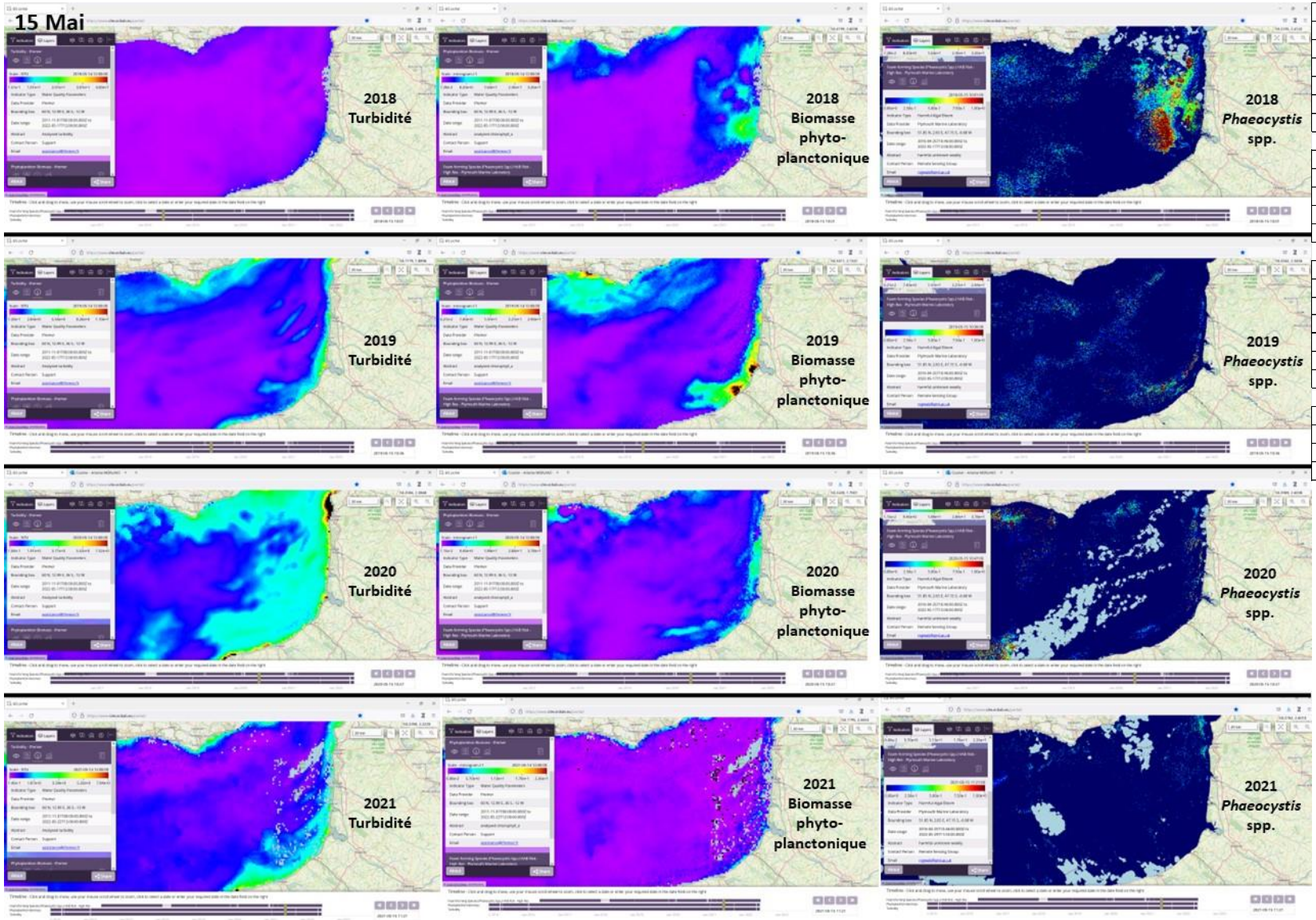
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



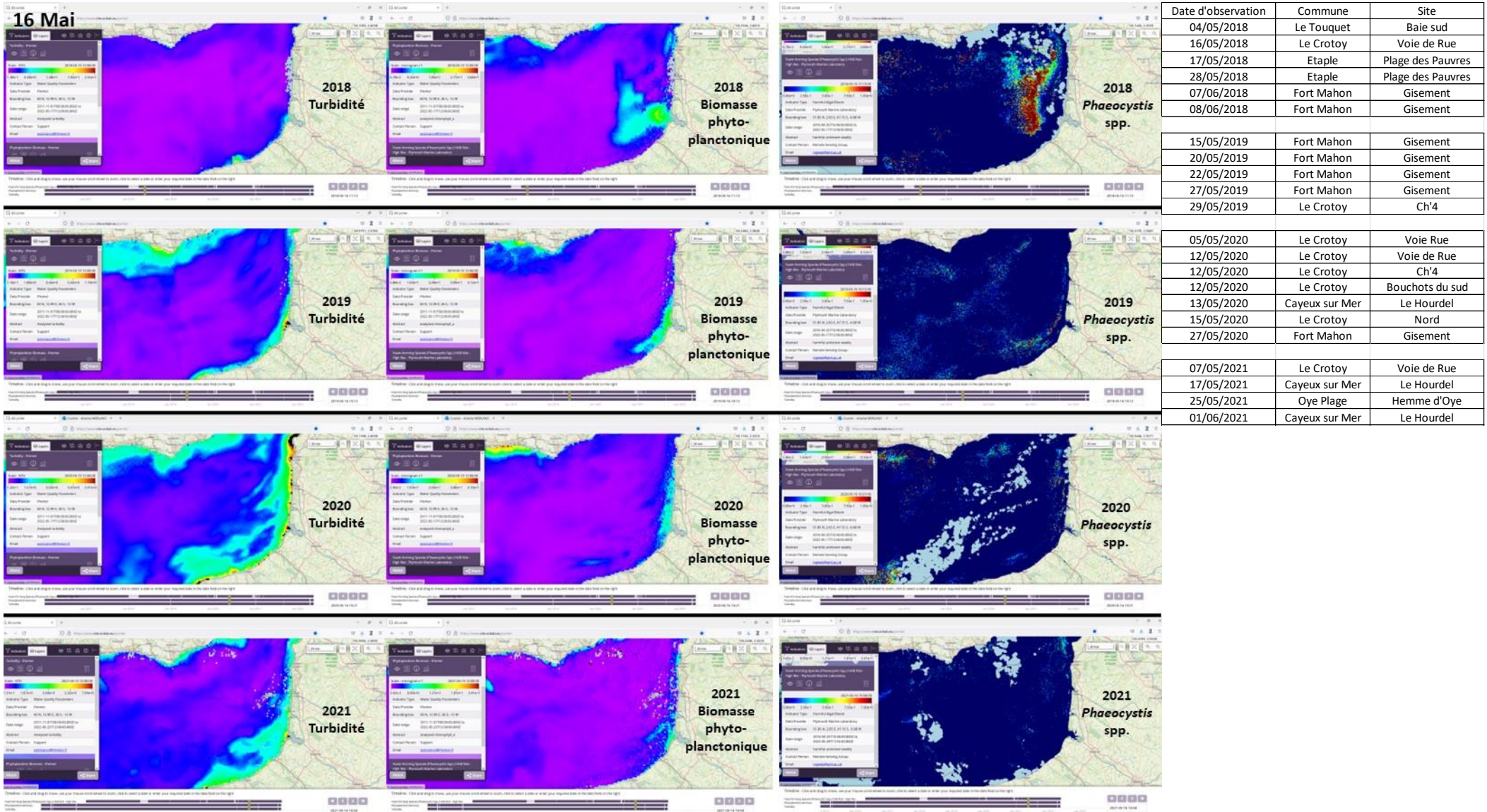
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

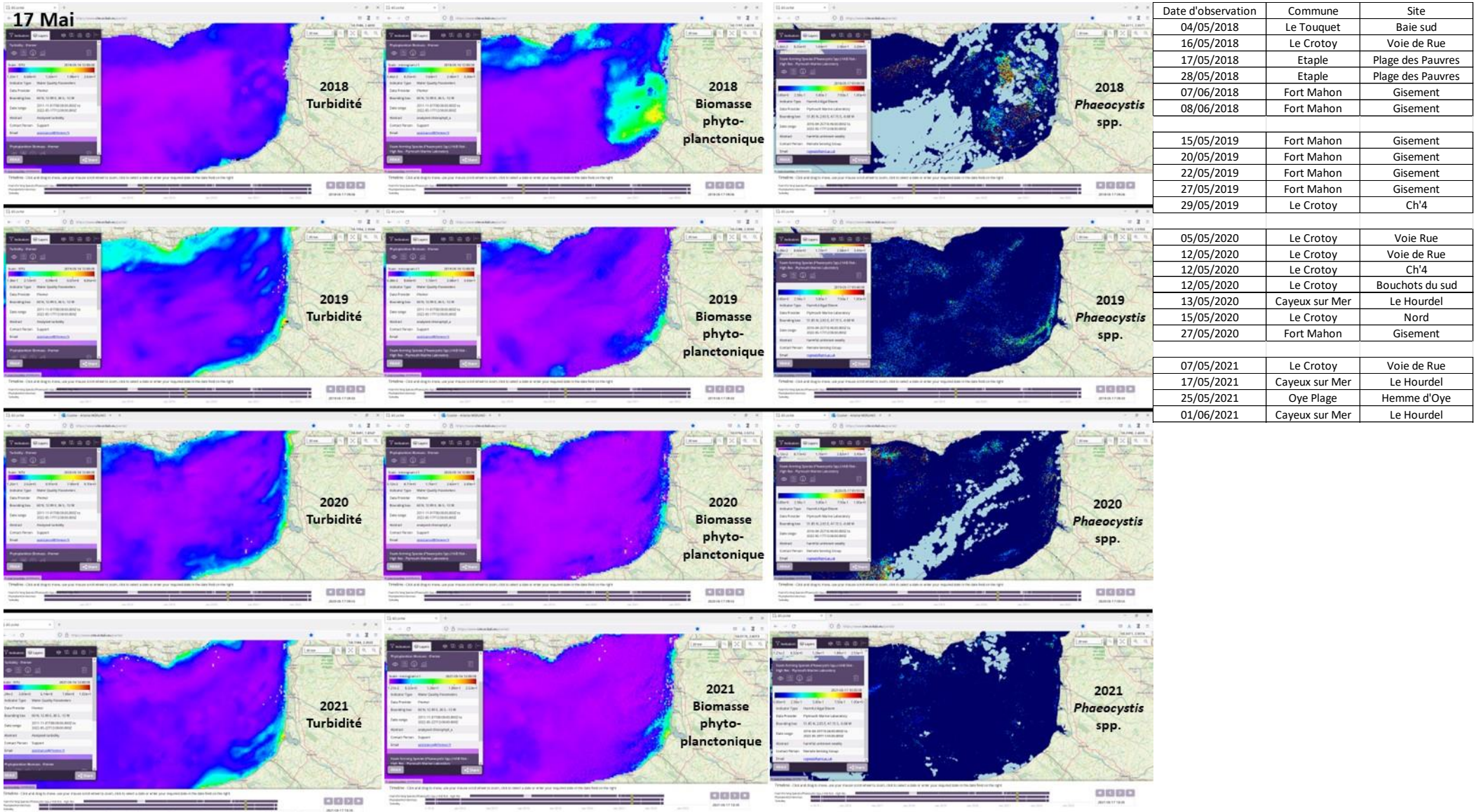


Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

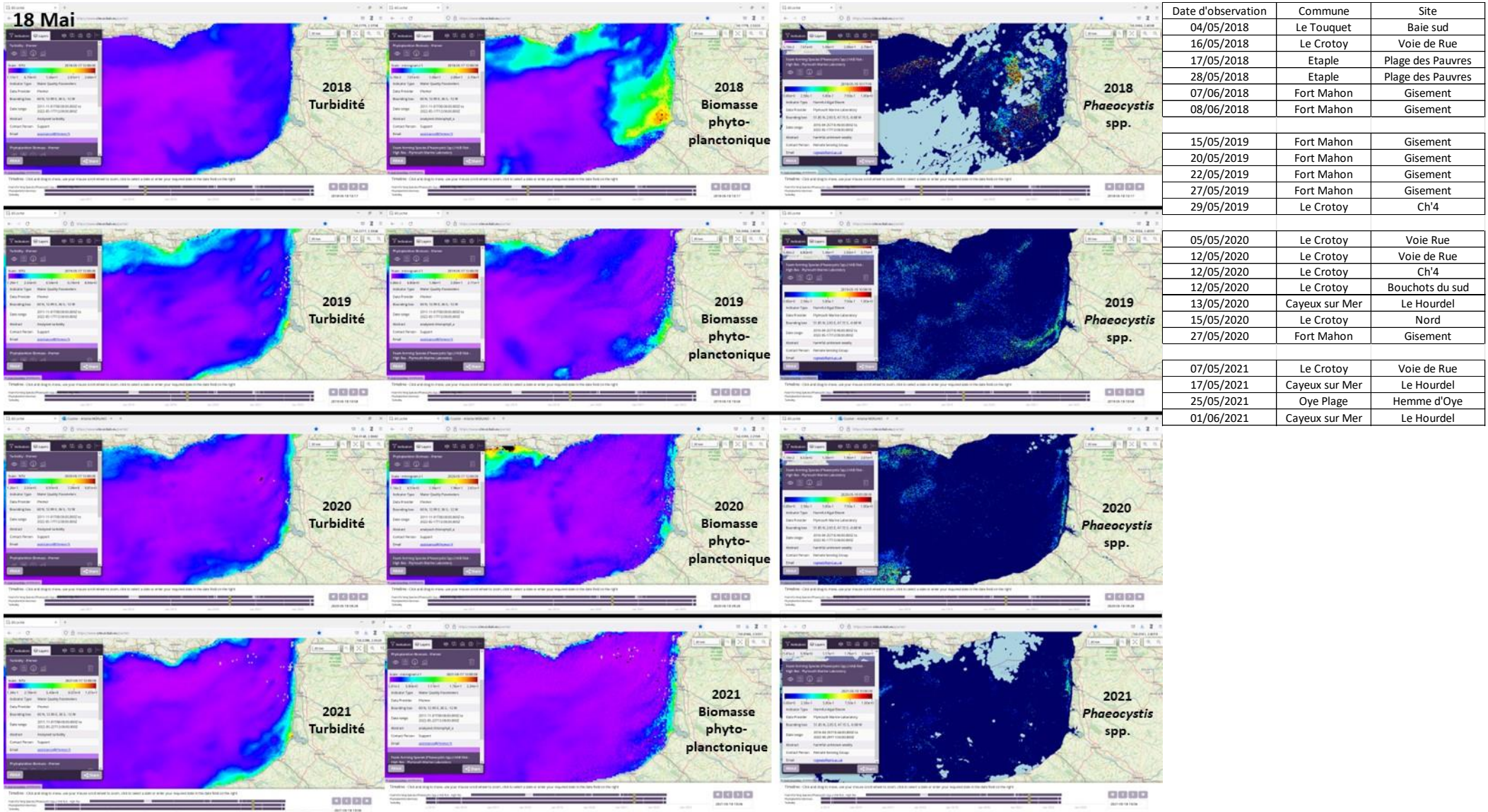


Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

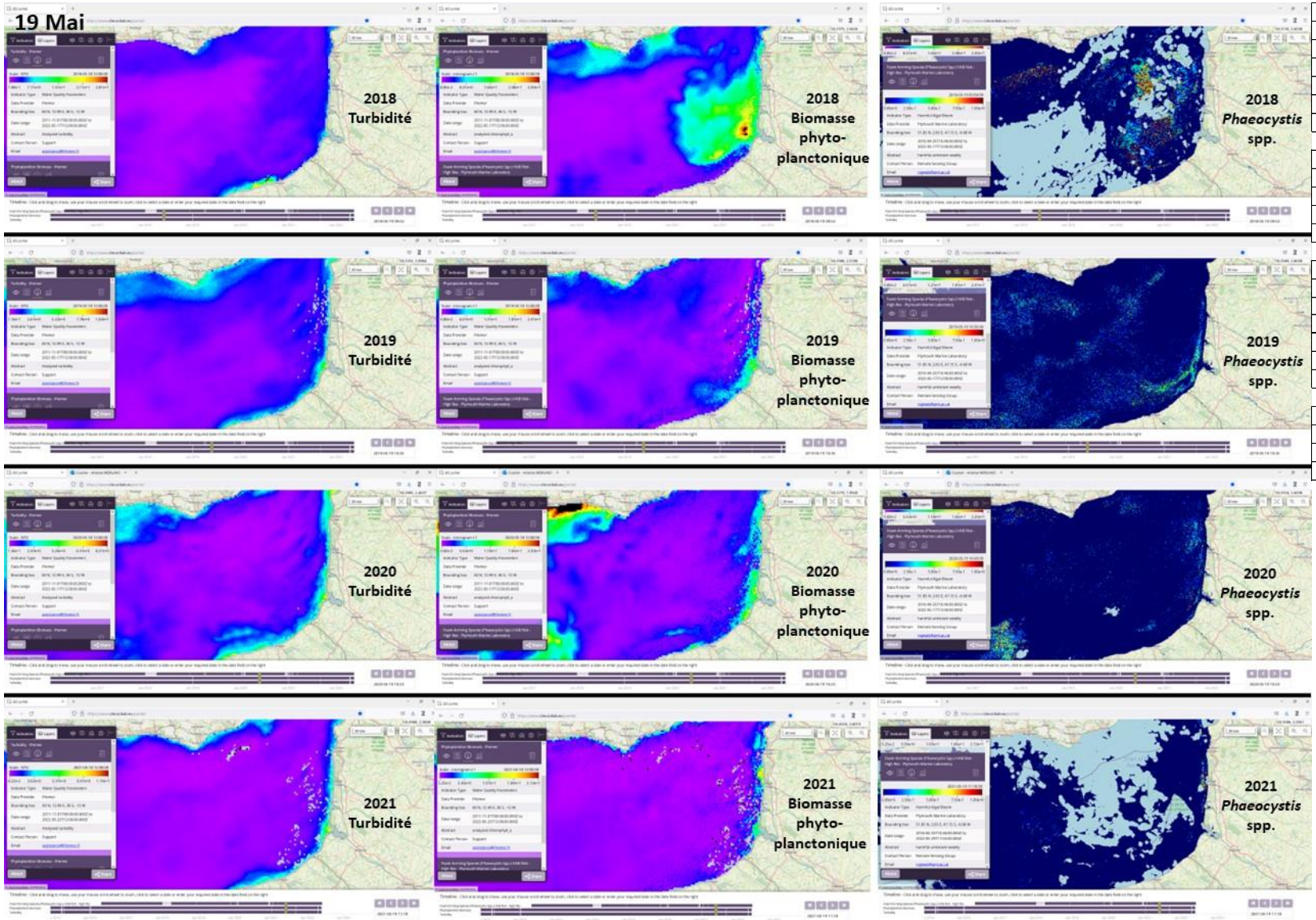




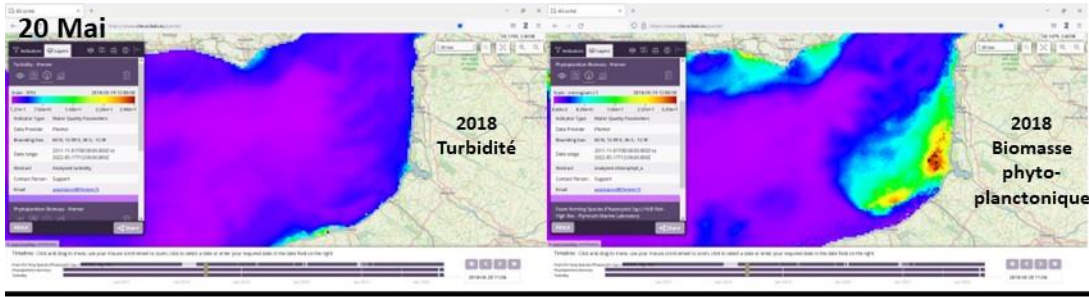
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement

15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4

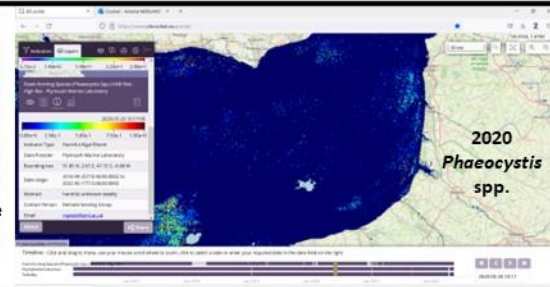
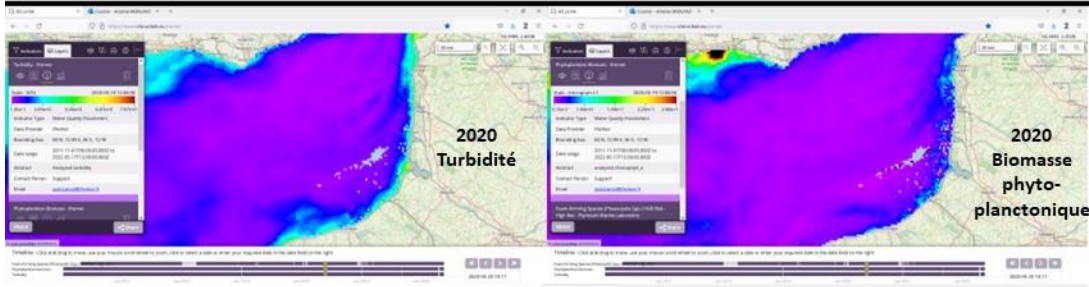
2019
Turbidité

2019
Biomasse
phyto-
planctonique

2019
Phaeocystis
spp.

05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement

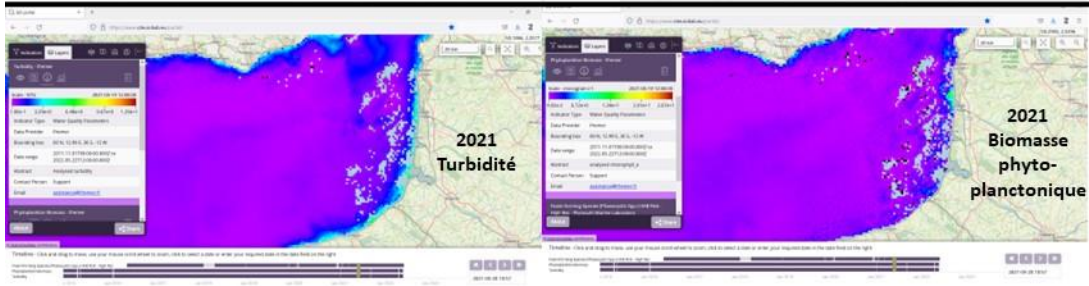
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

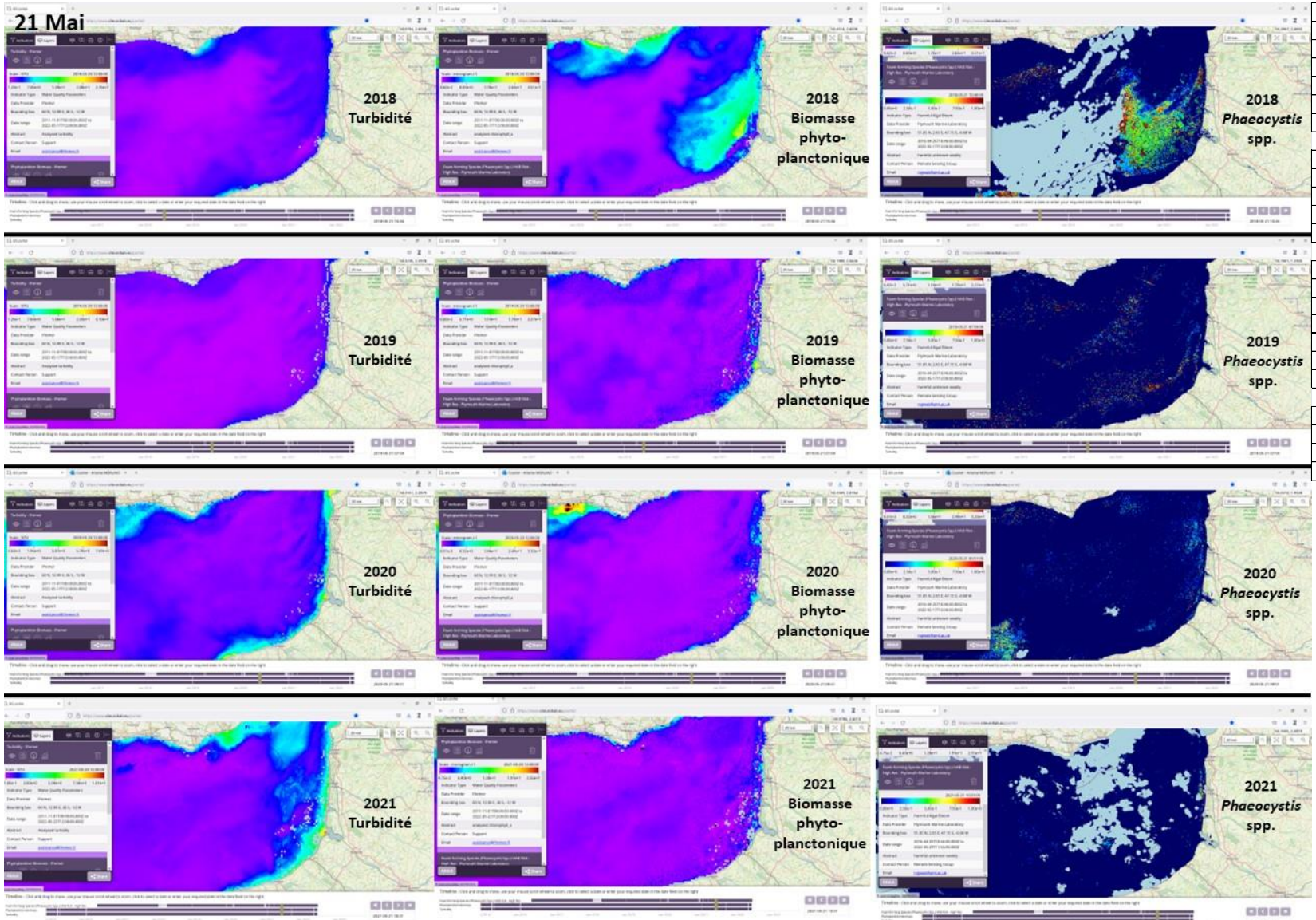


2021
Turbidité

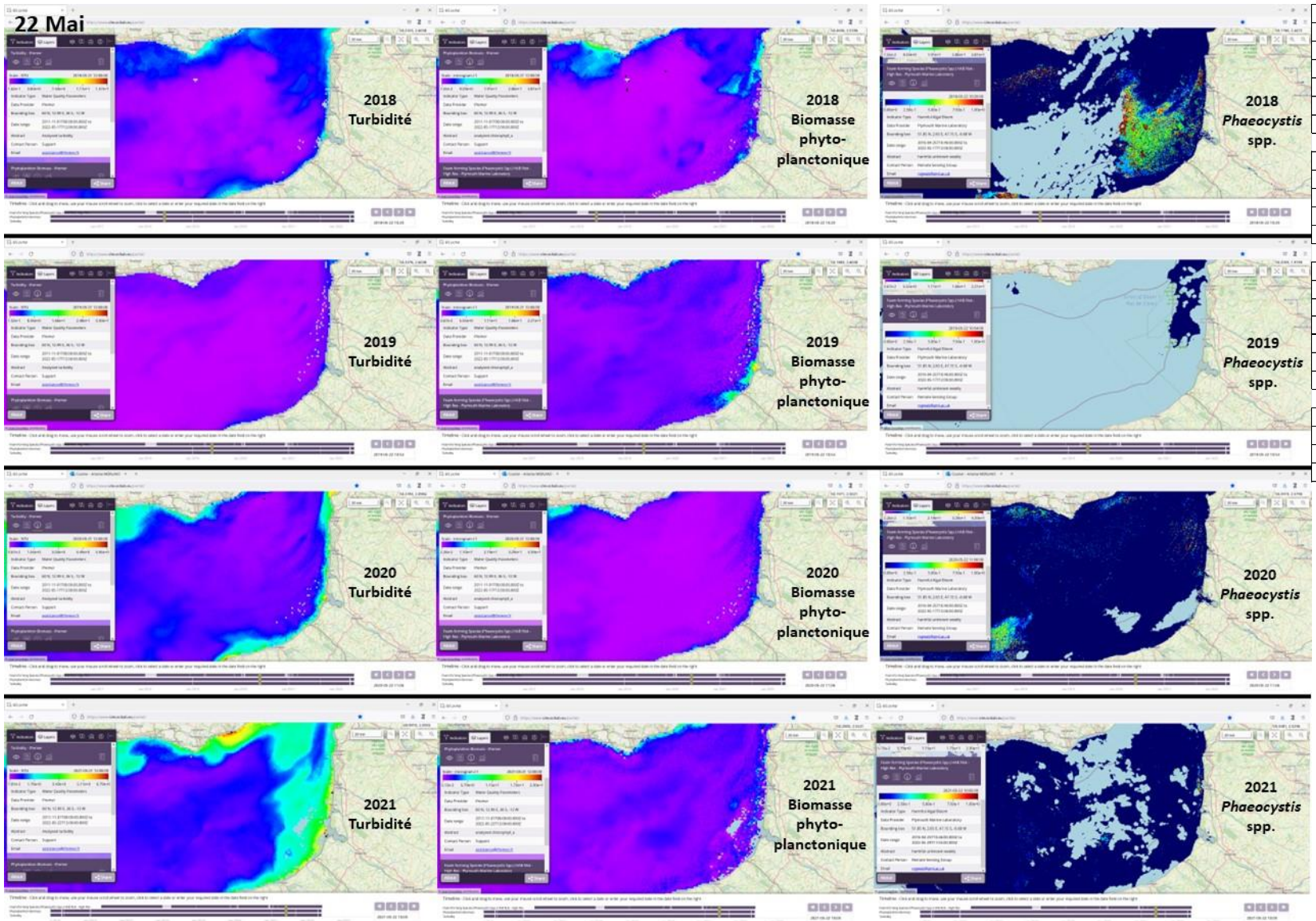
2021
Biomasse
phyto-
planctonique

2021
Phaeocystis
spp.

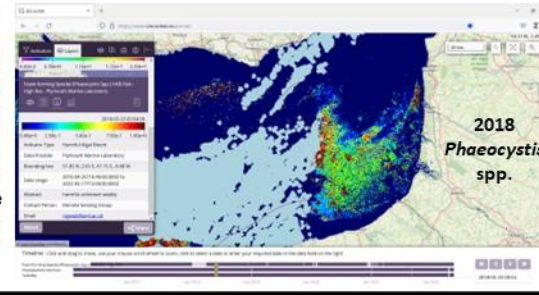
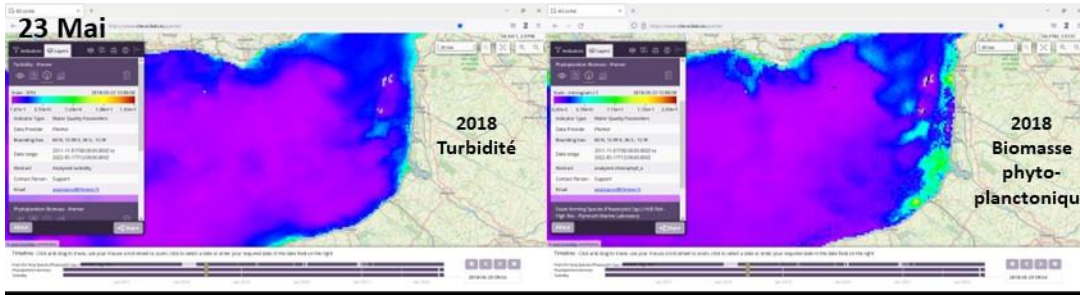




Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement

15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4

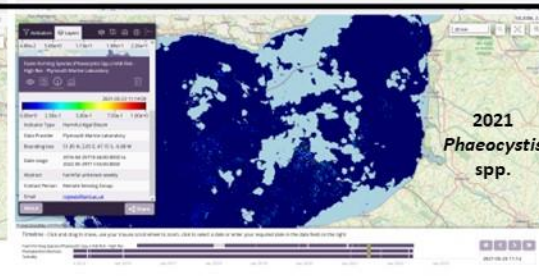
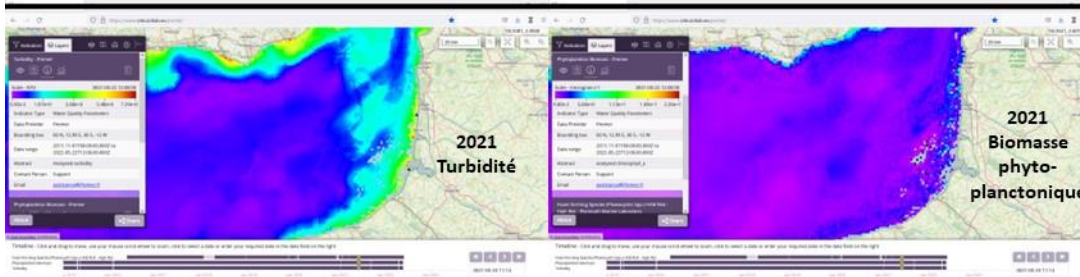
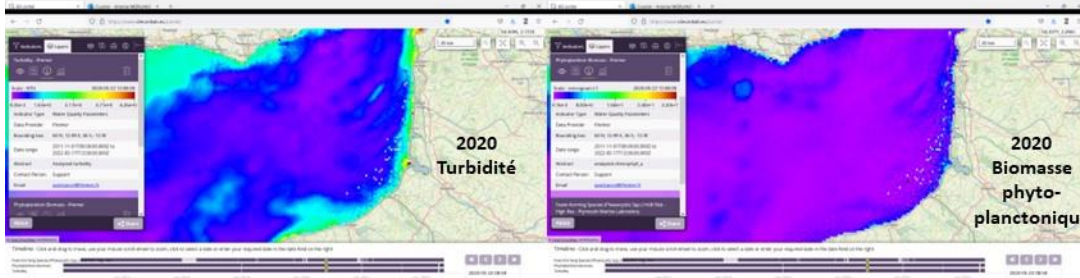
2019
Turbidité

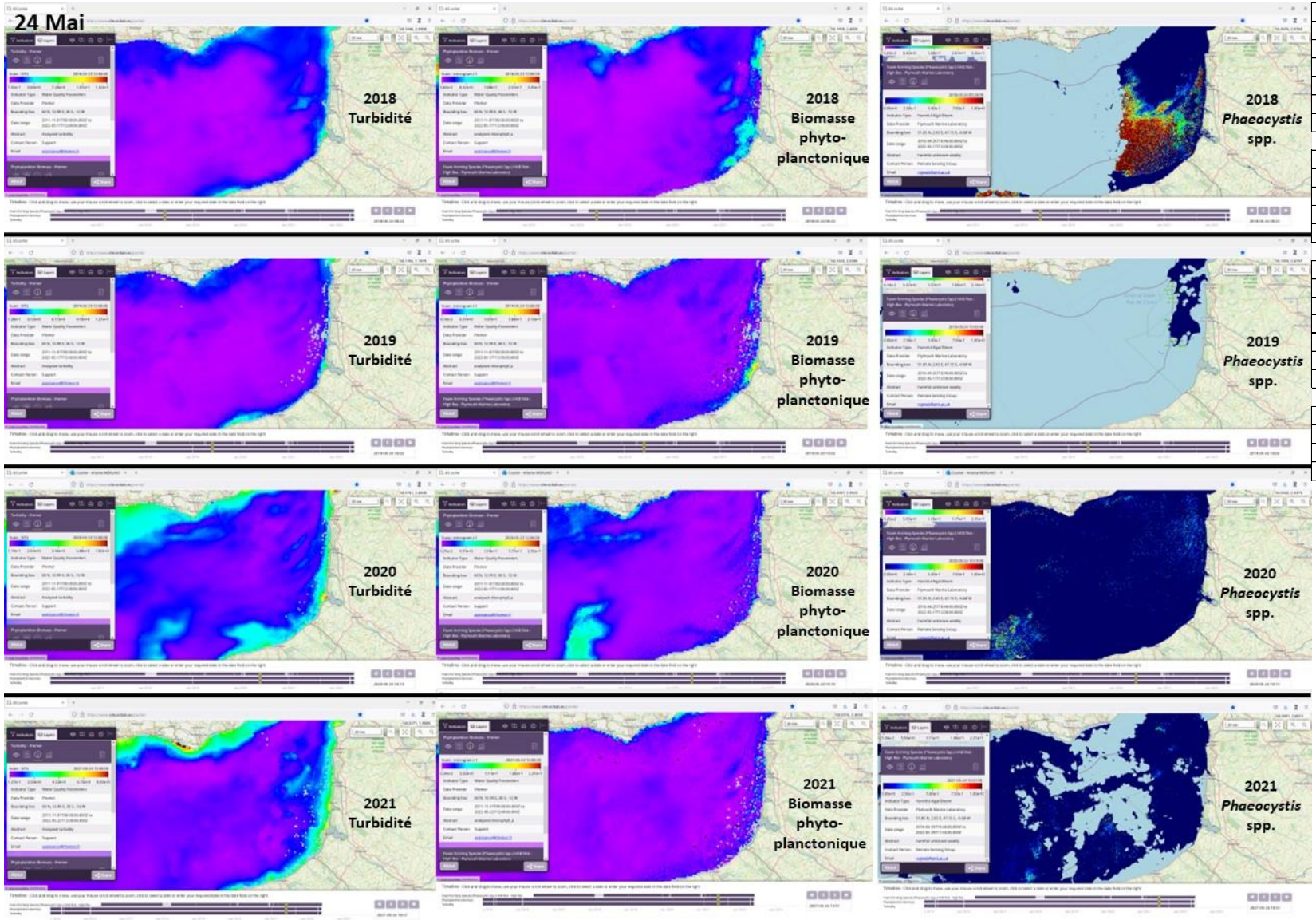
2019
Biomasse
phyto-
planctonique

2019
Phaeocystis
spp.

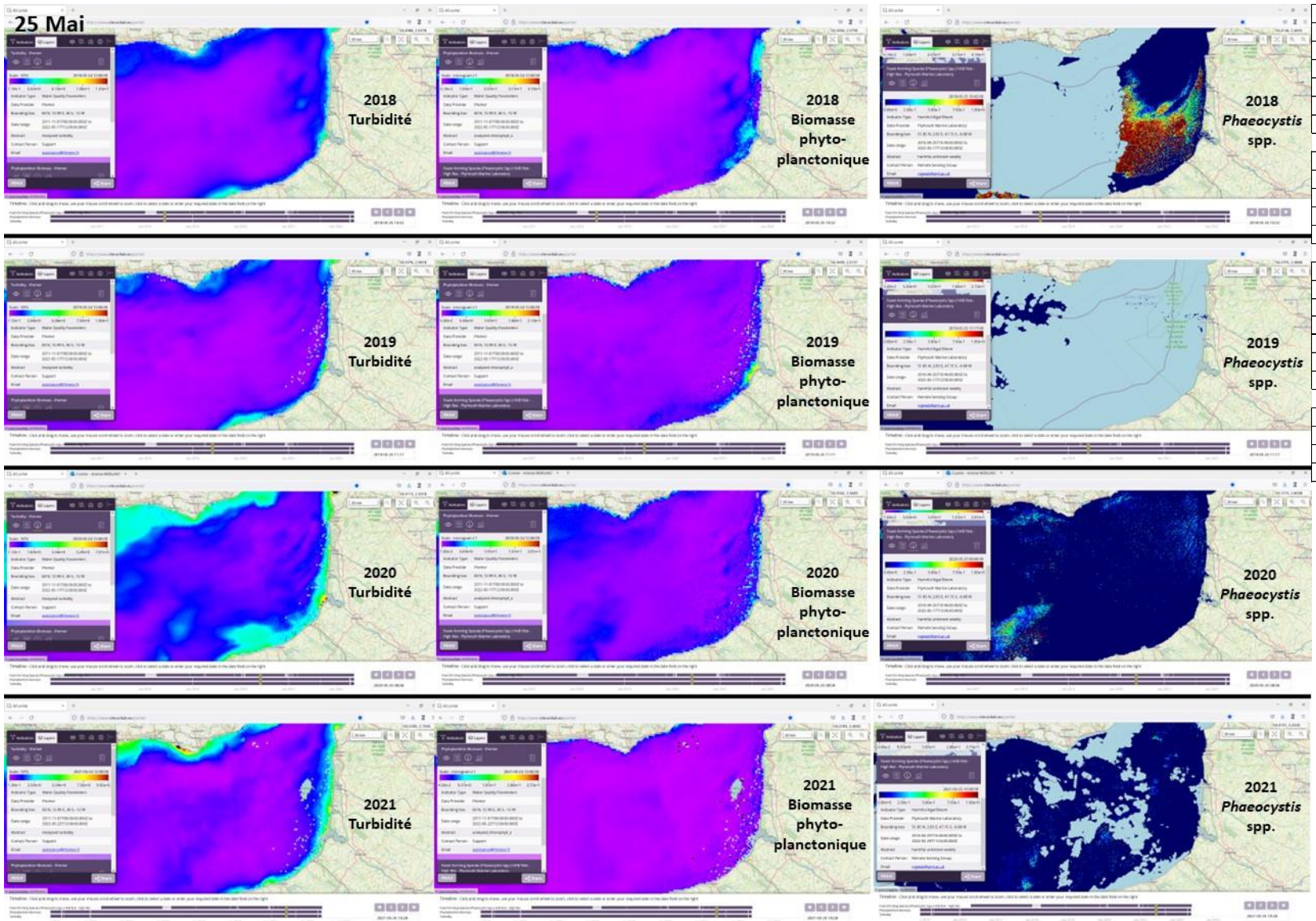
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement

07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

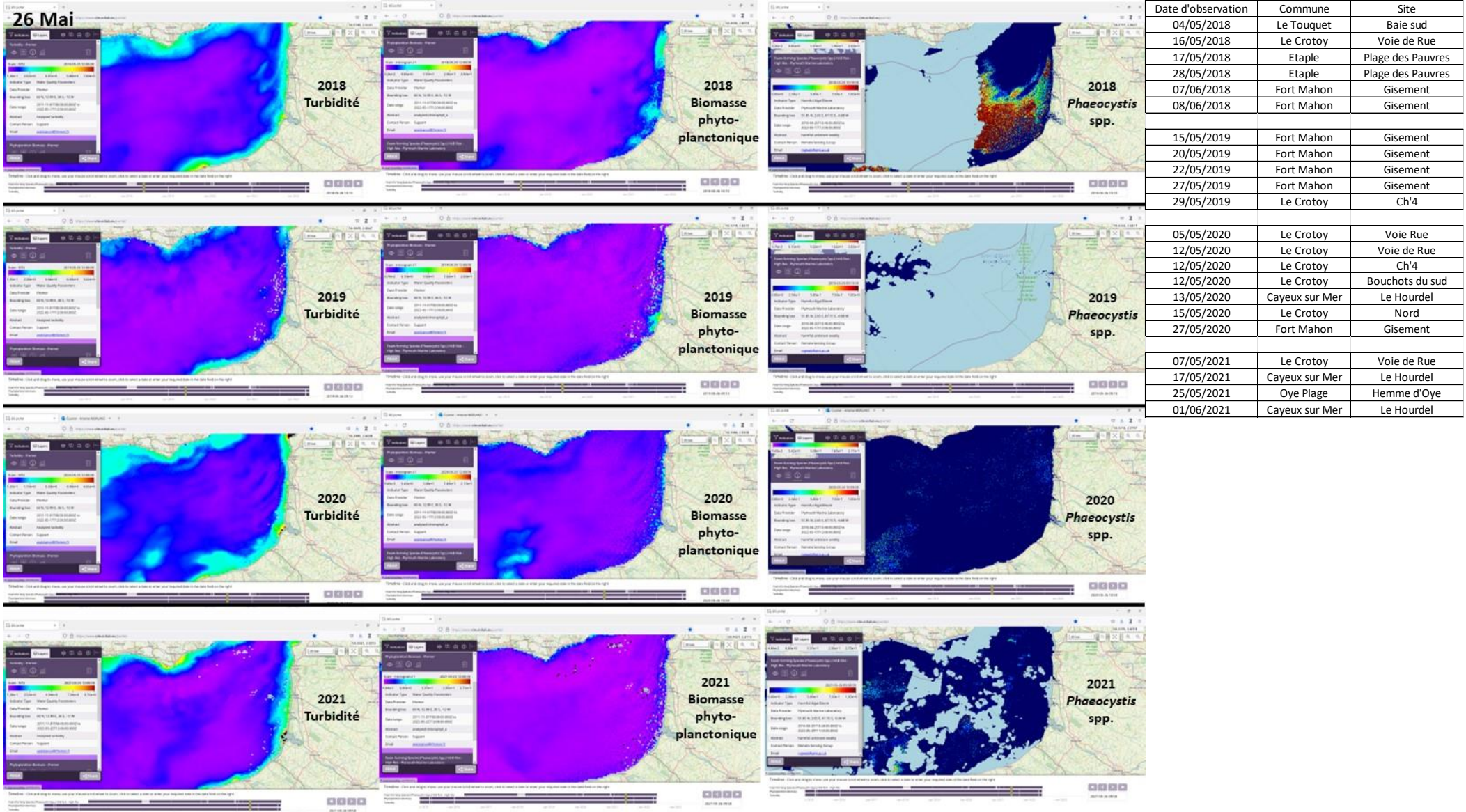




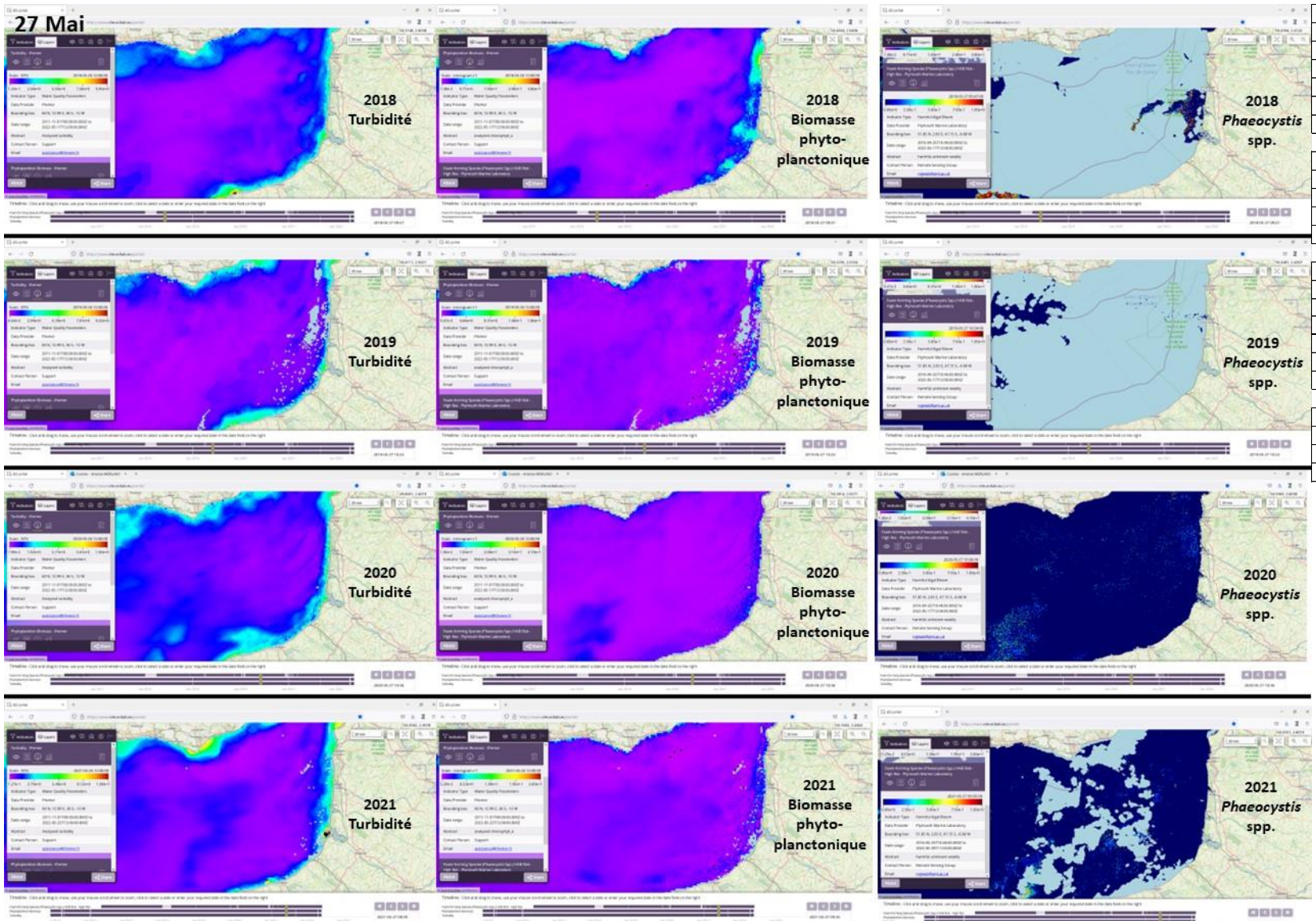
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



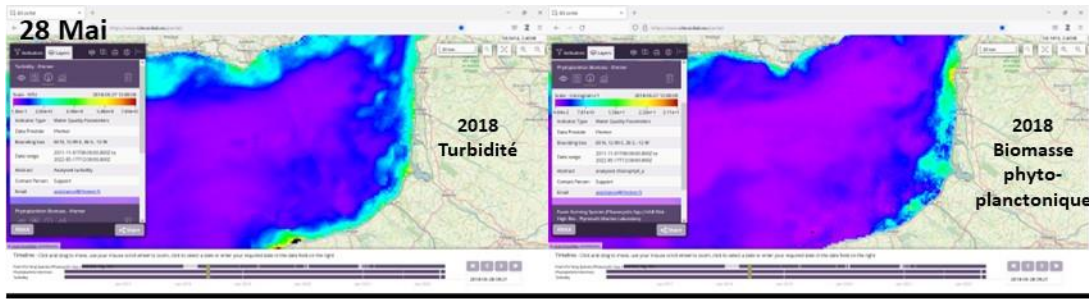
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement

15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4

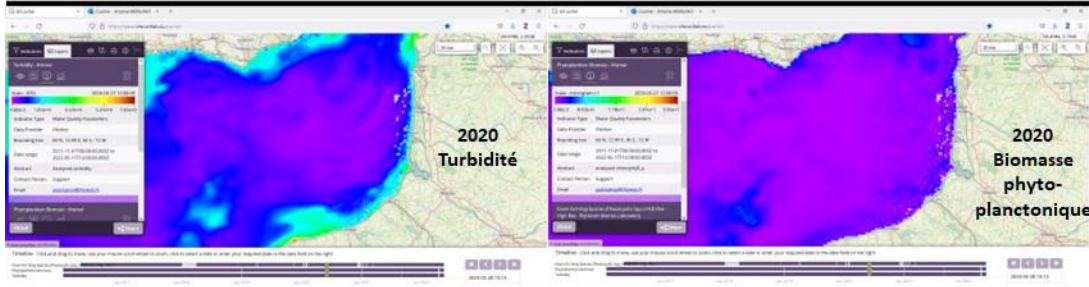
2019
Turbidité

2019
Biomasse
phyto-
planctonique

2019
Phaeocystis
spp.

05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement

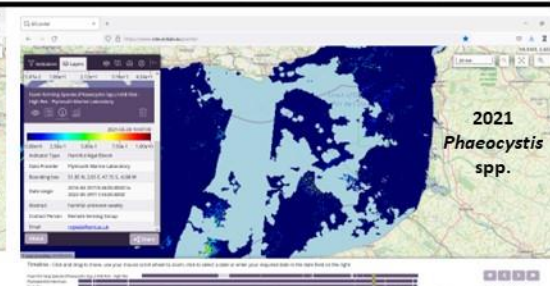
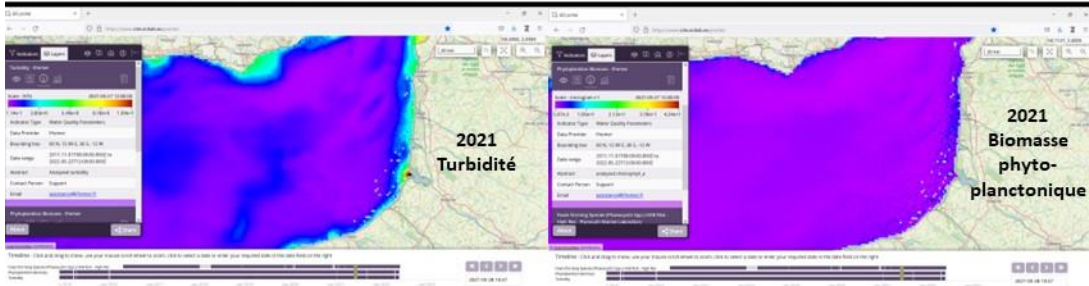
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

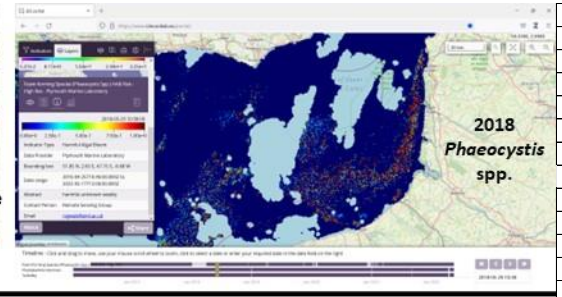
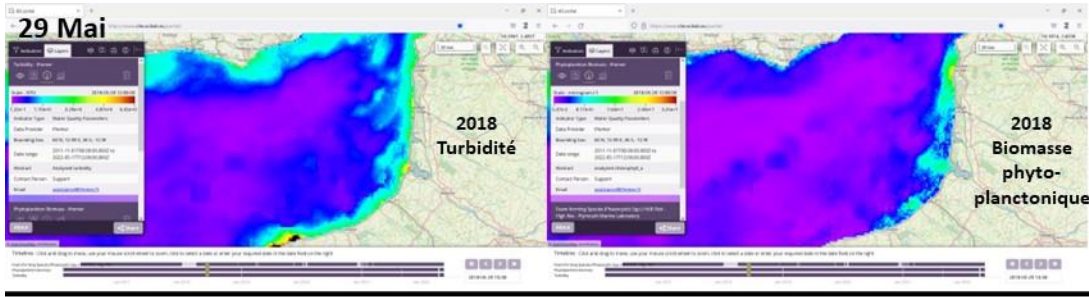


2021
Turbidité

2021
Biomasse
phyto-
planctonique

2021
Phaeocystis
spp.





Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement

15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4

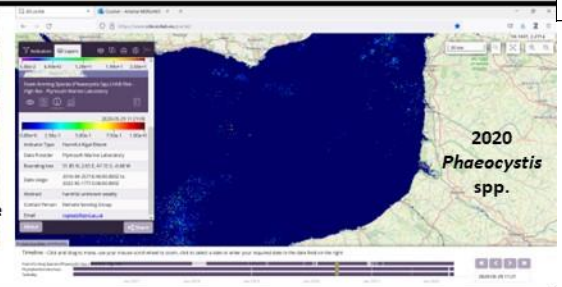
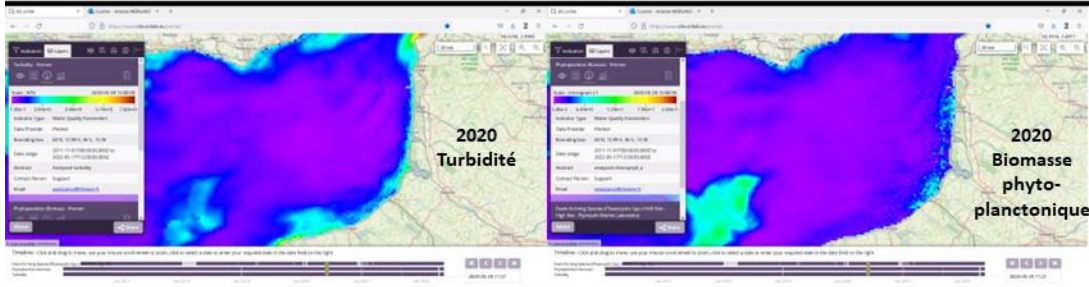
2019
Turbidité

2019
Biomasse
phyto-
planctonique

2019
Phaeocystis
spp.

05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement

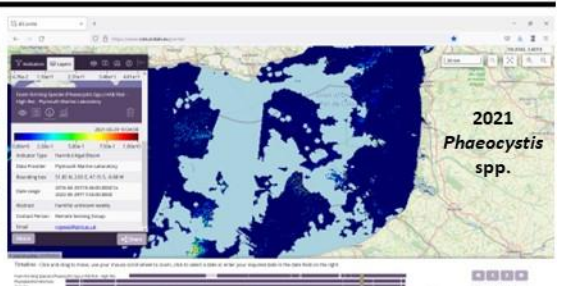
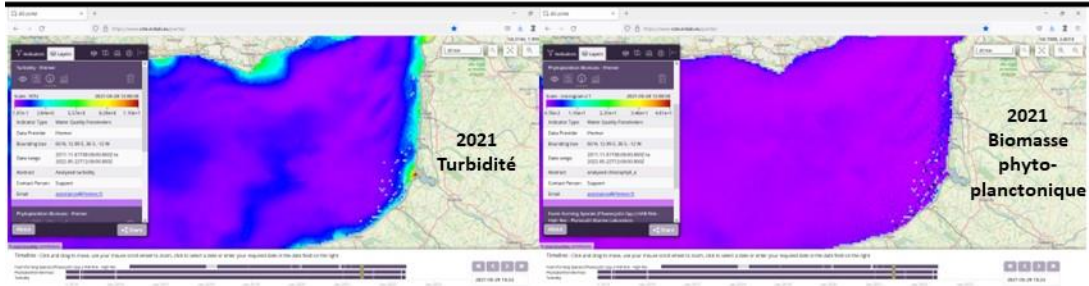
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

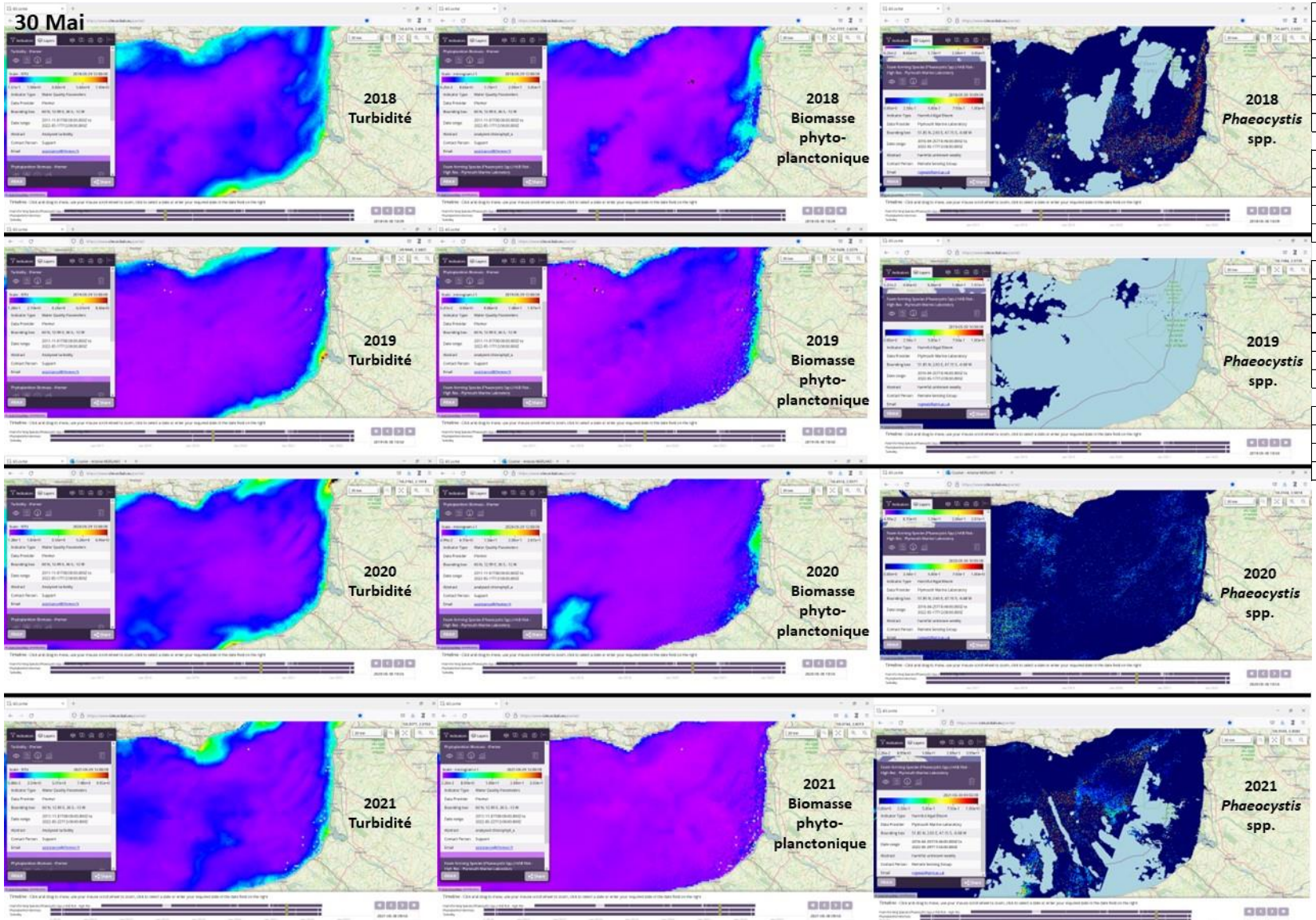


2021
Turbidité

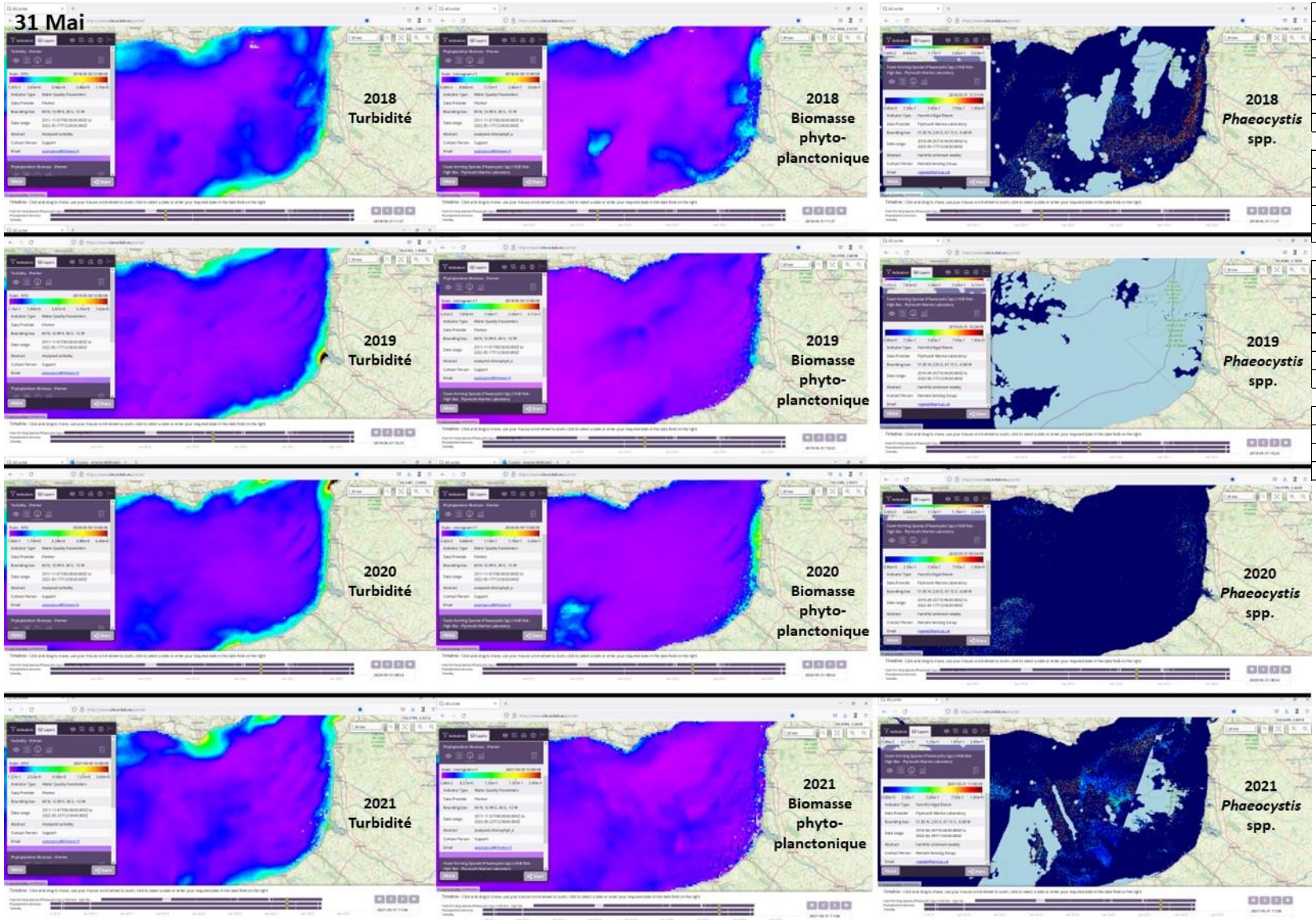
2021
Biomasse
phyto-
planctonique

2021
Phaeocystis
spp.

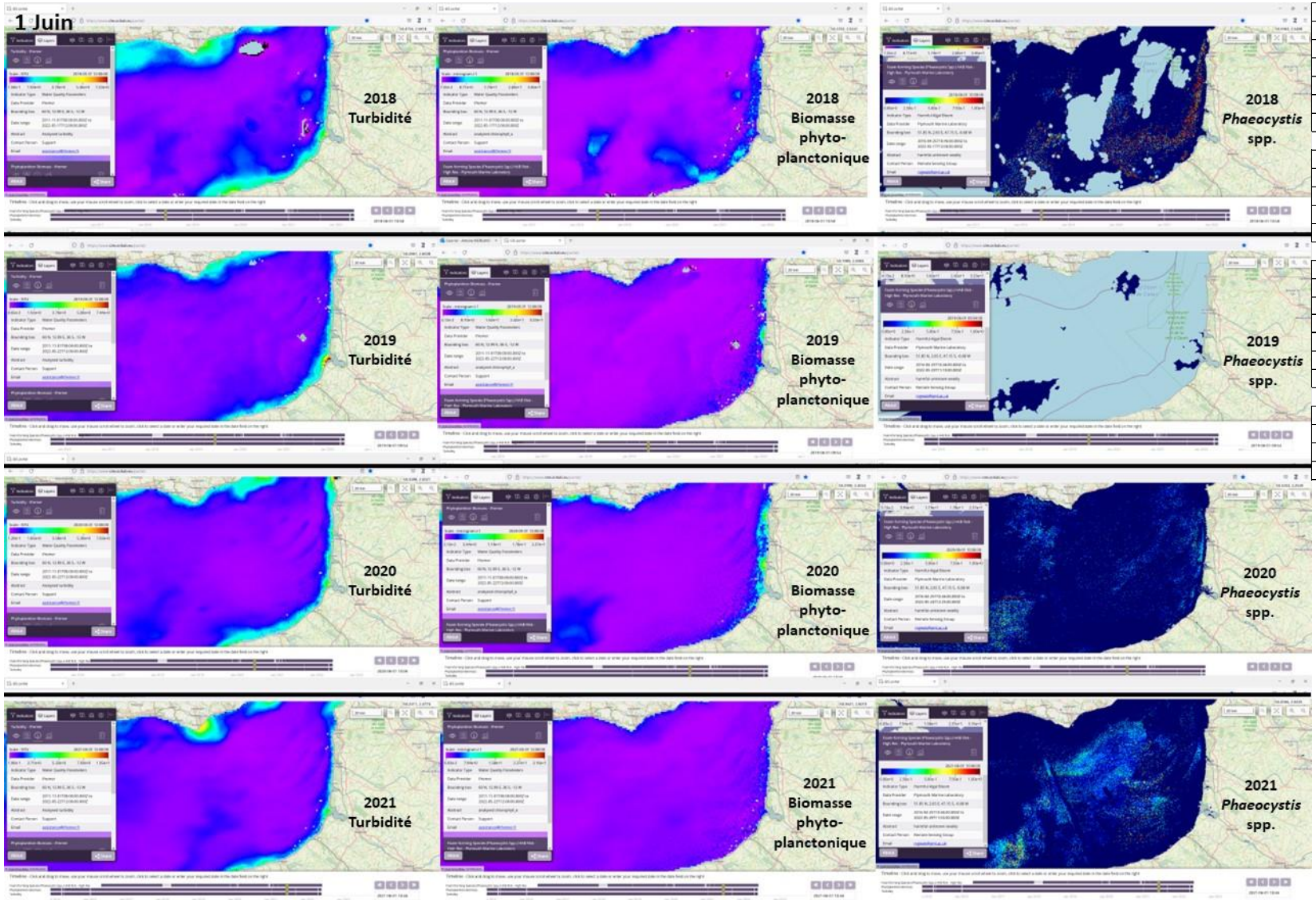




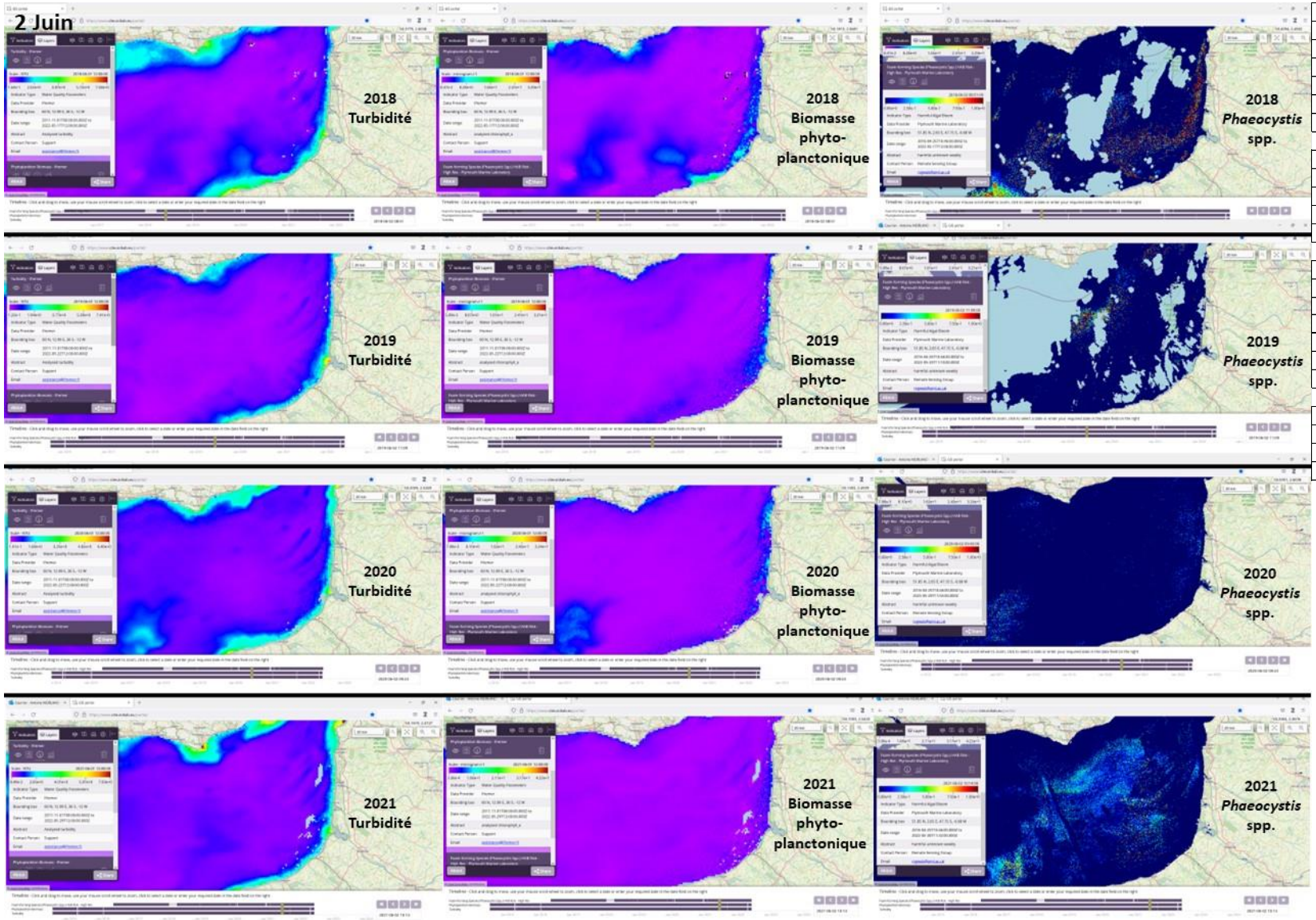
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



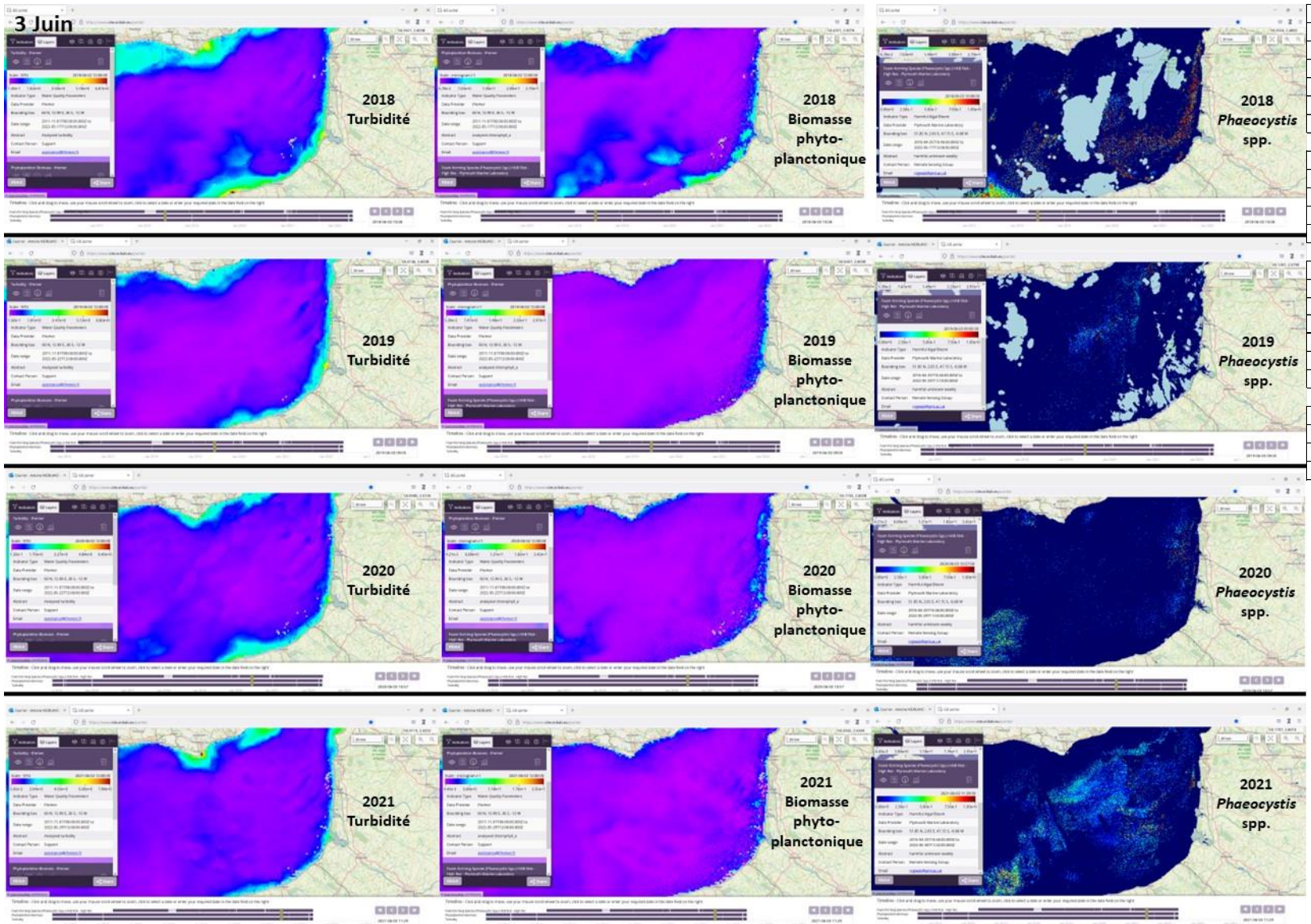
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



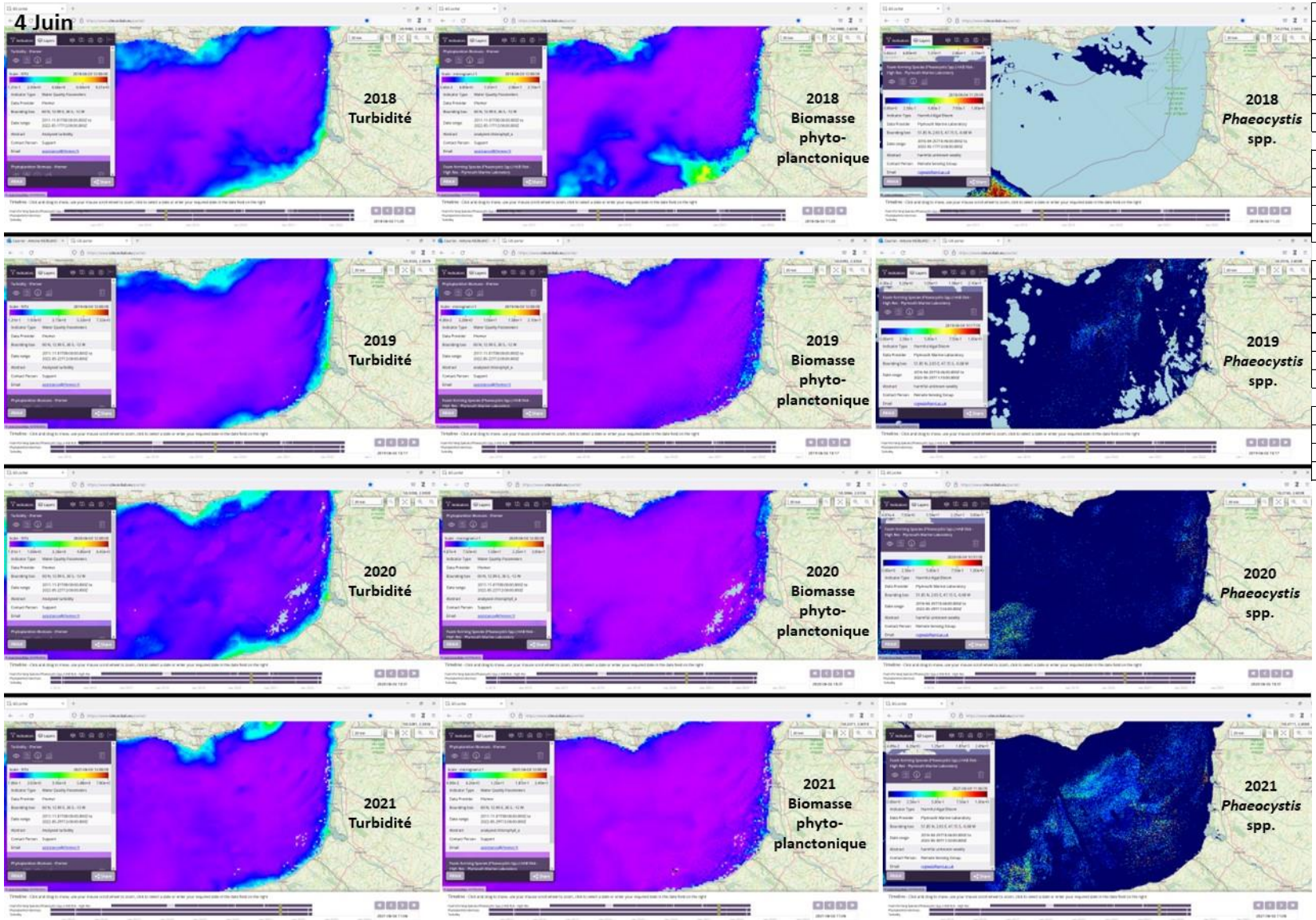
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



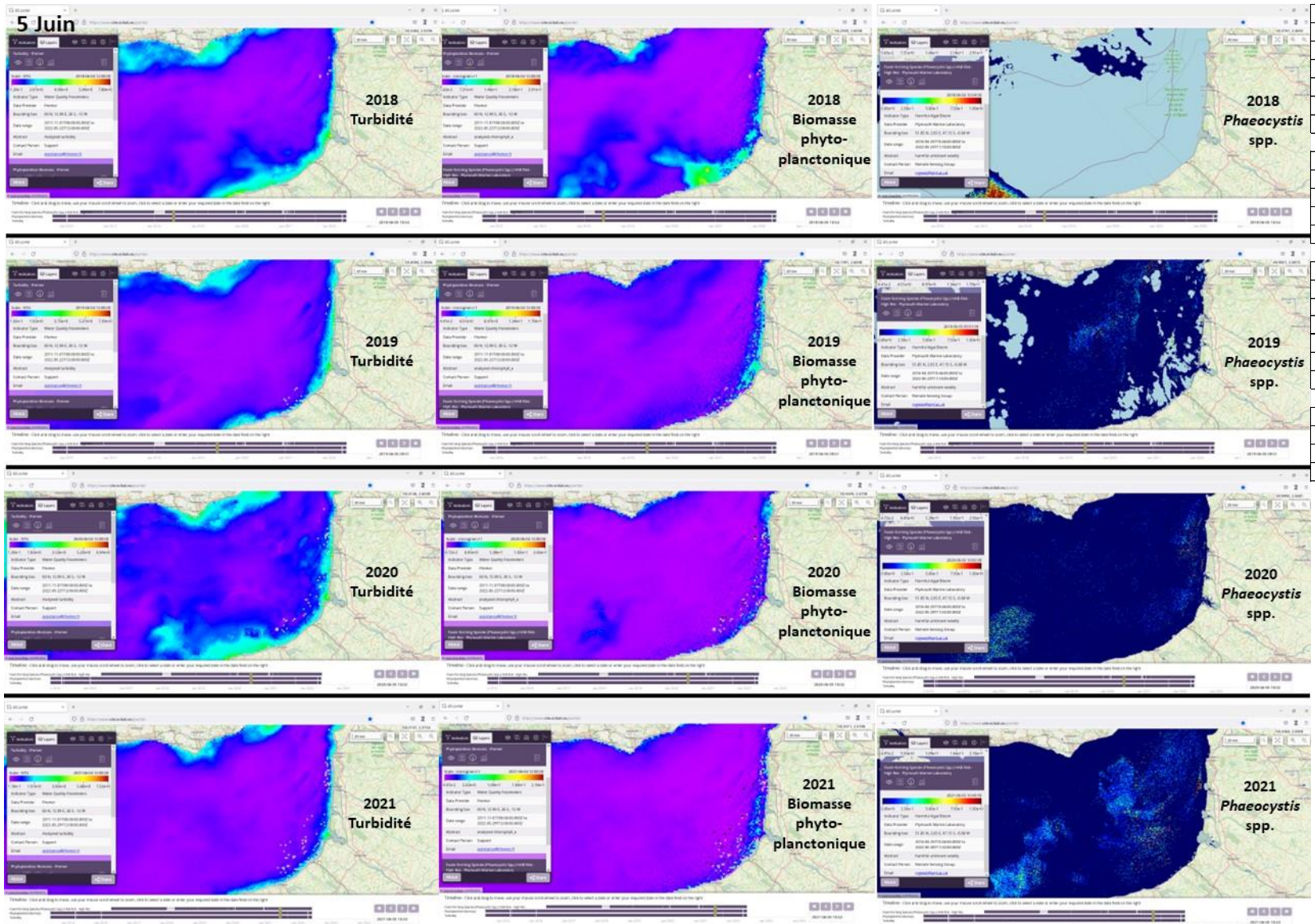
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



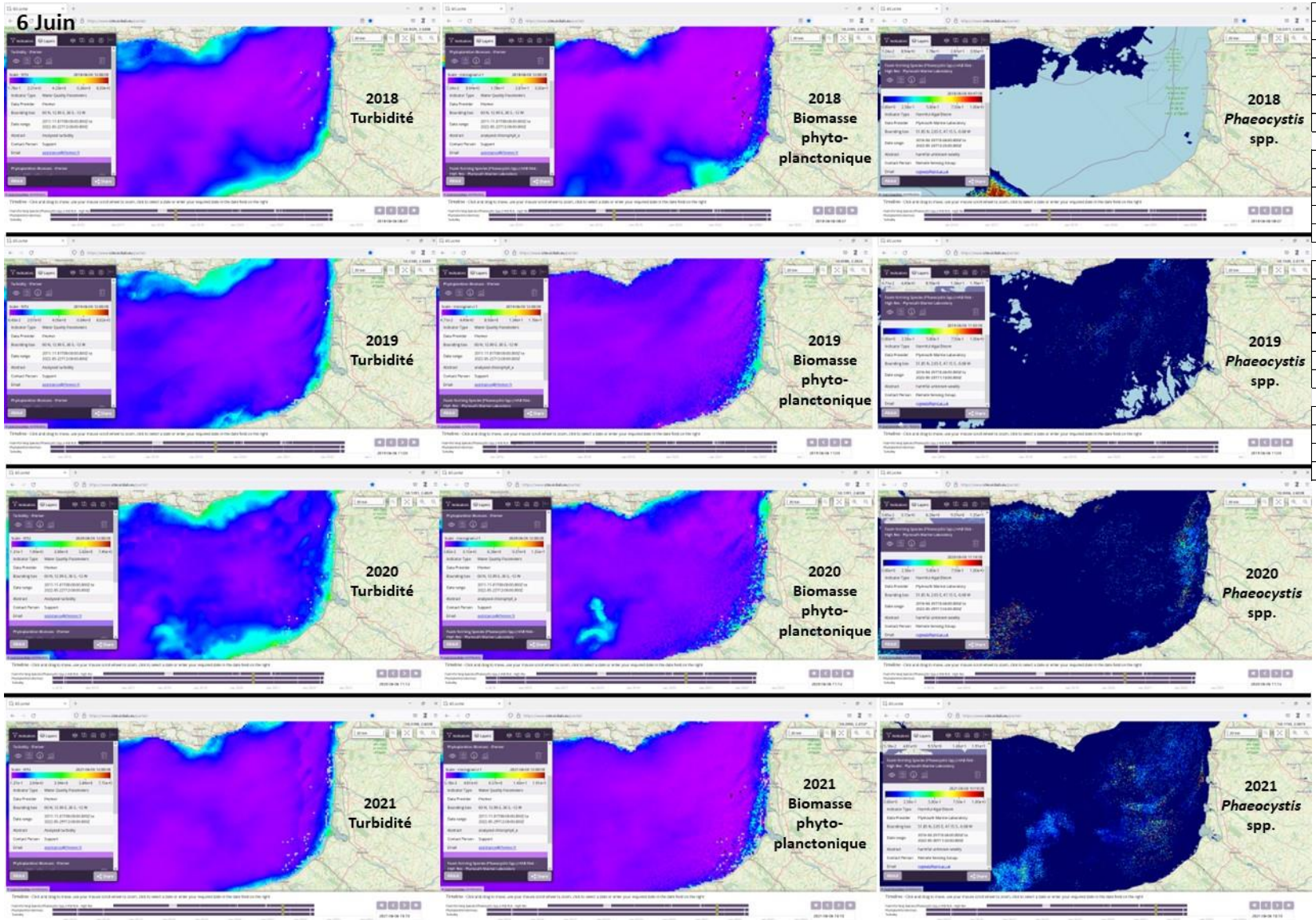
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



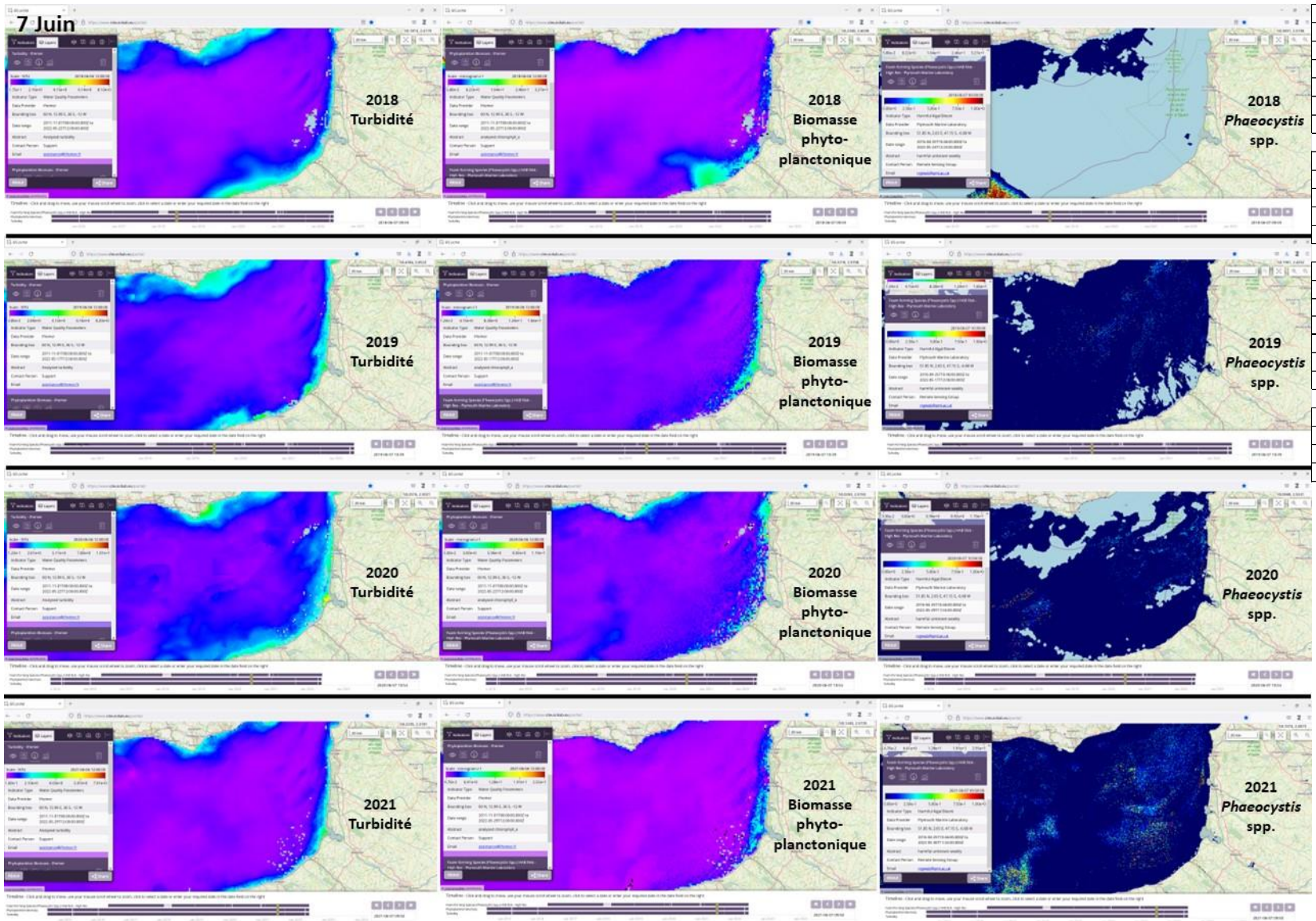
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



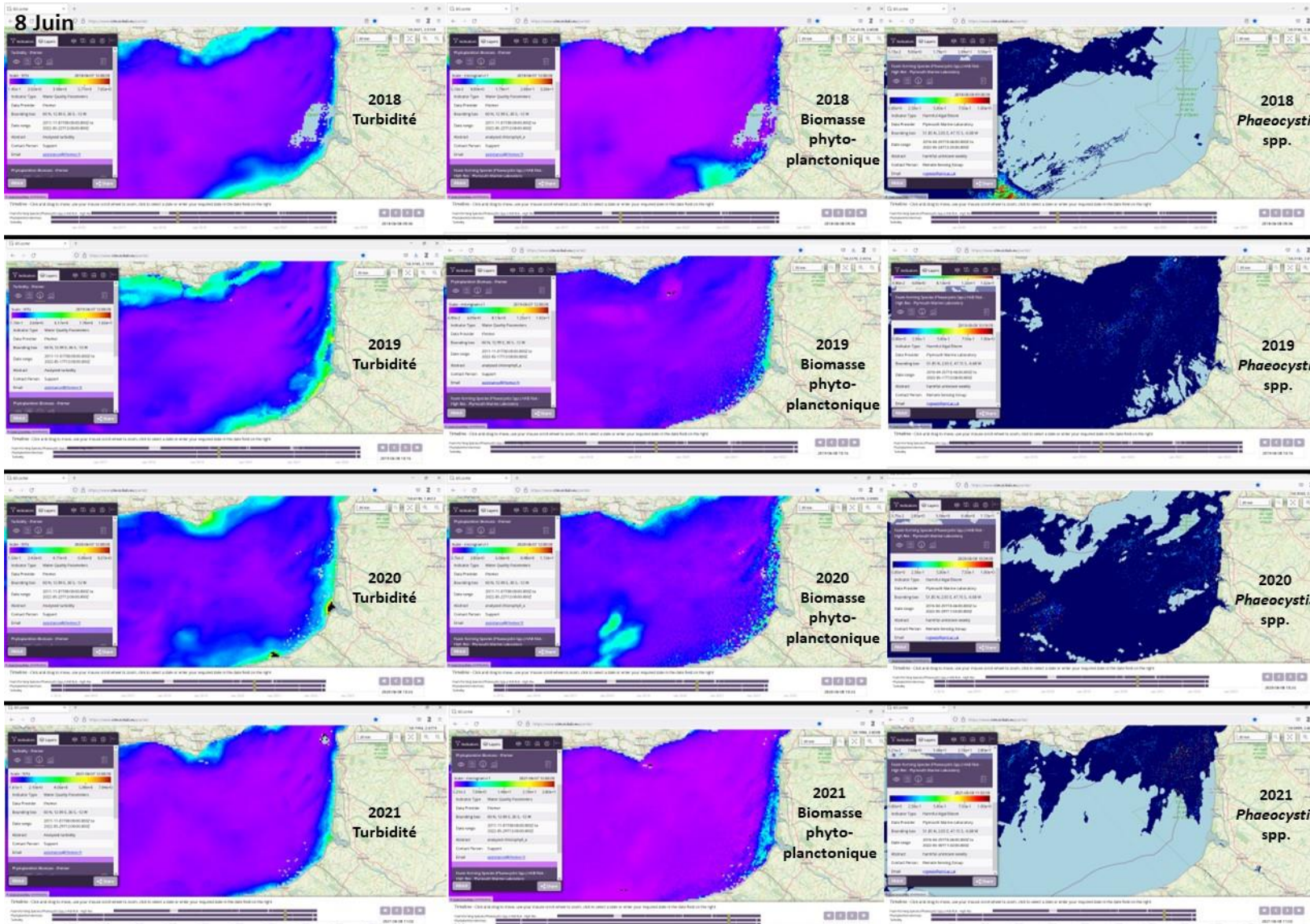
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel



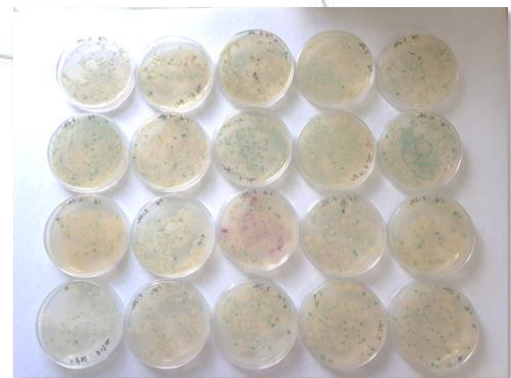
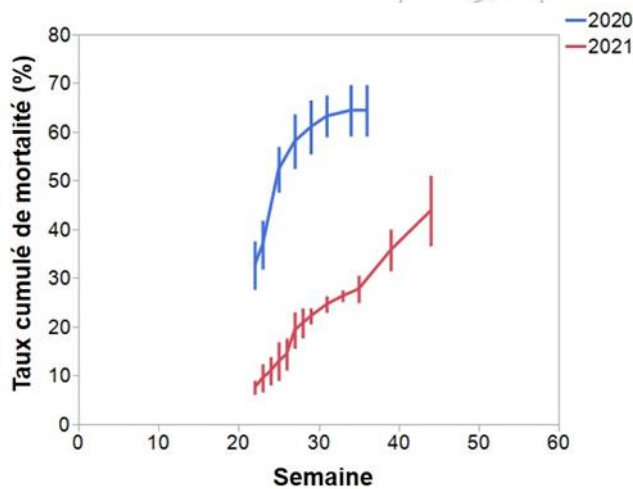
Date d'observation	Commune	Site
04/05/2018	Le Touquet	Baie sud
16/05/2018	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
28/05/2018	Etaple	Plage des Pauvres
07/06/2018	Fort Mahon	Gisement
08/06/2018	Fort Mahon	Gisement
15/05/2019	Fort Mahon	Gisement
20/05/2019	Fort Mahon	Gisement
22/05/2019	Fort Mahon	Gisement
27/05/2019	Fort Mahon	Gisement
29/05/2019	Le Crotoy	Ch'4
05/05/2020	Le Crotoy	Voie Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Voie de Rue
12/05/2020	Le Crotoy	Ch'4
12/05/2020	Le Crotoy	Bouchots du sud
13/05/2020	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
15/05/2020	Le Crotoy	Nord
27/05/2020	Fort Mahon	Gisement
07/05/2021	Le Crotoy	Voie de Rue
17/05/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel
25/05/2021	Oye Plage	Hemme d'Oye
01/06/2021	Cayeux sur Mer	Le Hourdel

Annexe 5 : Travers, M.A. *et al.*, 2021. Dynamique de *Vibrio aestuarianus* chez les coques dans des gisements exploités des Hauts de France et chez les huîtres creuses en lagune de Thau -MIRAGE-2 - Rapport intermédiaire 2021. 57p.

Dynamique de *Vibrio aestuarianus* chez les coques dans des gisements exploités des Hauts de France et chez les huîtres creuses en lagune de Thau

MIRAGE-2

Rapport intermédiaire 2021



Fiche documentaire

<p>Titre du rapport : Dynamique de <i>Vibrio aestuarianus</i> chez les coques dans des gisements exploités des Hauts de France et chez les huîtres creuses en lagune de Thau (projet MIRAGE-2)</p>	
<p>Diffusion : libre (internet)</p> <p>restreinte (intranet) – date de levée d’embargo : AAA/MM/JJ</p> <p>interdite (confidentielle) – à ne pas publier. Attendre le rapport final</p>	<p>Date de publication : 30/04/2022</p> <p>Référence de l’illustration de couverture</p> <p>Langue(s) : Français</p>
<p>Résumé/ Abstract : Ce rapport décrit les travaux effectués dans le cadre de MIRAGE 2 sur les bactéries pathogènes de l’espèce <i>Vibrio aestuarianus</i> et leur impact sur les populations de coques dans les Hauts de France et d’huîtres dans la lagune de Thau.</p> <p>Au cours de l’année 2021, nous avons pu suivre la dynamique des mortalités sur des populations d’huîtres et de coques sur nos sites ateliers dans l’étang de Thau et dans les Hauts de France. Des mortalités ont été observées et de premières corrélations avec certains paramètres environnementaux sont ici proposées.</p> <p>Les premiers résultats quant à la dynamique et la diversité des populations de <i>V. aestuarianus</i> sont également présentés et seront complétés lors de la dernière année du projet.</p> <p>Ce rapport intermédiaire intègre des résultats préliminaires qui seront complétés et intégrés dans un rapport final soumis en mars 2023.</p>	
<p>Mots-clés/ Key words : <i>Vibrio aestuarianus</i>, coques, <i>Cerastoderma edule</i>, huîtres, <i>Crassostrea gigas</i>, mortalité,</p>	

Commanditaire du rapport : Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA)	
Nom / référence du contrat : Rapport intermédiaire Rapport définitif	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) :	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Agnès Travers; agnes.travers@ifremer.fr	Ifremer, RBE-IHPE
Céline Garcia celine.garcia@ifremer.fr	Ifremer, RBE-ASIM
Richard Marion, marion.richard@ifremer.fr	Ifremer, RBE-MARBEC
Aurélie Mesnil aurelie.mesnil@ifremer.fr	Ifremer, RBE-ASIM et IHPE
Contributeurs (s) / adresse mail	
D. Tourbiez	Ifremer, RBE-ASIM
A. Mesnil	Ifremer, RBE-ASIM
J. Hocquet	Ifremer, RBE-ASIM
B. Chollet	Ifremer, RBE-ASIM
D. Serpin	Ifremer, RBE-ASIM
A. Nadeau	Ifremer, RBE-ASIM
M. Noyer	Ifremer, RBE-ASIM
D. Devreker	Ifremer, ODE-LITTORAL-LERBL
A. Meirland	CRPMEM
M. Ricard	CRPMEM
M. Rocroy	GEMEL
L. Dégremont	Ifremer, RBE-ASIM
E. Mourouard	Ifremer, RBE-ASIM
F. Girardin	Ifremer, RBE-PMMLT
Gaëlle Courtay	Ifremer, RBE-IHPE
Rémi Villeneuve	Ifremer, RBE-MARBEC
Hervé Violette	Ifremer, RBE-MARBEC
Franck Lagarde	Ifremer, RBE-MARBEC

Nicolas Cimiterra	Ifremer, RBE-MARBEC
Gregory Messiaen	Ifremer, RBE-MARBEC
Patrick Raimbault	Ifremer, RBE-MARBEC
Beatrice Bec	Université Montpellier
Julien Simon, Philippe Vaudo, Florian	Huîtres de Bouzigues.com
Porteuse de projet : Marie-Agnès Travers	
Destinataire : Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA)	
Validé par : xxxx	

Sommaire

1. Contexte et objectifs de l'étude	11
1.1 Contexte	11
1.2 Objectifs.....	12
2. Tâche 1 : Identifier et étudier expérimentalement des facteurs abiotiques favorisant la transmission de la bactérie ou le développement de la maladie	13
3. Tâche 2.1 : Suivi dans des populations d'huîtres creuses dans l'étang de Thau.....	13
3.1 Objectifs :.....	13
3.2 Méthode :.....	13
3.2.1 Site et calendrier d'échantillonnage.....	13
3.2.2 Stocks et mortalité constatée par les professionnels	14
3.2.3 Sélection du lot d'huîtres jugé le plus à risque.....	15
3.2.4 Suivi de mortalité à long terme	15
3.2.5 Chocs chauds	16
3.2.6 Suivi environnemental.....	18
Données Météofrance et REPHY	18
Terrain	18
Laboratoire	19
3.2.7 Niche écologique	19
Terrain	19
Laboratoire	20
3.2.8 Analyses	22
3.3 Résultats :	23
3.3.1 Cinétique de mortalité des huîtres élevées en poches sur Thau	23
3.3.2 Choc chaud	24
3.3.3 Prévalence de <i>V. aestuarianus</i>	25
3.3.4 Suivi environnemental.....	25
3.3.5 Niche écologique	27
3.4 Discussion	28
3.5 Poursuite de l'analyse et Perspectives	29
4. Tâche 2.2 : Suivi des gisements de la baie de Somme et de la baie d'Authie	31
4.1 Dynamique de la bactérie <i>Vibrio aestuarianus</i> dans des populations de coques.....	31
4.1.1 Sites échantillonnés et prélèvements réalisés	31
4.1.2 Méthodes d'analyses.....	32

4.1.3	Résultats des suivis de 2019 et 2020/2021.....	33
4.2	Etude des sources et réservoirs en dehors des coques	35
4.3	Bilan et discussion.....	37
5.	Tâche 3 : Etudier la virulence et la diversité génétique de <i>V. aestuarianus</i>.....	38
5.1.	Etude de la virulence envers les huîtres et des spécificités génomiques des souches de <i>Vibrio aestuarianus</i> isolées	38
5.2.	Etude de la virulence et de la diversité des souches de <i>Vibrio aestuarianus cardii</i> isolées	41
5.2.1	Virulence	41
5.2.2	Diversité et spécificités génomiques	43
6.	Conclusions	46
7.	Bibliographie	48
8.	Remerciements	49
9.	Annexes	50
	Annexe 1 : Fiche de mortalité déclarée par Simon Julien en amont de la saisine REPAMO 2020	50
	Annexe 2 : A) Température de l'air (moy /24h) et B) cumul de pluie journalier observés sur Sète de Janvier 2020 à décembre 2021.....	51
	Annexe 3 : Variabilité annuelle de l'indice hivernal de l'oscillation nord-atlantique (ONA ou NOA en anglais).....	52
	Annexe 4 : Fréquence d'échantillonnage des coques en 2019, 2020 et 2021 sur les gisements des Hauts de France.....	53
	Annexe 5 : Détail du protocole expérimental pour la détection de la bactérie <i>Vibrio aestuarianus</i>	54
	Annexe 6 : Origine des souches de <i>Vibrio aestuarianus cardii</i> sélectionnées pour les infections expérimentales	55
	Annexe 7 : Origine des souches de <i>Vibrio aestuarianus cardii</i> sélectionnées le séquençage de génomes complets	56
	Annexe 8 : Caractéristiques des génomes de <i>V. aestuarianus</i> séquencés	57

Table des figures

FIGURE 1 : PHOTO EFFECTUEE EN 2021 AU MOMENT DE LA DETERMINATION DU TAUX DE MORTALITE PAR COMPTAGE D’HUITRES VIVANTES ET MORTES.....	16
FIGURE 2 : PHOTO EFFECTUEE EN 2020 CORRESPONDANT A L’ECHANTILLONNAGE ALEATOIRE EFFECTUEE EN LIGNE POUR LES CHOCS CHAUDS.	17
FIGURE 3: PHOTO DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL PERMETTANT DE SUIVRE LA SURVIE INDIVIDUELLE DES HUITRES A 20 OU 26°C	18
FIGURE 4 : PHOTO REALISEE EN 2021 A) D’UNE POCHE D’HUITRES « GRANDE TABLE », ASSOCIEE A L’ENREGISTREUR HOBO U26 (TEMPERATURE, OXYGENE), B) DE LA TABLE DE TREMPAGE AU NIVEAU DE LAQUELLE LES POCHE DE SUIVI ONT ETE SUSPENDUES.	18
FIGURE 5 : PHOTOS EFFECTUEES EN 2021 AU COURS DU SUIVI DE LA NICHE ECOLOGIQUE DE <i>V. AESTUARIANUS</i> , A) MESURES DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES, B) PRELEVEMENT D’EAU A LA BOUTEILLE HYDROBIOS, C) CONDITIONNEMENT DES CAROTTES DE SEDIMENT ET D) PRELEVEMENTS DE MACROPHYTES EFFECTUEES AU NIVEAU DE LA TABLE DE TREMPAGE PAR LES PLONGEURS. E) CONDITIONNEMENT DES ESPECES DOMINANTES DE MACROPHYTES EN FLACONS.	19
FIGURE 6 : PHOTOS REALISEES EN 2021 DES A) COCOTTES NALGEN UTILISEES POUR LES FILTRATIONS SUR B) MEMBRANES 20 µM ET 5 µM ET C) DE LA COLONNE DE FILTRATION UTILISEE POUR LES FILTRATIONS SUR MEMBRANE DE 0,22 µM.	20
FIGURE 7 : PHOTOS REALISEES EN 2021 DES A) HUITRES DECOQUILLEES AVANT BROYAGE ET DILUTIONS DANS B) DEEP-WELL DANS LEQUEL DES DILUTIONS DE CHAQUE ECHANTILLON ONT ETE REALISEES. C) UN TOTAL DE 5 PLAQUES PAR PLONGEE A ETE OBTENU. APRES 16 A 18H A 25°C, CELLES-CI ONT ETE CONSERVEES A -20°C AVANT EXTRACTION D’ADN ET ANALYSE MOLECULAIRE.	21
FIGURE 8 MOYENNES (± ECART TYPE) A) DU TAUX CUMULE DE MORTALITE EN FONCTION DES SEMAINES DE SUIVI, B) DU TAUX MENSUEL DE MORTALITE OBSERVES DE MAI A OCTOBRE A PARTIR DE TROIS POCHE D’HUITRES DEPLOYEES SUR LA TABLE DE TREMPAGE D’HUITRES DE BOUZIGUES.COM EN 2020 ET 2021 AU NIVEAU DE LA LAGUNE DE THAU	23
FIGURE 9 : MORTALITES RELEVES SUR 10 HUITRES TRANSFEREES AU LABORATOIRE ET SUIVIES 5 JOURS A 26°C OU 20°C.	24
FIGURE 10 EVOLUTION MENSUELLE DE A) LA TEMPERATURE DE L’AIR (°C), B) DU CUMUL DE PLUIE, C) DE LA TEMPERATURE DE L’EAU ET C) DE LA SALINITE DE L’EAU OBSERVES AU NIVEAU DE SETE (A, B) ET AU NIVEAU DU SITE REPHY BOUZIGUES A (C, D) EN 2020 ET 2021. LA LIGNE CENTRALE DES BOITES A MOUSTACHE CORRESPOND A LA MEDIANE. LES BOITES SONT CONSTRUITES A L’AIDE DU 25 ET DU 75EME PERCENTILE. LES EXTREMITES DES MOUSTACHES REPRESENTENT LES VALEURS MIN ET MAX DU PARAMETRES ETUDIES. LES POINTS SONT CONSIDERES COMME DES VALEURS ABERRANTES.	25
FIGURE 11 : EVOLUTION SAISONNIERE DU CUMUL DE PLUIE OBSERVE AU NIVEAU DE SETE EN 2020 (BLEU) ET 2021 (ROUGE). 26	
FIGURE 12 : A) RELATION LINEAIRE SIGNIFICATIVE OBSERVEE ENTRE LES TAUX CUMULES MENSUELS MOYENS DE MORTALITES ET LES MOYENNES DE SALINITE MENSUELLES, B) TAUX CUMULES MENSUELS MOYENS DE MORTALITE REPRESENTES EN FONCTION DES TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES DE L’EAU.....	27
FIGURE 13 : PHOTOGRAPHIES EFFECTUEES SOUS LA TABLE DE TREMPAGE EN PRESENCE D’UN PLONGEUR (E BELLAMY) ET ILLUSTRANT LES ESPECES DE MACROPHYTES CONSTITUANT LE COUVERT VEGETAL OBSERVE AU COURS DU SUIVI 2021. ...	27
FIGURE 14 : CARTE DES PRINCIPAUX GISEMENTS DE COQUES DE LA BAIE DE SOMME ET DE LA BAIE D’AUTHIE.....	32
FIGURE 15 : DETECTION DE LA BACTERIE <i>VIBRIO AESTUARIANUS</i> PAR PCR EN TEMPS REEL DIRECTE SUR LES GISEMENTS DE LA BAIE D’AUTHIE ET DE LA BAIE DE SOMME LORS DES SUIVIS 2019 ET 2020/2021	33
FIGURE 16 : DETECTION DE LA BACTERIE <i>VIBRIO AESTUARIANUS</i> PAR PCR EN TEMPS REEL ET BACTERIOLOGIE CONVENTIONNELLE APRES ENRICHISSEMENT SUR LES GISEMENTS DE LA BAIE D’AUTHIE ET DE LA BAIE DE SOMME LORS DES SUIVIS 2019 ET 2020/2021	35
FIGURE 17 : ARBRE PHYLOGENETIQUE DE L’ESPECE <i>V. AESTUARIANUS</i> , CALCULE A PARTIR DE L’ALIGNEMENT DES GENOMES COMPLETS. PLUSIEURS COUCHES D’ANNOTATIONS SONT AJOUTEES : PAYS (COCHE), ORIGINE ENVIRONNEMENTALE (ETOILE), ANNEE D’ISOLEMENT (POINT), VIRULENCE TESTEE EN LABORATOIRE PAR INJECTION DANS LES HUITRES (107 UFC/ANIMAL) INDIQUEE PAR UN DIAGRAMME EN BARRES A DROITE REPRESENTANT LE POURCENTAGE DE MORTALITE ET CONTEXTE (SOUCHE ISOLEE LORS DE L’EVENEMENT DE MORTALITE DES HUITRES INDIQUEE PAR UNE FLECHE ROUGE A DROITE). LES CLADES A ET B D’OCI (OYSTER CLINICAL ISOLATES) SONT MIS EN EVIDENCE RESPECTIVEMENT DANS LES ZONES DE COULEUR BLEUE ET VERTE. L’ABSENCE DE DONNEES DE VIRULENCE SIGNIFIE L’ABSENCE DE TEST POUR CETTE SOUCHE.	38

FIGURE 18 : LES DIAGRAMMES DE VENN MONTRANT LE PAN GENOME DE 5 SOUCHES DANS LE CLADE A D'OCI (BLEU) ET DE 5 SOUCHES DANS LE CLADE B D'OCI (VERT), ET LE PAN GENOME DE 5 SOUCHES NON CLINIQUES (JAUNE). LES GENES AVEC PLUS DE 70% DE LEUR LONGUEUR SE CHEVAUCHANT ET 95 % DE SIMILARITE SONT CONSIDERES COMME DES ORTHOLOGUES.40

FIGURE 19 : ESSAI IN VITRO DE SENSIBILITE AU CUIVRE D'ISOLATS V. AESTUARIANUS : DIAMETRE D'INHIBITION DE LA CROISSANCE DES BACTERIES AUTOUR D'UN DISQUE DE CELLULOSE IMPREGNE D'UNE SOLUTION 50 mM DE $CuSO_4$. NO_ OCI : PLUSIEURS SOUCHES SELECTIONNEES EN DEHORS DES GROUPES OCI A ET B. 41

FIGURE 20 : SCHEMA DE L'INFECTION EXPERIMENTALE REALISEE POUR TESTER LA VIRULENCE DES SOUCHES DE VIBRIO AESTUARIANUS CARDII..... 42

FIGURE 21 : MORTALITES CUMULEES OBSERVEES EN INFECTION EXPERIMENTALE CHEZ DU NAISSAIN DE COQUES SUITE A L'INJECTION DE SOUCHES DE VIBRIO AESTUARIANUS CARDII ISOLEES DE DIFFERENTES MATRICES (SEDIMENT, MOULES, NAISSAIN DE COQUES, COQUES ADULTES)..... 43

FIGURE 22 : ARBRE PHYLOGENETIQUE DE LA SOUS-ESPECE VIBRIO AESTUARIANUS CARDII CONSTRUIT A PARTIR DE L'ALIGNEMENT DES GENOMES COMPLET, AVEC UNE METHODE MAXIMISANT LA VRAISEMBLANCE (MODELE DE SUBSTITUTION DES NUCLEOTIDES : GTR (GENERAL TIME REVERSIBLE). PLUSIEURS COUCHES D'INFORMATIONS SUR LE CONTEXTE D'ISOLEMENT DES SOUCHES SONT AJOUTEES (LIEU D'ISOLEMENT, MATRICE D'ORIGINE, ANNEE, MOIS) AINSI QUE LA VIRULENCE A L'EGARD DES COQUES REPRESENTEE PAR LES POURCENTAGES DE MORTALITES MOYENS OBSERVES LORS D'EXPERIMENTATIONS EN LABORATOIRE PAR INJECTION (CF 5.2.1)..... 45

1. Contexte et objectifs de l'étude

1.1 Contexte

Vibrio aestuarianus est une bactérie pathogène affectant les huîtres creuses adultes dans tous les bassins ostréicoles français depuis les années 2000. Sa prévalence et son impact sont variables selon les années et les régions, mais cet agent infectieux représente un **risque majeur pour les professionnels de la conchyliculture**.

Au niveau de la lagune de Thau, ces mortalités inquiètent les conchyliculteurs qui relatent des mortalités anormales sur des huîtres nouvellement détroquées au cours de l'été. En 2020, par exemple, 29 fiches de déclaration de mortalité ont été transmises aux autorités compétentes, relatant des mortalités dont le taux est estimé entre 20 et 73% (moyenne des mortalités déclarées : $39\% \pm 15$). Une saisine REPAMO effectuée fin mai a permis de confirmer la présence de *V. aestuarianus* dans les animaux et donc l'imputabilité de cet agent infectieux dans ces mortalités.

De plus, depuis 2012, des mortalités importantes de coques, *Cerastoderma edule*, ont été signalées sur différents gisements classés français dont celui de la baie de Somme (1^{er} gisement naturel de coques français en termes de production). Lors de ces mortalités anormales, des bactéries appartenant à l'espèce *Vibrio aestuarianus* ont été isolées des animaux moribonds. Nos premiers travaux ont permis de démontrer que ces souches sont pathogènes pour les coques et constituent une nouvelle sous-espèce : *Vibrio aestuarianus* subsp. *cardii* (Garcia, Mesnil et al 2021)

Bien que *V. aestuarianus* soit régulièrement associé à des mortalités d'huîtres creuses adultes depuis les années 2000 (Goudenège et al, 2015, Garnier et al, 2009) et soit également retrouvé chez d'autres espèces comme les coques, **les informations relatives à son cycle de vie, ses niches écologiques et les facteurs favorisant son développement sont très limitées**, ce qui ne permet pas de pouvoir envisager de mesures prophylactiques pour prévenir la maladie et limiter sa transmission.

Nos premiers travaux ont permis de suggérer une transmission modérée de *V. aestuarianus* **chez les huîtres creuses** (Lupo et al 2019, Parizadeh et al 2018), sous influence de la température (Lupo et al 2021). Malgré différentes tentatives, nos connaissances sur le cycle de vie, les niches écologiques de cet agent infectieux, et l'influence de facteurs abiotiques d'importance (salinité, oxygène dissous) restent limitées. Ce manque de connaissance est à lier à la difficulté intrinsèque de ce modèle d'interaction : (1) Les mortalités associées sont lentes, s'étalant sur plusieurs mois et sont souvent peu déclarées par les professionnels ; (2) *V. aestuarianus* est vraisemblablement présent à très faible concentration dans l'environnement des animaux, et reste donc difficile à détecter, surtout dans un environnement ouvert (3) Il existe 3 sous-espèces de *V. aestuarianus* toutes détectées avec l'outil diagnostique actuel : *V. aestuarianus* subsp. *aestuarianus* non pathogène pour les coquillages, *V. aestuarianus* subsp. *cardii* pathogène pour les coques, *V. aestuarianus* subsp. *francensis* pathogène pour les huîtres.

De la même façon, **nos connaissances sur la dynamique d'infection, les réservoirs ou sources de *V. aestuarianus* pathogène de coques sont particulièrement limitées.** En effet, aucun suivi en milieu naturel n'a jamais été réalisé et nos analyses ne s'appuient que sur des échantillons collectés lors d'évènements de mortalité. Une étude préliminaire notamment pour développer une méthode de détection plus sensible de la bactérie a été réalisée en 2019 et la bactérie a été retrouvée dans certains échantillons.

1.2 Objectifs

Il nous paraît donc important de disposer de plus de données solides, qui seront obtenues en couplant (1) des échantillonnages *in situ* pour identifier les niches écologiques dans deux environnements propices (gisements naturels de la baie de Somme et de la baie d'Authie), (2) de nouveaux outils moléculaires plus sensibles (dépistage par QPCR-post-enrichissement) et plus précis (génomomes complets pour une affiliation taxonomique fine) permettant de révéler la présence de souches de *Vibrio aestuarianus cardii* virulentes envers les coques ou non (3) des analyses rétrospectives des données environnementales disponibles et des études bibliographiques afin d'identifier et hiérarchiser les facteurs favorisant cette maladie et/ou les mortalités (4) des expérimentations en laboratoire pour clarifier l'impact des souches bactériennes et tester l'influence éventuelle des facteurs favorisant cette maladie (température, salinité, hypoxie...).

Les objectifs de cette étude sont donc de :

- Etudier la dynamique, les niches écologiques de la bactérie *Vibrio aestuarianus*
- Etudier son rôle potentiel dans des mortalités de coques et d'huîtres
- Identifier et hiérarchiser des facteurs qui augmentent le risque de mortalité chez les coques et les huîtres, en particulier l'influence des facteurs environnementaux.

Pour les axes traitant de l'interaction *V. aestuarianus* – *Cerastoderma edule* (coques), ce projet complète une étude coordonnée par le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins des Hauts de France (CRPMEM) et s'appuie sur les compétences du CRPMEM des Hauts de France, de l'association du Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL), de professionnels qui réalisent le suivi et les prélèvements, du Laboratoire Ifremer Environnement Ressources de Boulogne sur Mer (LER-BO), de la Plateforme Ifremer de Mollusques Marins de La Tremblade (PMM-LT) et du Laboratoire Ifremer de Génétique et Pathologie des Mollusques Marins de La Tremblade (LGPM, nouvellement ASIM).

2. Tâche 1 : Identifier et étudier expérimentalement des facteurs abiotiques favorisant la transmission de la bactérie ou le développement de la maladie

Cette tâche vise à identifier et hiérarchiser les facteurs favorisant les maladies associées à *V. aestuarianus* chez les huîtres et chez les coques, puis à les avoir testés expérimentalement (température, salinité, hypoxie...).

Nous n'avons entamé cette tâche qu'au cours de l'année 2021, en collectant des données dans les suivis terrains mis en place dans la tâche 2. Ces données seront analysées prochainement et testées sur des cohortes d'animaux produits dans les locaux de la PMM-LT en septembre 2022.

3. Tâche 2.1 : Suivi dans des populations d'huîtres creuses dans l'étang de Thau

3.1 Objectifs :

Dans le cadre du projet MIRAGE 2, une étude a été réalisée au niveau de la lagune de Thau pour tenter de répondre à ces interrogations. Cette étude intègre les données du suivi 2020, la réalisation d'un *suivi in situ* en 2021 et une série de chocs chauds réalisées en laboratoire.

Les objectifs étaient de :

- 1) Décrire et comparer la variabilité temporelle du taux de mortalité d'huître de taille commerciale élevée dans Thau en 2020 et 2021.
- 2) Décrire et comparer la variabilité temporelle des conditions environnementales de la lagune de Thau, en termes de conditions physicochimiques de l'eau et de communautés microbiennes planctoniques en 2020 et 2021.
- 3) Analyser la variabilité temporelle de la prévalence de *Vibrio aestuarianus* dans les huîtres élevées dans la lagune de Thau en milieu naturel et après un choc chaud pour 2021.
- 4) Explorer et définir la niche écologique de la bactérie *Vibrio aestuarianus* dans la lagune de Thau pour 2021.

3.2 Méthode :

3.2.1 Site et calendrier d'échantillonnage

Les suivis ont été réalisés en partenariat avec l'entreprise conchylicole Huîtres-Bouzigues.com (HBC), située dans la Zone conchylicole accès Est du Port de Loupian en 2020 (suite à une saisine REPAMO) et 2021 (dans le cadre de MIRAGE 2). Différents échantillonnages ou expériences ont été réalisés dans le cadre de cette étude au niveau de leur table de trempe (N°43,43863°, E 003,63516°) 1) un suivi des stocks et mortalité constatée sur le parc HBC par les professionnels en 2021, 2) un suivi de mortalité effectué par les scientifiques sur un lot identifié le plus à

risques et élevé sur la table de trempe de HBC (2020, 2021), 3) un suivi des conditions environnementales du lot d’huîtres identifié, complété aux données issues du programme REPHY dont le site d’échantillonnage est située dans la même zone de production à Bouzigues (2020 + 2021), 4) une série de chocs chauds effectué sur le lot identifié le plus à risques (2021) un suivi de la niche écologique de *V. aestuarianus* (2021).

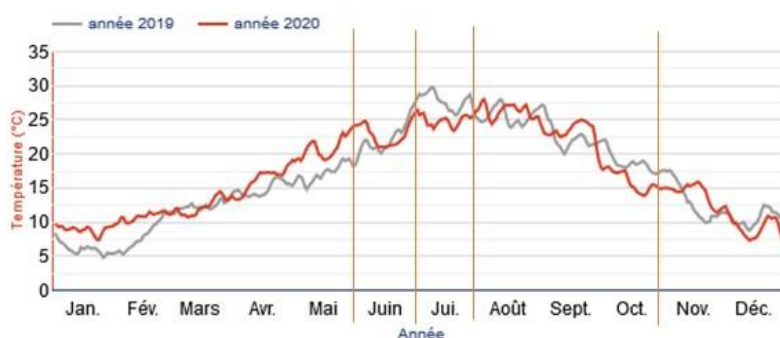
Pour le suivi de mortalité en 2020, 7 dates d’échantillonnages ont été effectués entre le 29/05/2020 et le 02/09/2020.

Pour les suivis 2021 (2 à 4), la fréquence d’échantillonnages était hebdomadaire en mai, juin, bimensuelle en juillet, août puis mensuelle entre septembre et décembre. Ainsi 13 dates d’échantillonnages ont été identifiées en 2021.

Mai (hebdo):	Juillet (bimensuel):	Septembre (mensuel):
17/05/21	05/07/21	20/09/21
25/05/21	12/07/21	
31/05/21		
Juin (hebdo):	Août (bimensuel):	Octobre (mensuel):
07/06/21	09/08/21	25/10/21
14/06/21	23/08/21	
21/06/21		
28/06/21		

Quatre dates d’échantillonnages ont été prévues pour l’analyse de la niche écologique de *V. aestuarianus* effectuées en plongée : 26/05/21, 30/06/21, 28/07/21, 27/10/21

Ces dates ont été définies à partir des constats de mortalités effectués antérieurement sur Thau fin mai (Saisine 2020) et fin juin (2015, 2016), et à partir de la température de l’eau de la lagune enregistrées en 2019 et 2020 (données Ecoscopa, Ifremer).



3.2.2 Stocks et mortalité constatée par les professionnels

En 2020, des mortalités d’huîtres ont été déclarées à la DDTM par HBC le 25/05/2020. Les mortalités ont été observées à partir du 20/04/2020. Au 02/05, les mortalités étaient de 40% (cf. Annexe 1). Cette déclaration a été suivie par une saisine de l’Ifremer par l’état dans le cadre du réseau REPAMO (Réseau de Pathologie des Mollusques). Au 29/05/2020, un suivi de mortalité

et des prélèvements ont été effectués par nos soins, le phénomène étant toujours en cours. Les données sont incluses dans ce rapport (cf. paragraphe suivant).

En 2021, au moment de chaque prélèvement, un entretien entre producteurs et scientifiques a été réalisé pour analyser les stocks, les transferts d'huîtres et les mortalités au sein du parc. Le 10 mai 2021, aucune mortalité n'avait été observée. L'entreprise possédait 8 tables conchylicoles dont l'une d'entre elles contenait des moules. Les 7 autres contenaient des huîtres creuses (*Crassostrea gigas*). Parmi les 7 : 3 tables d'huîtres collées étaient destinées aux ventes estivales, 2 étaient destinées aux ventes de Noël, la 6^{ème} était une table exondante pour produire des huîtres labellisées « Philémons ». La dernière appelée table de trempe permettait de stocker les huîtres en poches après détroquage d'huîtres élevées sur cordes au niveau des tables avoisinantes. Ce stockage était effectué avant la mise en bassin, avant chacune des ventes. Les tables étaient composées de 20 carrés (2 x 10 : 10 x 50 m). Les producteurs géraient leurs stocks à l'aide d'un plan défini sous Excell. L'historique de production était identifié pour chacun des tables sur chacune des tables.

3.2.3 Sélection du lot d'huîtres jugé le plus à risque

En 2020, suite à la saisine, le lot d'huîtres ayant été suivi correspondait au lot d'huîtres en cours de mortalité. Ces huîtres correspondaient à des huîtres triploïdes (France Naissain), nées en 2018, réceptionnées sur Thau à T15, collées sur cordes le 10/05/2019 et déployées sur tables colonne 6 jusqu'en mars/avril 2020 au moment du détroquage et stockage en poches sur la table de trempe en attente des ventes.

En 2021, deux séries d'échantillonnages ont été réalisées les 10 et 17 mai pour identifier le lot d'huîtres jugé le plus à risque, i.e. ayant plus de probabilité de mourir de la maladie causée par *Vibrio aestuarianus* au cours de l'été 2021. Ainsi le 10 mai, 20 huîtres des tables « vieille », « neuve » et « coop L43 » ont été prélevées. Chacun des lots a été acclimaté soit à 20°C (n=3) soit à 26°C (n=3). A 26°C, 2/3 des huîtres provenant de la table « neuve » sont mortes contre 1/3 pour les huîtres provenant des « vieille » et « coopL43 ». Le 17 mai, 20 huîtres de la table « neuve » ont été à nouveau récoltées ainsi que 20 huîtres stockées en pochons sur la table de trempe et ayant été élevées en cordes sur la « Grande Table ». Le poids moyen des huîtres étaient de 65 g pour la table « Neuve » vs. 108 g pour « Grande Table ». Ces huîtres ont ensuite été acclimatées à 20°C (n=9) ou à 26°C (n=9) entre le 17/05 et le 25/05/21. Les taux de mortalité observés étaient de 5/9 pour « Neuve Table » vs. 8/9 pour « Grande Table » à 26°C vs. 0 pour les deux tables à 20°C. Aux vues de ces résultats, le lot d'huîtres provenant de « Grande Table » élevées en poches, a été jugé le plus à risque. Il a donc été sélectionné pour le suivi de mortalité et de prévalence de *V. aestuarianus* dans le cadre du suivi à long terme de cette étude. Ces huîtres correspondaient à des huîtres diploïdes, produites et prégressées par l'écloserie la SATMAR à Lestre et introduites à la taille T15 dans la lagune de Thau en février 2020 avant collage. Finalement ces huîtres ont été détroquées et mis en poche sur la table de trempe au cours du mois d'avril 2021.

3.2.4 Suivi de mortalité à long terme

En 2020, 3 poches d'huîtres ont été tirées au hasard dans les stocks d'HBC au niveau de la table de trempe pour le suivi de mortalité.

En 2021, 9 poches de 15kg d’huîtres « Grande » ont été tirés au hasard parmi les 190 poches, stockées sur la même table. Ces poches ont été identifiées pour le suivi de mortalité pour 3 d’entre elles (1,2, 3) ou pour les prélèvements pour les 6 autres (4 à 9).

A chaque échantillonnage en 2020 et 2021, les poches 1, 2, 3 ont été vidées pour un comptage de mortes, de moribondes et de vivantes (Figure 1). NB : Une huitre moribonde est une huitre dont les valves sont relâchées mais qui se referment après stimulation. Une huitre morte est une huitre dont les valves sont ouvertes et qui ne réagit plus aux stimulations. A partir des comptages, les taux de mortalité ont été calculés en cumulé (cumul des morts rapporté à l’abondance initiale d’huîtres) et en instantané (nombre de mort à l’instant t rapporté à l’abondance initiale d’huîtres) à fréquence hebdomadaire ou mensuelle. Après chaque comptage, toutes les huîtres ont été remises en poches quel que soit leur statut (mort, vivant, moribond).



Figure 1 : Photo effectuée en 2021 au moment de la détermination du taux de mortalité par comptage d’huîtres vivantes et mortes.

3.2.5 Chocs chauds

A chaque échantillonnage, 20 huîtres ont été prélevées dans les poches de réserves, toutes considérées représentatives de la population, à hauteur de 5 par poche, selon le plan aléatoire suivant :

Date	N° poches	Date	N° poches
25/05/2021	4, 7, 6, 8	12/07/21	5, 6, 8, 9
31/05/2021	5, 7, 9, 4	26/07/2021	4, 5, 6, 8
07/06/2021	6, 7, 8, 9	09/08/21	4, 5, 6, 7
14/06/21	4, 5, 7, 9	23/08/21	5, 6, 8, 9
21/06/21	5, 7, 8, 9	20/09/21	4, 5, 7, 9
28/06/21	5, 6, 8, 9	25/10/21	4, 8, 6, 7
05/07/21	4, 7, 6, 9	29/11/21	4, 7, 6, 8

Pour permettre un tirage aléatoire, les huîtres de chacune des quatre poches prélevées par date, ont été placées en ligne pour un échantillonnage d'une huître effectué, après comptage de 10 unités (Figure 2).



Figure 2 : Photo effectuée en 2020 correspondant à l'échantillonnage aléatoire effectuée en ligne pour les chocs chauds.

Ces huîtres ont été transférées au laboratoire dans une glacière à température ambiante. Elles ont été mesurées et pesées avant d'être réparties aléatoirement dans des bacs individuels maintenus dans un bain marie à 20°C ou à 26°C dans 750 ml d'eau salée artificiellement (Instant Ocean = 2 sachets dans 20 L d'eau distillée, salinité : 32 g/L). Chaque bac individuel était maintenu fermé et aéré par un système de bullage (Figure 3).

La mortalité des huîtres a été contrôlée tous les jours du lundi au vendredi, puis au lundi suivant. L'hémolymphe des huîtres moribondes a été prélevée chaque jour, diluée à 10^{-2} , 10^{-4} et étalée sur Zobell 22°C. Des photos ont été effectuées après 48 h voir 72h, et les boîtes ont été gardées au frais pour valider l'identification morphologique et moléculaire de *V. aestuarianus*.

A la fin de l'expérience, un prélèvement d'eau de 1 ml a été effectué à l'aide d'une pipette dans chacun des 20 bacs, après agitation. 40 μ L de glutaraldéhyde a été introduit dans chaque cryotube pour une bonne conservation avant d'être mis à -80°C pour l'analyse des abondances de bactéries et de picophytoplancton. Les huîtres ont ensuite été pesées, disséquées. Leur chair a été pesée en sachet pré-tarés puis stockée à -80°C pour d'éventuelles analyses de la structure des communautés de procaryotes et eucaryotes associées aux chairs d'huîtres.

Entre chaque choc chaud, le système a été lavé à l'eau et au savon et désinfecté à la javel. L'eau maintenue à 26°C a été autoclavée et les coquilles d'huîtres ont été jetées dans les déchets à incinérer.



Figure 3: Photo du dispositif expérimental permettant de suivre la survie individuelle des huîtres à 20 ou 26°C

3.2.6 Suivi environnemental

Données Météofrance et REPHY

Les données météorologiques ont été fournies par Météofrance pour la station de Sète du 1^{er} janvier 2020 au 31 décembre 2021. Ces données correspondaient à la température de l'air et au cumul de pluie.

Les bases de données du réseau d'observation du REPHY (Réseau Phytoplancton) ont été téléchargées à partir de QUADRIGE2 pour le point Bouzigues a (**coordonnées**) du 1^{er} janvier 2020 au 31 décembre 2021. Ces données correspondaient à la température de l'eau, la salinité, l'oxygène, les biomasses phytoplanctoniques et l'abondance des différents taxons phytoplanctoniques observés.

Terrain

En 2020 et 2021, un enregistreur HOBO U26 a été déployé au niveau des poches d'huîtres élevées en poches sur la table de trempage (Figure 4). Cet enregistreur a mesuré les concentrations en oxygène (mg.L^{-1} , %) et la température de l'eau, toutes les heures du 29/05/2020 au 02/09/2020 et toutes les 15 minutes du 17/05/2021 au 04/11/2021. A chaque date d'échantillonnage, des mesures de salinité, température et oxygène ont été réalisées ponctuellement à proximité des poches d'huîtres en élevage et au fond. En 2021, des prélèvements d'eau ont ensuite été effectués à hauteur des poches d'huîtres à l'aide d'une bouteille Hydrobios. Les 3 bouteilles de prélèvements ont été transférés au laboratoire dans une glacière contenant des pains de glace.

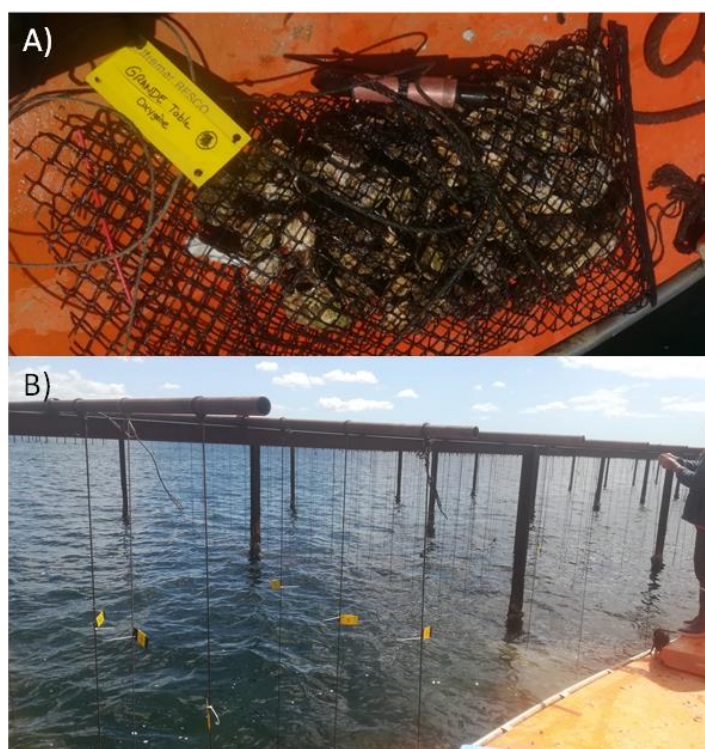


Figure 4 : Photo réalisée en 2021 A) d'une poche d'huîtres « Grande Table », associée à l'enregistreur HOBO U26 (Température, oxygène), B) de la table de trempage au niveau de laquelle les poches de suivi ont été suspendues.

Laboratoire

Au laboratoire, après agitation, 500 ml d'eau contenue dans les 3 bouteilles a été filtrée sur une tulipe de filtration (Figure), équipée d'une membrane de porosité 0,22 μm et de diamètre 47 mm (Acetate plus). Le filtrat a été stocké dans un flacon de 125 ml après rinçage, à hauteur de 100 mL pour l'analyse des concentrations d'ammonium et de phosphate. La membrane a ensuite été délicatement retirée du porte filtre et pliée en 4 avec des pinces, nettoyées à l'alcool, et transférée dans un eppendorf et placé à -80°C pour d'éventuelles analyses d'ADNe pour décrire la structure des communautés planctoniques (procaryotes, eucaryotes). Après agitation des bouteilles, 30 ml d'eau ont été ensuite transférés dans une éprouvette de 50 ml dans laquelle 1 ml d'eau a été prélevé et stocké dans un cryotube de 1,5 ml pour la détermination des abondances de bactéries et de picophytoplancton. 40 μl de glutaraldéhyde ont été ajoutés pour fixer l'échantillon avant transfert dans de l'azote liquide puis stockage à -80°C . La nomenclature des échantillons intègre le nom du projet, la date d'échantillonnage, et le numéro de seringues 1, 2, 3. NB : En amont et en aval des échantillonnages, les bouteilles, les flacons, les portes filtres, les éprouvettes ont été nettoyés à l'acide chlorhydrique et à l'eau MQ.

3.2.7 Niche écologique

Terrain

Quatre séries d'échantillonnages ont été réalisées avec les bateaux de l'Ifremer au niveau de la table de trempe dans les carrés contenant les huîtres « Grandes » élevées en pochons. Des mesures de salinité, température et oxygène ont été réalisées ponctuellement à proximité des poches d'huîtres en élevage et au fond (Figure 5A). Des prélèvements d'eau ont ensuite été effectués à hauteur des poches d'huîtres à l'aide d'une bouteille Hydrobios (Figure 5B). Ces prélèvements ont été transférés dans 3 bouteilles de 2L après rinçage.

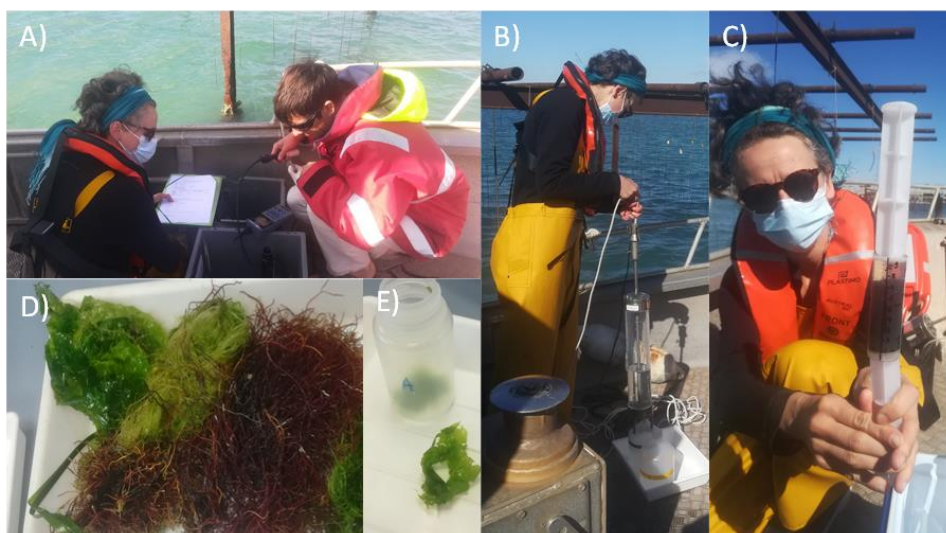


Figure 5 : Photos effectuées en 2021 au cours du suivi de la niche écologique de *V. aestuarianus*, A) mesures des paramètres physicochimiques, B) prélèvement d'eau à la bouteille hydrobios, C) Conditionnement des carottes de sédiment et D) Prélèvements de macrophytes effectués au niveau de la table de trempe par les plongeurs. E) conditionnement des espèces dominantes de macrophytes en flacons.

Cinq carottes de sédiment ont été réalisées par deux plongeurs à l'aide de seringue 60 cL prédécoupées (Figure 5C). Les prélèvements de sédiments ont été réalisés sur le premier cm à l'aide d'une spatule, nettoyée à l'éthanol. L'échantillon a été transféré dans un flacon 50 mL stérile.

Dix huîtres ont été prélevées par les plongeurs dans les poches de réserves, à hauteur de 5 par poche, selon le plan aléatoire suivant :

Date	N° poches
26/05/2021	6, 7
30/06/2021	8, 9
28/07/21	5, 8
27/10/21	6, 9

Un diagnostic de macrophytes a été effectué par deux plongeurs sur la base d'observation, de photos, de films et de prélèvements. Ainsi le % de recouvrement par espèce a été déterminé. Un prélèvement de chaque espèce d'algues a été effectué (Figure 5D). Des fragments de thalle ont été transférés dans un flacon de 125mL (Figure 5E). Tous les échantillons prélevés (eau, sédiment, macrophytes) ont été maintenus dans une glacière puis en réfrigérateur au laboratoire avant analyses.

Laboratoire

Eau

Au laboratoire, après agitation, l'eau contenue dans les bouteilles a été filtrée à l'aide de systèmes de filtrations, équipés de membrane de porosité différentes. L'eau a d'abord été filtré en série sur des membranes de 47 mm de diamètre et de porosité : 20 μm (Merck Nylon), puis 5 μm (Whatman Nucleopore) et 0,22 μm (Maine Manufacturing Acetate Plus) pour un volume de 1 L. Chacune des membranes a été conservé dans des falcons stériles au réfrigérateur avant extraction et mise en culture le lendemain. Tous les systèmes ont été nettoyés à l'acide (HCL 1N) et rincés à l'eau MQ avant chaque usage.

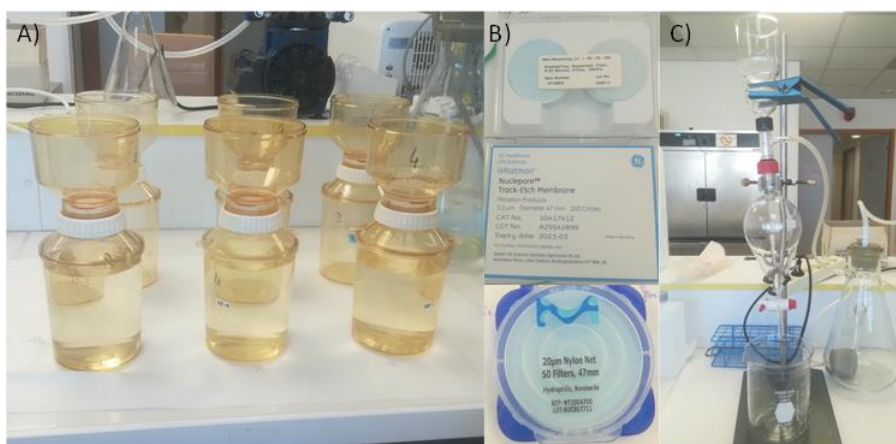


Figure 6 : Photos réalisées en 2021 des A) cocottes Nalgene utilisées pour les filtrations sur B) membranes 20 μm et 5 μm et C) de la colonne de filtration utilisée pour les filtrations sur membrane de 0,22 μm .

Huîtres, Macrophytes et sédiment

Huîtres - Après avoir pesé et mesuré les animaux, les hémolymphe des 10 huîtres échantillonnées ont été prélevées dans le muscle adducteur et conservées sur glace (en moyenne 1 ml par animal). La présence de gamète dans les prélèvements (visible par une turbidité plus importante du prélèvement) a été notée. Une fois décoquillées, les chairs d'huîtres ont été égouttées sur papier absorbant, pesées et reprises dans de l'eau de mer artificielle (0.5ml par g de chaire). Chaque échantillon a été broyé à l'aide d'un ultra-turrax équipé de tiges lavées à l'eau MQ et l'éthanol entre chaque échantillon.

Algues - Les échantillons d'algues ont été repris en eau de mer artificielle à raison de 10ml par g d'algue. Des algues des genres *Chaetomorpha*, *Gracilaria*, *Ulva*, *Zostera*, *Cystoseira*, *Alsidium*, *Halophytis* et *Cladophora* ont été prélevés selon les points de prélèvement. Comme pour les animaux, chaque échantillon a été homogénéisé à l'ultra-turrax.

Sédiments et eau - Les 5 échantillons de sédiments et les demi-filtres d'eau de mer ont été repris en eau peptonée alcaline salée (EPA, pH9, Difco) à raison d'1g ou ½ filtre dans 10 ml, et vortexés pendant 3*30s.

Trois répliques de chaque matrice ont été prélevés et dilués en cascade dans 1350 µl d'EPA en deep-well 96 puits (dilution 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}). Les 5 deep-well contenant l'ensemble des échantillons ont été incubées à 25°C pendant 16 à 18h et congelés à -20°C avant extraction d'ADN et analyse en QPCR.

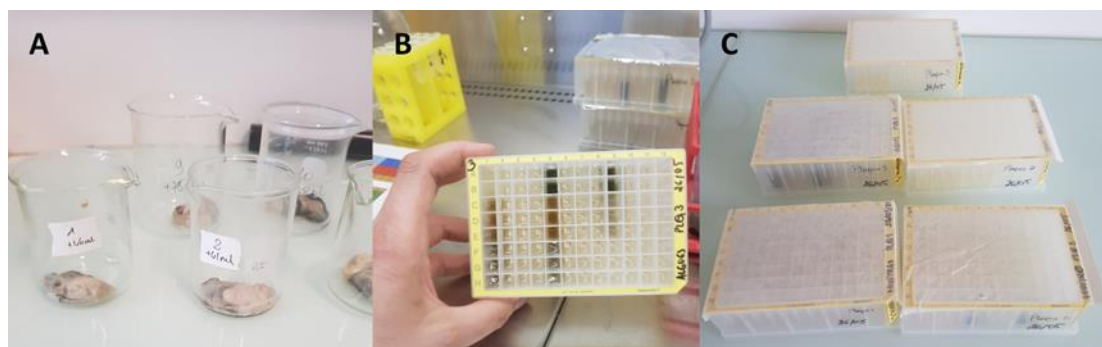


Figure 7 : Photos réalisées en 2021 des A) huîtres décoquillées avant broyage et dilutions dans B) deep-well dans lequel des dilutions de chaque échantillon ont été réalisées. C) Un total de 5 plaques par plongée a été obtenu. Après 16 à 18h à 25°C, celles-ci ont été conservées à -20°C avant extraction d'ADN et analyse moléculaire.

Extractions d'ADN et quantification de *V. aestuarianus*

100 µl de échantillons pré-enrichis et ainsi que 100µl des échantillons bruts sont en cours d'extraction. Ces échantillons seront transférés, lysés, extraits grâce au kit Qiagen QiaAmp 96 DNA blood and tissue, avant conservation à -20°C. Après évaluation au nanodrop des concentrations d'ADN extrait et ajustement à 5ng/µl, l'ADN de *V. aestuarianus* sera recherché dans l'ensemble des ADN par QPCR sur le plateau de biologie moléculaire de l'université de Montpellier selon la méthode décrite par Saulnier et al (2009).

3.2.8 Analyses

Données environnementales et suivi de mortalité

Les données acquises en 2020 et 2021 en ce qui concerne les données environnementales et de mortalités ont été analysées statistiquement (ANOVA, corrélations) et illustrées à l'aide du logiciel JMP, version 12 et sont incluses dans ce rapport intermédiaire.

Oxygène, Ammonium, phosphate et abondances de bactéries et picophytoplancton

Les données oxygènes obtenues en 2020 et 2021 ont été corrigées par la salinité à l'aide des données REPHY. L'analyse des teneurs en ammonium et en phosphate a été réalisée par la plateforme de l'OSU-Pythéas et par les soins de l'équipe de Patrick Raimbault (MIO, Marseille). Les analyses ont été effectuées à l'aide d'un autoanalyseur de type TECHNICON selon le protocole de Aminot et Kerouel. La détermination des abondances de bactéries, de pico et de nanophytoplancton a été réalisée par Béatrice Bec à l'aide d'un cytomètre en flux selon le protocole décrit dans Bec et al. 2005. Ces données sont en cours de traitement et seront incluses dans le rapport final.

3.3 Résultats :

3.3.1 Cinétique de mortalité des huîtres élevées en poches sur Thau

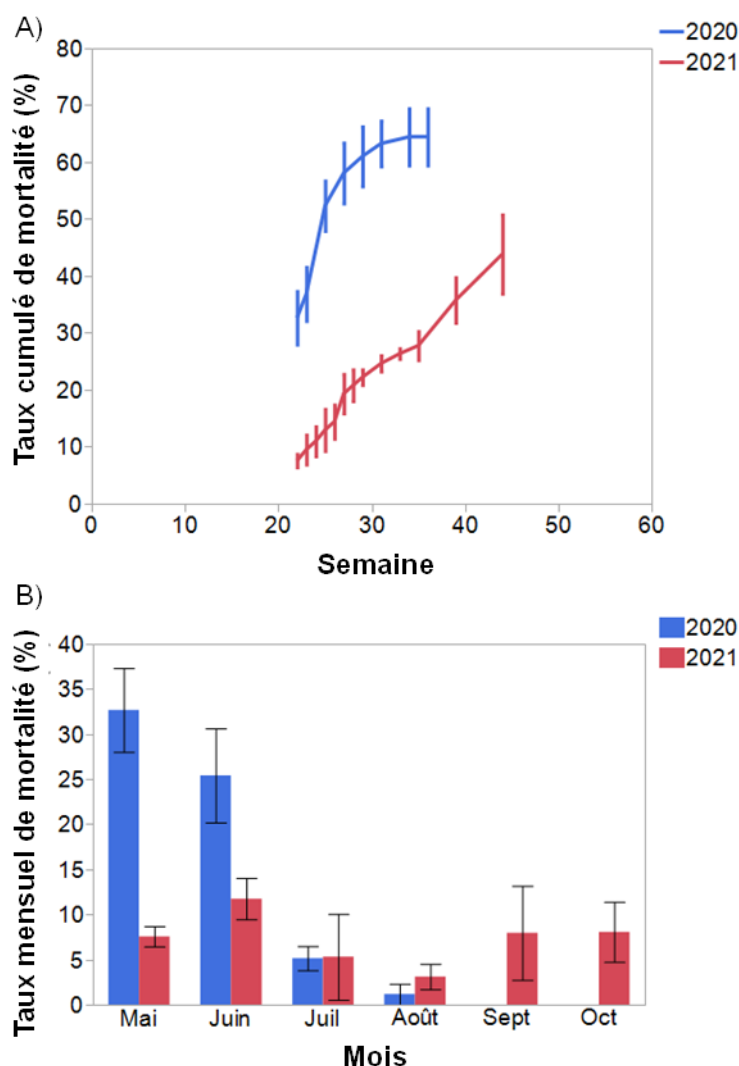


Figure 8 Moyennes (\pm Ecart type) A) du taux cumulé de mortalité en fonction des semaines de suivi, B) du taux mensuel de mortalité observés de Mai à Octobre à partir de trois poches d'huîtres déployées sur la table de trempage d'huîtres de bouzigues.com en 2020 et 2021 au niveau de la lagune de Thau

En 2020, le taux moyen de mortalité cumulé était de 32,7 % au départ du suivi, ie. 29/05/2020 (Figure 8). Selon les professionnels, les mortalités étaient en cours depuis un mois (cf. fiche de mortalité en annexe, premier constat au 02/05/2020). Au 16 juin 2020, les mortalités atteignaient 52,4% avec un taux instantané de 11,8% en 14 jours. A cette date, comme aux deux précédentes (29/05/2020 + 02/06/2020) des huîtres moribondes ont été observées. Les mortalités se sont poursuivies à moindre mesure en Juillet (5.2%) et aout (1.2%) pour atteindre un taux final de $64.5 \pm 4.9\%$ au 02/09/2020. Aucune moribonde n'a été observé au cours de l'été et aucune huître morte n'a été observée entre le 19/08 et le 02/09/2020.

En 2021, les mortalités d’huîtres ont été plus faibles et plus progressives qu’en 2020. Au démarrage du suivi (25/05/2021), le taux de mortalité était de 7,6%. Aucun phénomène de mortalité massive n’a été observé en mai au contraire de 2020. Quelques huîtres moribondes ont été observées les 31/05/2021, 07/06/2021 et 14/06/21 comme en 2020. Néanmoins, les mortalités atteignaient 13% au 14/06/21 soit 4 fois moins que le taux observé à la même date en 2020. Les mortalités n’ont pas été massives mais progressives avec des taux de mortalité instantané hebdomadaire supérieur au 28/06/2021 pour une moyenne de $4,9 \pm 0,6\%$. Au cours de cette date de prélèvement, des chairs d’huîtres étaient en décomposition, engendrant une odeur fétide. Le 05/07/2021, la même odeur a été observée. Comme en 2020, les mortalités ont été inférieures en juillet (5,3%) et août (3,1%). Au contraire de 2020, le suivi s’est poursuivi en septembre et octobre, durant lesquels les mortalités ont continué à hauteur de 8% par mois pour atteindre une moyenne de $43,9 \pm 6,9\%$ au 25 octobre 2021.

3.3.2 Choc chaud

Au cours du suivi 2021, des animaux ont été transférés au laboratoire toutes les semaines et placés dans des conditions favorables au développement de la bactérie *V. aestuarianus* (stabulation à 26°C). Des mortalités ont pu être observées à toutes les dates et allaient de 10% au 25/05 à 80% au 09/08 (Figure 9). Il est à noter que sur les 5 jours de suivi, aucune mortalité n’a été notée dans les animaux contrôle placés à 20°C à l’exception du 26/07, où les animaux étaient vraisemblablement plus fragiles.

De façon globale, nous pouvons noter une tendance à l’augmentation jusque début août, les mortalités les plus importantes étant observées à cette période. Néanmoins d’importantes variations de mortalité sont à noter, certainement à cause du petit nombre d’individus testés (n=10).

Même si ces résultats semblent indiquer un portage qui de *V. aestuarianus* tout au long du suivi, dans la population d’huîtres, l’imputabilité de cette bactérie dans les mortalités observées en choc chaud doit être confirmée. Nous avons pu isoler des souches bactériennes morphologiquement proches *V. aestuarianus* sur la majorité des dates. Cependant, nous validerons la présence de *V. aestuarianus* en screenant les souches bactériennes qui ont été isolées sur les moribonds des différentes dates et les chairs d’animaux prélevées en parallèle. Ces analyses sont actuellement en cours.

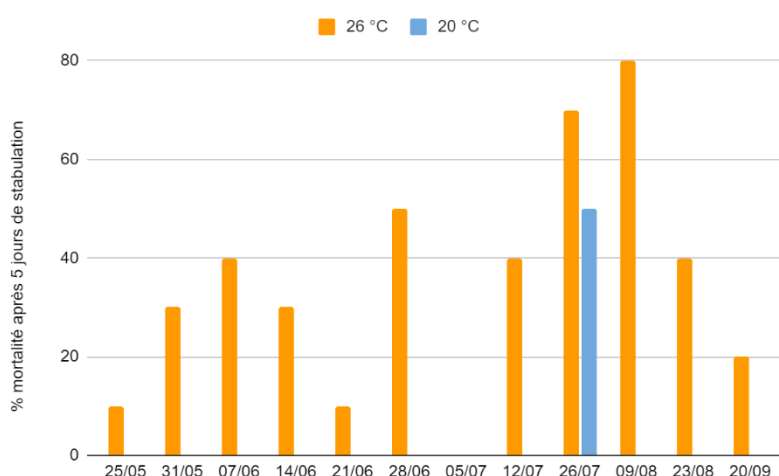


Figure 9 : Mortalités relevées sur 10 huîtres transférées au laboratoire et suivies 5 jours à 26°C ou 20°C.

3.3.3 Prévalence de *V. aestuarianus*

La prévalence de *V. aestuarianus* dans les huîtres suivies sera évaluée en comparant 2 méthodes de détection moléculaire : la QPCR directe ou la QPCR post enrichissement. Cette dernière méthode repose sur une pré-amplification de la bactérie en plaçant les tissus/ou autre échantillon environnemental dans un milieu de culture adapté et sélectif (l'eau peptonée alcaline).

Les analyses sont encore en cours sur les échantillons prélevés au 26/05/21, 30/05/21, 28/07/21 et 27/10/21 et les résultats correspondant seront présentés dans le rapport final.

3.3.4 Suivi environnemental

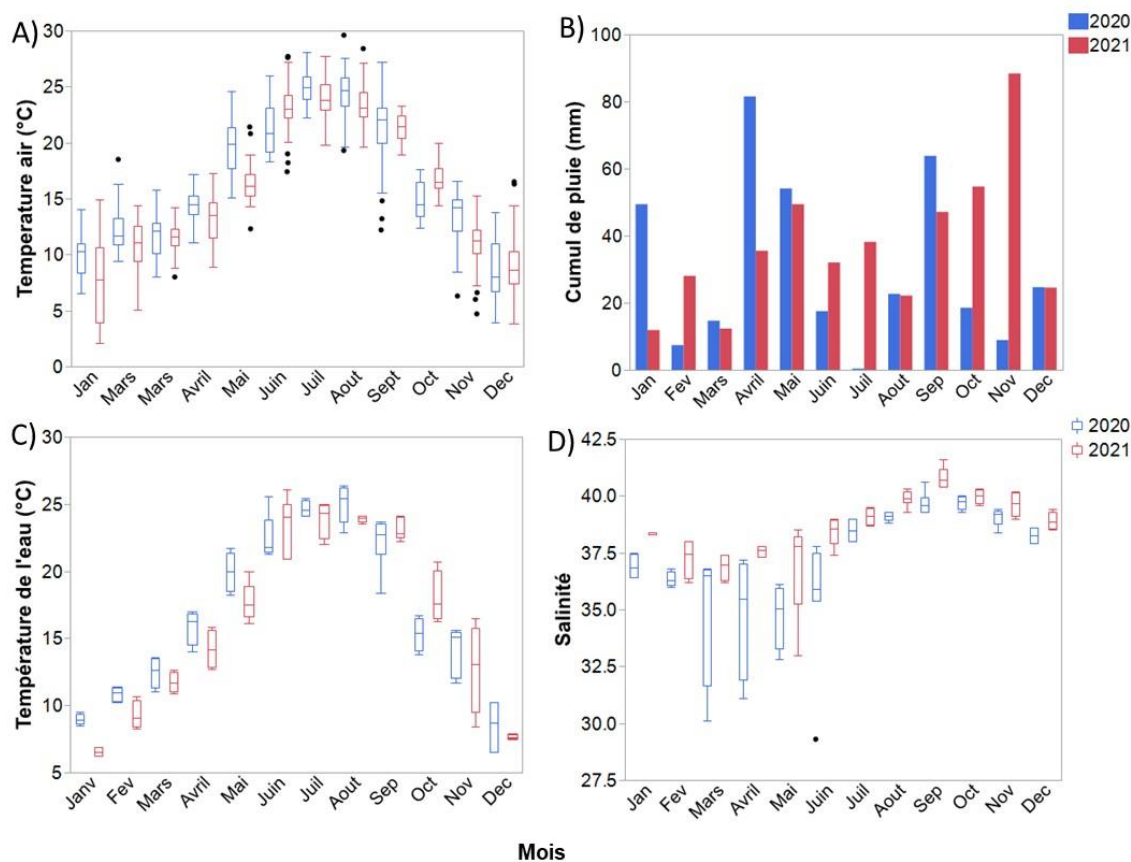


Figure 10 Evolution mensuelle de A) la température de l'air (°C), B) du cumul de pluie, C) de la température de l'eau et D) de la salinité de l'eau observés au niveau de Sète (A, B) et au niveau du site REPHY Bouzigues a (C, D) en 2020 et 2021. La ligne centrale des boîtes à moustache correspond à la médiane. Les boîtes sont construites à l'aide du 25 et du 75ème percentile. Les extrémités des moustaches représentent les valeurs min et max du paramètres étudiés. Les points sont considérés comme des valeurs aberrantes.

Les températures de l'air et de l'eau observées en 2020 et 2021 étaient significativement corrélées entre elles ($R^2=0,97$, $p < 0,0001$; $\text{Temp eau} = 1,02 \times \text{Temp air}$). Ces températures suivaient la même dynamique annuelle, avec des températures moyennes plus fortes en été et plus faibles en hiver (Figure 10AC). Les températures moyennes de l'eau atteignaient 1) des moyennes maximales variant entre 23,9 et 25°C en juillet-août et 2) des moyennes minimales observées entre 6,5 à 8,9°C en décembre-janvier selon les années. Les températures moyennes de l'eau tendaient à être supérieures en 2020 vs. 2021 sur les 4 premiers mois de l'année (Figure

10B), avec des moyennes de 8,9 vs. 6,5°C en janvier ; 10,9°C vs. 9,3°C en février ; 12,5 °C vs. 11,7 °C en mars ; 15,9°C vs. 14,2°C en avril (Figure 10B). En mai, la température de l'eau était significativement supérieure en 2020 (19,95°C) vs. 2021 (17,7°C : Figure 10B), avec plus de 2 degrés de différence. La température moyenne de l'eau ne variait pas significativement entre les 2 années entre juin et septembre. En Octobre, bien que la différence ne soit pas significative, la température de l'eau était inférieure en 2020 (15,3°C) par rapport à 2021 (18°C) avec près de 1,7°C de différence en moyenne. Cette absence de différence statistique provient sans doute d'une forte variabilité de la température de l'eau observée en octobre 2021 (Figure 10B).

Le cumul de pluie annuel était équivalent d'une année sur l'autre avec 363,6 mm pour 2020 vs. 444,2 mm pour 2021. Les cumuls de pluies variaient mensuellement en fonction des années (Figure 10C) avec des cumuls de pluie saisonniers supérieurs en 2020 vs. 2021 durant l'hiver (81,5 vs. 64,4 mm) et le printemps (150,3 vs. 97,2 mm : Figure 11). Les cumuls supérieurs au printemps 2020 étaient liées à des cumuls de pluies supérieurs observés en avril, mai (Figure 10B). Au contraire, les cumuls de pluies au cours de l'été et de l'automne étaient inférieurs en 2020 vs. 2021, avec respectivement 40,6 vs. 92,4 mm et 91,2 vs. 190,2 mm (Figure 11). Les forts cumuls de pluie à l'automne 2021 étaient expliqués par de forts cumuls de pluie observés en octobre et novembre (Figure 10D).

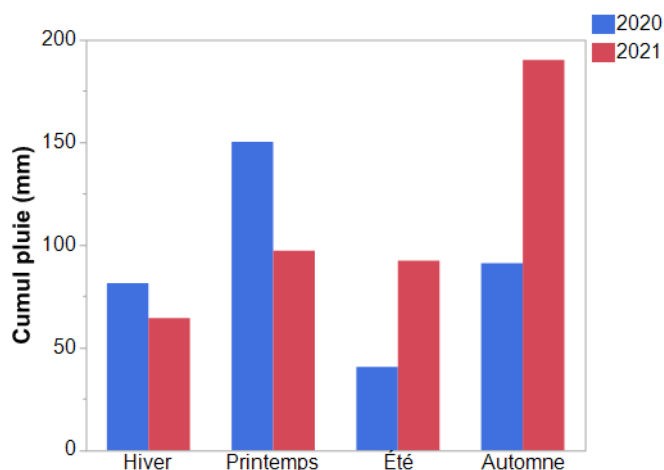


Figure 11 : Evolution saisonnière du cumul de pluie observé au niveau de Sète en 2020 (bleu) et 2021 (rouge).

La salinité était significativement supérieure en 2020 vs. 2021 avec des valeurs moyennes de 37,3 et 38,6 quel que soit le mois de l'année, avec des salinités inférieures de février à juin et supérieures de juillet à décembre (Figure 10D). Une forte variabilité des salinités était observée en 2020 au cours des mois de mars ($34,9 \pm 3,2$), avril ($34,8 \pm 2,7$) et mai ($34,7 \pm 1,4$) avec une valeur de salinité, jugée anormale observée en juin ($35,5 \pm 2,9$, valeurs min : 29,3 ; Figure 10D). La salinité atteignait une moyenne mensuelle maximale en septembre 2021 ($40,7 \pm 0,49$: Figure 10D).

Des tests de corrélations ont été effectués entre les moyennes mensuelles environnementales (Temp air, cumul pluie, Temp eau, salinité) et les taux de mortalités cumulés sur le mois. Les résultats montrent que les taux de mortalité étaient corrélés négativement à la salinité ($R^2 = 0,69$, $p=0,0026$, $n=10$). Les taux de mortalités les plus élevées étaient en effet observés au moment des valeurs de salinités les plus faibles (Figure 12A). Aucune relation linéaire n'a été observée entre mortalité et température de l'eau (Figure 12B). Les mortalités ont été observées entre 18 et 25 degrés.

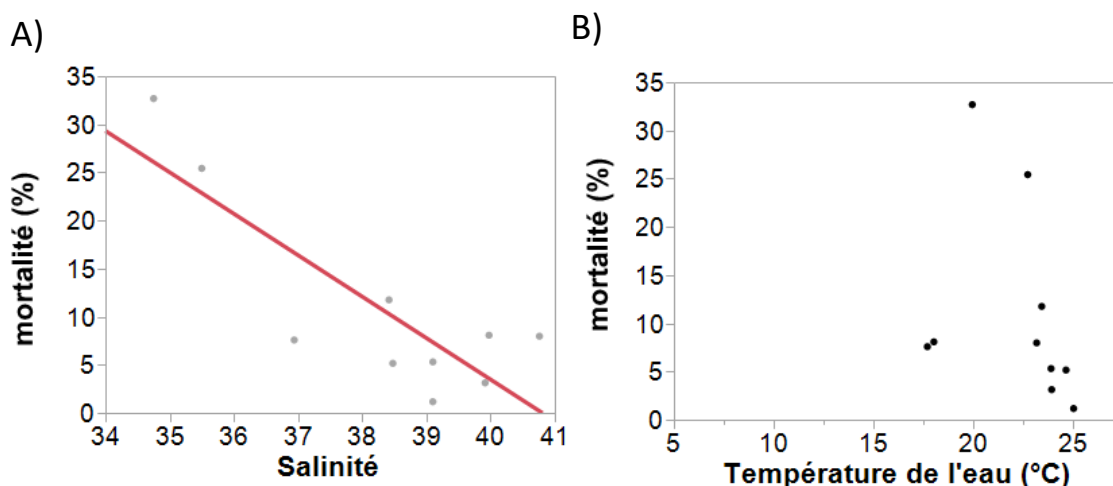


Figure 12 : A) Relation linéaire significative observée entre les taux cumulés mensuels moyens de mortalités et les moyennes de salinité mensuelles, B) taux cumulés mensuels moyens de mortalité représentés en fonction des températures moyennes mensuelles de l'eau.

3.3.5 Niche écologique



Figure 13 : Photographies effectuées sous la table de trempe en présence d'un plongeur (E Bellamy) et illustrant les espèces de macrophytes constituant le couvert végétal observé au cours du suivi 2021.

Les diagnostics effectués en plongée ont permis d'observer un couvert algal dense sous la table de trempe avec un recouvrement de près de 90-95% sur du sédiment coquillier. La majorité du couvert algal était constitué d'algues rouges (*Gracilaria dura*, *Halopythis incurva*), épiphytées par quelques algues brunes (*Dictyota spiralis*) et recouvertes de patch d'algues vertes (*Ulva rigida*, *Chaetomorpha sp.*). Quelques pieds d'herbiers (*Zostera marina*) ont été observés au début du suivi. Les analyses sur la prévalence *V. aestuarianus* ont été effectués sur les espèces majoritaires et sur le sédiment nu. Ces analyses sont en cours et seront disponibles dans le rapport final.

3.4 Discussion

Les résultats préliminaires de cette étude montrent qu'en 2020 et en 2021, des mortalités d'huîtres creuses de taille commerciale, ont été observées dans la lagune de Thau, au niveau des tables de trempe de l'entreprise Huîtres de Bouzigues.com. Au cours de ces phénomènes, la bactérie *Vibrio aestuarianus* a été détectée, ce qui confirme son rôle dans le processus de mortalité des huîtres de taille adulte. La comparaison des suivis de 2020 et 2021 a permis de montrer que la cinétique et la magnitude du phénomène était variable annuellement. Des mortalités brutales et massives ont été observées en mai, juin 2020 au contraire de 2021 caractérisé par des mortalités faibles et progressives. L'analyse de données environnementales a permis de montrer un hiver et un printemps plus chaud et plus pluvieux en 2020 qu'en 2021. Les mortalités ont été négativement corrélées à la salinité, le phénomène s'étant produit au moment de dessalure occasionné par les pluies et l'arrivée d'eau douce par le bassin versant. A l'échelle journalière, l'annexe 2 montre en effet des cumuls supérieurs en amont des déclarations ou observation des mortalités. Les mortalités ont été observées entre 18 et 25 degrés. Il est important de noter que la base de données environnementales utilisée est issue du REPHY dont les prélèvements sont effectués au large de la zone de Bouzigues au contraire de la table de trempe d'huîtres de Bouzigues.com. Il est fort probable que le suivi hebdomadaire effectué sur la table de trempe mette en évidence des températures plus élevées de l'eau au moment des mortalités et des salinités plus faibles, le site étant moins profond et plus à même d'être influencé par le lessivage des sols ou l'apport d'eau douce venant de cours d'eau. Cette analyse à plus fine échelle sera incluse dans le rapport final et intégrera également une analyse de la dynamique de l'oxygène en bordures.

En attendant, la série de chocs chauds effectuées sur les huîtres a montré que dès le mois de mai, alors que la température n'est pas encore propice aux mortalités dans la lagune de Thau, la maladie se déclare à 26°C engendrant des mortalités allant jusqu'à 80% en 4 jours. Les étalements ont permis de démontrer la présence de la bactérie *Vibrio aestuarianus* sur la majorité des dates. Néanmoins, d'autres bactéries ont été également observées après mortalité. Des analyses complémentaires permettront valider l'imputabilité de *V. aestuarianus* dans ces mortalités et de décrire la structure des communautés bactériennes associées en amont et en aval des mortalités au niveau des chairs d'huîtres mais également de la colonne d'eau, du sédiment ou des macrophytes. Ces analyses nous permettront de donner quelques éléments sur le cycle de vie et la niche écologique de *Vibrio aestuarianus*.

Nos résultats confirment les conclusions de nos collègues (Thomas et al. 2018 ; Gangnery et al. 2019 ; Fleury et al 2021) concernant l'influence de l'augmentation des températures et la diminution des salinités sur les mortalités d'huîtres de taille adulte. Thomas et al. (2018) indiquent que les phénomènes de mortalités se produisent après un hiver doux et humide, favorisé par des années à oscillations Nord Atlantique positive (NAO + : North Atlantic Oscillation). Ce phénomène climatique impacte l'Océan Atlantique. Les oscillations désignent les variations des régimes océan-atmosphère et correspondent à la différence de pression atmosphérique entre l'anticyclone des Açores et la dépression d'Islande. De longues séries de données sont disponibles pour décrire la variabilité annuelle de cet indice (Annexe 3). Selon ces données, l'année 2020 est caractérisée par un indice négatif, ce qui ne va pas dans le sens des observations de Thomas et al. 2018. Néanmoins, cette étude n'intégrait pas le site de Thau, située en Méditerranée. La lagune de Thau se situant plus près des Açores que de l'Islande, les relations entre mortalité et oscillations climatiques mériteraient d'être approfondies, en étudiant plutôt les oscillations caractéristiques de la Méditerranée (MOI : Gibraltar et Israël)

dans l'idée de pouvoir anticiper ces phénomènes à l'aide de modèles prédictifs climatiques comme Thomas et al. 2018 ont pu le faire sur les sites en Atlantique.

3.5 Poursuite de l'analyse et Perspectives

Ce rapport intermédiaire intègre les premiers éléments de réponse du projet MIRAGE 2 sur Thau. Des mortalités d'huîtres creuses ont été observées en 2020 et 2021 sur Thau avec des taux plus élevées en 2020 vs. 2021, en lien avec des salinités plus faibles. Ces résultats confirment les observations de nos collègues effectuées entre mortalité d'huîtres au stade adulte et dessalure. Les mortalités ont été observées entre 18 et 25°C avec une mortalité révélée en choc chaud dès le mois de mai sans signe avant-gardiste. Ces résultats montrent que l'huître est porteuse de la bactérie et que la maladie est favorisée par l'augmentation de la température. L'analyse de la température, de la salinité, de l'oxygène à l'échelle de la table de trempe nous permettra d'affiner et compléter nos propos sur les facteurs déclenchant la prolifération de *V. aestuarianus* entraînant la maladie et aboutissant aux mortalités. Dès l'obtention des résultats de l'analyse de la niche écologique, de nouvelles expérimentations en laboratoire seront envisagées pour tester l'effet de la salinité, voire de l'oxygène et de la présence des matrices propices à contenir la bactérie (huîtres, matière en suspension, sédiment, macrophytes).

4. Tâche 2.2 : Suivi des gisements de la baie de Somme et de la baie d'Authie

Ce suivi a pour objectif de mieux connaître la dynamique d'infection de *Vibrio aestuarianus cardii* chez les coques et d'identifier les substrats sur lesquels la bactérie peut être trouvée, en recherchant au cours d'un cycle annuel cette bactérie dans différentes matrices (coques, sédiments et moules).

4.1 Dynamique de la bactérie *Vibrio aestuarianus* dans des populations de coques

4.1.1 Sites échantillonnés et prélèvements réalisés

Deux sites sont suivis au cours de cette étude (Figure 14) :

- Un site en baie de Somme : CH'4
- Un site en baie d'Authie : Fort Mahon en 2019 puis Groffliers en 2020/2021

Ces sites ont été suivis en 2019 lors d'une étude préliminaire et leur suivi s'est poursuivi en 2020/2021 afin de disposer de deux années de données sur ces deux gisements. Malheureusement, en 2020, le gisement de coques de Fort Mahon en baie d'Authie a disparu dû à des travaux de ré-ensablement ; ce point de prélèvement a donc été remplacé par un autre site proche et similaire en termes de conditions environnementales, le gisement de Groffliers (Figure 14).

Les prélèvements de coques sont réalisés par le CRPMEM des Hauts-de-France, des professionnels et le GEMEL. Les prélèvements étaient mensuels pendant le printemps et l'été 2019 et trimestriel pendant l'automne et l'hiver 2019. En 2020 et 2021, les prélèvements étaient mensuels quelle que soit la saison d'échantillonnage (Annexe 4 : Fréquence d'échantillonnage des coques en 2019, 2020 et 2021 sur les gisements des Hauts de France).

Deux cohortes ont été systématiquement échantillonnées par site : des coques de grosse taille, soit supérieures à de 27 mm, et des coques de plus petite taille, soit inférieures à 25 mm. Cinquante individus de chaque cohorte étaient prélevés a minima pour les analyses.

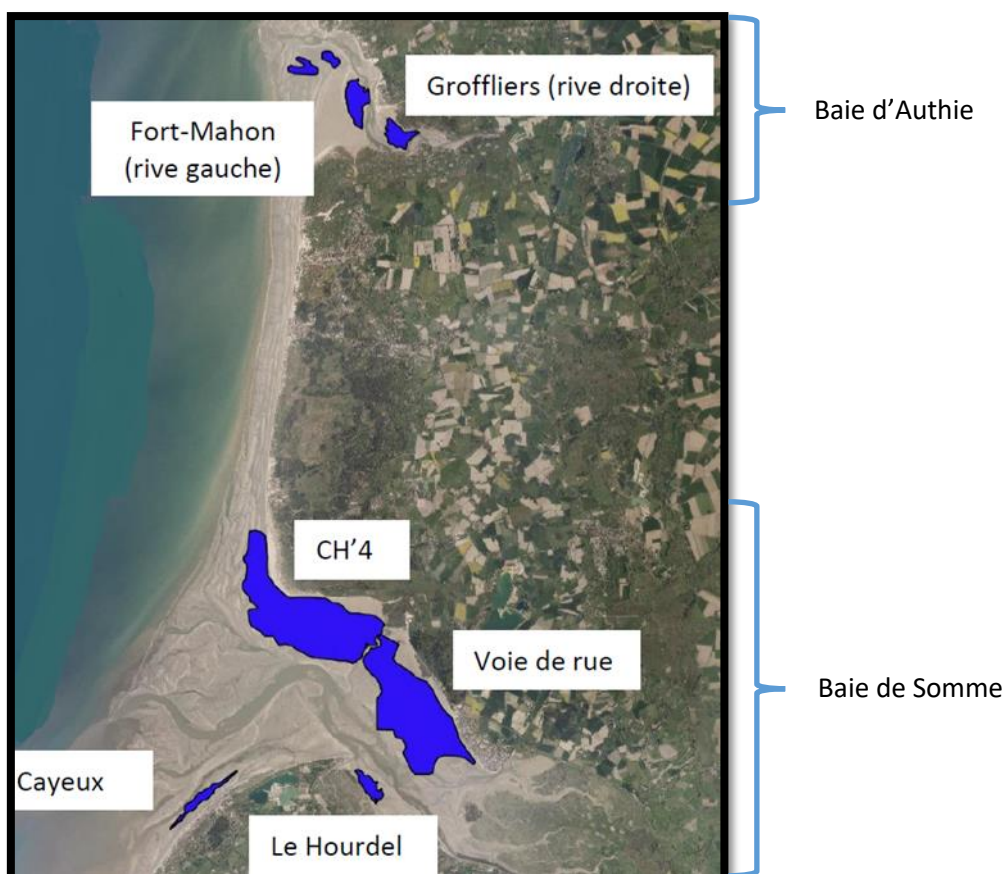


Figure 14 : Carte des principaux gisements de coques de la baie de Somme et de la baie d'Authie

4.1.2 Méthodes d'analyses

Pour rechercher la bactérie *Vibrio aestuarianus*, trois techniques ont été mises en œuvre :

- Une PCR temps-réel sur broyat d'individus entiers : cette technique nous permet de suivre l'évolution de la bactérie au cours du temps au sein des différents gisements,
- Une PCR temps-réel après enrichissement des broyats d'individus entiers : cette technique plus sensible que la précédente permet de détecter la bactérie en période de « latence/dormance » sans expression clinique chez les individus porteurs,
- Un ensemencement bactériologique après enrichissement des broyats d'individus sur milieu chromagar : cette technique permet d'isoler les souches bactériennes et ensuite de caractériser leur virulence et leur diversité génétique.

Le protocole détaillé figure en Annexe 5 : Détail du protocole expérimental pour la détection de la bactérie *Vibrio aestuarianus*.

En 2019, entre 20 et 30 animaux ont été analysés par PCR directe et après enrichissement et 10 étaient mis en culture après enrichissement. En 2020, 30 animaux étaient analysés par PCR directe et après enrichissement et 10 mis en culture après enrichissement.

Au total, 73 lots de coques ont été reçus soit 1824 individus analysés.

En parallèle, 20 animaux ont été fixés pour des analyses en histologie au cours des suivis de 2019 et 2020/2021. Certains lots seront analysés en 2022 afin de voir la présence éventuelle d'autres agents infectieux en particulier lors de détection importante de la bactérie *Vibrio aestuarianus*.

4.1.3 Résultats des suivis de 2019 et 2020/2021

L'ADN de la bactérie *Vibrio aestuarianus* a été détectée par PCR temps réel directe sur les deux sites étudiés à la fois chez du naissain et chez des coques adultes en 2019 et 2020/2021. Cette détection a lieu tout au long de l'année mais l'ADN de la bactérie n'est quasiment pas détecté en période hivernale, entre novembre et mars. En revanche, on observe une plus grande détection à la fin du printemps et en été avec un pic en juin ou juillet selon les sites et les années (Figure 15). En 2019, le pic de détection par PCR en temps réel directe était à la même période (juin) en baie de Somme et baie d'Authie ; en revanche, lors du suivi 2020/2021, le pic de détection était décalé d'un mois entre les deux sites (juin en baie d'Authie, juillet en baie de Somme).

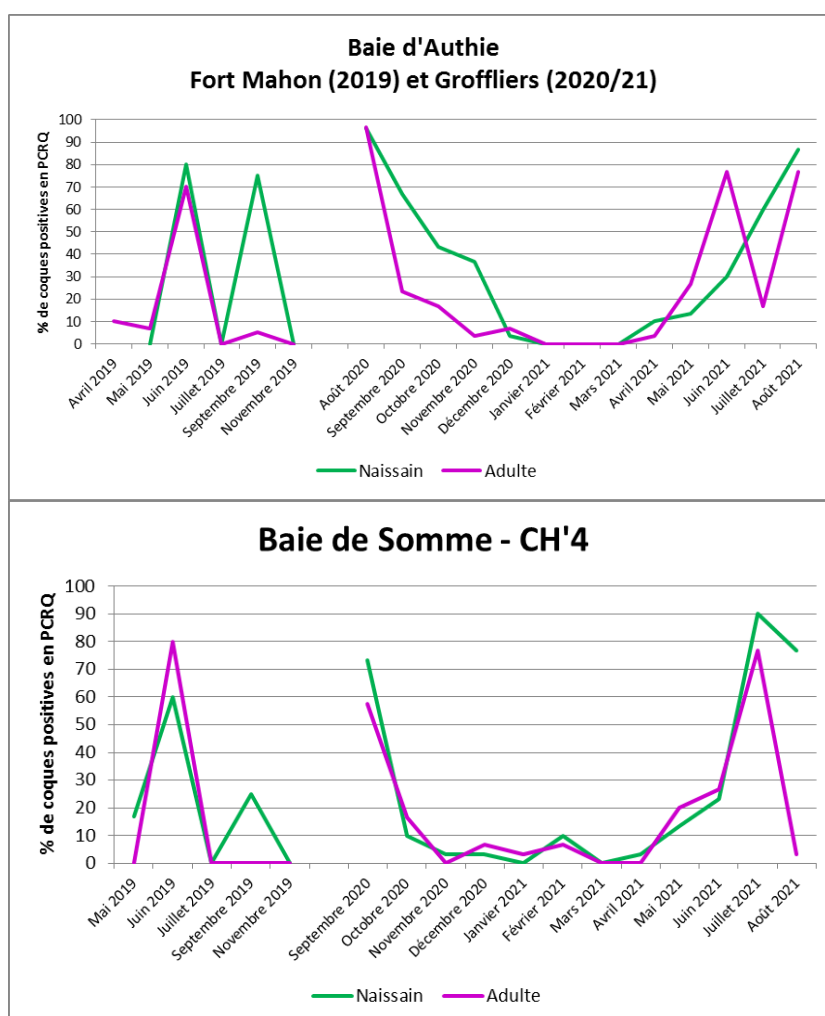


Figure 15 : Détection de la bactérie *Vibrio aestuarianus* par PCR en temps réel directe sur les gisements de la baie d'Authie et de la baie de Somme lors des suivis 2019 et 2020/2021

Dans tous les cas, il semblerait que la période estivale soit favorable au développement de la bactérie chez les coques au contraire de la période hivernale et ce quel que soit l'âge des coques. En effet, aucune différence de détection d'ADN n'a été observée entre les différentes cohortes de coques (naissain et adultes) quels que soit le site et l'année et il semblerait même que la bactérie persiste plus longtemps dans le naissain de coques (Figure 15).

La détection d'ADN de cette bactérie n'est pas systématiquement associée à des mortalités de coques (absence de mortalité rapportée en période hivernale) mais généralement, des mortalités sont observées lorsque la prévalence de la bactérie est importante chez les coques notamment en période estivale (mortalité signalée en mai/juin en 2019, en août en 2020).

Les analyses par PCR temps réel après enrichissement ont permis de détecter de l'ADN de la bactérie tout le long de l'année comme pour la PCR directe mais avec une prévalence plus importante en particulier durant la période hivernale. Ces analyses étaient couplées à la mise en culture de la bactérie et des souches de *Vibrio aestuarianus cardii* ont été quasi-systématiquement isolées. Ainsi, la bactérie vivante est bien détectée tout le long de l'année.

On observe donc un portage de la bactérie chez les coques toute l'année notamment en période hivernale et un développement de cette bactérie (augmentation de sa prévalence et de son intensité d'infection) en période printanière/estivale (Figure 16). Ce portage est observé à la fois chez le naissain et les adultes dans les deux baies, le naissain semblant être plus porteur que les adultes.

Cependant, de façon surprenante, chez certains individus, certaines analyses PCR temps réel après enrichissement apparaissent négatives pour certains mois de l'année notamment des mois d'été alors que les mêmes individus analysés en PCR temps réel directe sont positifs. Cette incohérence de résultats est peut-être due à la présence d'inhibiteurs de réactions de PCR en particulier dans les échantillons enrichis en eau peptonée. Cet enrichissement a peut-être un impact sur les réactions de PCR.

La recherche d'inhibiteurs de PCR va donc être réalisée dans les échantillons enrichis mais également non enrichis en 2022 afin de s'assurer qu'une non détection de la bactérie chez un individu soit réellement une non détection et non liée à la présence d'inhibiteurs de PCR.

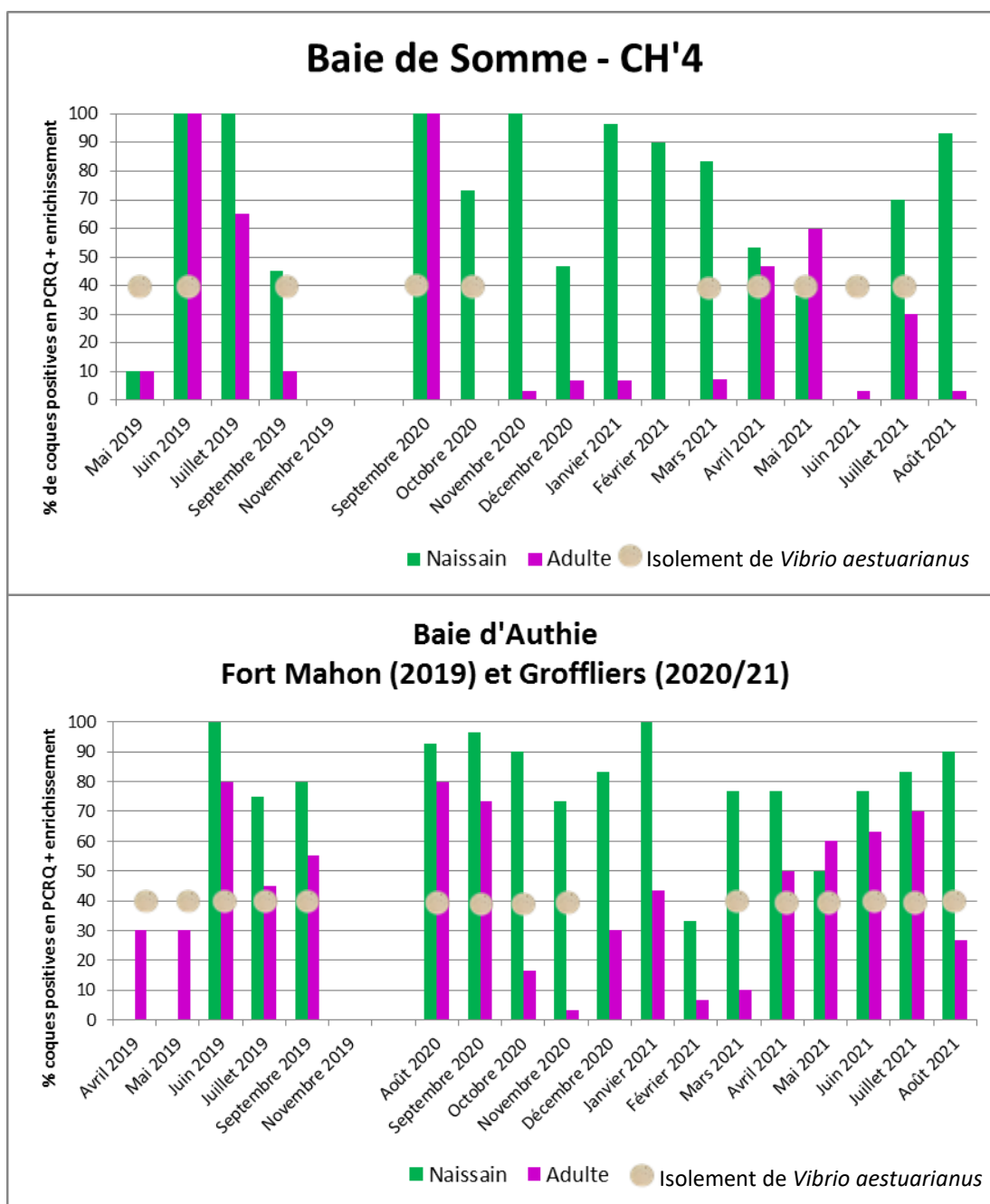


Figure 16 : Détection de la bactérie *Vibrio aestuarianus* par PCR en temps réel et bactériologie conventionnelle après enrichissement sur les gisements de la baie d'Authie et de la baie de Somme lors des suivis 2019 et 2020/2021

4.2 Etude des sources et réservoirs en dehors des coques

En parallèle des prélèvements de coques, des sédiments et des moules ont été échantillonnés afin de déterminer si la bactérie *Vibrio aestuarianus* pouvait être retrouvée dans ces compartiments (Tableau 1).

Année	Mois	Date	Point de prélèvement	Détection de la bactérie
2019	Avril	Mercredi 10	Moules, bouchots de la Pointe St-Quentin	Absence
		Mardi 23	Sédiment Fort-Mahon	Présence
	Mai	Lundi 6	Moules, bouchots de la Pointe St-Quentin	Présence
		Lundi 6	Sédiment CH'4	Absence
		Lundi 6	Sédiment Fort-Mahon	Absence
		Jeudi 23	Moules, cordes Fort Mahon	Absence
	Juin	Mercredi 5	Sédiment Fort-Mahon	Présence
Septembre	Lundi 16	Sédiment Fort-Mahon	Absence	
2020	Août	Lundi 10	Sédiment Groffliers	Présence
	Septembre	Lundi 7	Sédiment Groffliers	Présence
	Octobre	Lundi 5	Sédiment Groffliers	Absence
		Mardi 6	Moules, bouchots de la Pointe St-Quentin	Absence
	Novembre	Lundi 2	Sédiment Groffliers	Absence
		Mardi 3	Moules, bouchots de la Pointe St-Quentin	Absence
	Décembre	Lundi 7	Moules, bouchots de la Pointe St-Quentin	Absence
Mardi 15		Sédiment Groffliers	Absence	
2021	Janvier	Mardi 5	Sédiment Groffliers	Absence
		Mardi 5	Moules, bouchots de la Pointe St-Quentin	Absence
	Février	Lundi 1er	Moules, bouchots de la Pointe St-Quentin	Absence
	Mars	Lundi 1er	Sédiment Groffliers	Présence
	Avril	Lundi 26	Sédiment Groffliers	Présence
	Mai	Mardi 18	Sédiment Groffliers	Présence
		Mercredi 26	Moules, bouchots de la Pointe St-Quentin	Présence
	Juin	Mardi 15	Sédiment Groffliers	Présence
		Lundi 14	Moules, bouchots de la Pointe St-Quentin	Absence
Juillet	Lundi 12	Sédiment Groffliers	Présence	
Août	Lundi 9	Sédiment Groffliers	Présence	

Tableau 1 : Fréquence d'échantillonnage et détection de la bactérie *Vibrio aestuarianus* dans des sédiments (en vert) et des moules (en bleu) lors des suivis 2019 et 2020/2021

La bactérie *Vibrio aestuarianus* a été retrouvée assez régulièrement dans les sédiments provenant de la baie d'Authie par PCR en temps réel et/ou par bactériologie conventionnelle mais uniquement après enrichissement. Elle a été détectée principalement au printemps et en été entre les mois de mars et septembre. En période hivernale, elle n'a jamais été détectée dans le sédiment.

La fin de printemps et l'été semblent être des périodes favorables au développement de cette bactérie à la fois dans l'environnement et dans les coques.

Une comparaison des génomes de souches de *Vibrio aestuarianus* isolées du sédiment et de coques à une même période a été réalisée afin de savoir si ces souches étaient différentes ou identiques (cf. tâche 3). La comparaison de leur génome a montré que les souches isolées dans le sédiment et les coques à une même période semblaient identiques.

Ainsi, la présence de *Vibrio aestuarianus* dans le sédiment pourrait s'expliquer :

- soit par le fait que les coques infectées rejettent la bactérie dans l'environnement et qu'elle se retrouve ainsi dans le sédiment
- soit que la bactérie était en dormance dans le sédiment et que des conditions favorables lui permettent de se développer et d'infecter des coques.

Concernant la présence de *Vibrio aestuarianus* dans les moules de la baie de Somme, deux échantillons de moule ont été trouvés infectés au cours du mois de mai, un en 2019, le second en 2021. Une comparaison des génomes des souches isolées de moules et de coques à la même période a également été réalisée et a montré que les souches isolées étaient similaires. La présence de *Vibrio aestuarianus* dans les moules pourrait être due à une accumulation par filtration de la bactérie par les moules en raison de sa présence importante dans l'environnement. En effet, au cours du suivi mené sur les coques, la prévalence de la bactérie augmente fortement entre mai et juillet.

4.3 Bilan et discussion

La crise sanitaire due à la COVID-19 a décalé les actions prévues au sein de cette étude sur 2020 et 2021 et des actions ont été reportées en 2022. Cependant, un suivi des deux gisements de coques des Hauts de France concernant la présence de la bactérie *Vibrio aestuarianus cardii* a pu être mis en place en 2020 et 2021. Ce suivi a permis de montrer que la bactérie est bien présente sur ces deux gisements (baie de Somme et baie d'Authie) et affecte les différentes cohortes de coques (petites et grosses). Cette bactérie semble préférentiellement se développer au cours du printemps et de l'été mais elle reste présente chez les coques en période hivernale en faible quantité.

Cette bactérie a également été retrouvée dans le sédiment à proximité des coques uniquement en période printanière et estivale lorsque cette bactérie est présente en grande quantité chez les coques. Il est difficile de conclure sur le rôle exact du sédiment : est-ce une niche écologique de la bactérie ou est-ce que la bactérie se retrouve dans le sédiment uniquement parce que les coques l'excrètent (ou meurent) à cette période. Les analyses génomiques (cf partie suivante) indiquent également que les souches isolées du sédiment sont similaires à celles des coques isolées à la même période ; ces analyses sembleraient plutôt indiquer que la bactérie se retrouve dans le sédiment car elle est fortement excrétée par les coques.

De même, elle a été détectée chez les moules lors des périodes où elle est fortement présente chez les coques ; les souches isolées de moules semblent identiques, d'un point de vue génome, aux souches isolées de coques à la même période (cf axe 3). Il semblerait donc que pendant la période printanière et estivale, les coques excrètent fortement cette bactérie qui se retrouverait en grande quantité dans l'environnement et pourrait être accumulée ainsi au niveau du sédiment et/ou des moules.

5. Tâche 3 : Etudier la virulence et la diversité génétique de *V. aestuarianus*

Pour mieux connaître les populations bactériennes de *Vibrio aestuarianus* détectées et évaluer leur impact sur les populations de coques, une description de leur virulence et de leur diversité a été réalisée.

5.1. Etude de la virulence envers les huîtres et des spécificités génomiques des souches de *Vibrio aestuarianus* isolées

Cette tâche a pour objectif d'étudier des isolats de *V. aestuarianus* isolés d'huîtres (*Crassostrea gigas*), de coques (*Cerastoderma edule*) ou de leur environnement, en termes de virulence, affiliation taxonomique, diversité génomique et phénotypique.

Pour cela, nous avons collecté des isolats à l'échelle européenne auprès des laboratoires en charge du diagnostic et de la surveillance des maladies des mollusques, entre 2001 (premières mortalités liées à *V. aestuarianus* recensées) et 2021. Les premiers résultats ont montré une structuration de *V. aestuarianus* en fonction de l'espèce-hôte associée, mais pas en fonction de l'année ou du lieu d'isolement (Figure 17).

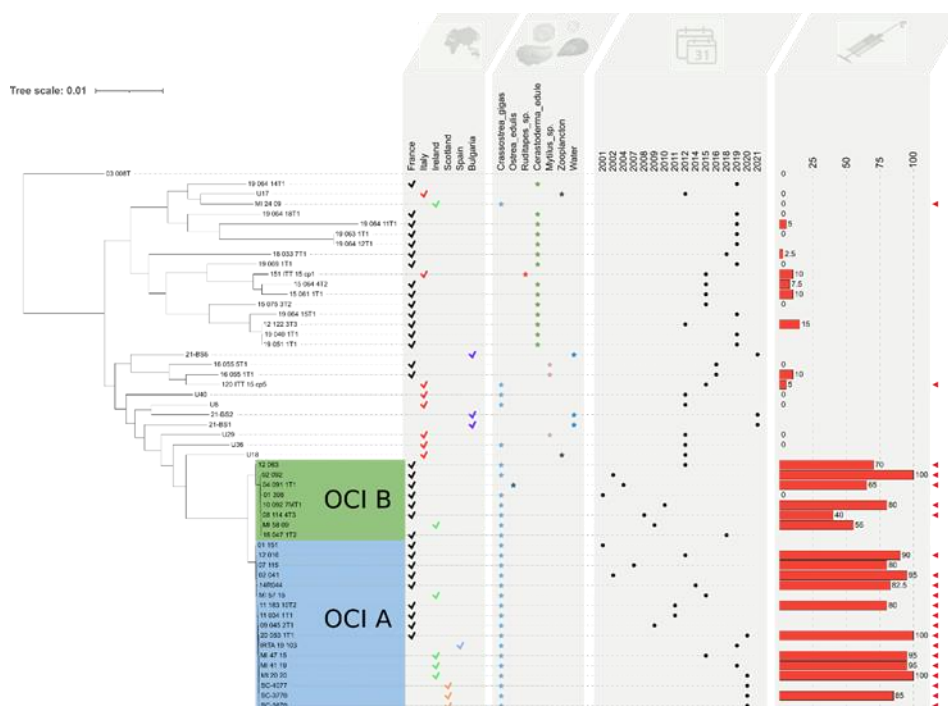


Figure 17 : Arbre phylogénétique de l'espèce *V. aestuarianus*, calculé à partir de l'alignement des génomes complets. Plusieurs couches d'annotations sont ajoutées : pays (coche), origine environnementale (étoile), année d'isolement (point), virulence testée en laboratoire par injection dans les huîtres (107 UFC/animal) indiquée par un diagramme en barres à droite représentant le pourcentage de mortalité et contexte (souche isolée lors de l'événement de mortalité des huîtres indiquée par une flèche rouge à droite). Les clades A et B d'OCI (Oyster Clinical Isolates) sont mis en évidence respectivement dans les zones de couleur bleue et verte. L'absence de données de virulence signifie l'absence de test pour cette souche.

La majorité des isolats d'huîtres se répartissent dans deux groupes, appelé OCI A et OCI B (OCI = oyster clinical isolates) (avec plus de 99% d'homologie), issus d'un unique ancêtre commun. Ces deux groupes contiennent l'ensemble des souches qui ont montré une forte virulence à l'égard des huîtres, lors d'essais en laboratoire. Finalement, ces deux groupes délimitent les isolats pathogènes d'huîtres.

Les forces évolutives qui régissent la diversité génétique au sein d'un groupe sont la mutation et la recombinaison, qui génèrent cette diversité génétique, et également la sélection naturelle qui la contrôle. Nous avons étudié l'impact de ces différentes forces sur la diversité génétique chez *V. aestuarianus* et observé que la recombinaison et la mutation génèrent très peu de diversité génétique parmi les deux groupes OCI A et B. Le faible impact de la recombinaison suggère que ces groupes se reproduisent uniquement de manière clonale. De plus, la très faible diversité génétique suggère que ces deux groupes sont issus d'un goulot d'étranglement génétique au cours duquel un ou deux génotypes ont été sélectionnés et se sont répandus. Ensuite, une pression de sélection liée à l'hôte a pu contre sélectionner les mutations qui sont apparus au cours du temps, tendant à conserver le ou les génotypes sélectionnés au moment du goulot d'étranglement.

Notre étude a également montré que ces deux groupes, OCI A et B, pourraient subir un isolement sexuel. L'absence de recombinaison, présentée auparavant, en est un indice. En effet, les bactéries isolées sexuellement, vont par définition, rencontrer peu ou pas d'autres populations bactériennes et ne vont donc pas avoir l'occasion d'échanger du matériel génétique. L'isolement sexuel se traduit également par un pan génome fermé. Le pan génome décrit la gamme complète des gènes dans un groupe. Lorsque tous les individus du groupe n'ont pas le même contenu en gènes, on dit que le pan génome est ouvert. Au contraire, lorsque tous les individus possèdent le même contenu en gènes, on dit que le pan génome est fermé, ce qui est le cas pour les groupes OCI A et B (Figure 18). En effet, sur la figure 2, chaque branche des étoiles représente le nombre de gènes spécifiques à une seule souche. Les chiffres sont petits pour les OCI A (bleu) et les OCI B (vert). Au contraire, chez les souches non cliniques (isolées en dehors d'épisodes de mortalité), les chiffres sont plus importants (jaune). Finalement, dans les OCI A et B, toutes les souches du groupe ont approximativement les mêmes gènes.

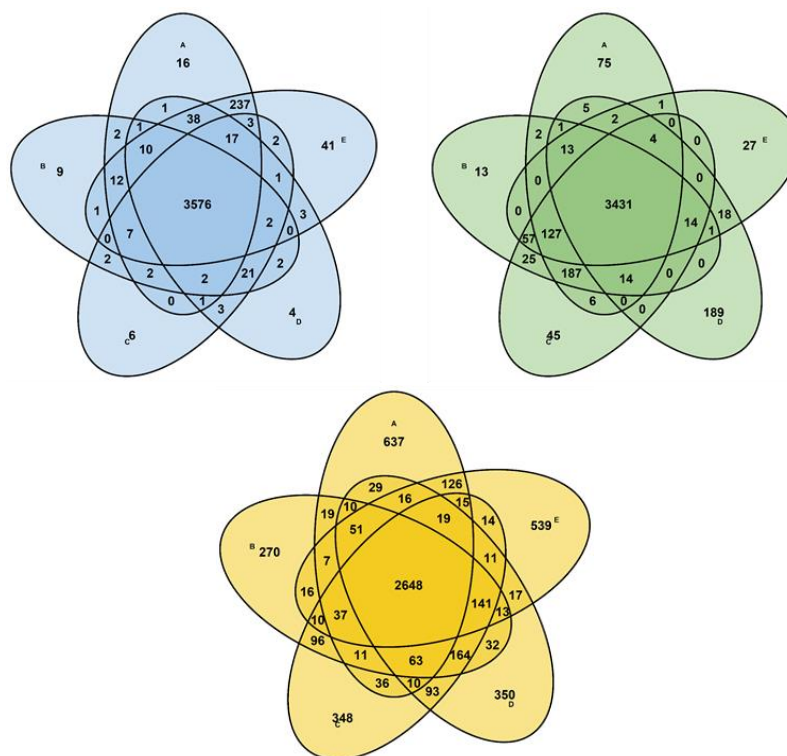


Figure 18 : Les diagrammes de Venn montrant le pan génome de 5 souches dans le clade A d'OCI (bleu) et de 5 souches dans le clade B d'OCI (vert), et le pan génome de 5 souches non cliniques (jaune). Les gènes avec plus de 70% de leur longueur se chevauchant et 95 % de similarité sont considérés comme des orthologues.

Ensuite, nous avons montré que l'isolement sexuel des groupes OCI A et B pourrait être lié à leur comportement de spécialiste. En effet, ces deux groupes, au cours de leur histoire évolutive, auraient perdu leur faculté à occuper d'autre niche que celle qu'elles occupent dans les huîtres, ce qui limite leurs opportunités de rencontrer d'autres populations microbiennes. De plus, les génomes de ces deux groupes contiennent de nombreuses séquences d'insertion. Il s'agit de petits éléments transposables qui ont la faculté de s'intégrer aléatoirement dans les génomes. Au début du processus de spécialisation, une partie des gènes devient inutile, puisque l'organisme vit dans un environnement beaucoup plus stable. Les gènes inutiles peuvent alors subir une accumulation de mutation délétères ou d'intégration de séquences d'insertion.

Enfin, en nous intéressant aux spécificités génétiques des souches appartenant aux groupes OCI A et B, nous avons découvert un élément génétique mobile putatif, spécifiquement présent dans les génomes de ces groupes, contenant des gènes impliqués dans l'export du cuivre. Cette spécificité génétique s'accompagne d'une spécificité phénotypique puisque les souches appartenant à ces groupes montrent une plus faible sensibilité au cuivre, lors d'essais *in vitro* (Figure 19).

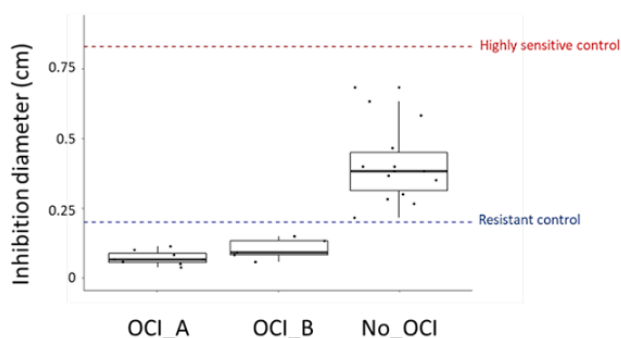


Figure 19 : Essai *in vitro* de sensibilité au cuivre d'isolats *V. aestuarianus* : diamètre d'inhibition de la croissance des bactéries autour d'un disque de cellulose imprégné d'une solution 50 mM de CuSO_4 . NO_OCI : plusieurs souches sélectionnées en dehors des groupes OCI A et B.

Cet élément génétique mobile pourrait avoir été acquis par transfert horizontal avant le goulot d'étranglement et avoir participé à l'adaptation de ces groupes à leur hôte, l'huître. En effet, l'huître contient du cuivre dans son hémolymphe, qu'elle est capable de mobiliser en cas d'infection bactérienne. C'est ainsi que, la capacité de résistance au cuivre, est rencontrée chez plusieurs bactéries pathogènes d'huîtres dans le genre *Vibrio*, comme *V. crassostreae* et *V. tasmaniensis*.

L'ensemble de ces résultats, permettant de mieux comprendre les processus évolutifs à l'origine de l'émergence de pathogènes d'huîtres au sein de l'espèce *V. aestuarianus* sont présentés dans un article en cours de soumission, intitulé : « Emergence and clonal expansion in Europe of *Vibrio aestuarianus* pathogenic lineages for oysters »

5.2. Etude de la virulence et de la diversité des souches de *Vibrio aestuarianus cardii* isolées

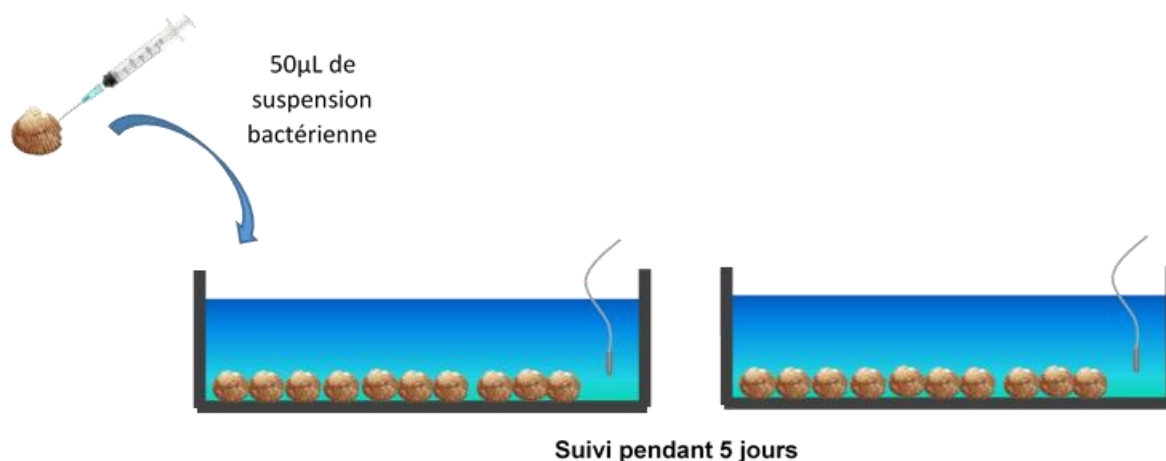
5.2.1 Virulence

Au cours du suivi 2020/2021, 261 souches de *Vibrio aestuarianus cardii* ont été isolées : 251 issues de coques, 7 du sédiment et 3 de moules.

En 2021, 37 souches ont été testées expérimentalement sur des coques afin de connaître leur virulence : 31 étaient issues de coques, 3 de moules et 3 du sédiment (Annexe 6 : Origine des souches de *Vibrio aestuarianus cardii* sélectionnées pour les infections expérimentales).

Pour la réalisation de ces infections expérimentales, des coques ont été produites au sein de la Plateforme des Mollusques Marins (PMM) de La Tremblade. Les coques ont été produites en février 2021 et ont été maintenues au sein de l'écloserie pour grossissement.

Les expérimentations ont été réalisées sur du naissain de coques en novembre 2021 (poids moyen=0,96g ; taille moyenne=15,44mm).



Pour chaque souche bactérienne, les infections ont été réalisées en duplicat avec 10 coques dans chaque répliquat ; 50µL de suspension bactérienne (DO=0,1) ont été injectés dans le muscle adducteur postérieur de chaque coque (Figure 20). Les mortalités ont ensuite été suivies pendant 5 jours.

Figure 20 : Schéma de l'infection expérimentale réalisée pour tester la virulence des souches de *Vibrio aestuarianus cardii*

En parallèle, trois témoins ont été réalisés :

- un contrôle négatif consistant à l'injection de coques avec de l'eau de mer artificielle stérile
- un contrôle négatif d'infection consistant à l'injection de coques avec une souche de *Vibrio aestuarianus francensis* connue comme non virulente pour les coques (souche 12/016).
- un contrôle positif d'infection consistant à l'injection de coques avec une souche de *Vibrio aestuarianus cardii* connue comme virulente pour les coques (souche 12/122 3T3).

Les souches isolées de coques ont présenté une virulence variable quels que soit leur période d'isolement ou leurs lieux d'isolement (Figure 21). Des souches isolées en fin d'hiver/début de printemps présentaient une virulence pouvant entraîner 90 à 100% de mortalité alors que d'autres isolées à la même période n'entraînaient que peu de mortalité (mortalité <15%).

Le fait que les souches aient été isolées d'adultes ou de naissain n'a pas présenté d'influence sur la virulence des souches. Des souches virulentes et non virulentes ont été isolées chez du naissain de coques comme chez des adultes.

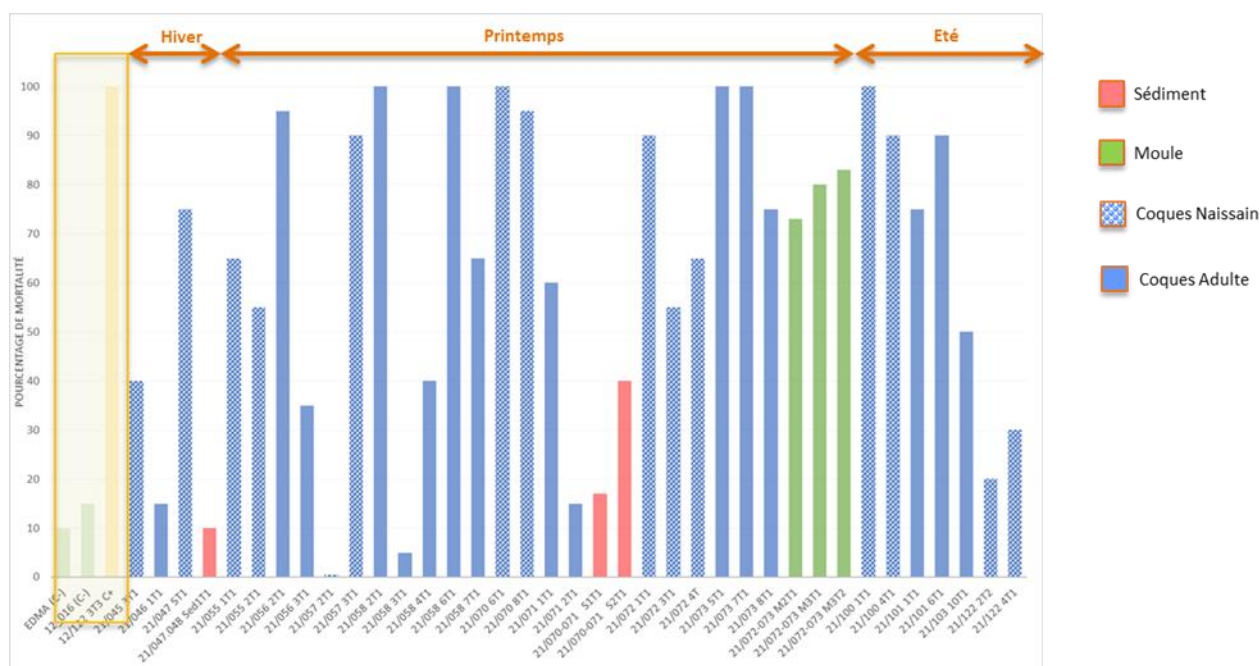


Figure 21 : Mortalités cumulées observées en infection expérimentale chez du naissain de coques suite à l'injection de souches de *Vibrio aestuarianus cardii* isolées de différentes matrices (sédiment, moules, naissain de coques, coques adultes)

Les trois souches isolées du sédiment ont présenté une faible virulence (<20% de mortalité) excepté une souche qui a présenté une virulence modérée (40% de mortalité).

En revanche, les trois souches isolées de moules ont présenté une forte virulence induisant entre 70 à 80 % de mortalité chez les coques. Des souches isolées de coques à la même période présentaient une virulence comparable à celles des souches isolées de moules (par exemple : souche 21/073 8T1). Cet aspect concorde avec les observations génomiques indiquant que les souches de moules seraient identiques à celles isolées de coques à la même période.

Les infections expérimentales se poursuivront en 2022 afin de déterminer l'existence de souches virulentes ou non en automne, période de l'année non encore étudiée expérimentalement. De plus, certaines souches virulentes et non virulentes seront testées sur des coques adultes afin de savoir si leur virulence est identique au stade naissain et adultes puisqu'en 2021, la virulence des souches isolées n'a été testée que sur du naissain de coques.

5.2.2 Diversité et spécificités génomiques

Trente-six souches ont été choisies dans un premier temps pour être séquencées. Ces souches ont été isolées en Baie d'Authie et en baie de Somme, entre août 2012 et mai 2021, à partir de sédiments, de corde de moules ou de coques. Des souches originaires d'autres régions françaises et des souches isolées en Irlande, en Italie et aux Etats-Unis (souche type de l'espèce *Vibrio aestuarianus*) ont également été incluses (Annexe 7 : Origine des souches de *Vibrio aestuarianus cardii* sélectionnées le séquençage de génomes complets).

Ces souches ont fait l'objet d'un séquençage complet de leur génome (Tableau 3, et Annexe 8 : Caractéristiques des génomes de *V. aestuarianus* séquencés) et d'un assemblage. Pour le nouveau séquençage réalisé en 2021 (Illumina), nous avons obtenu des drafts genomes composés en moyenne de 153 contigs (min 57 contigs, max 245 contigs). Leur taille était en moyenne de 4,1 Mb (min 3,9 Mb, max 4,3 Mb) ce qui pourrait laisser penser que certaines souches possèdent des plasmides. Bien que fragmentés et non parfaitement résolus, ces génomes nous permettent cependant de pouvoir étudier la génétique des populations de *V. aestuarianus*.

	Nombre de contigs	Taille (pb)
Moyenne	153	4 128 123
Min	57	3 934 460
Max	245	4 373 357

Tableau 2: Assemblage des nouveaux génomes de *Vibrio aestuarianus cardii*

Ces génomes ont été alignés afin de construire une phylogénie (Figure 22) et d'étudier les liens de parenté entre les souches et la structure de cette population.

La population au sein de cette sous-espèce bactérienne est très diverse à la fois en termes de génome et de virulence. Des souches virulentes pour les coques en pathologie expérimentale se retrouvent tout le long de l'année quel que soient les lieux et les matrices d'isolement. Ces souches coexistent avec des souches non virulentes.

Les analyses génomiques montrent également qu'il existerait plusieurs groupes au sein de cette population qui pourraient coexister ensemble au sein d'une même cohorte voire peut-être d'un même individu. Des études complémentaires seront nécessaires pour déterminer si ces groupes coopèrent entre eux pour pouvoir se développer chez les coques.

Tree scale: 0.01

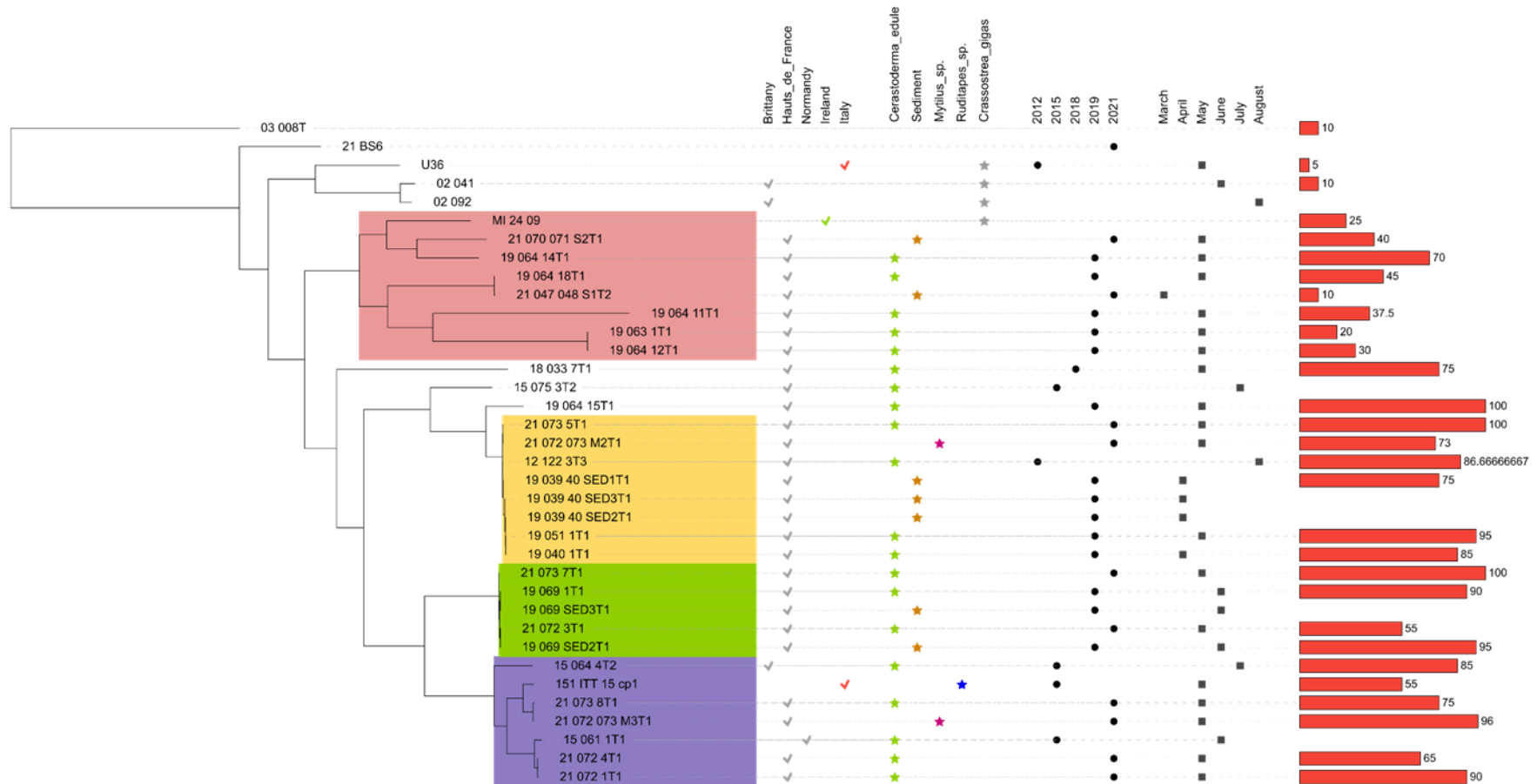


Figure 22 : Arbre phylogénétique de la sous-espèce *Vibrio aestuarianus cardii* construit à partir de l'alignement des génomes complet, avec une méthode maximisant la vraisemblance (Modèle de substitution des nucléotides : GTR (general time reversible)). Plusieurs couches d'informations sur le contexte d'isolement des souches sont ajoutées (lieu d'isolement, matrice d'origine, année, mois) ainsi que la virulence à l'égard des coques représentée par les pourcentages de mortalités moyens observés lors d'expérimentations en laboratoire par injection (cf 5.2.1).

6. Conclusions

Au cours de l'année 2021, nous avons réalisé 2 suivis : un suivi d'une population d'huître dans la lagune de Thau et un suivi de deux gisement de coques dans les Hauts de France.

Concernant le premier suivi réalisé sur des huîtres creuses (et *V. aestuarianus francensis*), nous avons pu suivre des mortalités d'huîtres creuses adultes avec des taux plus faibles que ceux enregistrés en 2020, certainement en lien avec des salinités plus élevées. Ces résultats sont en adéquations avec des travaux précédents révélant un lien entre mortalité d'huîtres au stade adulte et dessalure. Les mortalités ont été observées entre 18 et 25°C avec une mortalité révélée en choc chaud dès le mois de mai sans signe avant-gardiste. Même si les analyses moléculaires sont encore en cours, ces résultats suggèrent que l'huître est porteuse de la bactérie et que la maladie est favorisée par des facteurs environnementaux. L'analyse des différents facteurs enregistrés (température, salinité, l'oxygène) à l'échelle de la table de trempage nous permettra d'affiner et compléter nos propos sur les facteurs déclenchant la maladie associée à *V. aestuarianus* et les mortalités qui en découlent. Dès l'obtention des résultats de l'analyse de la niche écologique, de nouvelles expérimentations en laboratoire seront envisagées pour tester l'effet de la salinité, voire de l'oxygène et de la présence des matrices propices à contenir la bactérie (huîtres, matière en suspension, sédiment, macrophytes).

Le suivi des deux gisements de coques des Hauts de France (et *V. aestuarianus cardii*) a permis de montrer que la bactérie est bien présente sur ces deux gisements (baie de Somme et baie d'Authie) et affecte les différentes cohortes de coques (petites et grosses). Cette bactérie semble préférentiellement se développer au cours du printemps et de l'été mais elle reste présente chez les coques en période hivernale en faible quantité. *V. aestuarianus cardii* a également été retrouvée dans le sédiment à proximité des coques uniquement en période printanière et estivale lorsque cette bactérie est présente en grande quantité chez les coques, tout comme au niveau des cordes de moules à proximité. La proximité phylogénétique des isolats suggère que pendant la période printanière et estivale, les coques excrètent fortement cette bactérie qui se retrouverait en grande quantité dans l'environnement et pourrait être accumulée ainsi au niveau du sédiment et/ou des moules.

Les analyses menées en 2021 sur la diversité des isolats de *V. aestuarianus francensis*, pathogène d'huître et de *V. aestuarianus cardii*, pathogène de coques ont permis de confirmer la distance phylogénétique entre ces deux bactéries pathogènes.

La population de *V. aestuarianus francensis* est quasi-clonale à l'échelle européenne et les génomes analysés présentent les caractéristiques de pathogène spécialisé envers son hôte (pangénome clos, nombreuses séquences d'insertion, peu d'évènements de recombinaison). L'ensemble des souches pathogènes pour les huîtres présente des capacités de résistance au cuivre notables (en comparaison avec des isolats « environnementaux ») ainsi qu'un îlot génomique spécifique contenant des gènes impliqués dans l'export du cuivre. Cette caractéristique a déjà été décrite chez d'autres bactéries pathogènes pour les huîtres et semble être un trait phénotypique à considérer.

A l'inverse, les populations de *V. aestuarianus cardii* sont diversifiées à la fois en termes de génome et de virulence. Des souches virulentes pour les coques en pathologie expérimentale se

retrouvent tout le long de l'année quel que soient les lieux et les matrices d'isolement. Ces souches coexistent au sein des populations de coques avec des souches non virulentes. Il est maintenant important de comprendre les caractéristiques et spécificité des isolats virulents envers les coques.

De nombreuses analyses sont encore en cours à ce jour et seront finalisées en 2022. Au cours de cette année, nous nous consacrerons également à l'axe 1 du projet (identifier, hiérarchiser et tester expérimentalement les facteurs favorisant les maladies associées à *V. aestuarianus* chez les huîtres et chez les coques) ainsi qu'au phénotypage des isolats de coques (axe 3).

7. Bibliographie

Fleury Elodie, Barbier Pierrick, Petton Bruno, Normand Julien, Thomas Yoann, Pouvreau Stephane, Daigle Gaétan, Pernet Fabrice (2020). Latitudinal drivers of oyster mortality: deciphering host, pathogen and environmental risk factors. *Scientific Reports*, 10(1), 7264 (12p.). Publisher's official version: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64086-1>, Open Access version: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00627/73915/>

Gangnery Aline, Normand Julien, Duval Cyrielle, Cugier Philippe, Grangeré Karine, Petton Bruno, Petton Sebastien, Orvain Francis, Pernet Fabrice (2019). Connectivities with shellfish farms and channel rivers are associated with mortality risk in oysters. *Aquaculture Environment Interactions*, 11, 493-506. Publisher's official version: <https://doi.org/10.3354/aei00327>, Open Access version: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00588/69983/>

Garcia Celine, Mesnil Aurelie, Tourbiez Delphine, Moussa Pouly Mirna, Dubreuil Christine, Gonçalves De Sa Amélie, Chollet Bruno, Godfrin Yoann, Dégremont Lionel, Serpin Delphine, Travers Marie-Agnes. *Vibrio aestuarianus* subsp. *cardii* subsp. nov., pathogenic to the edible cockles *Cerastoderma edule* in France. *Int J Syst Evol Microbiol.* (2021) <https://archimer.ifremer.fr/doc/00677/78893/81195.pdf>

Goudenege David, Travers Marie-Agnes, Lemire Astrid, Petton Bruno, Haffner Philippe, Labreuche Yannick, Tourbiez Delphine, Mangenot Sophie, Calteau Alexandra, Mazel Didier, Nicolas Jean-Louis, Jacq Annick, Le Roux Frederique (2015). A single regulatory gene is sufficient to alter *Vibrio aestuarianus* pathogenicity in oysters. *Environmental Microbiology*, 17(11), 4189-4199. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1111/1462-2920.12699> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00226/33685/>

Lupo Coralie, Travers Marie-Agnes, Tourbiez Delphine, Barthélémy Clement, Beaunée Gaël, Ezanno Pauline (2019). Modeling the Transmission of *Vibrio aestuarianus* in Pacific Oysters Using Experimental Infection Data. *Frontiers In Veterinary Science*, 6(142), 15p. Publisher's official version : <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00142> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00495/60652/>

Parizadeh Leila, Tourbiez Delphine, Garcia Celine, Haffner Philippe, Degremont Lionel, Le Roux Frederique, Travers Marie-Agnes (2018). Ecologically realistic model of infection for exploring the host damage caused by *Vibrio aestuarianus*. *Environmental Microbiology*, 20(12), 4343-4355. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14350> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00446/55761/>

Parizadeh Leila, Tourbiez Delphine, Garcia Celine, Haffner Philippe, Degremont Lionel, Le Roux Frederique, Travers Marie-Agnes (2018). Ecologically realistic model of infection for exploring the host damage caused by *Vibrio aestuarianus*. *Environmental Microbiology*, 20(12), 4343-4355. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14350> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00446/55761/>


Thomas Yoann, Cassou Christophe, Gernez Pierre, Pouvreau Stephane (2018). Oysters as sentinels of climate variability and climate change in coastal ecosystems. *Environmental Research Letters*, 13(10), 104009 (12p.). Publisher's official version: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aae254> , Open Access version: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00461/57255/>

8. Remerciements


Cette étude a été financée par la DPMA. Les auteurs remercient les responsables et les employés de l'entreprise ostréicole Huîtres de Bouzigues.com pour leur accueil, leur collaboration, leur implication et nos riches échanges. Les auteurs remercient également les différents pêcheurs et gardes pêches des Hauts de France pour leur collaboration dans la réalisation des prélèvements sur les différents gisements.

9. Annexes

Annexe 1 : Fiche de mortalité déclarée par Simon Julien en amont de la saisine REPAMO 2020




**Fiche de déclaration par un conchyliculteur
d'une hausse de mortalité de coquillages
à transmettre à la DDTM**



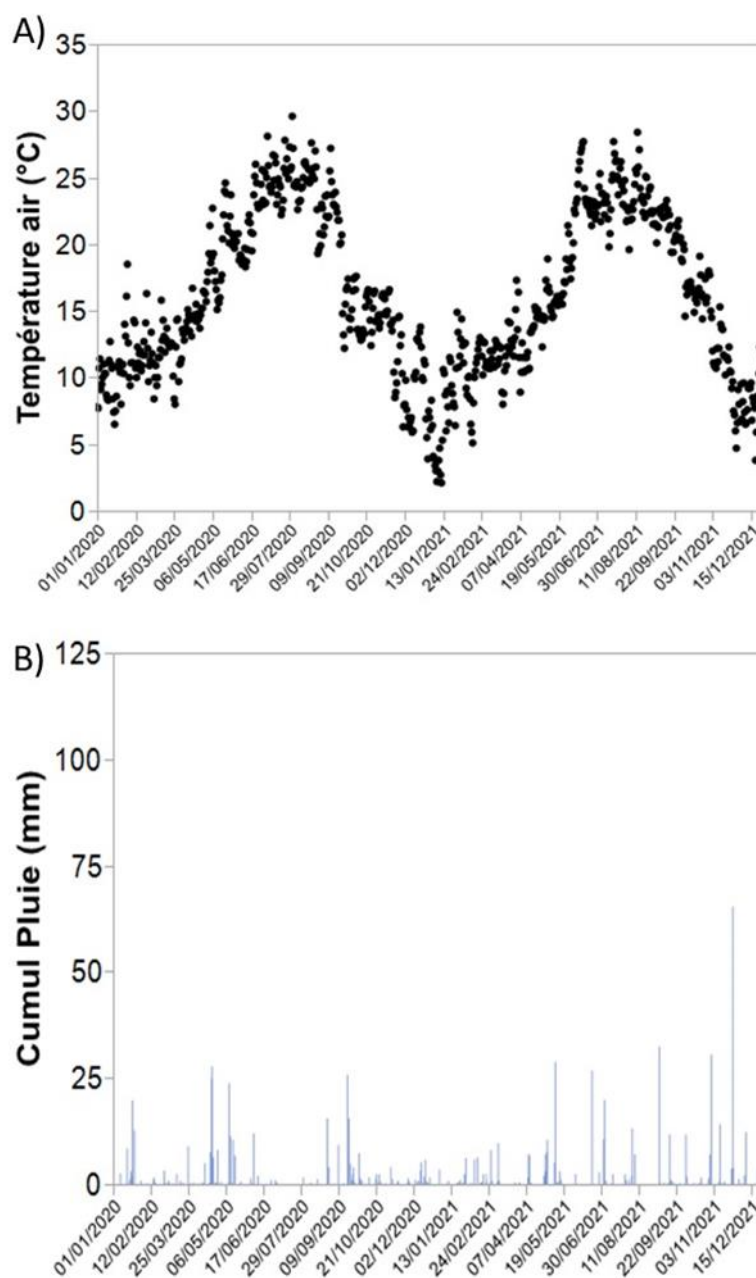
**le plus rapidement possible après le constat de surmortalité
1 FICHE PAR PARC OU PAR LOT (si éclosérie)**

Selon l'espace de coquillages concernée, le remplissage de cette fiche sera adapté.
Selon l'organisation locale, une copie de cette fiche pourra être adressée par le conchyliculteur à son CRC.
Cette fiche ne se substitue pas à la procédure REPAMO de signalement par téléphone à la DDTM.

Cette fiche est destinée à caractériser l'ampleur de la surmortalité des coquillages. Les données collectées permettront aux services techniques de l'État de diligenter au besoin des prélèvements pour analyses de laboratoire et le cas échéant pour prise de mesures préfectorales de restriction de transferts de coquillages. Par ailleurs, cette fiche pourra être valorisée, anonymement, par des organismes scientifiques en complément des études et suivis déjà réalisés. Plus ces données seront précises et nombreuses, mieux le phénomène des mortalités pourra être appréhendé. En aucun cas le professionnel concerné ne pourra se prévaloir d'un droit quelconque sur présentation de ce document

Nom et prénom : <u>JULIEN Simon</u>							
Société : <u>EARL huîtres-bouzigues.com</u>							
N° de téléphone, portable ou fax : <u>06 95 55 73 48</u>							
CARACTÉRISTIQUES Espèce de coquillage : <u>huîtres creuses</u>							
Commune et Bassin : <u>Loupian Thau</u> N° du parc et de quartier :							
Date de constat de la surmortalité : <u>20.08.2020</u>							
Date de mise à l'eau sur le parc : <u>19.08.2019</u>							
Calibre ou taille(s) des coquillages concernés par la surmortalité : Taille de tamis :ou Numéro :							
Origine : <input type="checkbox"/> Captage Naturel <input type="checkbox"/> Éclosérie Diploïde <input checked="" type="checkbox"/> Éclosérie Triploïde	Origine du lot (nom du bassin naisseur ou de l'éclosérie) <u>France Naissance</u>						
Année de naissance : <u>2018</u>							
Site (parc, bassin...) où était situé le lot avant d'être sur ce parc : <u>colonne 6</u>							
Type d'élevage (poche, filière, coupelles, cordes, tubes, coquilles, à plat...) : <u>poches</u>							
Nb d'unités sur le parc : <u>600</u>	Nb Unités/poches ou cordes : <u>150</u>						
Ce lot est-il présent ailleurs : <input type="checkbox"/> non <input checked="" type="checkbox"/> oui → si oui N° du parc et commune <u>colonne 7, 34.000 6323</u> subit-il aussi des surmortalités : <input type="checkbox"/> non <input checked="" type="checkbox"/> oui (si oui, prévoir une autre fiche)							
Y a-t-il d'autres lots en élevage vous appartenant touchés à proximité : <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui (si oui, prévoir une autre fiche)							
Avez-vous déjà déclaré une surmortalité sur ce lot ou ce parc ? <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> oui, si oui, <input type="checkbox"/> cette année <input type="checkbox"/> pas cette année							
COMPTAGES	Date du comptage	<u>02/05</u>	<u>10/05</u>	<u>18/05</u>	<u>22/05</u>		
SUR AU MOINS 1 POCHES OU CORDE	Nombre de coquillages morts ou moribonds	<u>40</u>	<u>35</u>	<u>40</u>	<u>45</u>		
	Nombre de coquillages vivants	<u>60</u>	<u>65</u>	<u>60</u>	<u>55</u>		
OBSERVATIONS							
Surmortalité en cours : <input type="checkbox"/> non <input checked="" type="checkbox"/> oui		si oui, l'odeur est elle perceptible : <input type="checkbox"/> non <input checked="" type="checkbox"/> oui					
		si non, date de fin de surmortalité :/...../20...					
Déroulement de la surmortalité : <input type="checkbox"/> brutale <input checked="" type="checkbox"/> progressive <input type="checkbox"/> par à coups							
Distribution de la surmortalité : <input type="checkbox"/> en tâches <input checked="" type="checkbox"/> uniforme et générale							
Présence de pousse récente : <input type="checkbox"/> non <input checked="" type="checkbox"/> oui							
Caractéristiques des coquillages morts (chair et coquilles) : <input checked="" type="checkbox"/> aucun signe <input type="checkbox"/> malgreux <input type="checkbox"/> laches <input type="checkbox"/> perforations <input type="checkbox"/> couleur anormale des branchies <input type="checkbox"/> fragilité (coquillages qui baillent) <input type="checkbox"/> Bien en chair <input type="checkbox"/> Laitueuses <input type="checkbox"/> autres, précisez :							
Dernière manipulation avant la surmortalité : Année : <u>2020</u> Mois/Semaine ou Marée : <u>Avril</u>							
Type de manipulation : <input type="checkbox"/> transfert de parc <input type="checkbox"/> retournement des poches <input type="checkbox"/> dédoublement <input checked="" type="checkbox"/> aller-retour au parc <input type="checkbox"/> prégrossissement (en lanterne, pearlmet...) <input type="checkbox"/> collage							
Fait le : <u>25.08.2020</u>		Signature : 					

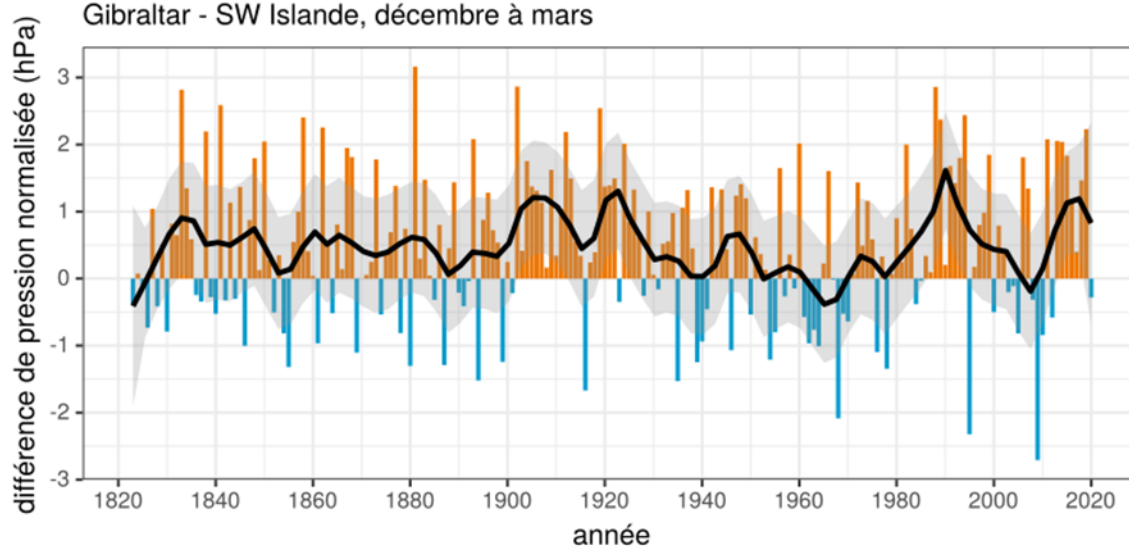
Annexe 2 : A) Température de l'air (moy /24h) et B) cumul de pluie journalier observés sur Sète de Janvier 2020 à décembre 2021.



Annexe 3 : Variabilité annuelle de l'indice hivernal de l'oscillation nord-atlantique (ONA ou NOA en anglais).

Indice hivernal de l'oscillation nord-atlantique (ONA)

Gibraltar - SW Islande, décembre à mars

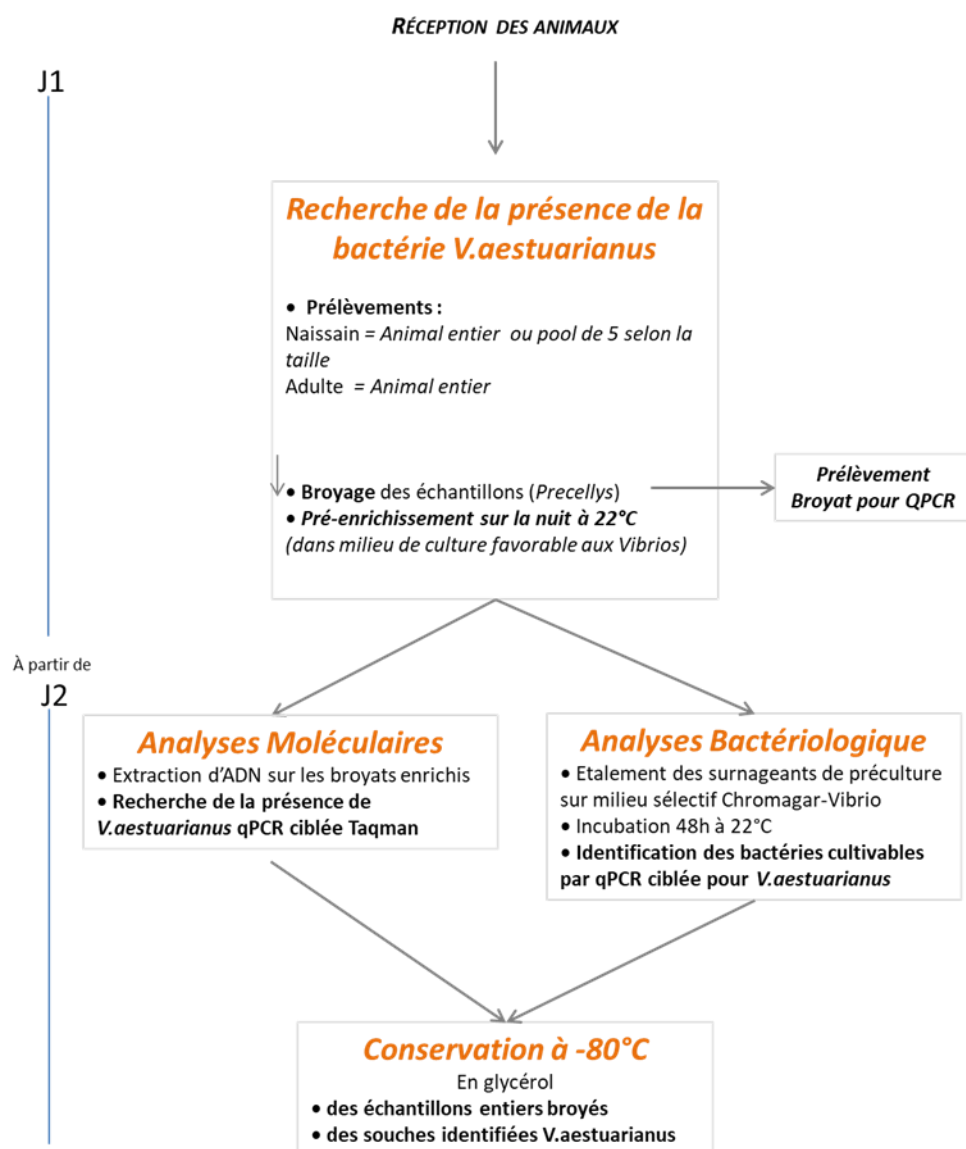


[https://w.wiki/4b\\$m](https://w.wiki/4b$m)
 Données : Climatic Research Unit, University of East Anglia.
 Jones, P.D., Jónsson, T. et Wheeler, D. (1997)
 Mise à jour régulière. Accédé le 2021-12-26

Annexe 4 : Fréquence d'échantillonnage des coques en 2019, 2020 et 2021
sur les gisements des Hauts de France

Année	Mois	Date	Point de prélèvement	Remarques
2019	Avril	Mercredi 10	CH'4	
		Mardi 23	Fort-Mahon	
	Mai	Lundi 6	CH'4	
		Lundi 6	Fort-Mahon	
		Jeudi 23	Fort-Mahon	Observation de mortalité fin mai
	Juin	Mercredi 5	CH'4	
		Mercredi 5	Fort-Mahon	
	Juillet	Lundi 22	CH'4	
		Lundi 22	Fort-Mahon	
	Septembre	Lundi 16	Fort-Mahon	
		Mercredi 18	CH'4	
	Novembre	Mardi 12	Fort-Mahon	
		Lundi 18	CH'4	
2020	Août	Mardi 4	CH'4	
		Lundi 10	Groffliers	Observation de mortalité en août
		Lundi 7	Groffliers	
	Septembre	Mardi 8	CH'4	
		Lundi 5	Groffliers	
	Octobre	Mardi 6	CH'4	
		Lundi 2	Groffliers	
	Novembre	Mardi 3	CH'4	
		Lundi 7	CH'4	
	Décembre	Mardi 15	Groffliers	
Mardi 5		CH'4		
2021	Janvier	Mardi 5	Groffliers	
		Mardi 5	CH'4	
	Février	Lundi 1er	CH'4	
		Lundi 15	Groffliers	
	Mars	Lundi 1er	Groffliers	
		Mardi 2	CH'4	
	Avril	Lundi 26	Groffliers	
		Mardi 27	CH'4	
	Mai	Mardi 18	Groffliers	
		Mercredi 26	CH'4	
	Juin	Lundi 14	CH'4	
		Mardi 15	Groffliers	
	Juillet	Lundi 12	Groffliers	
		Lundi 12	CH'4	
	Août	Lundi 9	Groffliers	
Mardi 10		CH'4		

Annexe 5 : Détail du protocole expérimental pour la détection de la bactérie *Vibrio aestuarianus*



Annexe 6 : Origine des souches de *Vibrio aestuarianus cardii* sélectionnées
pour les infections expérimentales

Nom de la souche	Région	Site	Matrice	Mois
21/045 3T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Naissain de coques	Début avril
21/046 1T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Coque adulte	Début avril
21/047 5T1	Hauts de France	Baie de Somme	Naissain de coques	avril
21/047.048 Sed1T1	Hauts de France	Baie de Somme	Sédiment	avril
21/055 1T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Naissain de coques	Fin avril
21/055 2T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Naissain de coques	Fin avril
21/056 2T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Coque adulte	Fin avril
21/056 3T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Coque adulte	Fin avril
21/057 2T1	Hauts de France	Baie de Somme	Naissain de coques	Fin avril
21/057 3T1	Hauts de France	Baie de Somme	Naissain de coques	Fin avril
21/058 2T1	Hauts de France	Baie de Somme	Coque adulte	Fin avril
21/058 3T1	Hauts de France	Baie de Somme	Coque adulte	Fin avril
21/058 4T1	Hauts de France	Baie de Somme	Coque adulte	Fin avril
21/058 6T1	Hauts de France	Baie de Somme	Coque adulte	Fin avril
21/058 7T1	Hauts de France	Baie de Somme	Coque adulte	Fin avril
21/070 6T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Naissain de coques	Mai
21/070 8T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Naissain de coques	Mai
21/071 1T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Coque adulte	Mai
21/071 2T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Coque adulte	Mai
21/070-071 S1T1	Hauts de France	Baie de Somme	Sédiment	Mai
21/070-071 S2T1	Hauts de France	Baie de Somme	Sédiment	Mai
21/072 1T1	Hauts de France	Baie de Somme	Naissain de coques	Mai
21/072 3T1	Hauts de France	Baie de Somme	Naissain de coques	Mai
21/072 4T	Hauts de France	Baie de Somme	Naissain de coques	Mai
21/073 5T1	Hauts de France	Baie de Somme	Coque adulte	Mai
21/073 7T1	Hauts de France	Baie de Somme	Coque adulte	Mai
21/073 8T1	Hauts de France	Baie de Somme	Coque adulte	Mai
21/072-073 M2T1	Hauts de France	Baie de Somme	Moules	Mai
21/072-073 M3T1	Hauts de France	Baie de Somme	Moules	Mai
21/072-073 M3T2	Hauts de France	Baie de Somme	Moules	Mai
21/100 1T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Naissain de coques	Juin
21/100 4T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Naissain de coques	Juin
21/101 1T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Coque adulte	Juin
21/101 6T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Coque adulte	Juin
21/103 10T1	Hauts de France	Baie de Somme	Coque adulte	Juin
21/122 2T2	Hauts de France	Baie d'Authie	Naissain de coques	Juillet
21/122 4T1	Hauts de France	Baie d'Authie	Naissain de coques	Juillet

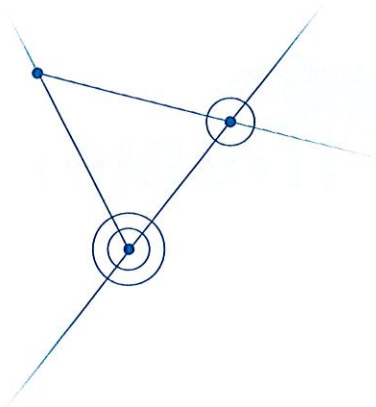
Annexe 7 : Origine des souches de *Vibrio aestuarianus cardii* sélectionnées le séquençage de génomes complets

Nom de la souche	Lot	Année	Mois	Site	Matrice
02_092	02_092	2002	Aout	Baie de Quiberon	<i>Crassostrea gigas</i>
02_041	02_041	2002	Juin	Argenton	<i>Crassostrea gigas</i>
03_008T	Souche type	1983	-	Oregon (USA)	-
15_061_1T1	15_061	2015	Juin	Brévand	<i>Cerastoderma edule</i>
15_064_4T2	15_064	2015	Juillet	Binic	<i>Cerastoderma edule</i>
12_122_3T3	12_122	2012	Août	Baie de Somme	<i>Cerastoderma edule</i>
15_075_3T2	15_075	2015	Juillet	Baie de Somme	<i>Cerastoderma edule</i>
18_033_7T1	18_033	2018	Mai	Baie de Somme	<i>Cerastoderma edule</i>
19_040_1T1	19_040	2019	Avril	Baie d'Authie	<i>Cerastoderma edule</i>
19_051_1T1	19_051	2019	Mai	Baie d'Authie	<i>Cerastoderma edule</i>
19_063_1T1	19_063	2019	Mai	Baie d'Authie	<i>Cerastoderma edule</i>
19_064_11T1	19_064	2019	Mai	Baie d'Authie	<i>Cerastoderma edule</i>
19_064_12T1	19_064	2019	Mai	Baie d'Authie	<i>Cerastoderma edule</i>
19_064_14T1	19_064	2019	Mai	Baie d'Authie	<i>Cerastoderma edule</i>
19_064_15T1	19_064	2019	Mai	Baie d'Authie	<i>Cerastoderma edule</i>
19_064_18T1	19_064	2019	Mai	Baie d'Authie	<i>Cerastoderma edule</i>
19_069_1T1	19_069	2019	Juin	Baie d'Authie	<i>Cerastoderma edule</i>
19_069_SED2T1	19_069	2019	Juin	Baie d'Authie	Sédiment
19_069_SED3T1	19_069	2019	Juin	Baie d'Authie	Sédiment
19_039-40_SED1T1	19_039-40	2019	Avril	Baie d'Authie	Sédiment
19_039-40_SED2T1	19_039-40	2019	Avril	Baie d'Authie	Sédiment
19_039-40_SED3T1	19_039-40	2019	Avril	Baie d'Authie	Sédiment
21_047_048_S1T2	21_047	2021	Mars	Baie de Somme	Sédiment
21_070_071_S2T1	21_070	2021	Mai	Baie d'Authie	Sédiment
21_072_073_M2T1	21_072	2021	Mai	Baie de Somme	<i>Mytilus</i> sp.
21_072_073_M3T1	21_072	2021	Mai	Baie de Somme	<i>Mytilus</i> sp.
21_072_1T1	21_072	2021	Mai	Baie de Somme	<i>Cerastoderma edule</i>
21_072_3T1	21_072	2021	Mai	Baie de Somme	<i>Cerastoderma edule</i>
21_072_4T1	21_072	2021	Mai	Baie de Somme	<i>Cerastoderma edule</i>
21_073_5T1	21_073	2021	Mai	Baie de Somme	<i>Cerastoderma edule</i>
21_073_7T1	21_073	2021	Mai	Baie de Somme	<i>Cerastoderma edule</i>
21_073_8T1	21_073	2021	Mai	Baie de Somme	<i>Cerastoderma edule</i>
151_ITT_15_cp1	-	2015	Mai	Lagune de Venise (Italie)	<i>Ruditapes philippinarum</i>
21_BS6	-	2021	-	Mer Noire (Bulgarie)	Eau
MI_24_09	-	2009	-	Castlemaine Harbour (Irlande)	<i>Crassostrea gigas</i>
U36	-	2012	Mai	Lagune de Goro (Italie)	<i>Crassostrea gigas</i>

Annexe 8 : Caractéristiques des génomes de *V. aestuarianus* séquencés

Nom de la souche	Technique de séquençage	Nombre de contigs	Longueur du génome (bp)
02_092	PacBio Sequel II	4	4286000
02_041	PacBio Sequel II	3	4239287
03_008T	PacBio Sequel II	2	4250170
15_061_1T1	PacBio Sequel II	3	4401783
15_064_4T2	PacBio Sequel II	3	4363256
12_122_3T3	PacBio Sequel II	3	4637677
15_075_3T2	PacBio Sequel II	3	4645745
18_033_7T1	PacBio Sequel II	8	4392734
19_039-40_SED1T1	Illumina	176	4308015
19_039-40_SED2T1	Illumina	181	4313461
19_039-40_SED3T1	Illumina	179	4311942
19_040_1T1	Illumina	177	4306003
19_051_1T1	Illumina	176	4308599
19_063_1T1	Illumina	77	4078673
19_064_11T1	Illumina	112	4373357
19_064_12T1	Illumina	78	4076225
19_064_14T1	Illumina	68	4027341
19_064_15T1	Illumina	185	4234648
19_064_18T1	Illumina	65	3959489
19_069_1T1	Illumina	128	4126911
19_069_SED2T1	Illumina	116	4218300
19_069_SED3T1	Illumina	123	4126911
21_047_048_S1T2	Illumina	105	3951947
21_070_071_S2T1	Illumina	107	4033130
21_072_073_M2T1	Illumina	214	4240759
21_072_073_M3T1	Illumina	245	3948803
21_072_1T1	Illumina	232	3967620
21_072_3T1	Illumina	150	4179610
21_072_4T1	Illumina	231	3955446
21_073_5T1	Illumina	226	4243328
21_073_7T1	Illumina	152	4139963
21_073_8T1	Illumina	245	3961698
151_ITT_15_cp1	Illumina	195	3934460
21_BS6	Illumina	118	4141863
MI_24_09	Illumina	57	3990831
U36	PacBio Sequel II	3	4144461

Annexe 6 : Garcia, C., 2020. Compte-rendu d'analyses sur des coques présentant une coloration noire. 6p.



CRPMM
12 rue Solférino
62200 Boulogne-sur-Mer

Objet : Compte-rendu d'analyses sur des coques présentant une coloration noire

La Tremblade, le 06/10/20

N/Réf. : 20-049 LGPMM/PAT/LNR/CG/DS/BC/CB

Dossier suivi par : Céline Garcia

Madame, Monsieur,

Veillez trouver ci-joint le détail des différents résultats d'analyses réalisées sur les 6 coques reçues et présentant une coloration noire du manteau. Ces coques ont été observées dans un premier temps en histologie puis différentes analyses en biologie moléculaire ont été réalisées afin de caractériser les parasites observés en histologie.

Au final, des parasites protozoaires proches de l'espèce *Haplosporidium edule* sur la base des données de séquences obtenues, ont été détectés sur ce lot de coques.

Nous restons à votre disposition et vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos meilleures salutations.

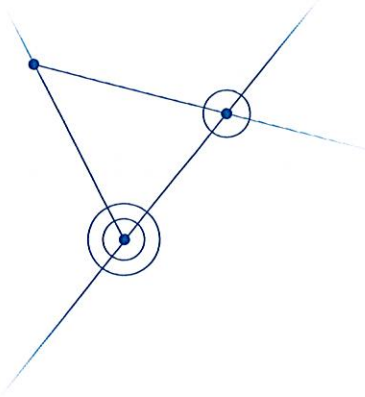
Christian Béchemin
Chef du laboratoire LGPMM

**Institut français de Recherche
pour l'Exploitation de la Mer**
Etablissement public à caractère
industriel et commercial

Station de La Tremblade
Ronces les Bains
17390 La Tremblade
France
+33 (0)5 46 76 26 10

Siège Social
155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 7219Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368
+33 (0)1 46 48 21 00

www.ifremer.fr



1. Origine des individus analysés

Les 6 coques prélevées sont issues de différents secteurs et ont été codifiées sous le numéro de lot 20/073 à leur arrivée au laboratoire (cf. Tableau 1). Les 6 coques étaient fixées en eau de mer formolée à 10% et présentaient toute une coloration noire du manteau.

Numéro d'individu	Lieu de prélèvement	Date de prélèvement
20/073/01	Le Crotoy	Début juin 2020
20/073/02	Maye	15/06/2020
20/073/03	Le Crotoy	16/06/2020
20/073/04	Le Crotoy	16/06/2020
20/073/05	Le Crotoy	16/06/2020
20/073/06	CH'4	15/06/2020

2. Résultats des analyses mises en œuvre

Des analyses ont été mises en œuvre en utilisant différentes approches techniques (histologie, PCR et séquençage) par le laboratoire de Génétique et de Pathologie des Mollusques Marins de La Tremblade.

Analyses par histologie

Les analyses histologiques ont révélé la présence de protozoaires présentant des caractéristiques comparables à ceux du genre *Haplosporidium* ou *Minchinia* (ces deux genres ne sont pas distinguables en histologie) sur les 6 individus analysés (Figure 1). Les parasites observés étaient essentiellement au stade de spores.

Institut français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
Etablissement public à caractère industriel et commercial

Station de La Tremblade

Ronce les Bains
17390 La Tremblade
France
+33 (0)5 46 76 26 10

Siège Social

155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 7219Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368
+33 (0)1 46 48 21 00

www.ifremer.fr

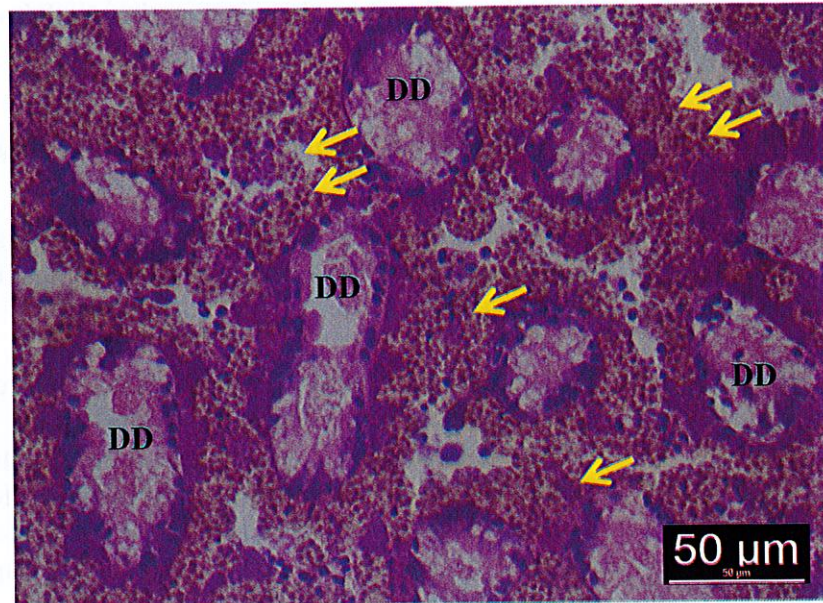
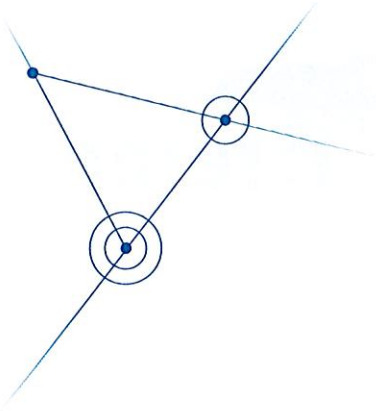


Figure 1 : Présence de spores d'*Haplosporidium* sp. ou de *Minchinia* sp (flèche) dans l'ensemble du tissu conjonctif entourant les diverticules digestives (DD).

Aucune lésion de nécrose ou d'infiltration hémocytaire n'a été observée associée à la présence de ces parasites ; en revanche, les tissus conjonctifs des différents organes étaient remplacés par les spores de ces parasites (Figure 2).

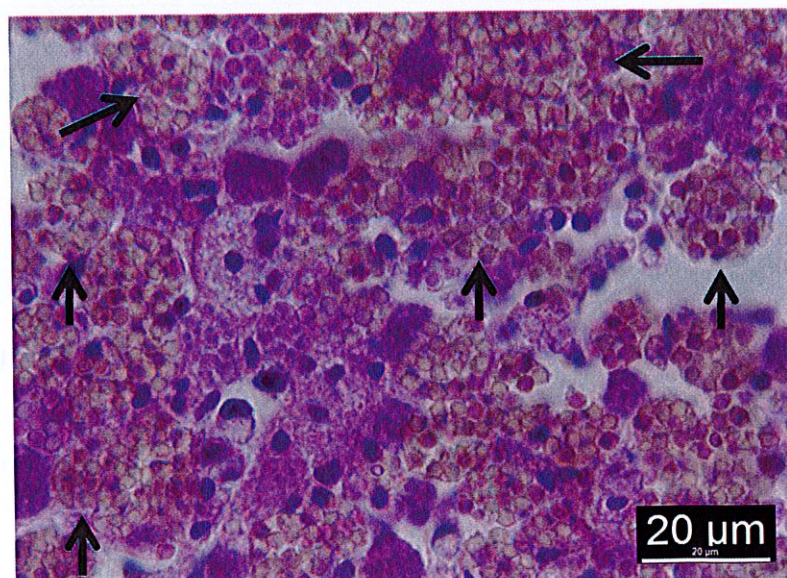


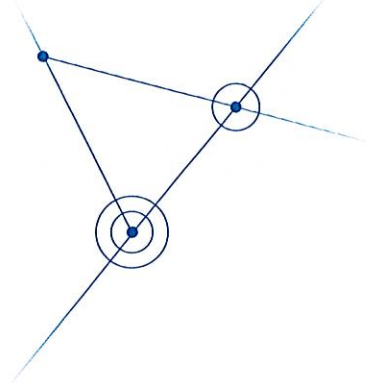
Figure 2 : Spores du parasite à un plus grand grandissement (flèche)

Institut français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
Etablissement public à caractère industriel et commercial

Station de La Tremblade
Ronces les Bains
17390 La Tremblade
France
+33 (0)5 46 76 26 10

Siège Social
155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 7219Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368
+33 (0)1 46 48 21 00

www.ifremer.fr



Des trématodes au stade métacercaire ont été observés sur un des six individus analysés.

Caractérisation des parasites observés en histologie par PCR et séquençage

Afin de caractériser la ou les espèce(s) parasite(s) détectée(s), différentes analyses en PCR ont été réalisées sur les tissus des six individus détectés infectés en histologie.

Dans un premier temps, des analyses en PCR ciblant la région 18S des parasites appartenant au genre *Haplosporidium* ont été réalisées en utilisant les amorces HPNF3-HPNR3 de Catanese et al. 2018. Aucune amplification n'a été observée. Dans un second temps, les six individus ont été analysés en PCR en utilisant les amorces dégénérées HAPF1-R2 de Renault et al. 2000, ciblant une portion de la région 18S des parasites de la famille des Haplosporiidae. Une amplification a été obtenue pour 5 individus (Tableau 2).

Numéro des individus	Histologie	PCR ciblant certains parasites du genre <i>Haplosporidium</i> (Catanese et al. 2018)	PCR ciblant la famille des Haplosporiidae (Renault et al. 2000)	Résultat séquençage (portion 18S)
20/073/01	<i>Haplosporidium</i> sp. ou <i>Minchinia</i> sp.	Négatif	Positif	<i>Haplosporidium edule-like</i>
20/073/02	<i>Haplosporidium</i> sp. ou <i>Minchinia</i> sp.	Négatif	Positif	<i>Haplosporidium edule-like</i>
20/073/03	<i>Haplosporidium</i> sp. ou <i>Minchinia</i> sp.	Négatif	Positif	<i>Haplosporidium edule-like</i>
20/073/04	<i>Haplosporidium</i> sp. ou <i>Minchinia</i> sp.	Négatif	Positif	Séquence non exploitable
20/073/05	<i>Haplosporidium</i> sp. ou <i>Minchinia</i> sp.	Négatif	Négatif	-
20/073/06	<i>Haplosporidium</i> sp. ou <i>Minchinia</i> sp.	Négatif	Positif	<i>Haplosporidium edule-like</i>

Tableau 2 : Bilan des résultats d'analyses obtenus

Afin de confirmer que les produits de PCR obtenus avec les amorces ciblant les parasites de la famille des Haplosporiidae étaient bien le résultat d'une amplification spécifique, les produits PCR obtenus pour les différents individus ont été séquençés.

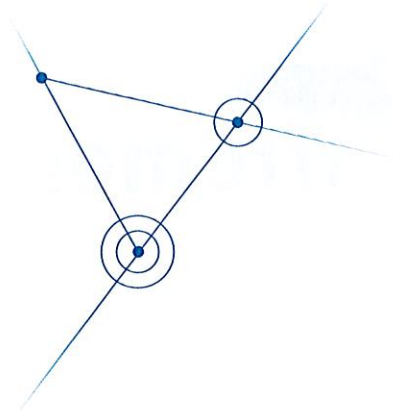
Institut français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
Etablissement public à caractère industriel et commercial

Station de La Tremblade
Ronces les Bains
17390 La Tremblade
France
+33 (0)5 46 76 26 10

Siège Social
155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 7219Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368
+33 (0)1 46 48 21 00

www.ifremer.fr





Les séquences obtenues pour 4 individus concernant une partie de la région 18S (environ 300 paires de bases) présentent 99% d'identité avec l'espèce *Haplosporidium edule*.

3. Bilan et perspectives

Le parasite détecté chez les coques issues de différents secteurs semble donc très proche de l'espèce *Haplosporidium edule*.

Des analyses complémentaires (séquençage d'autres régions du génome et microscopie électronique) seraient nécessaires pour clairement affilier les parasites détectés à l'espèce *Haplosporidium edule*.

Haplosporidium edule est un parasite protozoaire qui a été décrit pour la première fois en Espagne (Azevedo et al. 2003). Sa détection n'était pas associée à des mortalités de coques. Ce parasite est peu étudié, donc, peu d'information est disponible à son sujet. Sa prévalence est faible en Espagne (Carballal et al. 2001) comme il semble que ce soit également le cas dans les gisements de coques des Hauts de France.

La coloration noire observée chez les coques est peut être associée à la sporulation de ce parasite ; un tel phénomène a été également observé chez d'autres bivalves notamment chez l'huître creuse infectée par des parasites du genre *Haplosporidium*.

Références

Azevedo, C., R.F. Conchas and J. Montes. 2003. Description of *Haplosporidium edule* n. sp. (Phylum Haplosporidia), a parasite of *Cerastoderma edule* (Mollusca, Bivalvia) with complex spore ornamentation. *European Journal of Protistology* 39: 161-167.

Carballal, M.J., D. Iglesias, J. Santamarina, B. Ferro-Soto and A. Villalba. 2001. Parasites and pathologic conditions of the cockle *Cerastoderma edule* populations of the coast of Galicia (NW Spain). *Journal of Invertebrate Pathology* 78: 87-97.

Catanese, G., Grau, A., Valencia, J.M., Garcia-March, J.R., Vazquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J., Villalba, A., 2018. *Haplosporidium pinnae* sp nov., a haplosporidan parasite associated with mass

Institut français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
Etablissement public à caractère industriel et commercial

Station de La Tremblade

Ronce les Bains
17390 La Tremblade
France
+33 (0)5 46 76 26 10

Siège Social

155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 7219Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368
+33 (0)1 46 48 21 00

www.ifremer.fr

mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. J Invertebr Pathol 157, 9-24.

Renault, T., Stokes, N.A., Chollet, B., Cochenec, N., Berthe, F., Gerard, A., Burreson, E.M., 2000. Haplosporidiosis in the pacific oyster *Crassostrea gigas* from the French Atlantic coast. Dis Aquat Organ 42, 207-214.

**Institut français de Recherche
pour l'Exploitation de la Mer**
Etablissement public à caractère
industriel et commercial

Station de La Tremblade
Ronces les Bains
17390 La Tremblade
France
+33 (0)5 46 76 26 10

Siège Social
155, rue Jean-Jacques Rousseau
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex
France
R.C.S. Nanterre B 330 715 368
APE 7219Z
SIRET 330 715 368 00297
TVA FR 46 330 715 368
+33 (0)1 46 48 21 00

www.ifremer.fr

Annexe 7 : Devrecker, D., 2022. Principaux résultats de l'analyse des paramètres environnementaux liés aux mortalités référencées dans la littérature entre 1992 et 2018



1

Sites d'étude et sites SRN-REPHY

Principal site d'étude en Baie de Somme : **CH'4**

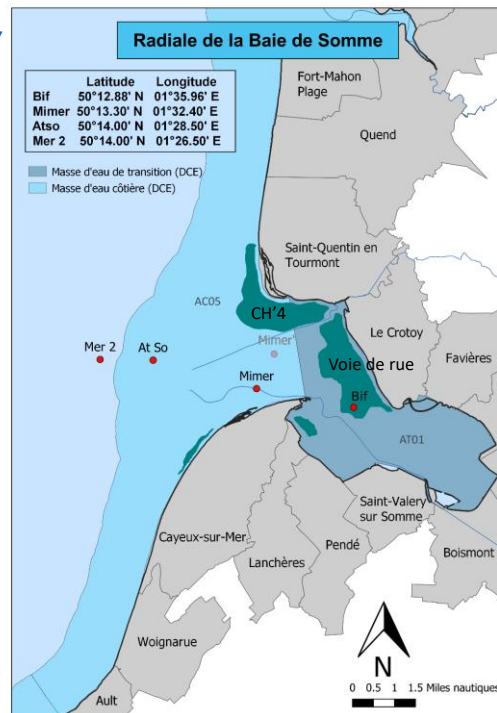
Site secondaire : **Voie de rue**

Sites SRN les plus proches : **Bif et Mimer(')**

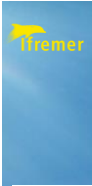
Suivi plus fréquent et position moins variable : **Bif**

Mortalités importantes : 2000, 2003, 2004, 2008, 2012, 2015, 2018. Irrégulières, pas toujours à la même période de l'année (mai à septembre).

08/12/2022



2



Synthèses par période

Analyses effectuées sur les données SRN-REPHY aux dates les plus proches des mortalités

	CHLOROA	MES	MESORG	NH4	NO3+NO2	OXYGENE	PHEO	PO4	SALI	SIOH	TEMP	TURB
moy. périodes mortalités	33,06	26,82	5,77	0,69	4,28	9,38	11,26	0,61	32,06	3,35	18,14	16,92
moy. printemps (mars-mai)	24,13	45,35	9,01	1,57	19,27	10,43	21,26	0,65	31,28	5,60	10,43	20,57
moy. été (juin-août)	23,21	32,78	6,70	1,41	5,38	8,91	18,16	0,41	32,07	3,75	18,01	15,84
moy. globale	17,28	40,82	7,16	2,43	18,45	9,55	15,27	0,85	31,55	8,73	12,59	21,30
moy. hiver (dec-fev)	3,42	50,32	6,18	3,44	37,71	10,01	4,38	1,89	31,10	19,45	6,75	30,84
moy. hiver av. mortalité	5,46	38,48	4,12	4,52	31,72	9,51	4,94	0,75	31,27	20,80	10,23	28,06

Pendant les phases de mortalité

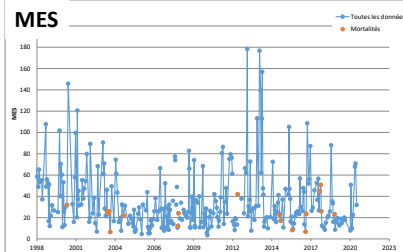
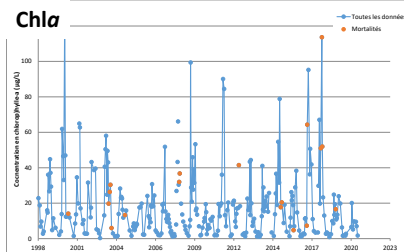
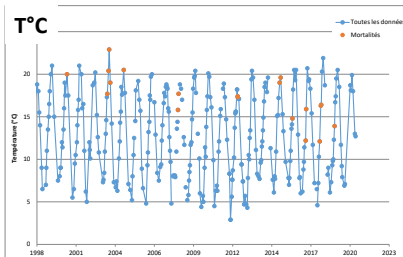
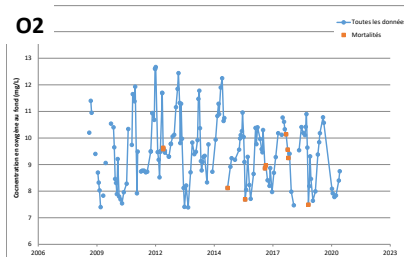
- Concentration en chlorophylle-*a* élevée
- MES et turbidité faible
- Température hivernale élevée
- Salinité normale (pas de fort apports de la Somme ou maritime)
- Pas de désoxygénation
- Nutriments globalement faible

Très fortement liée à la saisonnalité des paramètres environnementaux

3



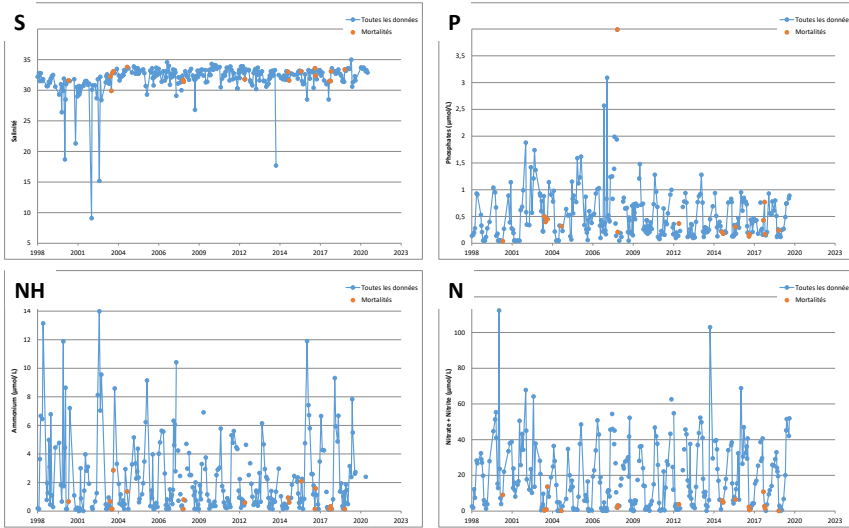
Séries temporelles



4



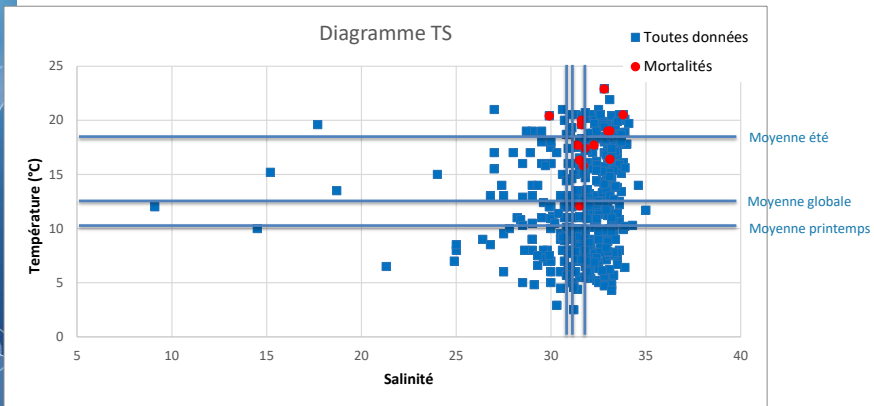
Séries temporelles



5



Focus sur l'interaction température salinité



Mortalité dans des valeurs T/S relativement élevées mais ne sortant pas du nuage de point (saisonnalité)

6

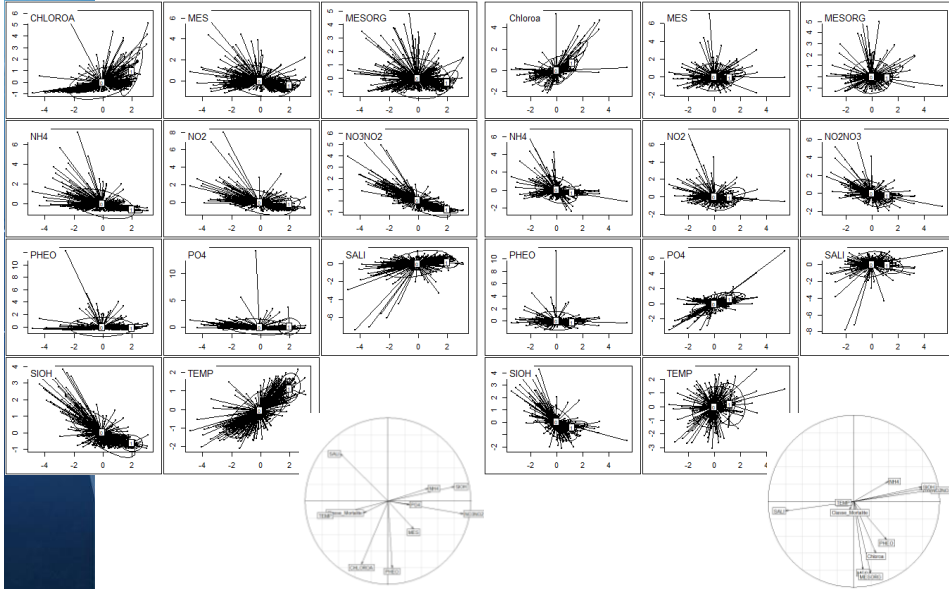


Analyses ACP/BCA sur période mortalité/non mortalité (Between Class Analyses)

(0 = périodes normales
1 = mortalité)

Données brutes

Données désaisonnalisées



7

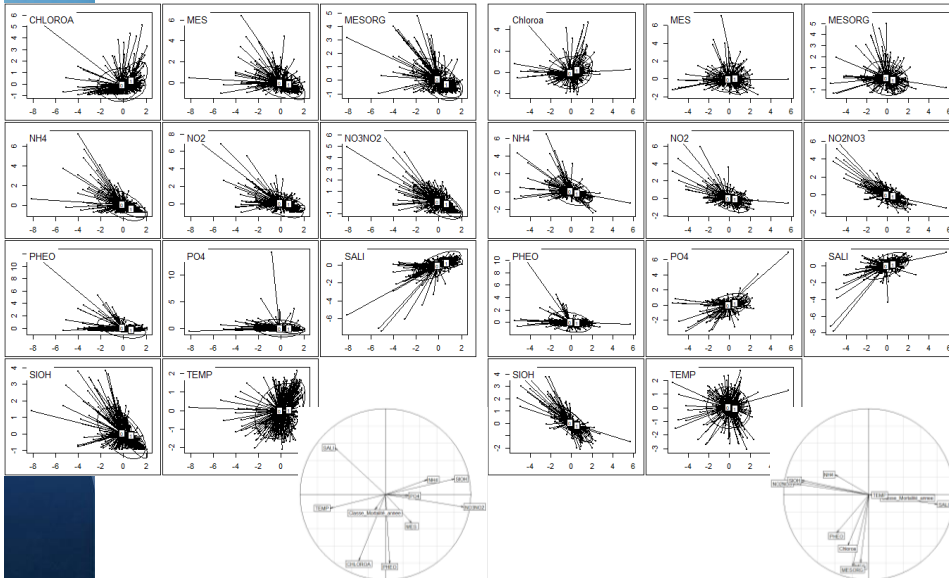


Analyses ACP/BCA sur années mortalité/non mortalité

(0 = périodes normales
1 = mortalité)

Données brutes

Données désaisonnalisées



8



Communauté phytoplanctonique

Lors des périodes de mortalité (basé sur la moyenne) :

- Pheocystis* sp. (50%)
- Asterionellopsis glacialis* (30%) Diatomée
- Chaetoceros* sp (1%)
- Pseudo-nitzschia* sp. (9%) Diatomées

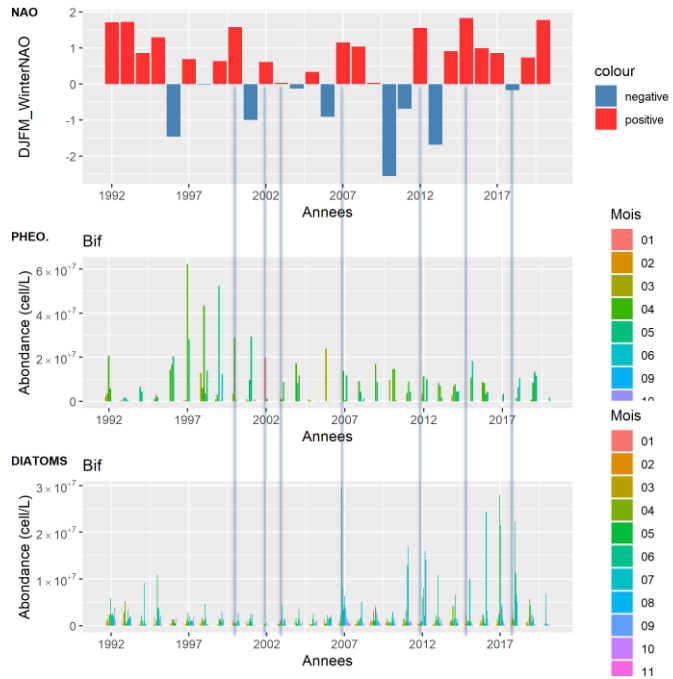
Au printemps :

- Asterionellopsis glacialis* (7,5%)
- Chaetoceros* sp (21%)
- Leptocylindrus (1%)
- Nitzschia* (2%)
- Pheocystis* sp. (40%)
- Pseudo-nitzschia* sp. (8%) Diatomées
- Rhizosolenia* (3%)

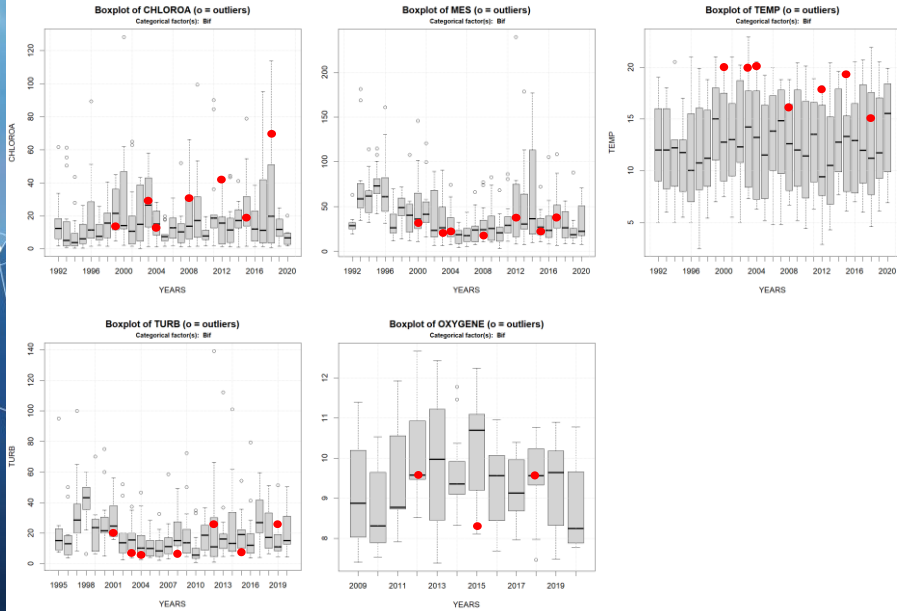
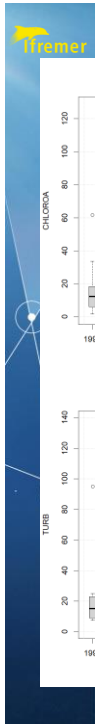
9



Pheocystis et diatomées



10



11

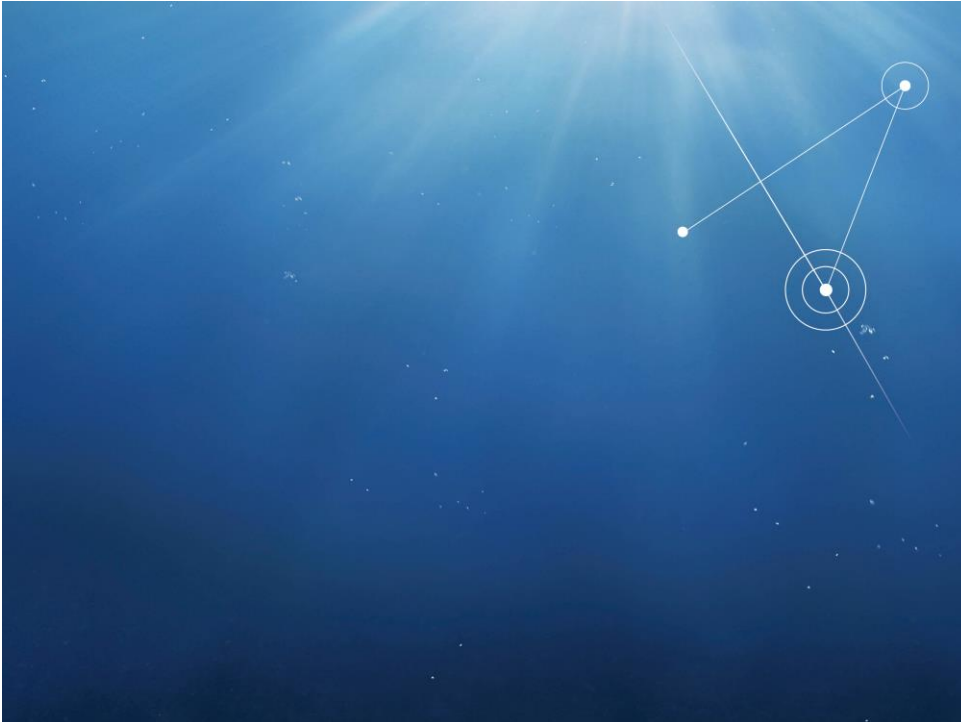


Les analyses « simples » ou par classes ne permettent pas de mettre clairement en évidence des conditions environnementales qui favoriseraient la mortalité des coques.

Les évènements responsables des mortalités ne se produisent pas à l'échelle spatio-temporelle du réseau d'observation (désoxygénation très localisée?) ou selon des paramètres non suivis par le réseau SRN (courantologie, ensablement).

Nécessite une expertise locale et des actions de mesure de paramètre centrées sur les gisements.

12



13

Annexe 8 : Rocroy, M., 2021. Dynamique de population de la coque (C. edule), sur 7 sites du littoral des Hauts-de-France - Dans le cadre du projet MOCOPREGE. 33p.



Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux

115, quai Jeanne d'Arc
80230 Saint-Valery-sur-Somme
03-22-26-60-40
www.gemel.org

Dynamique de population de la coque (*C. edule*), sur 7 sites du littoral des Hauts-de-France

Dans le cadre du projet MOCOPREGE

Rapport du GEMEL n°21-006
18 juin 2021



Travail réalisé avec le soutien financier de :



Mélanie ROCROY

Contenu

Introduction.....	2
Matériel et Méthodes	2
Sites d'échantillonnages.....	2
Prélèvements, conservation.....	4
Laboratoire et analyses de données	4
Préparation des données	4
Modélisation de la croissance des coques	6
Résultats.....	7
Evolution de la densité et de la croissance des coques à Sainte Cécile	8
Evolution de la densité et de la croissance des coques à Groffliers	10
Evolution de la densité et de la croissance des coques à Fort Mahon	12
Evolution de la densité et de la croissance des coques à CH'4	14
Evolution de la densité et de la croissance des coques au Voie de Rue	18
Evolution de la densité et de la croissance des coques au Crottoy.....	22
Evolution de la densité et de la croissance des coques au Hourdel	24
Discussion et synthèse des cohortes par gisement de coques	26
Conclusions.....	29

Introduction

Au sein du benthos, les mollusques bivalves constituent une composante importante de l'écosystème marin benthique, et est plus particulièrement une ressource alimentaire essentielle pour les juvéniles de poissons plats ou de crustacés mais surtout pour un certain nombre d'espèces de limicoles (Moreira, 1995). Par ailleurs, certaines espèces de bivalves sont une ressource économique importante, exploitées par les pêcheurs dans le cadre de la pêche professionnelle ou de loisir (van Gils *et al.*, 2006). C'est le cas notamment de *Cerastoderma edule* (la coque) qui est souvent présente en grande quantité dans les zones côtières, les baies et les estuaires sableux (Tebble, 1966 ; Reise, 2003). La baie de Somme est depuis de nombreuses années le premier site français de production de coques. On compte 337 licences de pêche à pied professionnelle pour cette espèce sur le littoral des Hauts-de-France.

L'évolution des gisements de coques, connaît d'importantes fluctuations en termes de dynamique de population, passant par des épisodes de mortalités attribués à différents facteurs selon les années (maladie, anoxie, fortes chaleurs, surpopulation,...). Les variations annuelles des facteurs abiotiques comme la température où le temps d'immersion et des facteurs biotiques tels que la disponibilité de la ressource alimentaire (en phytoplancton, zooplancton et microphytobenthos) déterminent la croissance des coques (Guillou *et al.* 1990). Ces principaux facteurs déterminent aussi la date de reproduction et *a fortiori* la période de recrutement du naissain (Beukema & Dekker 2005). Les pressions anthropiques de pêche (amateur et professionnelle) impactent considérablement la densité des gisements de ce bivalve (Gam *et al.* 2010).

Matériel et Méthodes

Sites d'échantillonnages

Afin de suivre l'évolution de ces gisements de coques et de décrire leur population en termes d'effectifs, de structure de taille et de structure d'âge pour estimer leur taux de croissance et leur taux de mortalité, des prélèvements sont réalisés sur 7 points fixes (dont les coordonnées sont présentées Tableau 1). Aucune zone de gisement favorable aux coques n'est totalement inexploitée. Il n'est donc pas possible de suivre la croissance des coques sans le facteur pêche. Cette pêche n'a en théorie une incidence que sur les coques d'au moins 27 mm de long (taille légale de pêche).

Les sites choisis sont à l'intérieur des zones favorables aux coques et font partis des cœurs de gisement en 2019 (Figure 1).

Tableau 1 : Localisation des points de suivis sur les 7 sites des différents gisements de coques

Zone	Points suivis	X (L93, m)	Y (L93, m)
Baie de Canche	Sainte Cécile	599327	7052157
Baie d'Authie Sud	Groffliers	599358	7031419
Baie d'Authie Nord	Fort Mahon	598214	7032426
Baie de Somme Nord	Ch'4	596700	7017503
Baie de Somme Nord	Voie de Rue	598319	7017070
Baie de Somme Nord	Crotoy	599720	7015127
Baie de Somme Sud	Hourdel	598224	7013639



Figure 1 : Localisation des sept points de suivis de coques (coordonnées en Lambert 93) sur les gisements de coques (en rose) des estuaires de type picards du littoral des Hauts-de-France

Prélèvements, conservation

6 personnes (3 membres du CRPMEM et 3 membres du GEMEL) ont participé à la collecte des individus au cours du suivi : Antoine Meirland, Laurine Prévost, Julien Delforge, Morgane Ricart, Mélanie Rocroy et Julien Yvart.

Les prélèvements des 7 sites ont lieu *a minima* une fois par mois durant un an (Tableau 2).

L'objectif de ces opérateurs est de récupérer au moins six prélèvements : trois venettes de sédiment de surface unitaire de 0,27 m² et trois à l'aide d'un carottier de 0,02m² sur 5 cm de profondeur (profondeur suffisante pour extraire la totalité des individus recherchés). **Par soucis de standardisation, l'échantillonnage des coques doit être réalisé sur chacun des points théoriques avec moins de 10 m d'éloignement pour les répliqués.**

Ces prélèvements sont ensuite tamisés sur place sur un tamis de 10 mm de vide de maille pour les venettes et de 500 µm pour les carottes afin de récupérer le naissain en particulier (le recrutement des coques a lieu à partir d'une taille de 2 mm). Il est à noter que ces derniers prélèvements ne sont donc pas réalisés à chaque date, mais uniquement aux périodes de recrutement.

Les refus de tamis sont ramenés au laboratoire (chaque répliquat étant identifié et séparé des autres).

Laboratoire et analyses de données

Préparation des données

Les coques prélevées sur le terrain sont mesurées dans leur longueur (Figure 2) au laboratoire grâce à un pied à coulisse électronique. Les valeurs acquises au centième de mm sont arrondies au mm le plus proche.

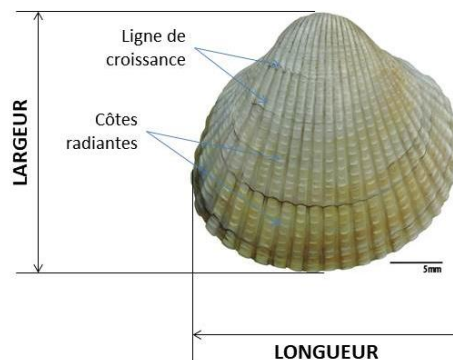


Figure 2 : Mensuration d'une coque

L'ensemble des données concernant la longueur des coques est synthétisé dans un fichier Excel® par point et par date de prélèvement (Annexe 1).

L'information relative à la densité de coques présente par point et par date (durant les 12 mois du suivi considéré) est transcrite en histogrammes de densité par classes de taille d'1 mm par site suivi. Le logiciel FISAT II permet ensuite de décomposer les modes présents dans les distributions observées (histogrammes effectifs-taille ou fréquence-taille) afin d'identifier les cohortes (une cohorte est un ensemble d'individus d'une population nés dans une région donnée dans un laps de temps court).

Tableau 2 : Récapitulatif des dates de prélèvements et des organismes préleveurs sur les différents gisements de coques

Point	Préleveur(s)	Date	Point	Préleveur(s)	Date	Point	Préleveur(s)	Date
Sainte Cecile	CRPMEM	11/04/2019	Fort Mahon	CRPMEM	23/04/2019	Groffliers	CRPMEM	23/04/2019
Sainte Cecile	CRPMEM	15/05/2019	Fort Mahon	CRPMEM	06/05/2019	Groffliers	CRPMEM	09/05/2019
Sainte Cecile	CRPMEM	16/06/2019	Fort Mahon	CRPMEM	20/05/2019	Groffliers	CRPMEM	18/06/2019
Sainte Cecile	CRPMEM	22/07/2019	Fort Mahon	CRPMEM	18/06/2019	Groffliers	CRPMEM	17/07/2019
Sainte Cecile	CRPMEM	21/08/2019	Fort Mahon	CRPMEM	22/07/2019	Groffliers	CRPMEM	27/08/2019
Sainte Cecile	CRPMEM	03/10/2019	Fort Mahon	CRPMEM	28/08/2019	Groffliers	CRPMEM	16/09/2019
Sainte Cecile	CRPMEM	31/10/2019	Fort Mahon	CRPMEM	16/09/2019	Groffliers	CRPMEM	13/11/2019
Sainte Cecile	CRPMEM	25/11/2019	Fort Mahon	CRPMEM	16/10/2019	Groffliers	CRPMEM	12/12/2019
Sainte Cecile	CRPMEM	17/12/2019	Fort Mahon	CRPMEM	18/11/2019	Groffliers	CRPMEM	27/01/2020
Sainte Cecile	CRPMEM	27/01/2020	Fort Mahon	CRPMEM	19/12/2019	Groffliers	CRPMEM	27/02/2020
Sainte Cecile	CRPMEM	13/02/2020	Fort Mahon	CRPMEM	28/01/2020			
Sainte Cecile	CRPMEM	12/03/2020	Fort Mahon	CRPMEM	14/02/2020			

Point	Préleveur(s)	Date
CH4	GEMEL	16/01/2019
CH4	GEMEL	13/02/2019
CH4	GEMEL	27/03/2019
CH4	CRPMEM	10/04/2019
CH4	GEMEL	25/04/2019
CH4	CRPMEM	06/05/2019
CH4	GEMEL	13/05/2019
CH4	GEMEL	11/06/2019
CH4	CRPMEM	18/06/2019
CH4	GEMEL	10/07/2019
CH4	CRPMEM	22/07/2019
CH4	GEMEL	05/08/2019
CH4	CRPMEM	20/08/2019
CH4	CRPMEM	18/09/2019
CH4	GEMEL	23/09/2019
CH4	CRPMEM	01/10/2019
CH4	GEMEL	22/10/2019
CH4	GEMEL	18/11/2019
CH4	CRPMEM	19/11/2019
CH4	CRPMEM	20/12/2019
CH4	GEMEL	06/01/2020
CH4	CRPMEM	30/01/2020
CH4	CRPMEM	12/02/2020
CH4	GEMEL	14/04/2020

Point	Préleveur(s)	Date
Voie de Rue	GEMEL	16/01/2019
Voie de Rue	GEMEL	13/02/2019
Voie de Rue	GEMEL	27/03/2019
Voie de Rue	CRPMEM	10/04/2019
Voie de Rue	GEMEL	25/04/2019
Voie de Rue	GEMEL	13/05/2019
Voie de Rue	CRPMEM	20/05/2019
Voie de Rue	GEMEL	11/06/2019
Voie de Rue	CRPMEM	18/06/2019
Voie de Rue	GEMEL	10/07/2019
Voie de Rue	CRPMEM	22/07/2019
Voie de Rue	GEMEL	05/08/2019
Voie de Rue	CRPMEM	20/08/2019
Voie de Rue	CRPMEM	18/09/2019
Voie de Rue	GEMEL	23/09/2019
Voie de Rue	CRPMEM	01/10/2019
Voie de Rue	GEMEL	22/10/2019
Voie de Rue	GEMEL	18/11/2019
Voie de Rue	CRPMEM	19/11/2019
Voie de Rue	CRPMEM	20/12/2019
Voie de Rue	GEMEL	06/01/2020
Voie de Rue	CRPMEM	30/01/2020
Voie de Rue	CRPMEM	12/02/2020
Voie de Rue	GEMEL	14/04/2020

Point	Préleveur(s)	Date
Crotoy	GEMEL	16/01/2019
Crotoy	GEMEL	13/02/2019
Crotoy	GEMEL	27/03/2019
Crotoy	GEMEL	25/04/2019
Crotoy	GEMEL	13/05/2019
Crotoy	GEMEL	11/06/2019
Crotoy	GEMEL	10/07/2019
Crotoy	GEMEL	05/08/2019
Crotoy	GEMEL	23/09/2019
Crotoy	GEMEL	22/10/2019
Crotoy	GEMEL	18/11/2019
Crotoy	GEMEL	06/01/2020
Crotoy	GEMEL	17/02/2020

Point	Préleveur(s)	Date
Hourdel	CRPMEM	10/04/2019
Hourdel	CRPMEM	13/05/2019
Hourdel	CRPMEM	18/06/2019
Hourdel	CRPMEM	22/07/2019
Hourdel	CRPMEM	20/08/2019
Hourdel	CRPMEM	18/09/2019
Hourdel	CRPMEM	01/10/2019
Hourdel	CRPMEM	14/11/2019
Hourdel	CRPMEM	16/12/2019
Hourdel	CRPMEM	24/01/2020
Hourdel	CRPMEM	11/02/2020
Hourdel	CRPMEM	16/03/2020
Hourdel	CRPMEM	14/04/2020

Modélisation de la croissance des coques

Pour les bivalves, en particulier en zone intertidale, la croissance est ralentie voire nulle en hiver. C'est le cas de la croissance des coques dans le Nord de la France (le taux de croissance est différent entre l'hiver et l'été). Afin de déterminer la courbe de croissance des coques pour chaque point du suivi, c'est donc la version saisonnalisée de l'équation de croissance de Von Bertalanffy qui est retenue.

Equation de Von Bertalanffy saisonnalisée :

$$L(t) = L_{\infty} \left(1 - e^{-\left(K(t-t_0) + \frac{CK}{2\pi} \sin(2\pi(t-ts)) - \frac{CK}{2\pi} \sin(2\pi(t_0-ts)) \right)} \right)$$

Avec :

$L(t)$ = la longueur de la coque au temps t (en mm) ;

L_{∞} = longueur maximale moyenne des coques (mm) ;

K = taux de croissance (an^{-1}) ;

C = facteur de saisonnalité (la croissance est fortement ralentie à une période de l'année ; 0 correspondant à une absence de saisonnalité et 1 correspondant à un arrêt de croissance à une période de l'année) ;

ts = facteur pour situer le ralentissement de la croissance en hiver, il correspond au moment de l'année ou la courbe de croissance supposée sinusoïdale devient convexe (an) ;

t_0 = moment théorique auquel les coques auraient une longueur nulle (an)

Le logiciel LFDA 5 (Length Frequency Distribution Analysis - version 5) sert à estimer les paramètres de croissance et les taux de mortalité à partir des distributions observées (histogrammes effectifs-taille au cours du temps). Il existe plusieurs méthodes pour estimer les paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy saisonnalisée. C'est la méthode ELEFAN (Pauly, 1987) qui est utilisée.

Les paramètres ne peuvent être testés que deux par deux, tous les autres étant fixés soit arbitrairement au début de la procédure soit en fonction des résultats obtenus lors des premières étapes pour la suite. Les résultats doivent être reportés dans des grilles de score. Les couples de valeurs donnant les scores les plus élevés sont à chaque fois conservés.

Etape 1 : C a été fixé de façon arbitraire à 0 et ts à 0 année afin de déterminer les plages de valeurs plausibles pour K et L_{∞} à partir d'une grille de score.

Etape 2 : K et L_{∞} sont fixés afin de déterminer les plages de valeurs plausibles pour C et ts , toujours à partir d'une grille de score.

Etape 3 : Enfin, L_{∞} étant déjà fixé, c'est ts qui est également fixé afin d'affiner les résultats pour C et K .

Résultats

Sachant que les dates de pontes des coques sont induites par 2 facteurs principaux :

- Un choc thermique souvent supérieur à 26°C
- La nécessité que la coque ait suffisamment de réserves pour être capable de pondre (Guillou *et al.*, 1990).

Au regard de la biologie de l'espèce, les larves de coques ont une vie pélagique de 4 semaines avant de pouvoir se fixer dans le sédiment. Ainsi sur le littoral des Hauts-de-France, le recrutement potentiel est souvent considéré après le 1^{er} juin puisque cette date implique une ponte 4 semaines au préalable, sous l'influence d'un choc thermique. En 2019, le 1^{er} choc thermique a lieu exactement le 1^{er} et 2 juin, les autres périodes durant lesquelles la température de l'air dépasse 26 °C sont du 27 au 29 juin 2019, du 22 au 25 juillet 2019 et du 23 au 27 août 2019 (Figure 3).

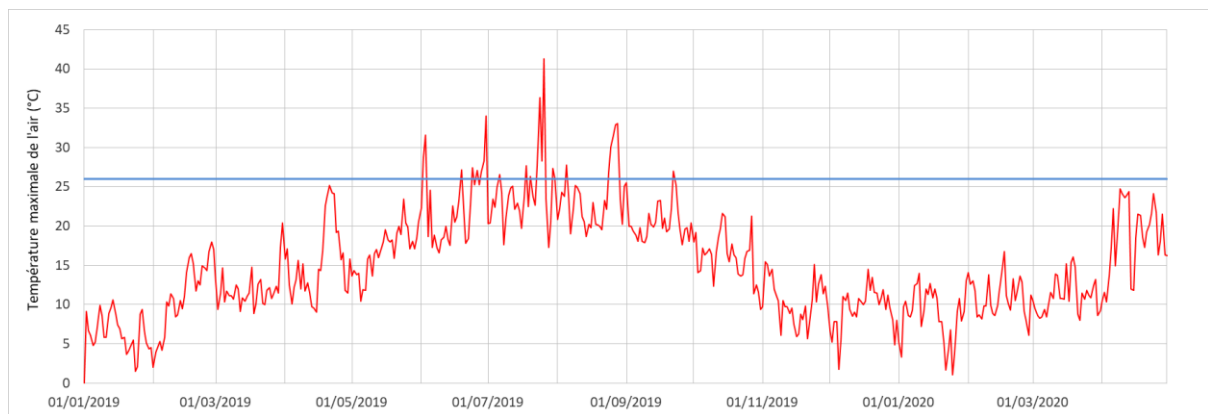


Figure 3 : Evolution de la température maximale de l'air à Abbeville (données : météociel.fr). Le seuil thermique de 26°C doit être franchi pour que la ponte puisse se produire

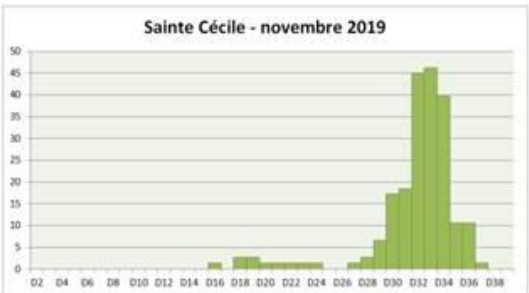
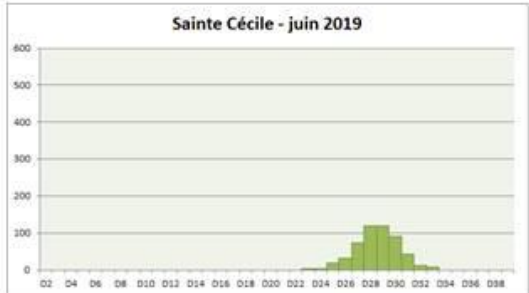
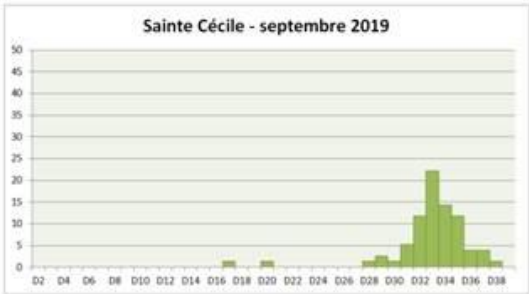
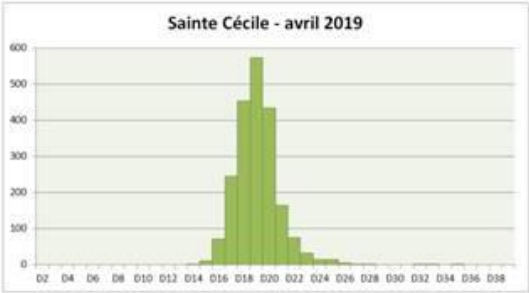
Tout en sachant qu'il faut que les coques aient au moment des chocs thermiques constitué assez de réserves pour pondre. Une ponte est donc plus difficile à envisager en avril, de même qu'un recrutement plus tardif à partir de novembre. Toutefois, cela peut arriver de façon anecdotique et conférer des pontes secondaires avec des densités de coques plus faibles.

Il est aussi à rappeler que la limite inférieure légale de pêche des coques sur le littoral des Hauts-de-France est de 27 mm.

Les histogrammes effectifs-taille sont exprimés en densité de coques par mètre carré et les classes de tailles choisies sont par millimètre. Les histogrammes sont représentés par site et pour chaque date de prélèvements durant une période de 12 mois sur les figures ci-dessous (Figure 4, Figure 5, Figure 6, Figure 7, Figure 8, Figure 9, Figure 10).

Attention, les échelles de densité (en ordonnée) ne sont pas identiques entre les sites ni entre toutes les dates.

Evolution de la densité et de la croissance des coques à Sainte Cécile



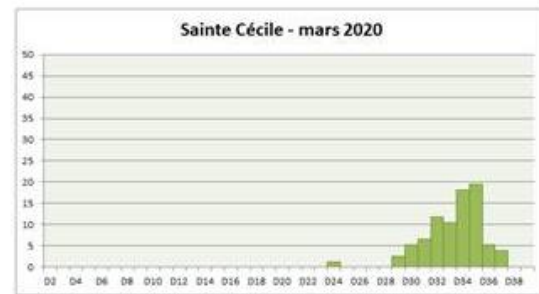


Figure 4 : Répartition de la densité des coques (ind./m²) selon les classes de taille (mm) au cours du temps à Sainte Cécile

D'avril à juillet 2019, les densités exprimées représentent les coques recrutées en 2018. A partir de fin août 2019, une nouvelle cohorte (de 10 à 17 mm) apparaît. Elle correspond au recrutement estival de 2019. A partir de ce moment, jusqu'en février 2020, deux cohortes sont visibles : les coques recrutées en 2018 et celles de 2019. Les densités de coques de la nouvelle cohorte sont faibles.

Evolution de la densité et de la croissance des coques à Groffliers

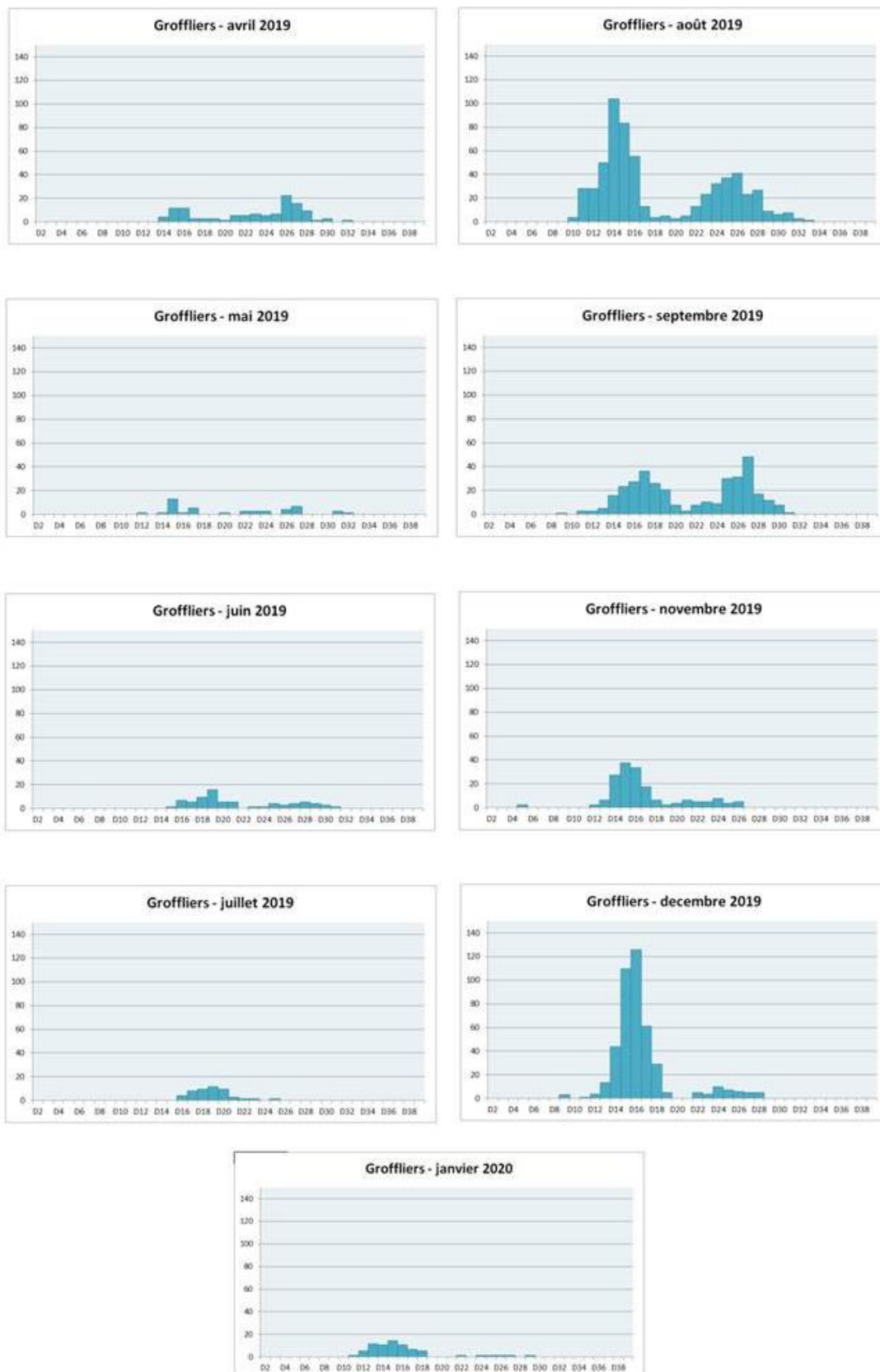


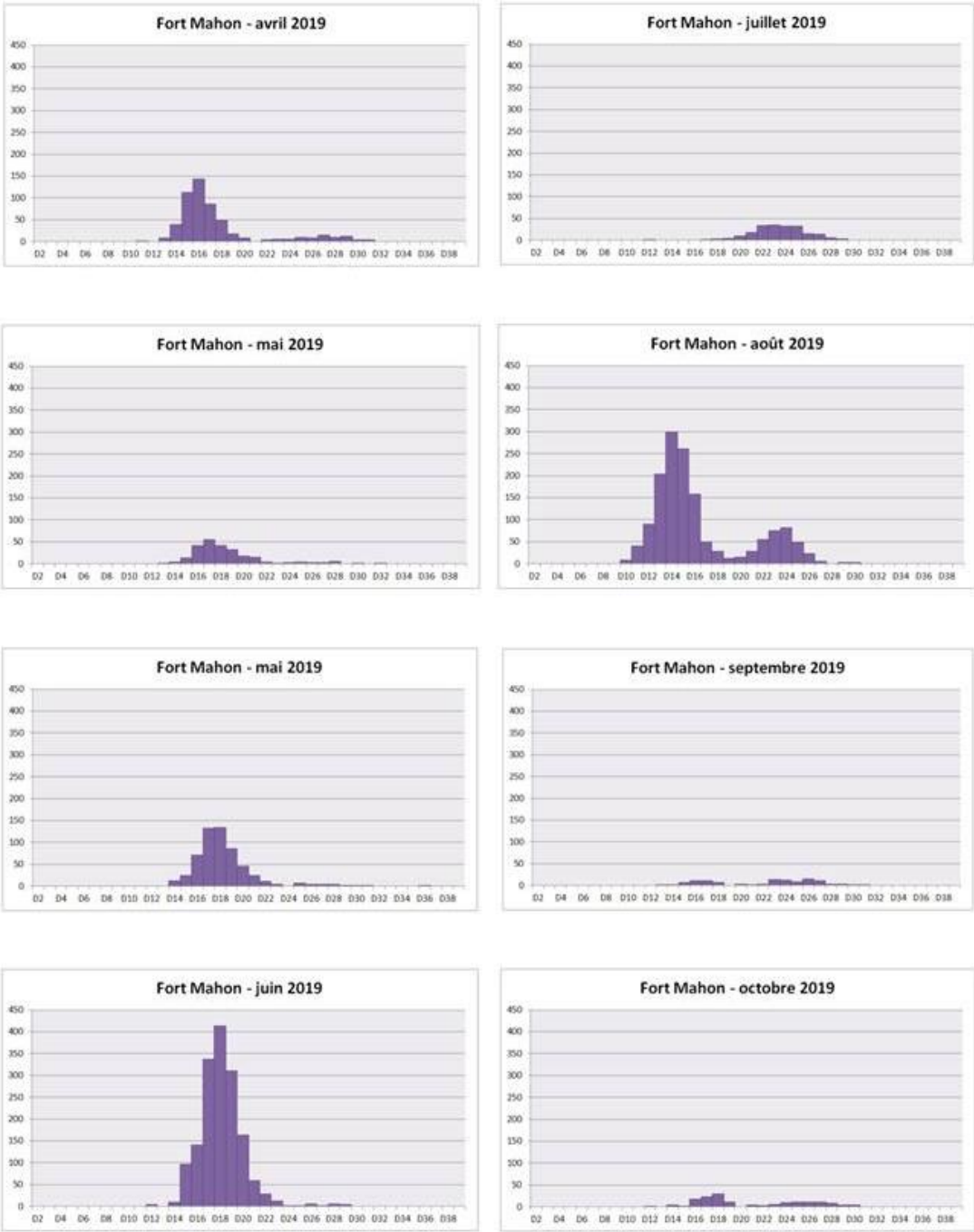
Figure 5 : Répartition de la densité des coques (ind./m²) selon les classes de taille (mm) au cours du temps à Groffliers

D'avril à juillet 2019, on observe 2 cohortes. Elles représentent les coques recrutées en 2018. Mais les densités sont faibles ce qui rend l'interprétation difficile. A partir d'août 2019, jusqu'en décembre, les densités de coques sont beaucoup plus importantes passant d'une soixantaine d'individus par m² à 600 ind./m². Le problème est que les densités ont augmenté sur les 2 cohortes dont le mode principal est de 14 mm pour la plus jeune et 27 mm pour la seconde. Les coques de cette taille ne peuvent pas apparaître d'un coup, ce qui peut signifier 2 choses :

- Soit il y a eu un problème au moment de l'échantillonnage.
- Soit une zone de sable en amont s'est déchaussée laissant dérouler des coques sur le point de suivi. Cette dernière hypothèse s'avère peu probable.

En janvier 2020, la cohorte la plus âgée disparaît complètement et la seconde est bien amputée. A partir de février, il n'y a plus de coque sur le point de suivi. Cela suggère un épisode de mortalité.

Evolution de la densité et de la croissance des coques à Fort Mahon



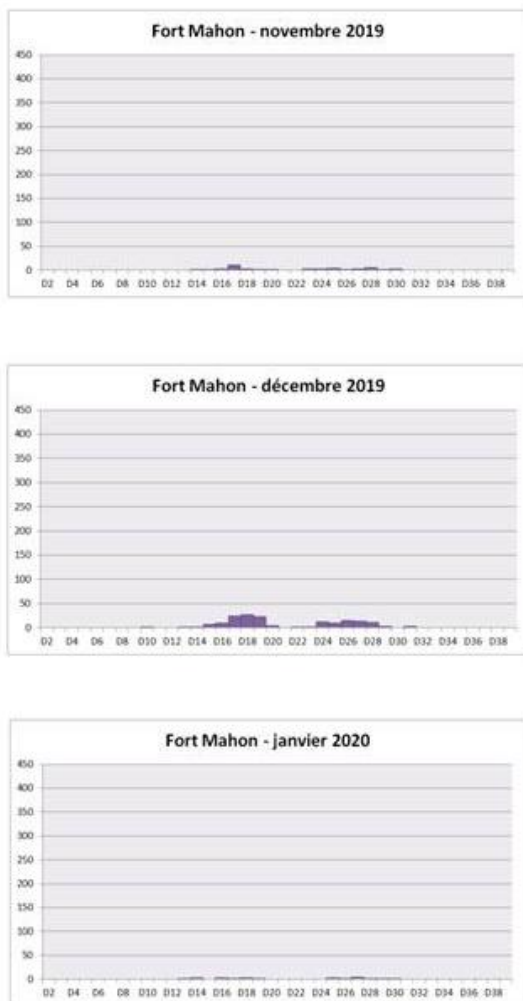


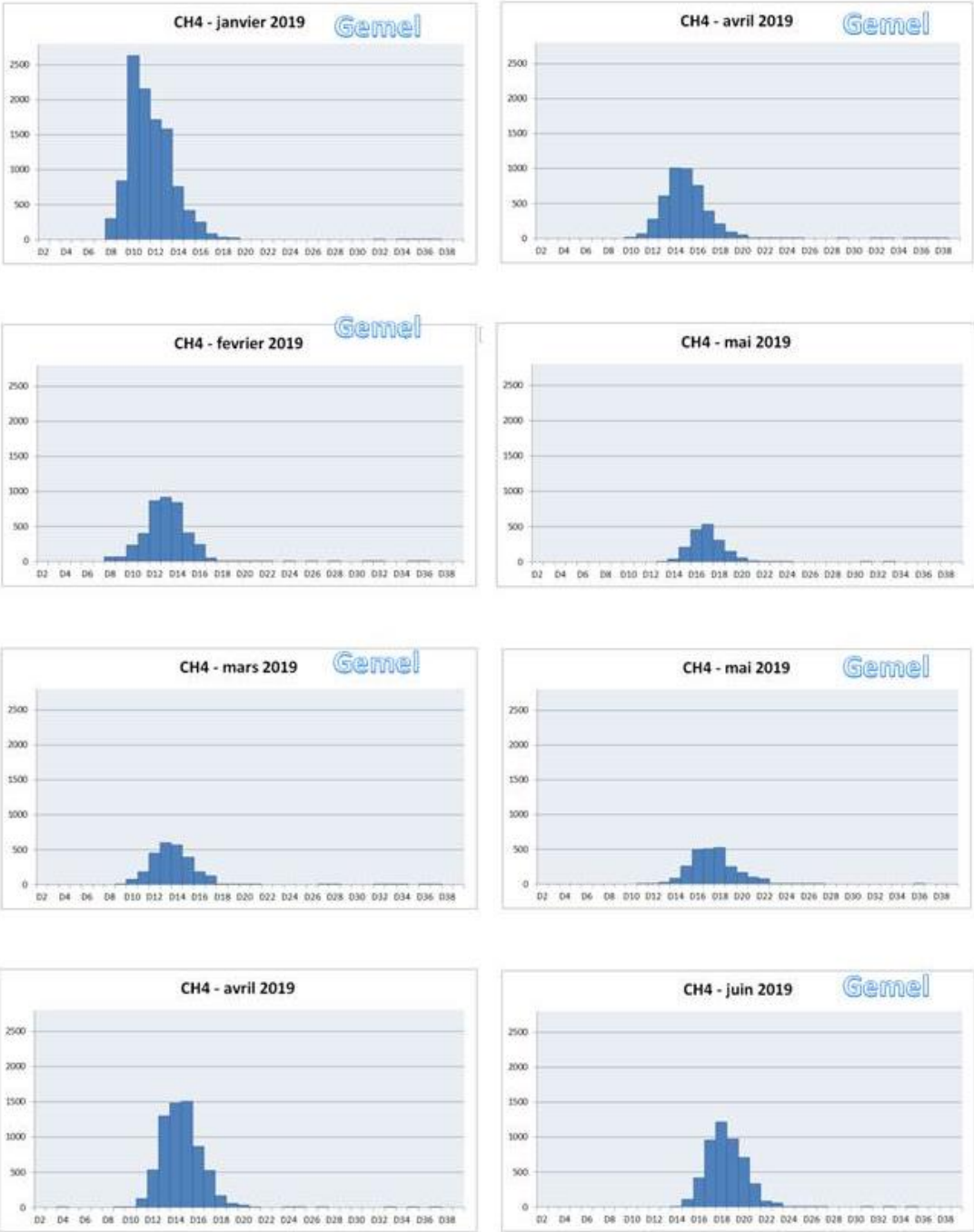
Figure 6 : Répartition de la densité des coques (ind./m²) selon les classes de taille (mm) au cours du temps à Fort Mahon

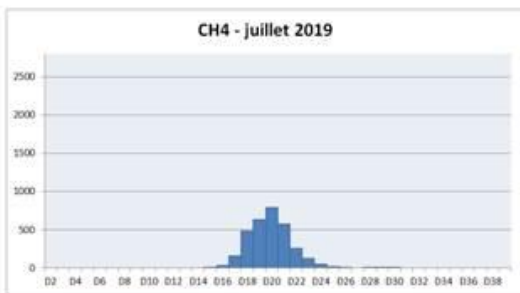
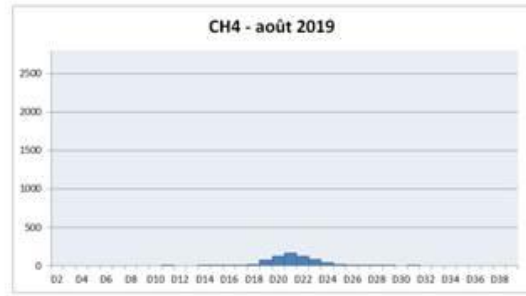
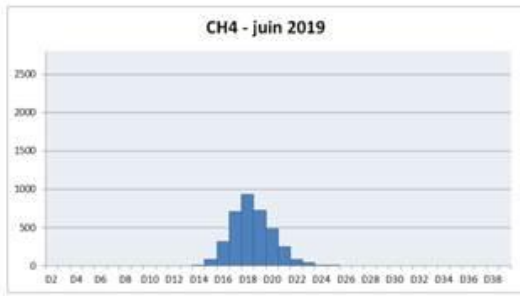
En avril 2019, on observe 2 cohortes. La plus jeune qui est la plus dense à son mode principal à 16 mm et la seconde qui a déjà presque disparu à 27 mm. Elles représentent les coques recrutées en 2018.

En juin et août 2019, les densités de coques sont beaucoup plus importantes qu'en avril et mai passant d'environ 500 individus par m² à 1500 ind./m². Le problème est que les densités ont augmenté sur les 2 cohortes dont le mode principal est de 14 mm pour la plus jeune et 24 mm pour la plus âgée. Comme à Groffliers, les coques de cette taille ne peuvent pas apparaître d'un coup. De plus, en juillet, la densité est encore plus faible autour de 200 individus par m². Face à ce constat, il est certain que le point échantillonné n'a pas toujours été au même endroit.

A partir de septembre, les densités de coques sont faibles, à raison d'une centaine d'individus par m². Puis elles disparaissent presque totalement en janvier 2020.

Evolution de la densité et de la croissance des coques à CH'4





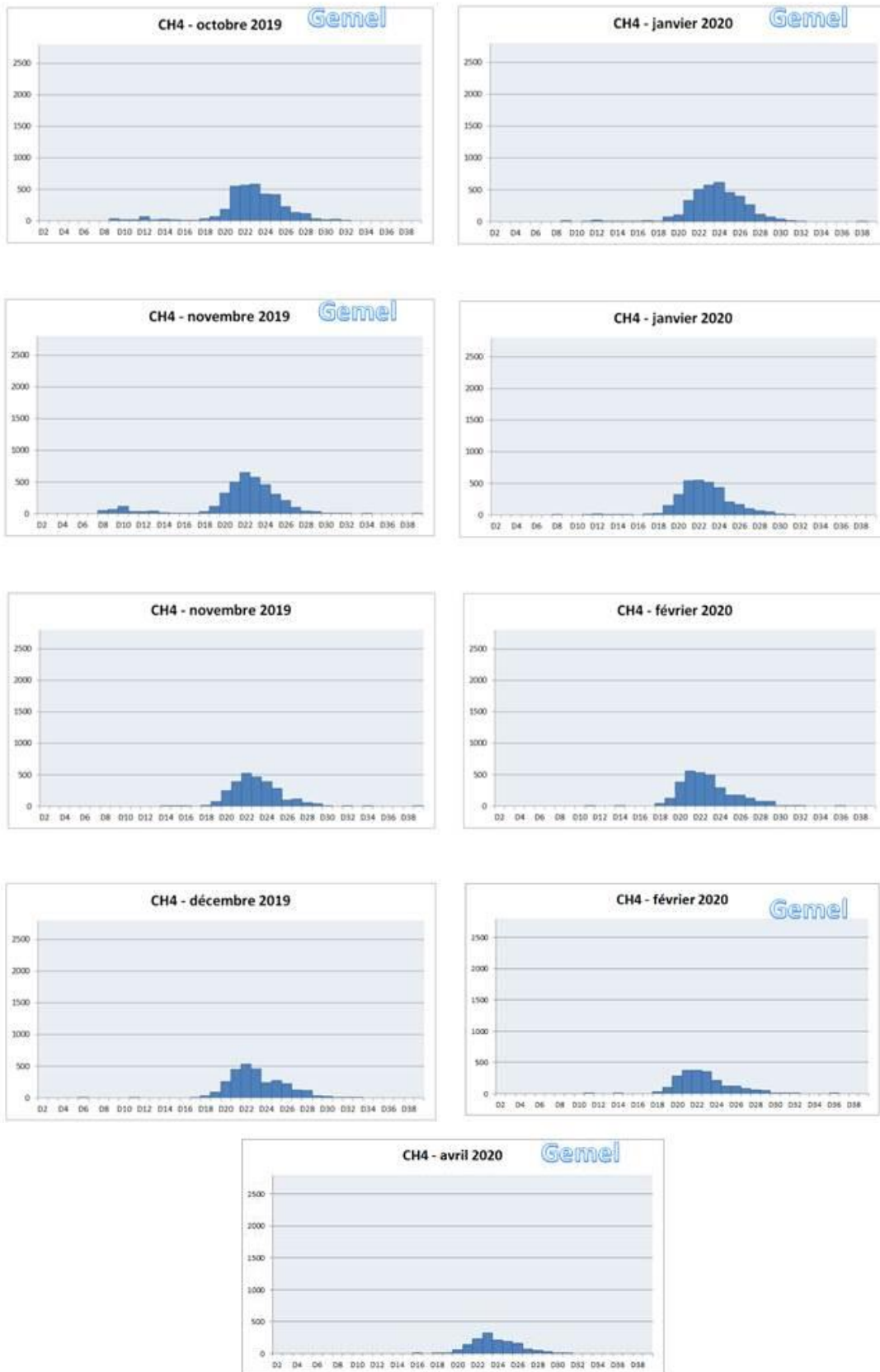
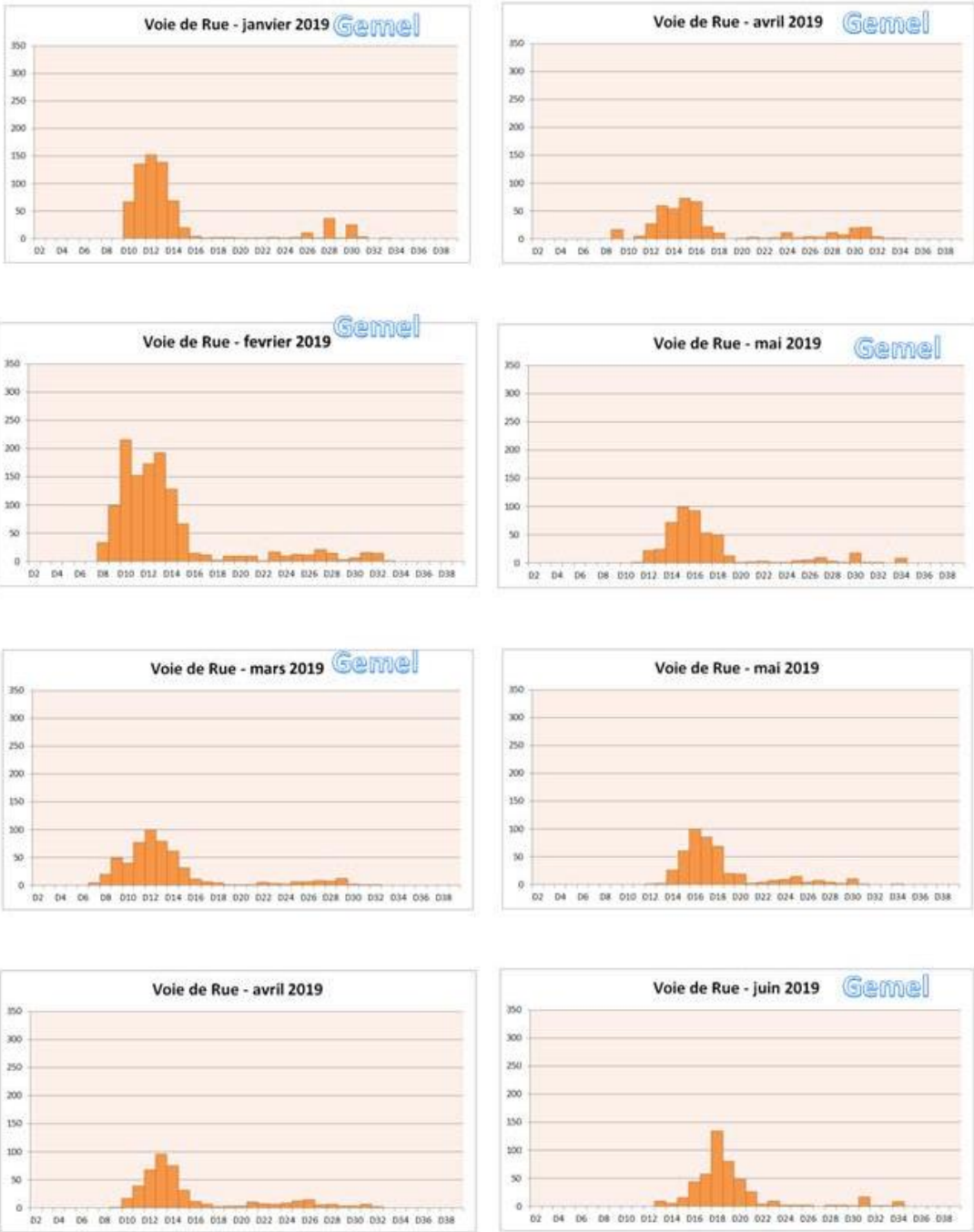


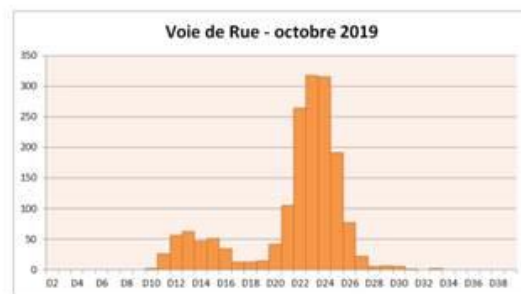
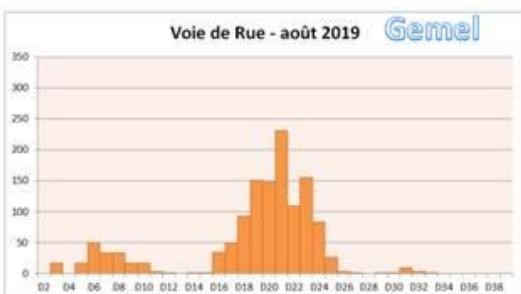
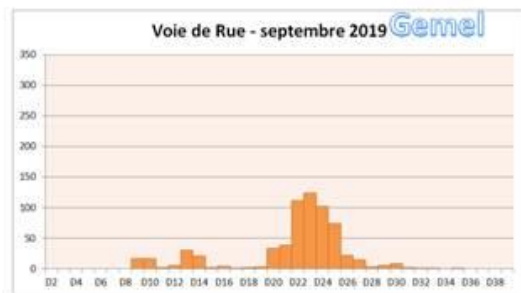
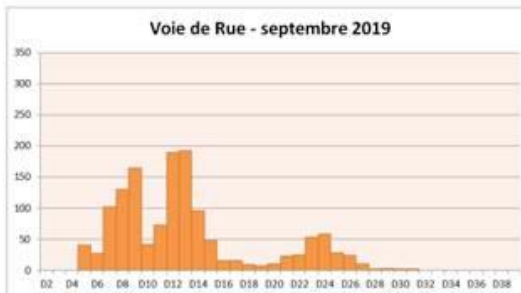
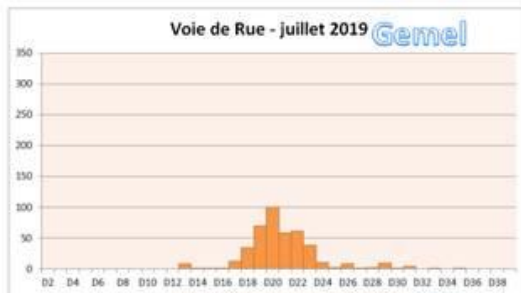
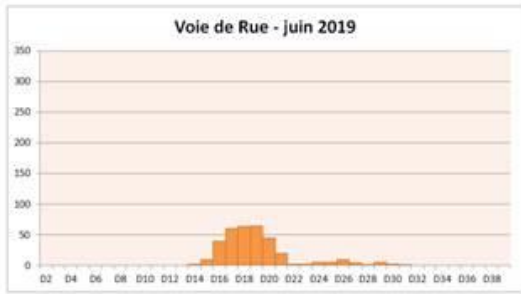
Figure 7 : Répartition de la densité des coques (ind./m²) selon les classes de taille (mm) au cours du temps à CH'4

A Ch'4, à partir de janvier 2019, on peut suivre la cohorte principale dont le mode est à 10 mm jusqu'en avril 2020. Les coques présent en janvier sont issues d'un recrutement en 2018. Les densités proches des 11000 individus par m² sont les fortes enregistrées durant le suivi.

A partir de fin septembre 2019, une nouvelle cohorte apparaît en faible densité. Elle correspond au recrutement estival de 2019. On peut la suivre jusqu'en novembre. A partir de décembre 2019, elle n'est plus identifiable, soit les individus ont disparu, soit ils ont grandi et ont fusionnés avec la cohorte principale.

Evolution de la densité et de la croissance des coques au Voie de Rue





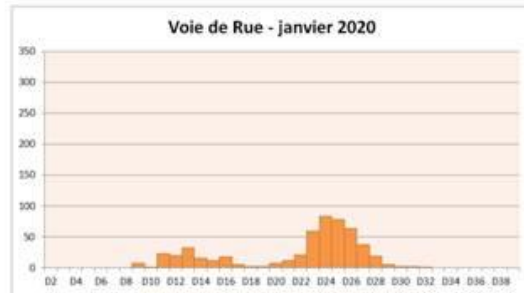
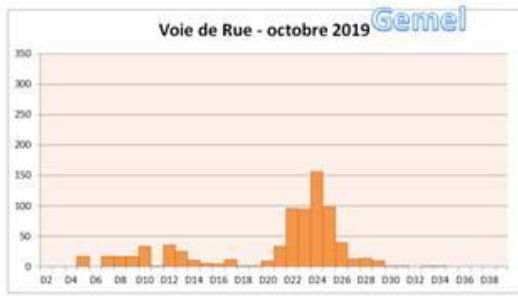


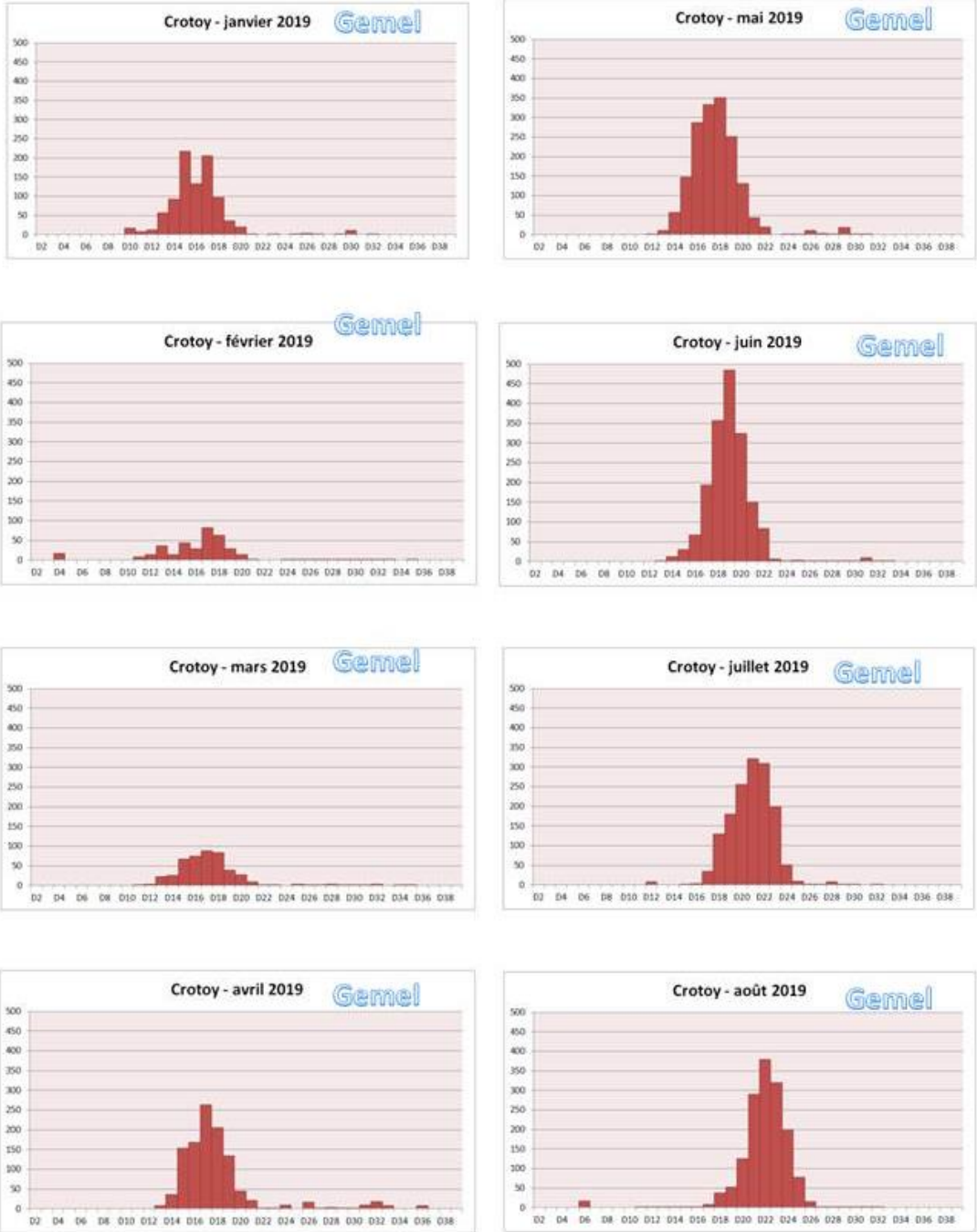


Figure 8 : Répartition de la densité des coques (ind./m²) selon les classes de taille (mm) au cours du temps au Voie de Rue

Dès janvier 2019, 2 cohortes sont identifiables sur le site. La plus jeune dont le mode principale est à 12 mm est la plus grande. La seconde à son mode principal à 28 mm. Elles sont toutes les 2 issues de pontes de 2018. Les densités des cohortes se maintiennent dans le temps pour fusionner en août 2019. C'est aussi à ce moment qu'une nouvelle cohorte centrée sur 7 mm apparaît. Attention, à ce stade de développement, les jeunes coques sont encore mobiles.

Sur certaines dates du suivi, les densités de coques sont encore erronées, mais comme le point est à proximité de la Maye, il est possible que certains courants aient pu faire changer la zone entraînant des variations de densités non interprétables.

Evolution de la densité et de la croissance des coques au Crotoy



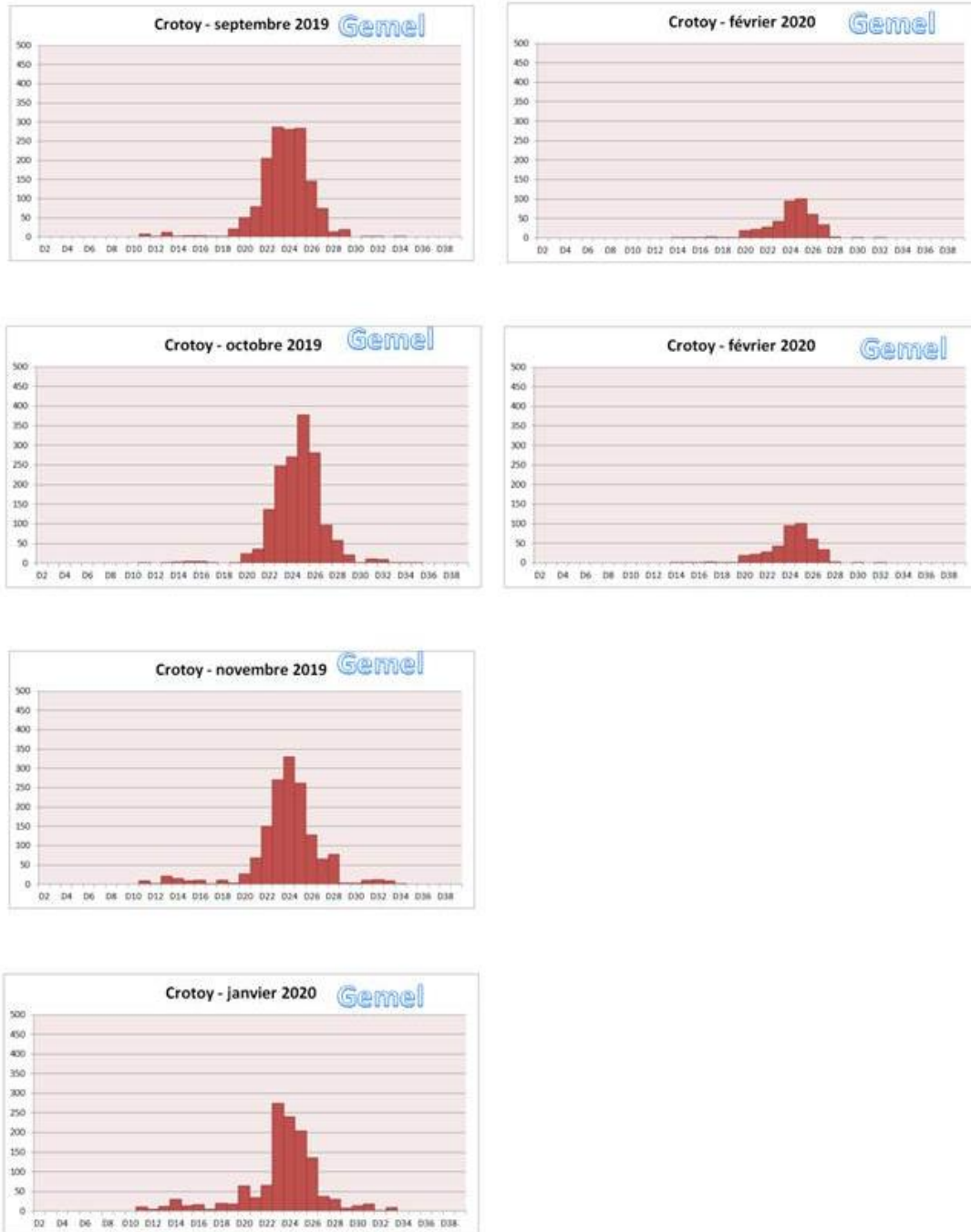
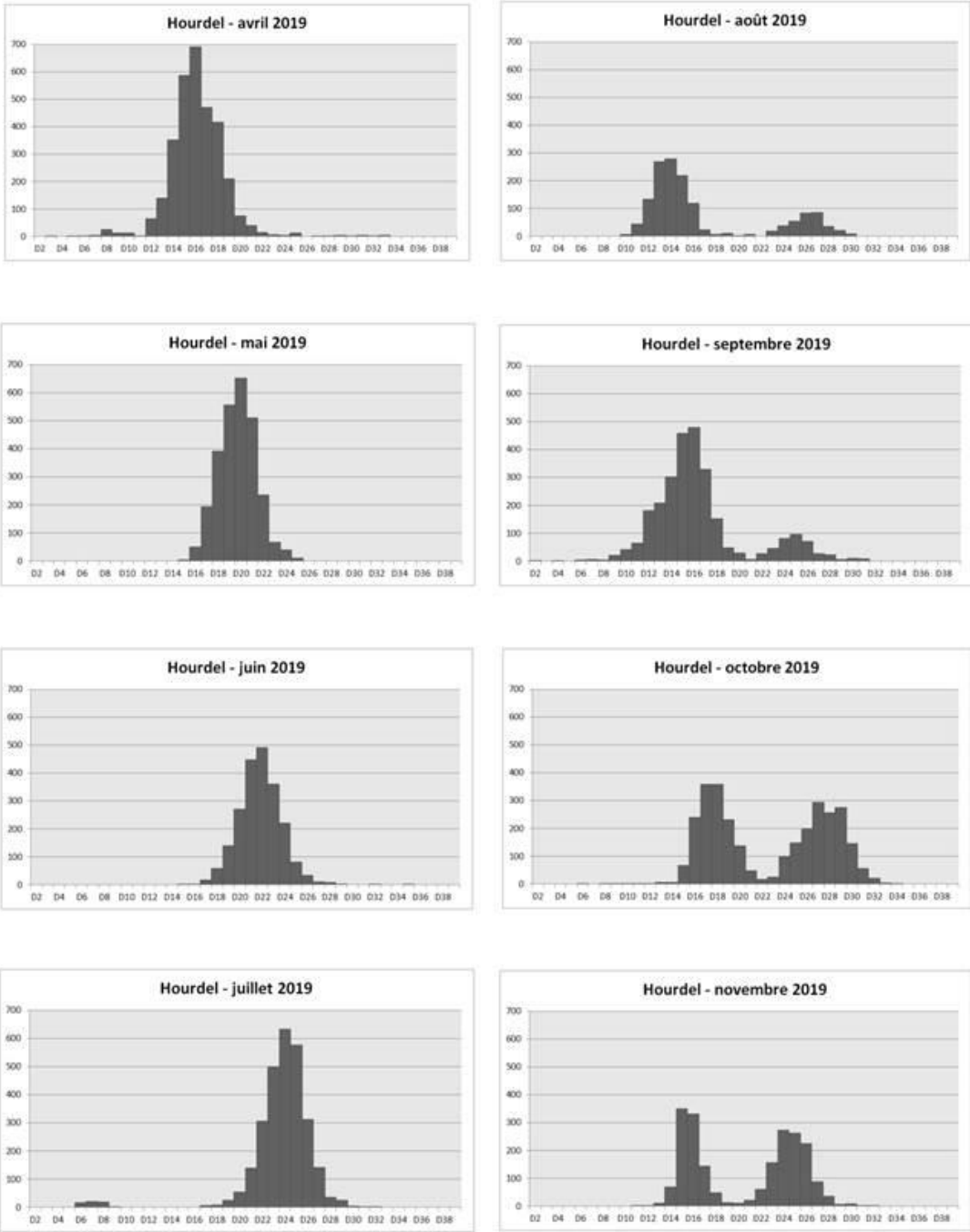


Figure 9 : Répartition de la densité des coques (ind./m²) selon les classes de taille (mm) au cours du temps au Crotoy

En janvier 2019, sur ce site, la pêche à pied aux coques est toujours en cours. C'est pourquoi il reste seulement quelques reliquats de coques de la cohorte la plus âgées dont le mode principal est à 30 mm. En revanche, la seconde cohorte dont le mode principal est de 16 mm est bien visible. Elle provient d'un recrutement qui a eu lieu en 2018. C'est cette dernière cohorte qu'on peut suivre jusqu'en février 2020. A partir d'août 2019, une 3^{ème} cohorte apparaît mais les densités sont très faibles.

Evolution de la densité et de la croissance des coques au Hourdel



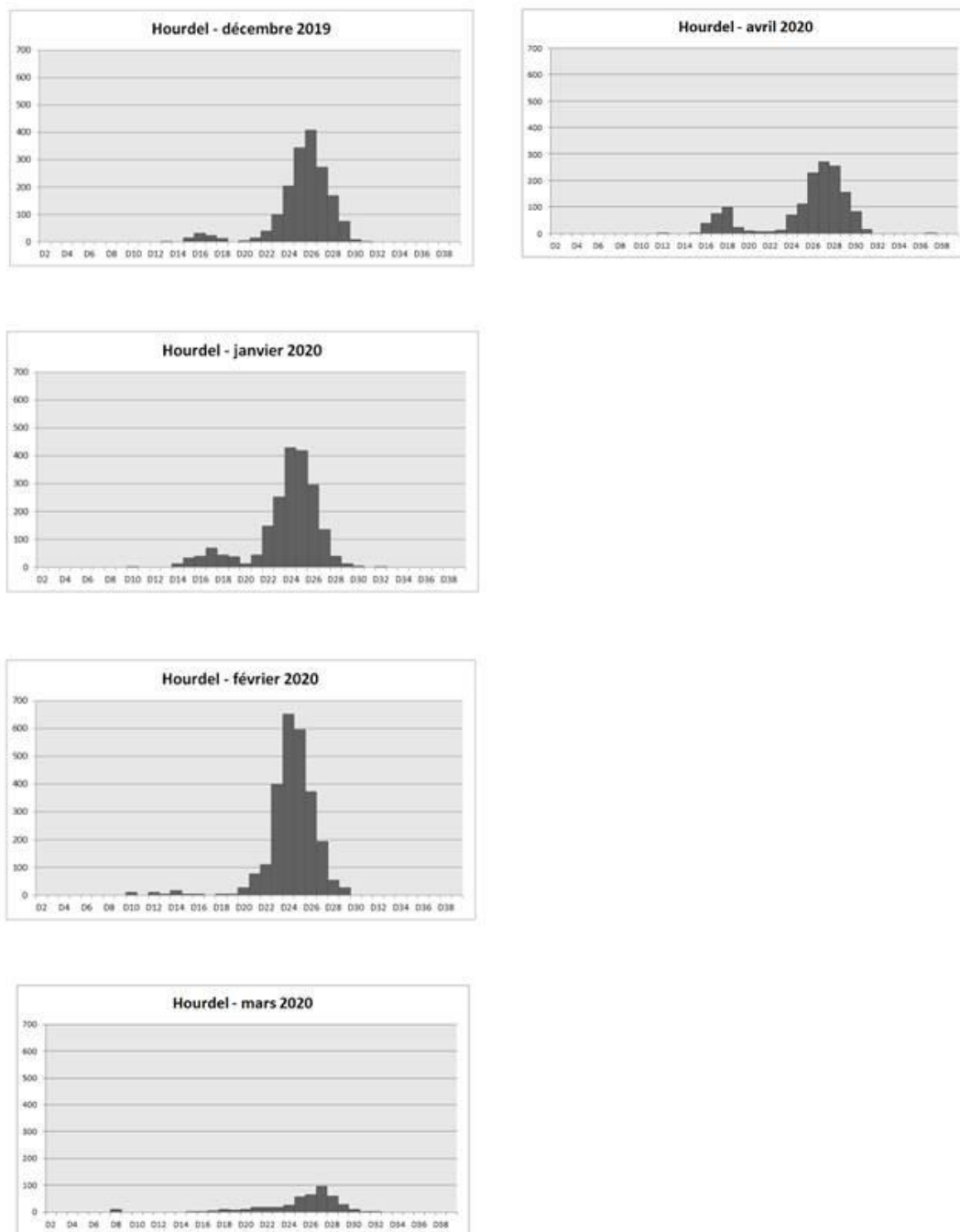


Figure 10 : Répartition de la densité des coques (ind./m²) selon les classes de taille (mm) au cours du temps au Hourdel

D’avril à juin 2019, les densités de coques représentent le recrutement de 2018. La cohorte principale en avril à un mode centré sur 16 mm. En juillet, une nouvelle cohorte apparaît et dès août la densité de la cohorte la plus âgée devient moins importante que la nouvelle cohorte. A partir d’octobre 2019, une partie de la jeune cohorte fusionne avec l’autre plus ancienne dont la taille stagne avec un mode principal de 25 mm en novembre 2019.

Discussion et synthèse des cohortes par gisement de coques

Grâce aux suivis des cohortes sur chacun des 7 points, il est possible d'estimer le taux de croissance réelle des coques sur les différentes zones. L'évolution des taux de mortalité au cours du temps dans la population sur chaque cohorte peut également être suivie, mais cela s'avère ici difficile voire impossible puisque les prélèvements n'ont pas tous eu lieu au même endroit, ni dans le rayon de 10 m recommandé et les densités de coques sont alors difficilement interprétables.

Dans un contexte climatique océanique tempéré, le taux de croissance des coques est supposé varier avec les saisons (Desprez *et al.*, 1987). En suivant la croissance des cohortes principales au cours du temps (Figure 11) des 7 points, c'est bien ce qui est constaté :

- des jours 0 à 120 de l'année, soit du 1^{er} janvier au 1^{er} mai, la croissance est faible, voire nulle.
- S'en suit une phase d'augmentation de la taille des coques jusqu'aux alentours du jour 300 qui correspond au 31 octobre,
- une nouvelle phase de stagnation est visible jusqu'au 1^{er} mai de l'année N+1 (Figure 13 et Figure 13).

Cela met bien en évidence la croissance saisonnalisée des coques. Cette saisonnalité est plus ou moins marquée selon le site suivi.

Ici, la croissance de la cohorte principale à partir du 1^{er} janvier 2019 suit l'équation d'une sigmoïde :

$$y = a + b / (1 + e^{-\left(\frac{x-c}{d}\right)})$$

dont les coefficients (R^2) d'ajustement sont différents selon les sites.

De plus la taille des coques qui composent la cohorte principale au 1^{er} janvier 2019 est différente selon les sites :

- Pour Sainte Cécile, elle débute à 10,6 mm et finit à 33,8 mm au 500^{ème} jour, soit **23,2** mm de croissance (R^2 d'ajustement = 0,96).
- Pour Fort Mahon, elle débute à 15,2 mm et finit à 26,6 mm au 500^{ème} jour, soit **11,4** mm de croissance (R^2 d'ajustement = 0,95).
- Pour Groffliers, elle débute à 17,3 mm et finit à 24,9 mm au 500^{ème} jour, soit **7,6** mm de croissance (Le R^2 d'ajustement = 0,81).
- Pour CH'4, elle débute à 10,6 mm et finit à 23,8 mm au 500^{ème} jour, soit **13,2** mm de croissance (R^2 d'ajustement = 0,98).
- Pour le Voie de Rue, elle débute à 11,2 mm et finit à 24,4 mm au 500^{ème} jour, soit **13,2** mm de croissance (R^2 d'ajustement = 0,98).
- Pour le Crotoy, elle débute à 16,2 mm et finit à 24,6 mm au 500^{ème} jour, soit **8,4** mm de croissance (R^2 d'ajustement = 0,99).
- Pour le Hourdel, il y en a 2, la plus vieille débute à 13,4 mm et la seconde à 7,7 mm et finit respectivement à 25,6 mm et 16,9 mm au 500^{ème} jour, soit respectivement **12,2** mm et **9,2** mm de croissance (R^2 d'ajustement = 0,85 pour la cohorte la plus vieille et 0,72 pour la seconde).

Pour chaque site, comme la cohorte principale est de taille différente au début du suivi, la croissance ne peut pas être identique.

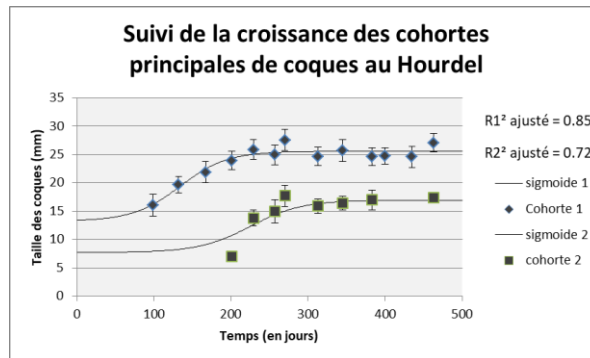


Figure 13 : Evolution de la croissance des coques des 2 principales cohortes, au cours du suivi, sur le point du Hourdel. Valeurs brutes superposées de la courbe de croissance sous forme de sigmoïde dont l'équation est : $y = a + b / (1 + e^{-\frac{x-c}{d}})$

Le taux de croissance est très différent entre les sites. C'est à Sainte Cécile qu'il le plus important suivi de CH'4 et du Voie de Rue. La croissance des coques est donc plus rapide sur ces zones. Les différences principales entre les points sont liées à leur durée de submersion et à leur éloignement par rapport aux apports trophiques des fleuves.

En ce qui concerne les pontes, elles n'ont pas eu lieu simultanément sur les 7 sites. D'après l'arrivée des nouvelles cohortes et les pics de température :

- A Sainte Cécile, Groffliers et Fort Mahon, la cohorte est apparue en août, la ponte a donc été déclenchée en juillet
- A CH'4, la cohorte est apparue en octobre, la ponte a donc été déclenchée un mois plus tôt, soit en septembre
- Au Voie de Rue, il y a eu 2 pontes dans l'année, les cohortes étant apparues pour la première en août et pour la seconde en septembre, les pontes ont été déclenchées en juillet et en août
- Au Crotoy, il n'y a pas eu d'apparition de nouvelle cohorte, donc pas de ponte en 2019
- Au Hourdel la nouvelle cohorte est identifiée en juillet, ce qui signifie que la ponte s'est déroulée en juin.

Conclusions

Une analyse critique du protocole expérimental doit être faite, ainsi qu'un bilan de ces suivis.

La reproduction des coques a eu lieu sur une partie du littoral des Hauts-de-France entre juin et septembre 2019. Le recrutement qui en découle comparé à celui issu de 2018 est beaucoup moins important. Les saisons de pêche de 2019 et 2020 ont été très prolifiques en baie de Somme avec près de 5000 tonnes de coques déclarées pêchées pour chacune. 2019 fut aussi une très belle année pour le gisement situé à Sainte Cécile. Cependant les faibles densités de coques restantes et l'absence d'un recrutement significatif ne permettent pas une réouverture de la zone à la pêche en 2020.

Durant la période du suivi, aucune mortalité massive de coques n'a été observée en lien avec la présence de *Vibrio* comme cela c'était produit en 2012 et 2018. Cependant, à Fort Mahon et à Groffliers, les travaux de ré-ensablement du bois de sapin ont causé une perte brutale de coques sur nos points de suivi.

A cause du protocole d'échantillonnage trop hasardeux sur la localisation des points de suivi, il n'est pas possible d'analyser les taux de mortalité au cours du temps. Il sera souhaitable pour l'avenir, de positionner un bâton ou un repère permanent, sur le point de prélèvement (surtout si plusieurs personnes sont en charge du suivi) pour que le rayon de 10 m autour du point soit mieux identifiable.

En ce qui concerne la croissance des coques, la saison a un impact important avec un grand ralentissement, voir un arrêt en période hivernale et une croissance rapide en période estivale. Cette saisonnalité est mise en évidence sur les 7 sites. En revanche, la croissance et la saisonnalité diffèrent entre les gisements : elle est plus rapide et moins marquée si la fréquence et la durée d'immersion sont grandes.

Bibliographie

- Chantler, P., 2006. Chapter 4 Scallop adductor muscles: Structure and function, in: Developments in Aquaculture and Fisheries Science. pp. 229–316.
- Desprez, M., Ducrotoy, J.-P., Elkaim, B., 1987. Crise de la production des coques (*Cerastoderma edule*) en Baie de Somme. I: Synthèse des connaissances biologiques. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes 49. pp. 215-230.
- Fleury, P.-G., Janssoone, X., Nadeau, M., Guderley, H., 2005. Force production during escape responses: sequential recruitment of the phasic and tonic portions of the adductor muscle in juvenile sea scallop, *Placopecten Magellanicus* (gmelin). Journal of Shellfish Research 24. pp. 905–911.
- Fleury, P.-G., Mazurié, J., 2007. Vitalité, stress et risque de mortalité : comment les définir et comment les mesurer chez les Mollusques bivalves ? in: Atelier de Travail Indicateurs de Stress Chez Les Mollusques (2003). Québec (Canada). pp. 8–16.
- Guillou J., Bachelet, G., Desprez, M., Ducrotoy, J.-P., Madani, I., Rybarczyk, H., Sauriau, P.-G., Sylvand, B., Elkaim, B., Glemarec, M., 1990. Les modalités de la reproduction de la coque (*Cerastoderma edule*) sur le littoral français. Aquatic Living Resources 3. pp. 29-41.
- Jacob, D.E., Soldati, A.L., Wirth, R., Huth, J., Wehrmeister, U., Hofmeister, W., 2008. Nanostructure, composition and mechanisms of bivalve shell growth. Geochimica et Cosmochimica Acta 72. pp. 5401–5415.
- Kristensen, I., 1958. Differences in Density and Growth in a Cockle Population in the Dutch Wadden Sea. Archives Néerlandaises de Zoologie 12. pp. 351–453.
- Moreira, F., 1995. The winter feeding ecology of Avocets *Recurvirostra avosetta* on intertidal areas. I. Feeding strategies. Ibis 137. pp. 92–98.
- Neri, R., Schifano, G., Papanicolaou, C., 1979. Effects of salinity on mineralogy and chemical composition of *Cerastoderma edule* and *Monodonta articulata* shells. Marine Geology 30. pp. 233–241.
- Reise, K., 2003. Metapopulation structure in the lagoon cockle *Cerastoderma lamarcki* in the northern Wadden Sea. Helgol Mar Res 56. pp. 252–258.
- Richardson, C., Crisp, D., Runham, N., Gruffydd, L., 1980. The use of tidal growth bands in the shell of *Cerastoderma edule* to measure seasonal growth rates under cool temperate and sub-arctic conditions. Journal of the Marine Biological Association of the UK 60. pp. 977-989.
- Tebble, N., 1996. British Bivalve Seashells a Handbook for Identification by Tebble N - AbeBooks.
- Van Gils, J.A., Piersma, T., Dekinga, A., Spaans, B., Kraan, C., 2006. Shellfish Dredging Pushes a Flexible Avian Top Predator out of a Marine Protected Area. PLOS Biology 4. pp. 376.

Annexes

Annexe 1 : répartition de la densité des coques selon leur classe de taille (mm) et selon le site et date de prélèvement

Point	Préleveur(s)	Date	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33	D34	D35	D36	D37	D38	D39	D totale					
Sainte Cecile	CRPMEM	11/04/2019													2	12	72	245	453	572	433	164	76	32	15	15	5	2	2														2104			
Sainte Cecile	CRPMEM	15/05/2019																		1	30	147	345	520	489	237	78	15	5	1	1														1870	
Sainte Cecile	CRPMEM	16/06/2019																							4	4	19	32	73	119	119	91	42	12	8										522	
Sainte Cecile	CRPMEM	22/07/2019				3																			5	12	30	60	102	99	107	68	21	1	1									512		
Sainte Cecile	CRPMEM	21/08/2019									2	2	1	2		1	1	2											1	1	7	22	23	27	16	11	6	1							128	
Sainte Cecile	CRPMEM	03/10/2019																1													1	3	1	5	12	22	14	12	4	4	1				82	
Sainte Cecile	CRPMEM	31/10/2019																1				3	1							1	6	17	16	19	30	19	12	10		3			139			
Sainte Cecile	CRPMEM	25/11/2019															1		3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	7	17	19	45	46	40	11	11	1					213			
Sainte Cecile	CRPMEM	17/12/2019																1	2				1							1	1	4	6	2	15	25	27	10	9	4					110	
Sainte Cecile	CRPMEM	27/01/2020																		1	3	1		1							1	8	7	8	8	11	8	1	1	1					61	
Sainte Cecile	CRPMEM	13/02/2020																4				1	1									2	5	11	19	17	12	5	8	4					87	
Sainte Cecile	CRPMEM	12/03/2020																													3	5	7	12	10	18	20	5	4						85	
Fort Mahon	CRPMEM	23/04/2019									1		8	40	112	143	86	49	17	8			4	5	5	9	8	15	9	12	4	4													540	
Fort Mahon	CRPMEM	06/05/2019											1	4	13	42	56	42	32	17	15	4	1	3	4	3	3	5		1		1														247
Fort Mahon	CRPMEM	20/05/2019												12	24	71	132	134	86	46	24	11	4		7	4	4	4	1	1	1								1						567	
Fort Mahon	CRPMEM	18/06/2019											4		10	96	141	337	413	311	163	59	29	12	2	2	6	2	6	4															1598	
Fort Mahon	CRPMEM	22/07/2019											1					1	4	5	10	18	34	35	32	32	14	13	6	2															208	
Fort Mahon	CRPMEM	28/08/2019									8	40	90	203	298	261	158	50	29	12	15	29	55	75	82	48	23	6		3	3														1488	
Fort Mahon	CRPMEM	16/09/2019												1	1	7	11	11	7		2	1	2	14	12	9	15	11	2	2	1	1													114	
Fort Mahon	CRPMEM	16/10/2019											1		4	1	18	23	30	11		4	3	6	10	11	11	11	9	4	4														160	
Fort Mahon	CRPMEM	18/11/2019													1	1	4	11	4	1	1			4	2	5	1	2	6	1	2														46	
Fort Mahon	CRPMEM	19/12/2019									1			1	1	7	10	25	27	23	4		1	1	12	10	15	13	11	2		2													168	
Fort Mahon	CRPMEM	28/01/2020												1	3		3	1	3	1											1	1														24
Fort Mahon	CRPMEM	14/02/2020																																												0
Groffliers	CRPMEM	23/04/2019													4	12	12	3	3	3	1	5	5	7	5	7	22	16	9	1	3														119	
Groffliers	CRPMEM	09/05/2019											1		1	13	1	5				1		3	3	3	4	7																	46	
Groffliers	CRPMEM	18/06/2019													1	7	5	9	16	5	5		1	1	4	3	4	5	4	3	1															75
Groffliers	CRPMEM	17/07/2019													4	8	9	12	9	3	1	1																								49
Groffliers	CRPMEM	27/08/2019									4	28	28	50	104	83	55	13	4	5	3	5	13	23	32	37	41	23	27	9	6	8	3	1										606		
Groffliers	CRPMEM	16/09/2019									1		3	3	5	16	23	27	36	26	21	8	3	8	10	9	30	31	48	17	12	8	1											345		
Groffliers	CRPMEM	13/11/2019				2									2	6	27	37	34	17	6	2	4	6	5	7	4	5																172		
Groffliers	CRPMEM	12/12/2019									3		1	4	13	44	110	126	61	29	5			5	4	10	7	6	5	5														437		
Groffliers	CRPMEM	27/01/2020										1	5	12	11	15	11	7	5				1		1	1	1	1	1		1														74	
Groffliers	CRPMEM	27/02/2020																																												0
CH4	GEMEL	16/01/2019								298	844	2633	2155	1719	1586	757	416	254	83	38	25																									10812
CH4	GEMEL	13/02/2019								66	66	232	404	868	921	838	406	246	51	2	1	1	1	1																						4117
CH4	GEMEL	27/03/2019								8	76	183	455	604	568	392	186	127	12	7	5	4																								2638
CH4	CRPMEM	10/04/2019				7				7	7	128	531	1297	1479	1506	867	524	168	60	34	13			7	7	0	13																6683		
CH4	GEMEL	25/04/2019									17	65	278	607	1005	1004	758	392	210	92	51	9	9	9	1	1	0	0																	4534	
CH4	CRPMEM	06/05/2019												5	47	206	461	538	310	154	63	18	8	5	2	0	0	0																1821		
CH4	GEMEL	13/05/2019									8	4	29	87	259	501	510	526	255	169	100	75	10	2	9	1	9	0																	2553	
CH4	GEMEL	11/06/2019													12	107	421	956	1215	979	705	333	82	60	12	4	8	4																	4907	
CH4	CRPMEM	18/06/2019													3	88	317	708	932	722	482	249	85	42	8	3																			3640	
CH4	GEMEL	10/07/2019											1		4	3	87	358	730	1131	1105	655	396	164	53	29	26	3	1																4755	
CH4	CRPMEM	22/07/2019													5	32	156	488	635	794	577	258	124	53	21	5	0	2	2	2															3153	
CH4	GEMEL	05/08/2019										8			8	17	50	216	548	892	1045	650	490	220	83	30	6	4	1	9	1														4285	
CH4	CRPMEM	20/08/2019										1			1	1	2	4	22	73	125	166	130	86	41	19	14	9	7	4															706	
CH4	CRPMEM	18/09/2019										5	5		8	3	5	36	205	462	815	793	646																							

Point	Préleveurs	Date	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31	D32	D33	D34	D35	D36	D37	D38	D39	D totale						
Voie de Rue	GEMEL	16/01/2019									66	136	153	139	69	20	5	2	2	2	1	1	2	2	2	2	11	1	37	2	25	3		1									681				
Voie de Rue	GEMEL	13/02/2019							33	99	216	152	172	192	128	67	15	12	2	9	9	10	2	17	9	13	12	21	15	3	6	16	15	1										1248			
Voie de Rue	GEMEL	27/03/2019						5	20	49	39	77	100	79	62	32	11	7	4	2	1	1	5	4	2	6	7	9	8	13	2	1	1											545			
Voie de Rue	CRPMEM	10/04/2019								2	17	38	68	96	75	32	11	6	3	4	4	10	8	6	9	13	15	5	6	4	4	6	3											445			
Voie de Rue	GEMEL	25/04/2019								17		5	27	59	55	73	67	23	11		1	3	1	2	12	2	4	3	12	8	20	21	4	1	1										431		
Voie de Rue	GEMEL	13/05/2019									2	23	24	72	99	93	53	50	12	1	2	3	2	1	4	5	10	3	1	18	1	1			8									489			
Voie de Rue	CRPMEM	20/05/2019										1	3	26	61	101	86	69	20	19	3	4	8	9	15	4	8	4	3	11	1			1										455			
Voie de Rue	GEMEL	11/06/2019												9	6	15	44	57	135	81	48	26	4	10	2	2	2	2	1	17	1	1	9											476			
Voie de Rue	CRPMEM	18/06/2019												3	9	40	61	63	65	45	20	3	3	5	5	9	4	1	5	3	1													345			
Voie de Rue	GEMEL	10/07/2019											8	1	1	1	13	35	69	100	58	62	39	11	2	9	1	2	9	1	5	0	1	1											428		
Voie de Rue	CRPMEM	22/07/2019													1	4	5	21	74	110	135	107	38	26	18	11	9	7	11	8	4	4	1												594		
Voie de Rue	GEMEL	05/08/2019	17			17	50	33	33	17	17	3	2			1	2	35	50	93	151	148	231	110	155	83	27	4	2			1	1	9	4	1									1294		
Voie de Rue	CRPMEM	20/08/2019						8	8	12	29	72	96	99	63	29	21	19	14	24	33	28	49	87	101	115	116	77	48	21	4	5													1177		
Voie de Rue	CRPMEM	18/09/2019				41	27	103	130	164	42	73	190	193	95	48	16	16	10	8	11	23	26	53	59	29	24	11	2	3	2	2													1402		
Voie de Rue	GEMEL	23/09/2019							17	17	2	6	31	21	2	4	1	2	3	33	39	112	124	102	74	23	15	3	5	9	2	2	1			1									650		
Voie de Rue	CRPMEM	01/10/2019								3	26	57	62	47	51	35	12	12	15	41	105	264	318	315	192	77	22	6	7	6	1	0		3											1677		
Voie de Rue	GEMEL	22/10/2019				17		17	17	17	33	2	36	25	10	6	4	11	1	2	9	34	96	94	156	98	39	13	14	9	1	1		1	1										765		
Voie de Rue	GEMEL	18/11/2019									41	58	36	36	7	21	20	1	2	15	68	142	143	154	74	49	30	3	0	10	1	9														920	
Voie de Rue	CRPMEM	19/11/2019									6	8	9	10	13	10	8	1	3	15	56	96	141	118	68	35	13	6	0	5	1	3														624	
Voie de Rue	CRPMEM	20/12/2019							2	3	16	36	56	41	28	18	6	5	5	3	15	25	48	63	66	49	29	14	10	4	4	1	3	1		1		1							552		
Voie de Rue	GEMEL	06/01/2020							17	25	31	77	66	58	56	14	37	20	11	9	14	19	55	69	93	54	29	8	10	2	2	2	1	1		1									779		
Voie de Rue	CRPMEM	30/01/2020							8	1	24	20	32	16	11	17	5	2	2	7	11	21	60	83	78	63	37	19	5	2	2	1														532	
Voie de Rue	CRPMEM	12/02/2020							2	15	20	49	40	35	26	22	20	9	7	16	29	67	111	133	164	111	53	15	0	5	0	2	2	2	2		2		2						957		
Voie de Rue	GEMEL	14/04/2020									1	9	4	11	4	11	44	15	53	11	18	57	21	56	46	56	35	20	5	4	3	0	1	0		0									469		
Crotoy	GEMEL	16/01/2019									17	8	12	57	93	217	132	205	97	36	20	1		1		2	3	2		2	10		1												913		
Crotoy	GEMEL	13/02/2019			17						8	13	36	14	44	29	82	62	29	14	1		0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1		1		1						362		
Crotoy	GEMEL	27/03/2019									1	4	23	25	67	75	87	84	39	27	9	1	1	0	3	2	1	3	1	2	1	4			1		1		1						459		
Crotoy	GEMEL	25/04/2019										8	36	154	169	263	205	135	44	21	1	1	9	0	17	1	4	2	1	9	18	8	0		0	8		0	0						1115		
Crotoy	GEMEL	13/05/2019									2	10	56	147	287	333	351	251	130	43	19	0	1	1	10	4	2	18	1	1	0														1668		
Crotoy	GEMEL	11/06/2019										1	12	30	68	193	356	485	325	150	84	6	2	4	1	2	2	2	1	9	2	1													1735		
Crotoy	GEMEL	10/07/2019									8				2	4	34	130	180	257	321	310	200	52	9	1	1	8	1	1	0	1													1518		
Crotoy	GEMEL	05/08/2019			17						1	1	1	1	2	8	38	52	125	290	379	319	200	78	15	2	1	1	1	2	1	1	2	1	0		0								1534		
Crotoy	GEMEL	23/09/2019									8	1	12	2	3	3	1	2	21	50	78	205	288	281	284	146	75	14	20	0	2	2	0	1												1499	
Crotoy	GEMEL	22/10/2019									1	0	2	3	5	6	2	0	2	24	36	137	247	271	378	281	96	58	21	2	11	10	1	1	1		1									1594	
Crotoy	GEMEL	18/11/2019									9	1	21	15	9	11	2	10	4	27	69	151	271	330	262	128	66	77	4	4	11	12	9	1												1503	
Crotoy	GEMEL	06/01/2020									10	5	12	30	13	16	5	20	19	64	34	66	274	241	204	135	37	30	8	13	18	2	9												1267		
Crotoy	GEMEL	17/02/2020									0	0	0	0	1	2	1	2	1	2	20	22	28	43	95	101	61	34	3	0	1	0	1	0		0										417	
Hourdel	CRPMEM	10/04/2019	3		3	3	5	25	13	12	2	66	139	351	588	690	471	417	210	76	39	15	7	5	12		2	2	5	2	5	2	5											3174			
Hourdel	CRPMEM	13/05/2019														5	51	194	392	556	652	510	234	66	41	10																					2712
Hourdel	CRPMEM	18/06/2019														2	3	17	59	140	271	448	492	361	221	83	34	10	8	3	0	0	2	0		0	2										2156
Hourdel	CRPMEM	22/07/2019				16	22	19	3								6	8	25	55	139	306	501	634	577	313	141	36	25	4	2	2	0													2835	
Hourdel	CRPMEM	20/08/2019								8	44	134	268	279	218	119	23	8	11	3	6	0	20	38	54	83	86	36	21	9	0														1466		
Hourdel	CRPMEM	18/09/2019	2		2		5	7	5	21	41	64	182	209	302	458	479	329	153	48	29	6	27	46	81	95	70	27	23	6	10	8												2738			
Hourdel	CRPMEM	01/10/2019				2		2	2	2	2	7	7	67	240	358	358	231	138	48	16	25	9																								

Annexe 9 : De Laage, P., 2020. La pêche à pied professionnelle dans la région Hauts-de-France : enquêtes auprès des pêcheurs et éléments de réponses aux enjeux de la filière. 87p.



UNIVERSITÉ DE NANTES



La pêche à pied professionnelle dans la région Hauts-de-France : enquêtes auprès des pêcheurs et éléments de réponses aux enjeux de la filière

Par : Pierre de Laage

Master 2

« Géographie et aménagement des espaces maritimes »

Année universitaire : 2019-2020

Structure de stage : CRPMEM des Hauts-de-France



Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France

Maitre de stage : Morgane Ricard
Chargée de mission pêche à pied
Enseignant référent : Brice Trouillet
Enseignant-chercheur

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement mon enseignant-référent Brice Trouillet pour ses conseils et idées qui m'ont guidées pendant mon stage et pour la réalisation de ce mémoire.

Je remercie chaleureusement toute l'équipe du CRPMEM des Hauts-de-France et particulièrement Morgane Ricard et Antoine Meirland qui m'ont beaucoup aidé dans la rédaction de ce rapport et avec qui j'ai énormément appris pendant ces 6 mois. Et aussi Julien Yvart, garde-juré, qui m'a fait découvrir les zones de pêche de la région ainsi que Dimitri et Anaïs mes collègues de bureau.

Et comme rien n'aurait été possible sans eux, merci à tous les pêcheurs qui ont participé aux enquêtes et qui ont partagé leur métier avec moi. Ils m'ont permis d'en apprendre plus sur les activités de pêche à pied professionnelles et j'espère que mon travail permettra d'améliorer la filière.

Introduction

La pêche à pied dans la région Hauts-de-France s'est développée au fil des siècles passant progressivement d'une activité de subsistance à une activité commerciale. De nombreuses espèces sont pêchées comme la coque (*Cerastoderma edule*), la salicorne (*Salicornia procumbens*) ou encore la moule (*Mytilus edulis*) devenues emblématiques dans la région. Certaines espèces s'exportent même dans des pays européens comme l'Espagne et les Pays-Bas. Pratiquée sur l'estran à marée basse, cette activité fait vivre environ 400 pêcheurs à pied professionnels dont 339 de coques.

L'abondance de la ressource étant soumise aux aléas naturels, les années se suivent mais ne se ressemblent pas, mettant parfois en danger les entreprises des pêcheurs à pied.

De plus, l'estran est un milieu parfois anthropisé, où de nombreuses activités s'exercent et de nouveaux enjeux se dessinent.

La coque (*Cerastoderma edule*) fait face tout au long de l'année à des épisodes de mortalité plus ou moins forts. Le taux de mortalité est variable. Il peut atteindre 80 % de la ressource exploitable certaines années comme en 2018.

Fort de ce constat, le CRPMEM des Hauts-de-France a monté un projet, MOCOPREGE, pour mieux comprendre les mortalités des coques et mettre en place un système de prévention et de gestion de ces épisodes de mortalités afin d'éviter un impact socio-économique trop important pour les entreprises des pêcheurs à pied. C'est ainsi que, combiné à des études sur la dynamique de l'espèce et des analyses biologiques, les pêcheurs sont interrogés sur leurs connaissances pour mieux comprendre la mortalité, la limiter et améliorer sa gestion. Ce travail d'enquête fait partie de mon stage.

Face au développement de nouvelles activités, le CRPMEM a également souhaité travailler sur les zones importantes pour les pêcheurs à pied afin de mieux défendre leurs intérêts.

Les nouvelles activités peuvent être de nouvelles zones de protection d'espaces naturels, des espaces réservés à la faune (les phoques par exemple) ou bien d'activités touristiques ou industrielles ou de projet de protection contre la mer. Cela peut engendrer des conflits d'usage. Pour éviter des oppositions entre de multiples acteurs, il convient au CRPMEM des Hauts-de-France d'avoir des arguments pour défendre les intérêts des pêcheurs. C'est pour cette raison qu'un projet de cartographie des zones de pêche a vu le jour. L'objectif est d'observer non seulement une fréquentation des sites de pêche par les pêcheurs mais également des zones de récoltes précises où se rendent les professionnels. Ainsi, il conviendra de vérifier si celle-ci permet de mettre en valeur des secteurs de pêche par espèce et pour l'ensemble des récoltes des pêcheurs.

Cartographier les activités de pêche à pied professionnelles est, pour le moment, une étude récente. Jusqu'ici, des méthodes de spatialisation se sont développées seulement pour la pêche à pied de loisir. L'une d'elle (A. Privat et al. 2017) permet d'estimer la fréquentation des pêcheurs sur les sites de pêche à l'aide d'un système de comptage (par survol aérien, par analyse photographique, ...). De même, V. André-Lamat (2018) a cartographié des activités de pêche à pied récréative dans le bassin d'Arcachon grâce à un questionnaire qui traduit des données qualitatives en données spatiales et permet d'évaluer la fréquentation sur différents sites. Cependant, ces méthodes font émerger différentes problématiques en termes de précision de la donnée et de possibilités d'analyses.

Le CRPMEM des Hauts-de-France s'est inspiré de la méthode VALPENA pour étudier les zones de pêche fréquentées par les pêcheurs à pied professionnels. Le GIS VALPENA (<https://valpena.univ-nantes.fr/>) développe depuis quelques années une méthode de spatialisation de la pêche embarquée dans le but d'observer les évolutions des pratiques de pêches et de gérer les conflits d'usages liés au partage de l'espace marin. En partenariat avec les comités de pêches, l'organisme récolte chaque année auprès des professionnels des données de spatialisation. En fonction de chaque espèce, il est demandé aux pêcheurs de déclarer leurs activités sur l'ensemble du territoire en 2019 puis entre 2014 et 2018 afin de voir les évolutions éventuelles et d'avoir les zones de pêche les plus représentatives possibles. L'ensemble des zones de pêche se situent sur tout le littoral des Hauts-de-France soit de la frontière Belge au Tréport.

Ce travail d'enquête de spatialisation de l'activité fera également partie de mon stage.

Les pêcheurs professionnels, étant acteurs principaux de ces enquêtes, participent à l'amélioration de la gestion de la pêche dans la région Hauts-de-France. Ces projets doivent également à terme permettre de faire progresser la filière.

Les enquêtes sur la mortalité des coques et les enquêtes de spatialisation de l'activité de pêche à pied professionnelle permettront également de dégager des profils de pêcheur répondant à différentes stratégies de pêche. Ces éléments permettront d'adapter la gestion de la filière pour qu'elle soit le plus durable possible.

1. Présentation générale du territoire

1.1 Caractéristiques du paysage et habitats

Le littoral nord-ouest, communément appelé Côte d'Opale et Côte Picarde, s'étend sur 170 km de la frontière belge à l'estuaire de la Bresle, de Dunkerque au Tréport en passant par Calais et Boulogne-sur-Mer. Il borde la Mer du Nord du côté Nord-est et la Manche au sud-ouest. Il dispose de caractéristiques propres et d'habitats divers permettant le développement de la pêche à pied.

1.1.1 Les zones estuariennes

Un estuaire est « une anse côtière où l'apport en eau douce d'origine terrestre est généralement important. L'interaction des eaux douces avec les eaux marines ainsi que la réduction du flux des eaux dans l'estuaire forment de larges étendues de sédiments fins (sable et vase) » (De Cubber L. et al., 2016)

Ce sont des zones particulièrement riches en biodiversité qui forment des habitats pour de nombreuses espèces mais également des lieux d'échanges et de production. Différents étages composent ces paysages.

Les estrans vaseux se retrouvent dans les secteurs abrités du fond des estuaires de la Canche, de l'Authie et de la Somme à leur embouchure. Le sédiment est gorgé d'eau et imperméable.

La **slikke** est la partie la plus basse et elle est donc immergée lors de chaque marée. Si sa couverture végétale est pauvre, la biomasse produite y est très importante avec notamment des populations de coques, de vers marins et autres espèces invertébrées.

Le **schorre**, également appelé pré salé peut être submergé lors des marées de vives eaux et d'équinoxe. La végétation y est variée et dense et la répartition des espèces dépend de la salinité, du temps d'immersion ainsi que des sédiments. Plusieurs niveaux de schorre dépendant du degré de submersion existent. Ainsi les espèces de végétaux marins vont se développer en fonction de ces strates. La salicorne, la soude et l'aster se développeront dans le bas schorre.



Figure 1 : Carte du littoral des Hauts-de-France

Trois grands estuaires sont présents dans la région :

- L'estuaire de **la Canche** : il est situé à une vingtaine de kilomètres au sud de Boulogne-sur-Mer. Le fleuve la Canche qui lui donne son nom se jette à cet endroit et forme une baie entre la pointe de Lornel au nord et la pointe du Touquet au sud.
- L'estuaire de **l'Authie** : il se situe entre la baie de Canche et la baie de Somme entre les départements du Pas-de-Calais et de la Somme. L'estuaire forme une baie entre la pointe du Haut-Banc au nord et la pointe de Routhiauville au sud.
- L'estuaire de **la Somme** : il est situé le plus au sud à une quinzaine de kilomètres de la baie d'Authie. La baie se forme entre la pointe de St-Quentin au nord et la pointe du Hourdel au sud.

Ces trois estuaires abritent les principaux gisements de coques de la région. La baie de Somme est la première zone de production nationale. C'est également dans ces zones que poussent la plupart des végétaux marins où ils trouvent un niveau de salinité propice à leur développement.

1.1.2 Les estrans meubles

Ils correspondent aux estrans sableux et vaseux. Les estrans sableux sont situés au nord de la Côte d'Opale entre le Cap Gris-Nez et la frontière belge puis par intervalle de la commune d'Equihen à Ault. Ils sont également présents par alternance avec des habitats rocheux entre le Cap Gris-Nez et Equihen. Ce sont de larges estrans avec des sédiments qui varient de fins à moyens. La particularité de ces estrans réside dans son instabilité sédimentaire. (DIREN, 2006)
C'est sur ces estrans que sont pêchées les vers, crevettes, parfois coques ou autres bivalves.

1.1.3 Les estrans rocheux

Ce sont des estrans formés par l'érosion et constitués de roches plus ou moins dures en fonction de leur nature (granite, basalte, calcaire, schiste...). Il en existe donc plusieurs types : les estrans rocheux exposés aux houles et aux courants, les estrans rocheux abrités, les champs de blocs et les mares et cuvettes. Ces plateformes rocheuses se retrouvent de Equihen à Sangatte et entre Ault et le Tréport. La biodiversité présente dans ces paysages est riche et varie en fonction du type de substrat et de la marée qui joue un rôle dans la répartition des espèces. La température et la salinité sont aussi des critères de variabilité de la ressource.
Dans les Hauts de France, les rochers sont souvent des moulières naturelles. Les pêcheurs peuvent également y trouver des crustacés : crevettes roses, crabes, homards, etc.



Figure 2 : Estran sableux du Cap Gris-Nez (Crédit : Pierre de Laage)

2. La pêche à pied professionnelle dans la région Hauts-de-France

La pêche à pied est une activité ancienne qui se pratique sur l'estran, à marée basse ou en eau peu profonde. Dans les Hauts-de-France, c'est un type de pêche qui consiste en la capture (à la main ou à l'aide d'outils) ou bien au ramassage de coquillages, crustacés, algues, vers, poissons et végétaux estuariens. Elle est pratiquée depuis des générations dans la région, l'icône historique, notamment illustrée par de nombreuses cartes postales anciennes, étant la pêcheuse de vers et de crevettes, femme de marin.

2.1 Reconnaissance professionnelle et organisation de la pêche à pied par l'intégration d'une organisation interprofessionnelle : le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CRPMEM) des Hauts-de-France

2.1.1 Vers une activité professionnelle reconnue

Considérée comme une activité de subsistance, la pêche à pied devient progressivement une activité commerciale à partir du début du XX^{ème} siècle. Les produits récoltés sont vendus à des mareyeurs puis commercialisés à l'échelle locale et régionale ou sont vendus directement du pêcheur au consommateur. Si le pêcheur à pied qui vend sa récolte est petit à petit reconnu comme un professionnel, il est resté longtemps en marge du cadre juridique qui est mis en place pour la pêche embarquée. (Deschamps G., 2016)

Ce n'est donc qu'au début des années 2000 que le statut de pêcheur à pied professionnel est créé avec le décret du 11 mai 2001 (Loarer M. 2013). Celui-ci donne une définition de cette pêche : « celle dont l'action, en vue de la vente des animaux marins pêchés, s'exerce sur le domaine public maritime ainsi que dans la partie des fleuves, rivières, étangs ou canaux où les eaux sont salées telles que délimitée par la réglementation en vigueur/L'action de pêche proprement dite s'exerce : 1° sans que le pêcheur cesse d'avoir un appui au sol ; 2° sans équipement respiratoire permettant de rester immergé. »

L'activité de pêche à pied de loisir se distingue par le fait que les récoltes sont destinées à la consommation personnelle ou familiale sans intention de revente. Les adeptes sont avant tout des touristes attirés par le littoral qui pratiquent cette pêche durant la période estivale ou des locaux qui ont leurs habitudes. Des réglementations propres à ces pêcheurs sont définies.

2.1.2 La mise en place d'un permis national de pêche à pied professionnelle

Pour pratiquer la pêche à pied en tant que professionnel, la détention d'un permis national est obligatoire. Celui-ci est délivré par le préfet ou la Direction Départementale des Territoires et de la Mer Nord (DDTM) à la suite du décret du 11 mai 2001 qui entre en vigueur le 1^{er} septembre de la même année. Sa validité est de 12 mois avec la possibilité de le renouveler. L'absence de ce permis renvoie le pêcheur à pied aux législations relatives à la pêche récréative et il ne peut donc notamment pas vendre sa récolte.

Pour obtenir ce permis, le pêcheur doit être affilié à un régime social. Il en existe deux : l'ENIM (Etablissement National des Invalides de la Marine) et la MSA (Mutualité Sociale Agricole). Le pêcheur à pied relève de l'ENIM s'il est également marin-pêcheur (propriétaire d'un navire ou bien marin salarié d'un navire qui pêche à pied en dehors des périodes fixées dans son contrat de travail), conchyliculteur avec une barge ou retraité de l'ENIM. (site de l'Enim : enim.eu). S'ils ne dépendent pas de ce régime social, les pêcheurs doivent donc être affiliés à la MSA qui regroupe les activités de pêche maritime à pied professionnelles ainsi que les activités d'élevage marins (conchyliculture, mytiliculture, ...) pour ceux qui n'ont pas de barge. Le pêcheur doit ensuite présenter son projet professionnel : espèces qu'il souhaite pêcher, volumes et gisements dans lesquels il aimerait exercer son activité. Depuis l'arrêté du 4 novembre 2011, il leur est désormais obligatoire de suivre une formation d'une durée d'1 an environ pour justifier leur capacité professionnelle. Cette formation se compose de cours théoriques et d'un stage pratique sur le terrain avec des enseignants ou des professionnels.

2.1.3 Le CRPMEM et son fonctionnement

La professionnalisation de la pêche à pied a permis de mettre en place une organisation de l'activité qui lui permet d'atteindre le rang des autres métiers de la pêche. C'est donc à partir de 2003 que les pêcheurs à pied de la région intègrent le CRPMEM Nord-Pas-de-Calais/Picardie situé à Boulogne-sur-Mer, aujourd'hui CRPMEM des Hauts-de-France. Il représente, avec le Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins et les CRPMEM des autres régions, l'ensemble des professionnels qui pratiquent une activité de production ou d'exploitation des ressources halieutiques.

Le CRPMEM des Hauts-de-France regroupe donc avec les pêcheurs embarqués, un peu moins de 400 pêcheurs à pied professionnels durant la saison 2019-2020. Il a pour mission d'assurer une gestion durable des ressources marines, de mettre en place des projets pour améliorer les conditions de production et pour réaliser des actions socio-économiques, de promouvoir la filière pêche et enfin de défendre les intérêts des pêcheurs. Cette dernière est particulièrement importante avec l'évolution de la gestion de la mer et le développement de conflits d'usages.

Un président et des vice-présidents sont élus au sein du conseil du CRPMEM pour diriger l'organisation. Le conseil regroupe l'ensemble des acteurs de la filière et son rôle est de définir la politique du Comité et les actions à mettre en œuvre.

Au sein du Conseil du CRPMEM des Hauts-de-France, deux représentants de la pêche à pied professionnelle sont élus.

Pour intégrer le CRPMEM, les pêcheurs à pied ayant obtenu le permis doivent payer une cotisation professionnelle obligatoire (CPO) de l'ordre de 280 €.

C'est à partir de 2005 que des licences propres à la pêche à pied sont créées. Elles permettent au comité l'organisation d'une gestion des gisements.

Les cotisations payées pour obtenir ces licences ont permis au Comité de recruter deux gardes-jurés chargés de veiller au bon déroulement de la pêche à pied ainsi que d'effectuer des contrôles pour s'assurer de la légalité des pêches. Ils participent également aux suivis sanitaires des zones de production de coquillages avec la DDPP (Direction Départementale de la Protection des Populations) et effectue des suivis de gisements dans le but d'évaluer les stocks exploitables, avec le GEMEL (Groupe d'Etude des Milieux Estuariens).

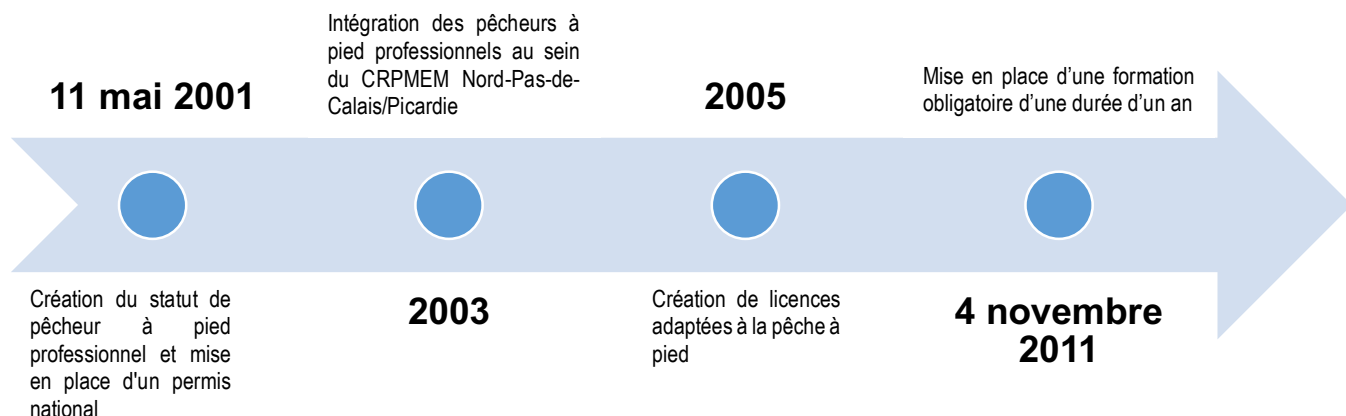


Figure 3 : Frise chronologique de l'évolution de l'encadrement de la pêche à pied professionnelle (réalisation : Pierre de Laage)

2.2 Les différentes licences attribuées par le CRPME des Hauts-de-France

Plusieurs licences existent et ciblent chacune une espèce, ou un groupe d'espèces en particulier. Dans la région, il y a 12 licences en tout. Chaque licence donne le droit au pêcheur de récolter l'espèce ou le groupe d'espèces ciblée. Pour obtenir une licence spécifique pour chaque espèce, le pêcheur doit, chaque année, remplir son dossier de demande de licences. La licence pourra ensuite lui être attribuée si son dossier est complet et qu'il reste des licences disponibles. En effet, certaines licences sont contingentées afin de réguler l'activité. Lorsque le contingent est atteint, plus aucune licence ne peut être délivrée jusqu'à ce qu'un pêcheur rende sa licence. Si la licence est obtenue, le pêcheur devra verser une cotisation annuelle au CRPME des Hauts-de-France.

Licences	Espèces ciblées
Algues	<ul style="list-style-type: none"> • Fucus (<i>Fucus sp.</i>) • Goémon Robert (<i>Ascophyllum nodosum</i>) • Ulves (<i>Ulvaceae</i>)
Autres bivalves	<ul style="list-style-type: none"> • Couteaux (<i>Ensis spp.</i>) • Lavignon (<i>Scrobicularia plana</i>) • Tellines (<i>Donax vittatus</i>)
Autres végétaux marins	<ul style="list-style-type: none"> • Aster maritime (<i>Aster tripolium L.</i>) • Obione faux pourpier (<i>Halimione portulacoides</i>) • Soude maritime (<i>Suaeda maritima</i>)

Coque	<ul style="list-style-type: none"> • Coque commune (<i>Cerastoderma edule</i>)
Crustacés	<ul style="list-style-type: none"> • Araignée de mer (<i>Maja brachydactyla</i>) • Bouquet (<i>Palaemon spp.</i>) • Crabe vert d'Europe, crabe enragé (<i>Carcinus maenas</i>) • Crevette grise (<i>Crangon crangon</i>) • Etrille (<i>Necora puber</i>) • Homard Européen (<i>Homarus gammarus</i>) • Tourteau (<i>Cancer pagurus</i>)
Lavignon	<ul style="list-style-type: none"> • Lavignon (<i>Scrobicularia plana</i>)
Moule 62	<ul style="list-style-type: none"> • Moule commune (<i>Mytilus edulis</i>)
Moule 80	<ul style="list-style-type: none"> • Moule commune (<i>Mytilus edulis</i>)
Poissons	<p>Entre autres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bar commun (<i>Dicentrarchus labrax</i>) • Lieu jaune (<i>Pollachius pollachius</i>) • Merlan (<i>Merlangius merlangus</i>) • Morue franche (<i>Gadus morhua</i>) • Plie commune (<i>Pleuronectes platessa</i>) • Roussette (<i>Scyliorhinus stellaris</i>)
Salicorne Nord	<ul style="list-style-type: none"> • Salicorne couchée (<i>Salicornia procumbens</i>)
Salicorne Pas-de-Calais et Somme	<ul style="list-style-type: none"> • Salicorne couchée (<i>Salicornia procumbens</i>)
Vers	<ul style="list-style-type: none"> • Arénicole marine (<i>Arenicola marina</i>) • Arénicole noire (<i>Arenicola defodiens</i>) • Gravette (<i>Nephtys spp.</i>) • Néréis multicolore (<i>Hediste diversicolore</i>)

Tableau 1 : Licences existantes et espèces ciblées dans les Hauts-de-France

Les licences de pêche à pied donnent accès aux gisements. Pour permettre une gestion durable de la ressource, la pêche est souvent règlementée par des quotas journaliers ainsi que par l'ouverture et la fermeture de certains gisements. Depuis le décret du 11 mai 2001, les pêcheurs à pieds professionnels doivent donc déclarer leurs captures. Une fiche de capture mensuelle doit être remplie par le pêcheur et envoyé à la DDTM du département dans lequel il exerce son activité de pêche, ainsi qu'au CRPMEM. Dans les Hauts-de-France, c'est la DDTM 62/80, basée à Boulogne-sur-Mer, qui reçoit les fiches de pêche de toute la région, sauf pour les licences salicornes Nord où c'est la DDTM 59. Ainsi, si le pêcheur dispose d'une licence en Hauts-de-France mais également dans d'autres départements dans lesquels la pêche à pied est exercée, alors il devra remplir une fiche de capture par département. La déclaration de capture par le pêcheur se fait sur la base des zones de production définies pour les suivis de salubrité.

Les licences seront présentées de la plus importante en termes de nombre de licences attribuées pour la saison 2019-2020 à la moins importante.

2.2.1 Présentation des licences

La Licence coque

Espèces ciblées et biologie

Une seule espèce de coque est pêchée dans la région. C'est la coque commune (*Cerastoderma edule*), appelée hénou en picard. C'est un bivalve fouisseur, c'est-à-dire un mollusque dont la coquille se divise en deux parties symétriques et qui vit dans le sédiment. La couleur de la coquille varie selon le substrat dans lequel le coquillage est enfoui. Sa durée de vie moyenne est de 2 à 4 ans mais elle peut atteindre l'âge de 10 ans ([https://doris.ffesm.fr/Especies/Cerastoderma-edule-Coque-commune-1378/\(rOffset\)/0](https://doris.ffesm.fr/Especies/Cerastoderma-edule-Coque-commune-1378/(rOffset)/0)). Il est retrouvé principalement dans les estuaires et les baies sableuses. La coque est très répandue dans la région et notamment dans l'estuaire de la Somme, premier gisement français.



Figure 4 : Coques (*Cerastoderma Edule*) (Crédit : Pierre de Laage)

Nombre de licences délivrées

Au total, 339 licences « coques » ont été délivrées par le CRPMEM. Cependant, un processus est en cours pour rabaisser ce contingent à 250 licences. Les licences coques sont très prisées car elles permettent de dégager la majorité des revenus des pêcheurs. La quasi-totalité de l'effectif de pêcheurs à pieds professionnels sont détenteurs de la licence coque. Elle est assez difficile d'accès et peut mettre près de dix ans avant d'être obtenue par le pêcheur. Il y a actuellement 112 pêcheurs dont leur demande de licence coque est en attente.

Méthode de pêche autorisée et cadre réglementaire

Pour déterrer la coque, le pêcheur utilise un râteau composé de 8 à 10 dents. Ensuite, les coques récoltées sont placées dans une venette, qui est une petite caisse dont le fond est constitué de tiges métalliques comme une sorte de tamis. L'espace entre ces tiges va permettre de trier les coques et de laisser celles qui ne sont pas de tailles réglementaires.



Figure 5 : Pêcheurs de coques en Baie de Somme (Crédit : Pierre de Laage)

La pêche aux coques est autorisée par arrêté préfectoral après proposition de la DDTM Pas-de-Calais sur consultation de la commission de visite de gisements de coques. Dans cet arrêté figurent les dates, horaires, lieux de pêche, quotas, etc. Ils dépendent de la ressource présente, de la situation sanitaire et des épisodes de mortalité en cours ou non. Dans ce dernier cas, les gisements peuvent parfois ouvrir plus tôt pour éviter des mortalités massives.

Les coques doivent être placées dans des sacs de 32 kg maximum qui sont pesés avant commercialisation (Arrêté n°47/2018).



Figure 6 : Pêcheur utilisant la venette pour trier les coques (Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France)

Les gardes-jurés doivent procéder à l'émargement des pêcheurs à pied professionnels avant leur descente dans la zone de pêche. Cela permet de vérifier les licences mais également d'avoir une idée de l'évolution du nombre de pêcheurs se rendant sur une zone de pêche. Les temps de présence dans une zone de pêche sont fixés en fonction des horaires de marées afin d'assurer le suivi des objectifs de conservation et limiter les impacts sur la faune et la flore.

Les gardes-jurés effectuent également des contrôles dans lesquels ils vont vérifier la taille des prises, le quota autorisé, l'engin de pêche, les documents de suivis de traçabilité et la licence. Par exemple, sur les gisements de coques de la baie de Somme Nord ouverts du 10 au 30 juin 2020, la récolte par pêcheurs professionnels titulaires de la licence coque est fixée à 128 kg bruts par jour (Arrêté n°107/2020). Comme pour toutes les pêcheries, pour tout manquement aux réglementations émises, il peut y avoir un rappel à l'ordre voire un procès-verbal.



Figure 7 : Pêcheur transportant les sacs de coques à l'aide d'un vélo (Crédit : Pierre de Laage)

La licence salicorne

Espèces ciblées et biologie

Parmi les différentes espèces de végétaux marins, la Salicorne (également appelée passe-pierre dans la région) est la plus importante en termes de licences obtenues par les pêcheurs professionnels. Cela peut s'expliquer par le fait que dans les années 1980 en Baie de Somme, la ressource en coque diminue et pousse les pêcheurs à transférer leur activité sur la cueillette de la Salicorne (Deschamps G., 2016). C'est une plante halophyte, c'est-à-dire qu'elle a besoin d'une concentration en sel relativement importante pour survivre. C'est une plante annuelle qui germe au printemps, se développe durant l'été et fleurit en fin d'été pour former ses graines en automne. La récolte a lieu entre mai-juin et août-septembre.



Figure 8 : Récolte de salicorne (*Salicornia procumbens*) (Crédit : Pierre de Laage)

Nombre de licences délivrées

Au total, 138 licences « salicorne » ont été délivrées par le CRPMEM pour un contingent de 160 dans la Somme et le Pas-de-Calais. Vingt-deux peuvent donc encore être attribuées.

Pour le département du Nord, 18 licences ont été attribuées sur les 20 disponibles.

Méthode de pêche autorisée et cadre réglementaire

Pour la ramasser, le pêcheur à pied utilise un couteau, une faucille ou un faucillon à panier (faucille à laquelle est attachée un panier facilitant la récolte). Les jeunes pousses de salicorne, pas encore durcis et meilleures à déguster, sont récoltés en les coupant un peu au-dessus du niveau du sol.



Figure 9 : La Faucille à panier (source : Deschamps G., 2016)

La cueillette de la salicorne est soumise à l'arrêté ministériel du 13 octobre 1989. Chaque année, un arrêté définit les conditions d'exploitation de ramassage des salicornes à titre professionnel. Les objectifs de cet arrêté sont de préserver la ressource et d'en assurer sa pérennisation (Préfet de la Manche, 2020). Un suivi scientifique annuel des champs de salicorne permet de fixer les conditions d'exploitation : zones de pêches, dates et horaires d'ouvertures. Des concessions de salicornes ont été attribuées exclusivement aux pêcheurs à pied professionnels. Les pêcheurs à pied de loisirs sont interdits de récolte dans

ces zones. Deux concessions sont présentes entre le Crotoy et le Hourdel dans la baie de Somme pour une superficie d'environ 557 ha (M. Rocroy, 2016). Les engins motorisés ne sont pas autorisés sur les concessions afin d'éviter d'abimer les espèces (Arrêté n° 38/2015).

Les salicornes récoltées sont conservées dans des sacs en toile de jute qui permettent de préserver leur humidité.



Figure 10 : Pêcheur récoltant la salicorne en Baie d'Authie (Crédit : Pierre de Laage)

La licence aster, obione et soude

Espèces ciblées et biologie

L'**aster maritime** (*Aster tripolium* L.) est une plante halophyte charnue aux feuilles lancéolées (en forme de fer de lance). Elle germe à la fin de l'hiver où elle commence sa croissance. C'est une espèce bisannuelle qui pousse relativement lentement la première année puis rapidement l'année suivante de son développement. Les pêcheurs l'appellent communément « oreille de cochon » ou disent « faire des feuilles ».



Figure 11 : Aster maritime (*Aster tripolium* L.) (Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France)



Figure 12 : Obione faux-pourpier (*Halimione portulacoides*) (source : Wikipédia)

L'**Obione faux pourpier** (*Halimione portulacoides*) est un petit arbrisseau de 30 à 50 cm à feuilles gris-vert. C'est une plante halophyte qui se développe au printemps vers la mi-avril.

La **soude maritime** (*Suaeda maritima*) est une plante halophyte vert glauque à feuilles longues et charnues qui se développe sur les sols salés. C'est une espèce annuelle qui forme des petits buissons d'une taille variable entre 10 et 50 cm.



Figure 13 : Soude maritime (*Suaeda maritima*) (Source : Wikipédia)

Nombre de licences délivrées

Au total, 92 licences « aster, obione et soude » ont été délivrées par le CRPMEM.

Méthode de pêche autorisée et cadre réglementaire

Pour ces espèces, seul le couteau est autorisé pour la récolte. En fonction des cycles de chacune des espèces, un arrêté préfectoral fixe les dates et lieux d'ouvertures (Arrêté n°38/2015). Comme pour les autres espèces, les pêcheurs qui utilisent leur licence « aster, obione et soude » doivent déclarer les quantités récoltées le 5 du mois à la DDTM du Pas-de-Calais et au CRPMEM.

La licence crustacés

Espèces ciblées et biologie

Dans la région, sept espèces de crustacés sont pêchées par les professionnels : la crevette grise, le bouquet (ou crevette rose), l'étrille, le tourteau, le crabe vert d'Europe, l'araignée de mer et le homard.

La **crevette grise** (*Crangon Crangon*) est un petit crustacé au corps aplati et muni de deux types de pattes : cinq pattes palmées et cinq pattes de marche. Sa couleur est gris pâle et tend vers le brun. (seafoodmag.com). Son espérance de vie est d'un an et demi environ. Elle vit exclusivement dans les milieux sableux.



Figure 14 : Crevette grise (*Crangon crangon*) (source : Wikipédia)



Le **bouquet** (*Palaemon spp.*) est une crevette dotée d'un corps translucide marqué par des stries sombres verticales et obliques se rapprochant de la tête. Elle vit aux abords des rochers et des algues.

Figure 15 : Bouquet (*Palaemon spp.*) (source : pecheapied-loisir.fr)

L'**étrille** (*Necora puber*) est un petit crabe aux yeux rouges doté d'une carapace plate et duveteuse dont sa couleur varie de brune à gris foncé. Elle vit sous les rochers et dans les anfractuosités rocheuses.



Figure 16 : Etrille (*Necora puber*) (source : wikipédia)



Figure 17 : Tourteau (*Cancer pagurus*) (source : wikipédia)

Le **tourteau** (*Cancer pagurus*) est un crabe à la carapace lisse de couleur brune brique plus large que longue. Il vit sur les fonds rocheux se cachant dans les anfractuosités et les failles.

Le **crabe vert d'Europe** (*Carcinus maenas*) est un crabe à la carapace verte plus large que longue marquée de dessins. Cette espèce contrairement aux autres crabes vit dans différents milieux : plages de sables, côtes rocheuses, estuaires et schorres.



Figure 18 : Crabe vert d'Europe (*Carcinus maenas*) (source : Wikipédia)



Figure 19 : Araignée de mer (*Maja brachydactyla*) (source : Wikipédia)

L'**araignée de mer** (*Maja brachydactyla*) est dotée d'une carapace arrondie et épineuse d'une couleur allant du brun-rouge au brun-jaune. Ses pattes sont longues et fines. En septembre, les araignées de mer adulte migrent vers le fond jusqu'à 150 m de profondeur pour hiverner. Les jeunes se camouflent à l'aide d'algues, d'anémones ou d'éponges avec lesquelles elles recouvrent leur carapace.

Le **Homard européen** (*Homarus gammarus*) est un crustacé de grande taille de couleur vert-bleu. Elle est dotée de deux pinces aux caractéristiques différentes : l'une plus grosse dite broyeuse et l'autre plus petite et dentelé dite coupante. Cette espèce ne sort que la nuit pour chasser et se cache dans un abri (dans un trou ou sous une roche) la journée.



Figure 20 : Homard européen (*Homarus gammarus*) (source : Wikipédia)

Nombre de licences délivrées

Au total 92 licences « crustacés » ont été délivrées par le CRPMEM.

Méthode de pêche autorisée et cadre réglementaire

Les techniques de pêche et outils utilisés diffèrent en fonction des espèces. Pour pêcher la crevette grise, les professionnels utilisent une sorte de grande épuisette en forme de demi-cercle appelé haveneau, qu'ils vont pousser dans l'eau devant eux. Une épuisette peut également être utilisée, notamment pour le bouquet présent dans des cuvettes rocheuses. Ces outils doivent respecter une taille de maille minimale qui est de 16 mm. Le haveneau ne peut pas être tiré (Arrêté n°60/2017).

Présents dans les estrans rocheux, les crabes (étrille, tourteau et crabe vert), l'araignée de mer et le homard sont généralement pêchés à l'aide d'un crochet (ou croc) pour débusquer ces derniers de leur cachette dans des anfractuosités. C'est un outil en acier d'une longueur comprise entre 50 cm et 1,50 m (taille maximale autorisée), utilisé pour soulever et retourner les pierres pouvant servir d'abris à ces animaux (Deschamps G., 2016). Il est également possible de pêcher ces espèces à l'aide de casiers (deux casiers maximums par pêcheur).



Figure 21 : Pêcheurs équipés de haveneaux (crédit : CRPMEM des Hauts-de-France)

La licence tellines et autres bivalves

Espèces ciblées et biologie

Deux espèces sont ciblées par cette licence : les tellines (*Donax vittatus*) et les couteaux (*Ensis spp.*).

La **telline** est un coquillage bivalve en forme de triangle rectangle est de couleur variable allant du jaune au bleu. Elle vit sur les grandes plages de sables fins des étages médiolittoral, inférieur et intralittoral jusqu'à 20 m de profondeur. Il vit enfoncé à la verticale dans le sable en laissant dépasser ses deux siphons (organes mécaniques) à la surface.



Figure 22 : Tellines (*Donax vittatus*)
(source : comptoirdespêcheurs.com)



Figure 23 : Couteau (*Ensis spp.*) (source : opalesurfcasting.com)

Le **couteau** est un coquillage bivalve qui regroupe plusieurs espèces de la même famille (*Ensis*). Il y a donc le couteau arqué (*Ensis magnus*), le couteau américain (*Ensis leei*), le petit couteau-silique (*Ensis minor*) et le couteau silique (*Ensis siliqua*). Ils ont une coquille longue et légèrement courbée ayant la forme d'un manche de couteau. Ils vivent dans différents niveaux de sédiments (sable fin, grossier ou coquillier) à l'étage médiolittoral inférieur jusqu'à 40 m de profondeur. A marée basse, les siphons de ces coquillages laissent dans le sable un trou en forme de 8. Le couteau américain, (*Ensis leei*), espèce exotique

envahissante, est la principale espèce pêchée dans la région des Hauts-de-France.

Nombre de licences délivrées

Au total, 79 licences « tellines et autres bivalves » ont été délivrées par le CRPMEM.

Méthode de pêche autorisée et cadre réglementaire

La taille minimale autorisée pour les couteaux est de 10 cm. La pêche se pratique du lever au coucher du soleil et dans des zones classées sanitaires.

Pour la telline, l'outil autorisé est le tellinier, sorte de râteau qui dispose d'un fond maillé. Le tellinier ne peut pas avoir plus d'un mètre d'ouverture et le maillage doit avoir une taille minimale de 10 mm (Arrêté n°44/2014). La pêche n'est autorisée que dans les zones classées sanitaires.

La taille minimale de la telline est fixée à 25 mm.

La licence vers

Espèces ciblées et biologie

Quatre espèces de vers sont récoltés par les pêcheurs à pied professionnels dans la région : le néréis multicolore (*Hediste diversicolore*), l'arénicole marine (*Arenicola marina*), l'arénicole noire (*Arenicola defodiens*) et la gravette (*Nephtys spp.*).

Le **néréis multicolore** est un ver cylindrique doté de plusieurs anneaux et dont la tête, composée de deux antennes et quatre tâches sombres, est distincte du corps. Il est également muni de plusieurs petites pattes (parapodes) présentes à chaque segment de son corps, d'une trompe et d'une paire de mâchoires. Sa couleur est variable. Il vit dans une galerie dans les sédiments meubles sableux et vaseux dans les eaux peu profondes de l'étage médiolittoral ainsi que dans les eaux saumâtres des estuaires. (DORIS : Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et de la flore Subaquatiques).



Figure 24 : Néréis multicolore (*Hediste diversicolore*)
(Source : doris.ffossm.fr)



Figure 25 : Arénicole marine (*Arenicola marina*) (source : Wikipédia)

L'**arénicole noire** a de fortes ressemblances génétiques avec l'arénicole marine mais ses galeries sont plus profondes et il vit plus bas sur l'estran exposé à la houle. Sa taille maximale est également plus importante (environ 40 cm contre 25 cm).

L'**arénicole marine** est un ver cylindrique de couleur rouge rose à rouge sombre. La partie avant de ce ver est plus épaisse que sa partie arrière. Il vit dans une galerie dans la zone intertidale et à l'étage médiolittoral dans les fonds sableux aux sédiments fins. Il laisse à la surface une sorte de petit entonnoir ainsi qu'un tortillon ce qui permet de repérer sa présence.



Figure 26 : Arénicole noire (*Arenicola defodiens*) (source : aphotomarine.com)



Figure 27 : Gravette (*Nephtys spp.*) (source : doris.ffossm.fr)

La **gravette** est un ver à l'apparence plat composé de nombreux parapodes comme le néréis et d'une tête dotée de quatre petites antennes. Sa couleur varie de blanche à rosée. Il se déplace très rapidement. Il vit dans les sédiments meubles (sable ou vase), dans la zone de balancement des marées infra et médiolittoral.

Les vers récoltés sont utilisés en tant qu'appâts pour la pêche à la ligne. Le néréis multicolore est notamment utilisé pour la pêche de nuit car sa couche extérieure est légèrement phosphorescente. L'arénicole marine cible des espèces de poissons en particulier comme le bar, la morue et des poissons plats.

Nombre de licences délivrées

Au total 70 licences « vers » ont été délivrées par le CRPMEM.

Méthode de pêche autorisée et cadre réglementaire

Les engins autorisés pour le ramassage des vers sont la fourche, la pelle et la pompe à vers (Arrêté n°60/2017). Ce dernier outil est un tube en inox qui permet, lorsqu'il est pressé contre les parois, d'aspirer le sable dans lequel se trouve le ver. Il fonctionne comme une seringue en aspirant le ver. Les vers récoltés sont ensuite triés dans un tamis.



Figure 28 : Pêcheur de vers en Baie de Somme (Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France)

La licence moule

Espèces ciblées et biologie

La moule commune (*Mytilus edulis*) est le seul bivalve non fouisseur exploité de la région. Il possède deux valves symétriques oblongues de couleur noir-bleuâtre voir brune. Il vit accroché au substrat dans les zones intertidales des eaux peu profondes. Elle vit généralement en groupe en se fixant aux autres pour former des agglomérats pour se protéger de la houle. Ce groupement se nomme moulière.



Figure 29 : Moules (*Mytilus Edulis*) (Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France)

Nombre de licences délivrées

Au total, 51 licences « moules Pas-de-Calais » ont été délivrées par le CRPMEM. Le contingent étant atteint, aucune nouvelle licence ne peut être attribuée. Pour les licences « moules Somme », le contingent est de 25 mais aucune licence n'est attribuée en ce moment à cause du manque de ressource.

Méthode de pêche autorisée et cadre réglementaire

Pour pêcher la moule, le pêcheur utilise un râteau de 4 à 6 dents espacés de 15 mm et gratte le rocher sur lequel les moules sont accrochées. Il peut également pêcher à la cuillère. Au même titre que la pêche aux coques, la récolte est placée dans un tamis pour trier les moules commercialisables.

Au même titre que la pêche aux coques, la pêche aux moules est autorisée via un arrêté préfectoral du lever au coucher du soleil. La taille minimale est fixée à 40 mm pour une quantité maximale de 160 kg par marée (Arrêté n°21/2015).



Figure 30 : Gisement de moules au Fort de l'Heurt (Crédit : Pierre de Laage)

La licence lavignon

Espèces ciblées et biologie

Le lavignon (*Scrobicularia plana*) est un bivalve à la coquille ronde ovale et aplatie. Sa couleur varie de blanc à gris avec parfois des tâches noires. Elle vit à l'étage médiolittoral jusqu'à 30 m de profondeur dans les zones vaseuses des estuaires de la Somme, de l'Authie et de la Canche. Sa présence est signalée à la surface par un trou en étoile.

Nombre de licences délivrées

Au total, 49 licences « lavignons » ont été délivrées par le CRPMEF. Le contingent étant de 75 licences, 26 licences peuvent encore être attribuées.

Méthode de pêche autorisée et cadre réglementaire

L'outil autorisé pour pêcher cette espèce est le râteau à main avec un maximum de 12 dents. Les autres engins sont interdits.

La pêche à pied des lavignons peut se pratiquer du lever au coucher du soleil hors zones de baignades et chenaux de navigation. La pêche dans les bâches (cuvettes le long des bancs de sable) est interdite.

Le quota par pêcheur est de 50 kg par marée pour une taille minimale requise de 3 cm (Arrêté n°51/2014).

Seules les zones de production de coquillages classés sont autorisées pour la récolte.



Figure 31 : Lavignon (*Scrobicularia plana*)
(Crédit : CRPMEF des Hauts-de-France)



Figure 32 : Trace de lavignon dans le sable
(Crédit : CRPMEF des Hauts-de-France)

La licence poissons

Nombre de licences délivrées

Au total, 32 licences « poissons » ont été délivrées par le CRPMEM. Celle-ci est subdivisée selon les trois méthodes de pêche : filets fixes, canne à pêche/hameçons et lignes de fond. Il est possible d'obtenir une licence pour l'ensemble de ces types de pêches.

Méthode de pêche autorisée et cadre réglementaire

Trois engins peuvent être utilisés par les pêcheurs à pied professionnels pour la pêche des poissons : la pêche à la ligne tenue à la main ou via une canne à pêche, la ligne de fond et le filet fixe.

Pour le premier, un maximum de 12 hameçons est autorisé. Pour le second, plusieurs lignes de fond fixées sur l'estran sont autorisées avec maximum 30 hameçons pour chacune d'elles. Cependant, cet engin n'est pas autorisé pendant la période estivale soit du 15 juin au 15 septembre (Arrêté n°60/2017). Les lignes doivent également être marquée par une identification du propriétaire aux deux extrémités à l'aide d'une plaque résistante à l'eau.

Le filet fixe posé dans la zone de balancement des marées nécessite une autorisation annuelle à demander à la DDTM en plus de la licence. Un emplacement précis sur l'estran permet son utilisation. Comme pour la ligne de fond, il est interdit pendant la période estivale.

Les tailles des poissons sont fixées par la réglementation européenne et nationale et un tri doit être effectué pendant l'activité si la taille minimale n'est pas respectée.

La licence algues

Espèces ciblées et biologie

Trois espèces d'algues sont récoltées par les pêcheurs à pied professionnels : le Fucus (*Fucus sp.*), les Ulves (*Ulvaceae*) et le Goémon Robert (*Ascophyllum nodosum*).

Le **fucus** regroupe plusieurs espèces du genre *Fucus* : le Fucus denté, le fucus vésiculeux et le fucus spiralé. Ce sont des algues pérennes qui se retrouvent à différents étages du littoral (médiolittoral, inférieur, intralittoral).

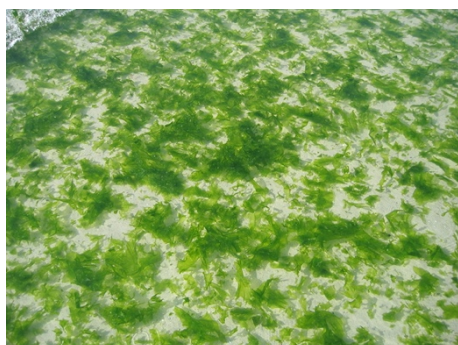


Figure 34 : Ulves (*Ulvaceae*) (source : Wikipédia)



Figure 33 : Fucus (*Fucus sp.*) (source : Wikipédia)

Les **ulves** forment également une famille regroupant plusieurs espèces. Ce sont des algues vertes chlorophytes.

Le **Goémon Robert** est une algue composée de longues lanières lisses de couleur vert olive avec des flotteurs à intervalles réguliers. Elle est présente à l'étage médiolittoral jusqu'à 15 m de profondeur. Elle peut également recouvrir des surfaces de roches.



Figure 35 : Goémon Robert (*Ascophyllum nodosum*) (source : Earth.com)

Méthode de pêche autorisée et cadre réglementaire

La récolte peut s'effectuer au couteau mais il n'y a pas de quotas ni de règles particulières à respecter pour ces espèces.

2.3 Suivi sanitaire des coquillages

2.3.1 Zones de production et classements

Zones de production de coquillages dans la région Hauts-de-France

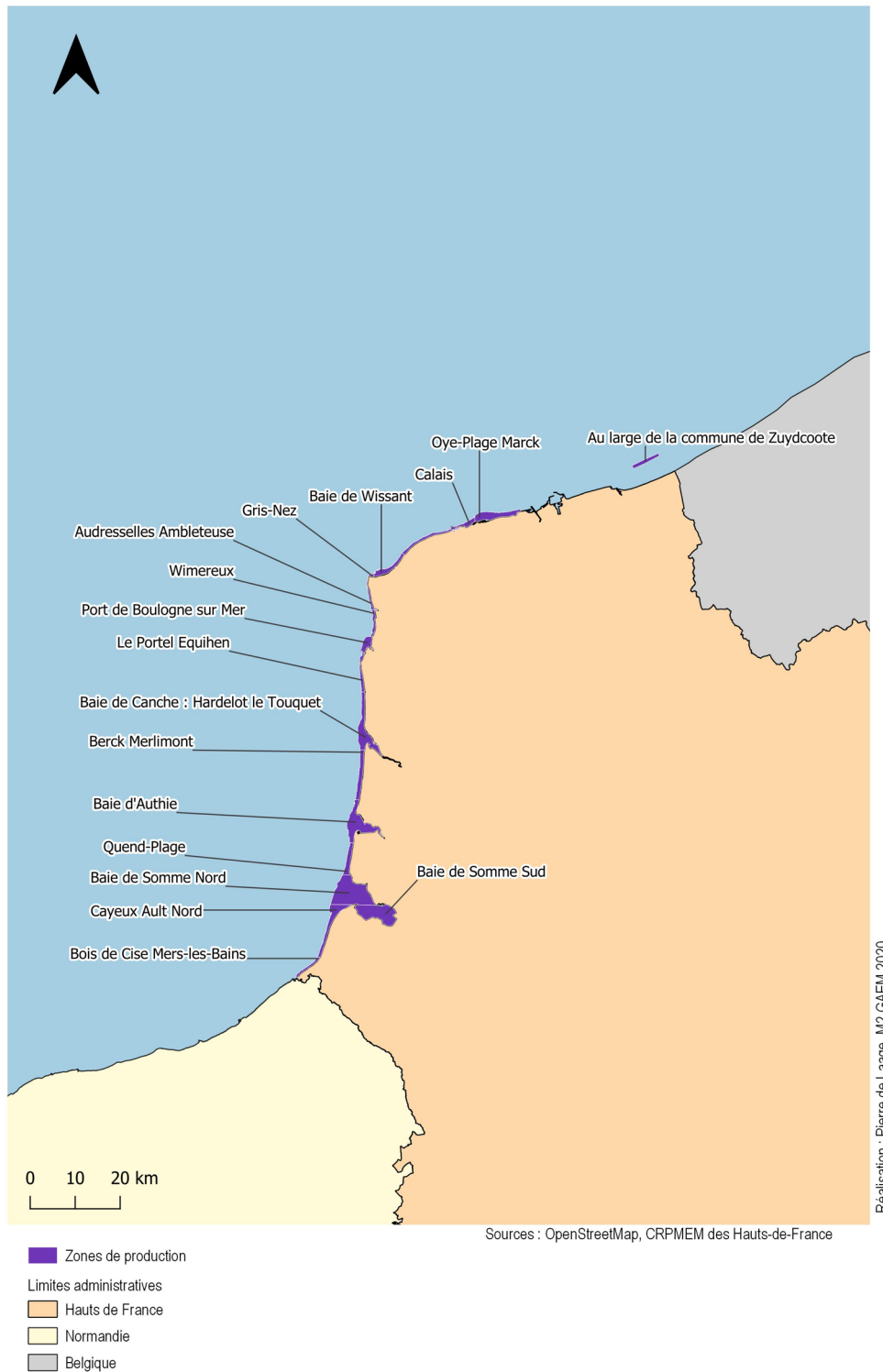


Figure 36 : Carte des zones de production de coquillages dans la région Hauts-de-France

Les zones de production de coquillages de la région des Hauts-de-France sont présentes en continue de Mers-les-Bains à Oye-Plage. Une zone existe également au large de la commune de Zuydcoote près de la frontière belge. Ces zones constituent des gisements naturels ou d'élevages dans lesquelles la pêche à pied est parfois exercée. Après définition de ces espaces, il y a un suivi régulier mensuel (ou tous les deux mois pour certaines zones) pour vérifier la qualité sanitaire.

La pêche à pied professionnelle aux coquillages n'est possible que lorsqu'il y a une zone de production et qu'elle dispose d'un classement sanitaire A, B ou C. Ce classement est défini par un arrêté préfectoral établi par la Direction Interrégionale de la mer Manche Est – Mer du Nord. Des analyses microbiologiques par la recherche de matières fécales et chimiques, de métaux lourds (mercure, cadmium, plomb) et d'hydrocarbures permettent d'établir ce classement. (<http://www.atlas-sanitaire-coquillages.fr/>)

Dans la région Hauts-de-France, deux groupes de coquillages sont concernés par ce classement sanitaire :

- « Les bivalves fouisseurs ou mollusques bivalves filtreurs dont l'habitat est constitué par les sédiments ». Dans la région on retrouve la coque, le couteau américain, le lavignon et la telline.
- « Les bivalves non fouisseurs ou autres mollusques bivalves filtreurs ». Dans la région, on retrouve la moule.

Un niveau de qualité est attribué à une zone en fonction de la quantité de bactéries retrouvées dans les prélèvements. Sur le littoral de la côte d'Opale, deux classements sont présents :

- Les zones B : zones au sein desquelles la récolte des coquillages est possible mais la mise sur le marché n'est pas autorisée de manière directe. La consommation humaine ne se fera qu'après la purification des coquillages dans un centre agréé ou bien dans une zone spécifiquement utilisée pour la réalisation de cette opération.
- Les zones EO (zones à Exploitation Occasionnelle) dites « à éclipses » : zones qui doivent faire l'objet d'une autorisation préalable par un arrêté préfectoral pour lesquelles le suivi sanitaire n'intervient que lorsqu'il y a de la ressource et une volonté d'ouvrir la zone à la pêche
- Les zones « non classées », la récolte n'est pas autorisée car il n'y a pas eu d'études sanitaires qui permettent de vérifier l'état sanitaire des ressources.

Les coquillages pêchés dans les Hauts-de-France doivent donc obligatoirement passer dans un établissement de purification ou de conditionnement avant d'être vendus à des consommateurs.

2.4 Marchés cibles : stratégies de commercialisation et problèmes rencontrés

La commercialisation de la récolte des pêcheurs à pied professionnels est assez complexe notamment en ce qui concerne la coque qui est l'espèce la plus pêchée dans la région Hauts-de-France.

Une pluralité d'acteurs sont mis en relation pour que les produits arrivent jusqu'aux consommateurs. Plusieurs stratégies peuvent être mises en place et dépendent de différents critères. Les primo-acheteurs peuvent être des acheteurs en criées, des mareyeurs mais les

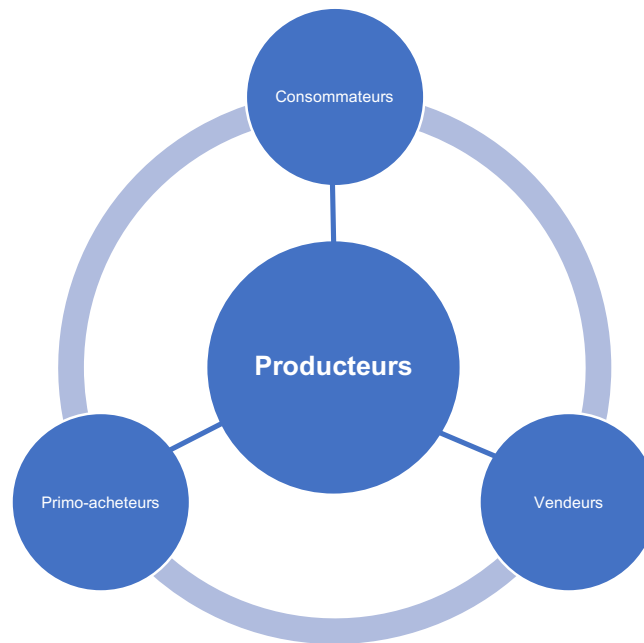


Figure 37 : Schéma des relations entre acteurs de la pêche à pied professionnelle (Réalisation : Pierre de Laage)

consommateurs et les conserveries en font également partie. Les vendeurs sont les poissonneries, les Grandes et Moyennes Surfaces (GMS), les conserveries et parfois les pêcheurs à pied. Parmi les consommateurs il y a les particuliers et les restaurateurs. Les producteurs, c'est-à-dire les pêcheurs, sont au centre du marché. C'est par eux que passent les primo-acheteurs, les consommateurs et les vendeurs pour acquérir la marchandise. Ces derniers sont mis en relation et forment un réseau autour des pêcheurs à pied professionnels (figure 37).

De manière générale, l'activité est vulnérable économiquement car elle est soumise aux fluctuations de la ressource qui dépendra de phénomènes naturels, de conditions météorologiques et de maladies et contaminations. Les productions peuvent donc varier très fortement d'une saison à l'autre.

2.4.1 Marché de la coque

Au niveau de la pêche aux coques, ce sont avant tout les mareyeurs qui s'occupent de l'acheminement vers les vendeurs qui sont en grandes parties des conserveries espagnoles. L'avantage pour les pêcheurs c'est de vendre directement après la pêche leurs récolte sans passer par un centre de purification, structures que possèdent certains mareyeurs et depuis peu certains pêcheurs à pied. Ces derniers font face à deux choix : la vente à l'exportation ou la vente aux GMS (Grandes et Moyennes Surface) c'est-à-dire les supermarchés et hypermarchés. Le marché espagnol a pris le dessus sur le marché local au fil des années et la quasi-totalité des hénons sont exportés en Espagne si bien qu'en trouver dans la région devient difficile. Après un acheminement direct par camion vers le pays, les coques sont cuites et mises en conserve. Il n'y a donc pas besoin de procéder à une purification dans ce cas-là, la mise en conserve stérilisant le produit. La coque se vend à un prix moyen d'environ 3 €. De fortes fluctuations de prix sont observables au cours de la saison, par exemple, en 2019, les prix ont varié de 2€ à 5€ le kilogramme (ce dernier prix étant exceptionnel).

Le marché de la coque a connu quelques difficultés lors des épisodes de mortalité de la ressource. Ainsi la production de coques dans la région a subi une forte baisse entre 2010 et 2012, passant de 2 864 tonnes à 260 tonnes (Gariglietti-Brachetto C., 2014). Il y a une certaine instabilité dans le commerce de ce coquillage.

De plus, la majorité des pêcheurs sont dépendants aux mareyeurs car ils ne disposent pas des infrastructures nécessaires à la purification. Si ces derniers sont absents, alors ils ne peuvent pas pêcher.



Figure 38 : Chargement des sacs de coques dans le camion d'un mareyeur (Crédit : Pierre de Laage)

2.4.2 Marché de la salicorne

La salicorne, plante marine très prisée par les pêcheurs, est destinée en partie à l'exportation aux Pays-Bas où elle est fortement appréciée. Elle est également vendue aux restaurateurs et à certaines poissonneries de la région. En Baie de Somme, elle représente entre 80 et 90 % de la production nationale.

2.4.3 Marché des autres végétaux marins

L'aster, ou oreille de cochon dans la région, est également exportée aux Pays-Bas où elle est appréciée pour sa qualité.

La soude, appelée pompon, est quant à elle destinée aux restaurants locaux.

2.4.4 Marché des crustacés

Les pêcheurs de crustacés vendent leur récolte aux particuliers dans les marchés locaux ou aux restaurants de la région.

2.4.5 Marché des moules

Comme pour les crustacés les moules sont vendues aux particuliers et aux restaurants.

3. Matériel et Méthodes

Afin d'analyser les connaissances des pêcheurs, que ce soit sur les mortalités des coques ou sur la spatialisation de leurs zones de pêche, des questionnaires sont adressés aux pêcheurs.

3.1 Le questionnaire MOCOPREGE sur la mortalité des coques

3.1.1 Les questions posées et leurs objectifs

Le questionnaire est structuré en deux parties. L'une porte sur le profil du pêcheur et l'autre sur la ressource en coques. Chaque question posée a des objectifs propres que ce soit pour obtenir plus de précisions sur le profil du pêcheur ou bien obtenir des informations détaillées sur les phénomènes de mortalité des coques. Certaines questions sont ouvertes et le pêcheur peut donc, selon le but de la question, développer son propos. D'autres sont fermées et l'enquêté devra choisir une ou plusieurs propositions.

3.1.1.1 Partie compléments de profil

Question 1 : A quel âge avez-vous commencé à pêcher à pied de façon professionnelle ?

Typologie de la question : ouverte à réponse courte

Objectif : Il s'agit ici d'avoir une idée de l'expérience du pêcheur dans l'activité.

Question 2 : A quel âge avez-vous commencé à pêcher la coque de façon professionnelle ?

Typologie de la question : ouverte à réponse courte

Objectif : Il s'agit ici d'évaluer l'expérience du pêcheur dans la pêche aux coques. Cela permettra de créer des classes d'âge et d'observer des corrélations entre âge et connaissances sur les causes de mortalité de la ressource.

Question 3 : Depuis quand possédez-vous une licence de pêche à la coque ?

Typologie de la question : ouverte à réponse courte

Objectif : idem question 1.

Question 4 : La pêche à pied est-elle votre activité principale ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non)

Objectif : Il s'agit de se renseigner sur l'éventuelle pluriactivité des pêcheurs à pied.

Question 5 : Avez-vous une/d'autres activités professionnelles ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non) puis ouverte si oui

Objectif : Il s'agit ici d'affiner la question précédente pour se renseigner sur quel type d'activité le pêcheur pourrait exercer en dehors de la pêche à pied. Est-il également marin-pêcheur ? Mytiliculteur ? Ou travaille-t-il également dans un autre domaine ?

Question 6 : Seriez-vous d'accord pour que vos enfants fassent le même métier que vous ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non)

Objectif : Il s'agit ici de voir si le pêcheur considère que la pêche à pied peut-être un métier d'avenir et si d'une certaine manière il aime son métier et voudrait « passer le flambeau » à ses enfants.

Question 7 : Avez-vous eu des soucis de santé liés à votre activité professionnelle de pêcheur à pied en 2019 ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non) puis ouverte si oui

Objectif : Il s'agit ici de se renseigner sur les problèmes physiques qui peuvent être engendrés par la pratique de la pêche à pied.

Question 8 : Avez-vous eu des soucis de santé liés à votre activité professionnelle avant 2019 ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non) puis ouverte si oui

Objectif : Il s'agit ici de voir si pour certains pêcheurs les problèmes de santé lié à la pratique de la pêche à pied sont récurrents.

Question 9 : Avez-vous un vélo électrique ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non)

Sous-question si non : souhaiteriez-vous en avoir un ?

Sous-question si oui à la question précédente : pour pêcher quelle(s) espèce(s) souhaiteriez-vous utiliser un vélo électrique ? (question à choix multiple)

Objectif : déjà aider par un vélo pour transporter les sacs de coques après la récolte, il s'agit ici de voir si le pêcheur souhaiterait améliorer ses conditions de travail à l'aide d'un vélo électrique. Il s'agit également de voir pour la récolte de quelles espèces le vélo électrique serait le plus adapté.

Question 10 : Pensez-vous que le vélo électrique améliore/pourrait améliorer :

- Votre état de santé
- Vos capacités à exploiter des ressources difficilement accessibles
- L'état des gisements (moins d'écrasement)

Typologie de la question : choix multiple

Objectif : Il s'agit ici de se renseigner sur l'opinion du pêcheur par rapport au développement de cet outil au sein de l'activité.

3.1.1.2 Partie ressource en coques

Question 1 : Les coques, il y a toujours eu des années avec et des années sans

Typologie de la question : choix multiple à échelle d'opinion (pas du tout d'accord, plutôt pas d'accord, plutôt d'accord, tout à fait d'accord)

Sous question si « pas du tout d'accord/plutôt pas d'accord » : selon vous, depuis quand ont commencé les épisodes de faible production dus à des mortalités importantes ?

Objectif : il s'agit ici de voir si pour les pêcheurs la ressource a toujours été instable selon les années ou bien au contraire les épisodes de faible production ont commencé à partir d'une certaine période.

Question 2 : Citer, selon vous, les causes de ces épisodes

Typologie de la question : choix multiple à énumération d'items

Objectif : Il s'agit ici d'avoir une idée des connaissances des pêcheurs sur la mortalité des coques. Voir si les pêcheurs relèvent plutôt des facteurs environnementaux/conditions météorologiques ou bien une mauvaise gestion de la pêcherie. Il leur est possible d'ajouter des causes qui ne sont pas présentes dans les choix. Afin de permettre une analyse plus fine, un ordre de citation (de 1 à 5) sera ajouté lors de la saisie des données. Les causes citées ont été numérotées préalablement lors de l'administration du questionnaire.

Question 3 : Y'a-t-il des signes qui préviennent d'un mauvais épisode ?

Typologie de la question : choix multiple à une seule réponse (oui, non et ne sait pas)

Sous question : si oui quels sont-ils ?

Objectif : Il s'agit ici d'approfondir la question des causes de mortalité en se fiant aux observations des pêcheurs sur le terrain.

Question 4 : Comment pensez-vous possible de gérer ces épisodes avant qu'ils ne surviennent ?

Typologie de la question : ouverte à réponse élaborée.

Objectif : Il s'agit ici de prendre en compte et de regrouper les éventuelles solutions proposées par les pêcheurs pour anticiper des mortalités.

Question 5 : Comment pensez-vous possible de gérer ces épisodes pendant qu'ils sont en cours ?

Typologie de la question : ouverte à réponse élaborée.

Objectif : Il s'agit ici de prendre en compte les éventuelles solutions proposées par les pêcheurs pendant un épisode de mortalité.

Question 6 : Pensez-vous que ces épisodes vont augmenter à l'avenir ?

Typologie de la question : choix multiple à une seule réponse (oui, non et ne sait pas)

Objectif : Il s'agit ici de voir si les pêcheurs sont plutôt optimistes ou bien pessimistes quant à l'avenir de la ressource.

Question 7 : Vous préparez-vous à ces épisodes de mortalité ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non)

Sous-question : si oui, de quelle manière ? (ouverte)

Objectif : Il s'agit ici de pouvoir identifier différents profils de pêcheurs : ceux qui s'adaptent en fonction de différentes stratégies (autres licences, pêche dans d'autres régions, économies ...) et ceux qui subissent les épisodes de mortalités sans solutions alternatives ou stratégies particulières.

Question 8 : A cause de ces épisodes de mortalité, avez-vous :

- Demandé d'autres licences ? (Dichotomique oui/non)

Sous-question : si oui lesquelles ? (espèces, région, année)

- Démarré une activité dans un autre domaine (Dichotomique oui/non)

Sous-question : si oui dans quel domaine et en quelle année ?

Objectif : comme pour la question précédente, il s'agit ici de voir si les pêcheurs se tournent vers une pluriactivité pour être moins impacté par les épisodes de mortalité ou de faible production.

Question libre : Avez-vous un commentaire à faire ?

Typologie de la question : ouverte à réponse élaborée

Objectif : il s'agit ici de regrouper les commentaires des pêcheurs tout au long du questionnaire lorsqu'ils ont développé certaines idées/opinions. Ces commentaires peuvent servir à approfondir les réponses à des questions fermées. Exemple : pour la citation des causes de mortalités, certains pêcheurs vont pouvoir développer ou expliquer certains points avec leurs observations faites sur le terrain.

Il sera plus difficile d'analyser cette question la du questionnaire mais certaines informations peuvent se retrouver dans les propos de différents pêcheurs.

Question complémentaire : Quelles espèces avez-vous pêché, avec quel engin ?

Une fois le questionnaire terminé, des informations sur les espèces pêchées et les engins utilisées sont demandées aux pêcheurs. Ils doivent également préciser leur saison de pêche pour chaque espèce et engin soit entre 2019-2020 et de 2015 à 2019. Les informations sont répertoriées sous deux tableaux, l'un pour la région Hauts-de-France, l'autre pour les autres régions dans lesquelles le pêcheur a exercé son activité. Dans ce dernier, le gisement est aussi demandé.

Lors de la saisie dans les bases de données, le code FAO des espèces ainsi que des engins seront rajoutés pour pouvoir homogénéiser les réponses données et harmoniser l'ensemble des données saisies.

Objectif : cette question est posée dans le cadre de l'analyse risque pêche afin d'observer les pressions des pêcheurs à pied professionnels sur les habitats. Il permet de connaître les différences selon les outils utilisés.

3.1.3 Réflexions sur un plan d'échantillonnage

Sur les 390 pêcheurs à pied professionnels au total, 339 possèdent la licence coque. Ce sont donc ces pêcheurs qui seront concernés par le questionnaire. L'objectif est d'interroger environ la moitié de ces pêcheurs soit un peu plus de 160.

Etant donné l'expérience nécessaire pour connaître des épisodes de mortalité, le choix de l'échantillon s'est porté sur l'âge. Ce choix est important pour représenter de manière la plus précise possible la population totale. Ainsi, 6 tranches d'âge ont été créées : les moins de 30 ans, les 30-39 ans, les 40-49 ans, les 50-59 ans, les 60-69 ans et les 70 ans et plus. Pour chaque tranche d'âge, la moitié de l'effectif sera interrogée.

Tranches d'âge	Effectif	Echantillonnage 50 %
Moins de 30 ans	8	4
30-39 ans	60	30
40-49 ans	84	42
50-59 ans	122	61
60-69 ans	49	24
70 ans et plus	16	8
Total	339	169

Tableau 2 : Quotas de pêcheurs à interroger pour le questionnaire

La tranche d'âge la plus représentée est celle des 50-59 ans, avec 122 pêcheurs au total. Les jeunes de moins de 30 ans sont peu nombreux étant donné l'attente assez longue pour obtenir une licence coque.

Après réalisation de ces strates, les pêcheurs sont choisis aléatoirement pour répondre au questionnaire.

Par manque de temps, il n'a pas été possible de suivre la méthode d'échantillonnage développée précédemment. De plus, et c'est une analyse post-enquête, l'important pour le projet MOCOPREGE ce sont les connaissances des pêcheurs. Or, celles-ci ne dépendent pas de l'âge

mais d'un certain sens de l'observation et de connaissances de l'écosystème. De plus, les réponses obtenues peuvent également dépendre de la personnalité de chaque pêcheur. Certains vont avoir plus d'aisance à discuter ou plus de sensibilité par rapport au thème du questionnaire que d'autres. Les pêcheurs ont donc été choisis aléatoirement pour ne pas biaiser les résultats.

3.1.4 Déroulement de l'enquête

Des discussions sur le sujet de la mortalité des coques ont eu lieu au préalable lors d'une réunion avec les pêcheurs en janvier. Ces questionnaires devaient à l'origine être administrés sur le terrain avant et après la récolte des pêcheurs en même temps que l'enquête de spatialisation. Cependant, en raison du coronavirus et de la période de confinement, il a été décidé de trouver une solution alternative pour gagner du temps. C'est pourquoi une partie de l'enquête s'est déroulée par téléphone grâce à la base de données créée par le CRPMEM, qui répertorie l'ensemble des pêcheurs ayant une licence coque ainsi que leurs coordonnées. Les pêcheurs ont été prévenus de l'enquête par un sms du CRPMEM.

1^{ère} phase : récolte des témoignages par téléphone

L'intérêt du projet a été rappelé aux pêcheurs lors de ce premier contact par téléphone, certains pêcheurs n'ayant pas reçu ou n'ayant pas assimilé les informations envoyées sur leurs portables. Il était donc nécessaire de montrer l'importance que leur témoignage pourrait avoir dans l'amélioration de leurs conditions de travail ainsi que dans la gestion de la ressource. Sur ce dernier point, les pêcheurs ont une certaine expérience à faire valoir étant observateurs de la ressource et travaillant parfois depuis longtemps sur des zones de pêches en évolution.

La plupart des pêcheurs ont accepté de répondre au questionnaire. Ceux qui n'ont pas répondu considéraient qu'ils n'avaient rien à dire sur le sujet ou bien n'étaient pas disponible par faute de temps. Dans certains cas, lorsque l'enquêté n'était pas disponible au moment de l'appel, un rendez-vous a été pris plus tard dans la journée ou dans une autre tranche horaire plus tard dans la semaine.

Les questions ont été comprises dans l'ensemble et dans le cas contraire, il était nécessaire d'expliquer les raisons pour lesquelles certaines questions sont posées.

La durée du questionnaire est d'une dizaine de minutes et dépend généralement du temps donné par le pêcheur interrogé ainsi que de l'aisance de l'enquêté par rapport au sujet. Dans un premier temps, il y avait pour objectif d'enregistrer certains témoignages lors d'un entretien court en plus du questionnaire. Cela n'a pas été possible par téléphone et aurait pu être intéressant notamment auprès de certains pêcheurs interrogés pendant le questionnaire qui ont eu beaucoup de choses à dire sur leur activité, leur avenir ainsi que sur la gestion de la ressource. Dans ces cas-là, le questionnaire pouvait durer de 20 à 25 minutes.

2^{ème} phase : récolte des témoignages sur le terrain (Baie de Somme Nord)

Avec la reprise de la pêche, les enquêtes par questionnaire ont continué sur le terrain dans la baie de Somme Nord début juin. La méthode la plus efficace a été de les administrer avant la descente des pêcheurs sur le gisement. En effet, les pêcheurs sont plus enclins à répondre aux questions à ce moment-là surtout lorsqu'ils sont en avance sur l'heure de descente autorisée. A

la fin de la pêche, les pêcheurs sont fatigués et impatients de rentrer chez eux et doivent parfois repartir pour d'autres activités. S'il était parfois possible de discuter pendant plusieurs dizaines de minutes avec quelques pêcheurs, la majorité ont répondu très rapidement au questionnaire. La différence avec l'administration par téléphone réside dans le fait que les pêcheurs sont dans leur zone de travail et sont donc plus pressés que par téléphone où ils avaient plus de temps libre à accorder. De plus, il a été nécessaire de réaliser conjointement l'enquête sur la mortalité des coques et l'enquête de spatialisation et les pêcheurs peuvent vite se lasser par la durée de l'enquête. Pour certains pêcheurs celle-ci peut prendre beaucoup de temps en cumulé s'ils pêchent plusieurs espèces sur différentes zones et le risque était d'être interrompu car le pêcheur n'avait plus le temps.

Il a donc été décidé par la suite de continuer l'administration des questionnaires par téléphone étant donné l'efficacité de la méthode et le bon déroulement de l'enquête. De plus, cela a permis d'avancer plus rapidement l'enquête sur la spatialisation de l'activité.

3.1.5 Traitement des données

Afin d'analyser les données recueillies, chaque question a été rentrée sur tableau Excel. Dans la partie « compléments de profil » ont été ajoutées des informations présentes dans les dossiers du CRPMEM des Hauts-de-France : n° de permis national, date de naissance, lieu de résidence et régime social. Cela permet d'avoir le profil complet pour chaque pêcheur. Chaque partie du questionnaire est traitée séparément. Par la suite, des croisements entre ces thématiques pourront être faites afin d'aller plus loin dans l'analyse (corrélation entre âge de début d'activité et causes de mortalités citées par exemple).

Pour un traitement optimal, les réponses oui/non sont remplacées par 1/0 et les causes de mortalités sont numérotées de 1 à 17 avec en plus un ordre de citation allant de 1 à 5 qui permettra de classer par ordre d'importance les causes de mortalités relevées par les pêcheurs interrogés.

3.2 Spatialisation des activités de pêche à pied professionnelles

3.2.1 Développement de la méthode

L'objectif de cette méthode est de représenter les zones de pêche à pied professionnelle dans la région et de les analyser en fonction de différents indicateurs permettant de dégager des secteurs particuliers.

Pour pouvoir représenter cartographiquement les zones de pêche, un maillage orthogonal de 100 m a été réalisé au préalable par le CRPMEM. Ce maillage couvre l'ensemble de l'estran et la taille choisie pour la maille (100 m sur 100 m) permet de correspondre à un large éventail d'espèces qui n'ont pas toutes la même emprise spatiale. Ce maillage est représenté sur le logiciel de cartographie QGIS sous forme de polygone et superpose les orthophotographies des zones de pêche du littoral de la région.

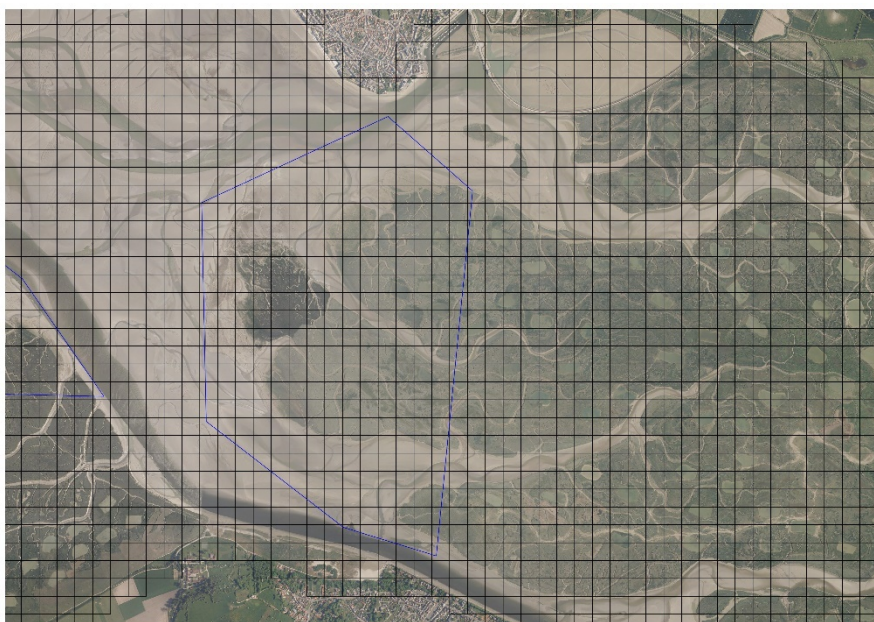


Figure 39 : Exemple d'un maillage de la partie médiane de la Baie de Somme entre Le Crotoy et Saint-Valéry-sur-Somme

Pour les coques la méthode est différente. En effet, les zones de pêche aux coques sont déjà connues grâce aux arrêtés. Ce sont des secteurs prédéfinis dans lesquels les pêcheurs ont le droit de ramasser le coquillage. Ce n'est pas le cas pour les autres espèces ou les secteurs peuvent varier selon les pêcheurs.

3.2.2 Réflexions sur un plan d'échantillonnage

Des réflexions sur une méthode d'échantillonnage propre à l'enquête spatialisée ont été menées. Le processus est complexe étant donné la grande diversité de licences disponibles. L'effectif total des pêcheurs à pied professionnels étant de 390, l'objectif premier est donc d'en interroger au moins la moitié soit 195 pêcheurs.

Pour la création des strates, l'attention s'est portée sur l'obtention de la licence coque qui est la plus importante en termes d'effectif (339 licences coques attribuées) mais également de revenus pour les pêcheurs. Il est donc important d'enquêter ces pêcheurs pour savoir s'ils se servent de d'autres licences et pour connaître leurs stratégies de pêche et ainsi de pouvoir comparer avec ceux qui ne détiennent pas cette licence.

Etant donné le grand nombre de licences que chaque pêcheur peut obtenir (de 1 à 9), deux groupes principaux se sont dégagés : les pêcheurs qui ont une seule licence dans la région Hauts-de-France et ceux qui en ont plusieurs. Pour ce dernier, il y a deux sous-groupes : les pêcheurs possédant de 2 à 5 licences et de 6 à 12 licences.

Ensuite plusieurs sous-groupes de pêcheurs ont donc été créés en prenant en compte ce paramètre :

- Ceux qui possèdent la licence coque dans la région Hauts-de-France
- Ceux qui possèdent cette licence dans la région mais également dans d'autres où la ressource est disponible (Normandie, Bretagne, Pays de la Loire/Vendée)
- Ceux qui ont la licence coque seulement dans d'autres régions
- Ceux qui n'ont pas la licence coque

Les différentes strates créées suite à ces réflexions comportaient trop d'anomalies. Une méthode d'échantillonnage alternative a alors été développée mais n'a pas abouti non plus. Il s'agissait d'établir une stratification en fonction du lieu de résidence des pêcheurs (effectif par régions) et par espèces ciblées. Cependant, la méthode n'a pas fonctionné, présentant trop d'irrégularités et de problèmes d'effectif, avec un grand nombre de strates sans aucun pêcheur. Cela peut s'expliquer par la faible part des pêcheurs venant d'autres régions. A noter également que plus de la moitié de l'effectif total soit 245 pêcheurs sont résidents du département de la Somme.

Par conséquent, il n'a pas été possible de suivre un échantillonnage autre que la méthode aléatoire simple. L'une des premières difficultés repose sur l'enquête de terrain. En effet, avant et après leur descente sur les gisements, les pêcheurs sont mélangés et il est donc très compliqué de choisir les enquêtés selon un critère particulier. Si tel avait été le cas, l'enquête aurait pris trop de temps.

De plus, l'un des critères était le nombre de licences. Or, lors de l'enquête, un grand nombre de pêcheurs n'utilisent pas toutes leurs licences qui servent pour la plupart à éviter des difficultés financières lors d'épisodes de faible production d'une ressource. Ainsi, il a pu arriver que des pêcheurs ayant plus de 5 ou 6 licences n'en utilisent qu'une voire deux. L'échantillonnage aurait donc été biaisé par cette information qu'il a été possible de découvrir grâce à l'enquête.

3.2.3 Déroulement de l'enquête

Les enquêtes de spatialisation devaient débuter mi-mars mais ont été reportées à début juin en raison de la situation sanitaire, la pêche aux coques ayant fermé et les pêcheurs étant confinés. Une enquête par téléphone n'était pas possible étant donné qu'il s'agit de montrer des zones sur une carte. La phase de récolte des données a donc commencé à partir du 10 juin avec l'ouverture du gisement de coques de la Baie de Somme nord entre la commune du Crotoy et la commune du Hourdel (Annexe X).

L'enquête s'est déroulée du 10 juin au 17 juillet sur le parking réservé aux pêcheurs au sein de la commune du Crotoy. Cette période d'enquête n'a pas été continue car les périodes d'ouverture des gisements avaient parfois lieu très tôt, au lever du jour, l'enquête étant difficilement menable de nuit. Les deux gardes-jurés du CRPMEM des Hauts-de-France, étaient présents et ont participé à l'évolution de la méthode d'enquête sur le terrain pour qu'elle soit la plus efficace possible.

Pour chaque marée, il était nécessaire d'être présent sur le parking 1h30 avant la descente autorisée sur le gisement. En effet, les premiers pêcheurs arrivent à ce moment-là pour se préparer et effectuer l'émargement.

L'enquête auprès des pêcheurs se déroule en deux phases : avant et après leur descente sur le gisement. Le temps donné par les pêcheurs peut varier en fonction de ces deux phases car certains pêcheurs repartent rapidement après pour exercer d'autres activités (ex : ramassage des salicornes, végétaux marins).

Environ 300 pêcheurs de coques sont présents pour chaque marée. Il y a donc beaucoup d'activité sur le parking entre la circulation des tracteurs, les camions de mareyeurs et le déplacement des pêcheurs. Il faut donc repérer les pêcheurs qui sont un peu moins actifs que les autres pour pouvoir commencer une enquête dans les meilleures conditions possible. Ensuite, il faut expliquer très précisément le but de l'enquête pour que le pêcheur comprenne bien les enjeux qu'il y a pour lui et éviter qu'il ne soit méfiant vis-à-vis de l'enquête. Celle-ci vise à défendre ses zones de pêche et éviter que d'autres activités ainsi que des conflits d'usages se développent et lui empêche de faire son travail. Les données récoltées sont des arguments pour défendre leurs intérêts. Lorsque ce point est expliqué, le pêcheur est généralement plus détendu et accepte plus facilement de répondre car au premier abord il a l'impression que les données récoltées vont être utilisées contre lui (exemple : pour la protection de la nature, des phoques).

Les cartes utilisées pour les enquêtes sont des orthophotographies avec un maillage comme expliqué dans le développement de la méthode. Les zones de pêche allant de la frontière belge au Tréport, il y a en tout 30 cartes. Pour éviter la perte d'informations, une liste de l'ensemble des pêcheurs à pied répertoriant les licences obtenues depuis 2015 a été utilisée. Cette liste permet d'éviter que les pêcheurs oublient de parler d'une espèce lors de l'enquête. Ainsi, pour chaque pêcheur interrogé, il leur est demandé si les licences qu'ils ont obtenues ont été utilisées au moins pendant ces cinq dernières années ou s'ils ne l'ont jamais utilisée.

Le pêcheur doit donc nous dire dans quelles zones il a pêché, pour chaque espèce, sur l'année n-1 et les quatre dernières années. Ensuite, il nous montre sur la carte maillé les zones dans lesquelles il s'est rendu pour sa récolte. Celles-ci sont représentées par un cercle de couleur avec le nom de l'espèce et la période. Dans certains cas, les zones peuvent se superposer comme pour les salicornes et les autres végétaux marins. Certains pêcheurs utilisent beaucoup de licences et pêchent un peu partout sur le littoral de la région. Il faut donc avoir une bonne connaissance de la côte pour pouvoir se repérer facilement entre les noms de lieux donnés par le pêcheur et les noms donnés pour chaque zone de pêche. Cette connaissance est aussi importante lorsque le pêcheur a des difficultés pour se repérer sur les cartes. En effet, le pêcheur ne s'attend pas à voir une carte sans nomenclature et sans points de repère. Il est donc parfois nécessaire de lui donner ce point de repère comme une commune ou un port. Dans d'autres cas, le pêcheur peut utiliser un terme ou un point de repère particulier pour un site de pêche et dans ce cas-là il peut être difficile de savoir de quelle zone il parle. Cela amène donc un peu plus de temps d'enquête pour bien identifier l'espace. Au fur et à mesure, ces termes se retrouvent auprès d'autres pêcheurs et il est plus simple de se repérer.

Dans la majorité des cas, les pêcheurs se sont montrés accessibles et agréables et ont trouvés de l'intérêt dans ce travail d'enquête. Cela a permis parfois d'engager une discussion hors enquête sur leur métier, l'écosystème et d'approfondir les connaissances sur le fonctionnement de la pêche à pied dans la région.

D'autres étaient plus pressés ou impatients mais cela n'a pas empêché de réaliser correctement les enquêtes.

3.2.4 Traitement des données

Les données récoltées pour chaque zone de pêche et pour chaque espèce sont importées sur le logiciel QGIS. Les pêcheurs interrogés sont identifiés par leur numéro d'identification unique au format NN-XXXX. La matricule NN correspond au département de délivrance du permis et XXXX aux 4 derniers chiffres du permis (par exemple pour le Pas-de-Calais, 62-0375).

Deux périodes d'activité de pêche vont être représentées : l'année N-1 soit 2019-2020 et les 5 dernières années (2015-2016 à 2018-2019). Ainsi, si un pêcheur a pêché sur ces deux périodes on rentrera 1_62-0375 pour 2019 et 5_62-0375 pour les 5 dernières années. Les mailles travaillées sont sélectionnées sur QGIS et identifiées par le chiffre 1 dans la table attributaire de la couche. Une couche pour chaque espèce reprenant le même maillage a été créée.

	ID	X_MIN	X_MAX	Y_MIN	Y_MAX	1_62-0375	5_62-0375
1	6190163	597600,000...	597700,0000...	7013700,000...	7013800,000...	1	0
2	6190164	597700,0000...	597800,000...	7013700,000...	7013800,000...	1	0
3	6190165	597800,000...	597900,000...	7013700,000...	7013800,000...	1	0
4	6196317	597600,000...	597700,0000...	7013600,000...	7013700,000...	1	0
5	6196318	597700,0000...	597800,000...	7013600,000...	7013700,000...	1	0
6	6196319	597800,000...	597900,000...	7013600,000...	7013700,000...	1	1
7	6202471	597600,000...	597700,0000...	7013500,000...	7013600,000...	1	0
8	6202472	597700,0000...	597800,000...	7013500,000...	7013600,000...	1	1
9	6202473	597800,000...	597900,000...	7013500,000...	7013600,000...	1	1
10	6239402	598300,000...	598400,000...	7012900,000...	7013000,000...	1	0

Figure 40 : Capture d'écran d'une table attributaire du logiciel QGIS

Dans la table attributaire de la couche de chaque espèce, les données de la figure 40 sont présentes. Dans le champ ID sont répertoriés les numéros d'identification de chaque maille. Dans les champs X_MIN, X_MAX, Y_MIN et Y_MAX, il y a les coordonnées géographiques de chaque maille selon la projection Lambert 93. Ces 5 premiers champs sont présents au préalable dans chaque couche espèce.

Ensuite, lorsque les données sont importées pour un pêcheur, des nouveaux champs sont créés dans la couche espèce correspondante. Il s'agit comme expliqué précédemment de la période de pêche couplé au numéro d'identification unique. Une fois les mailles sélectionnées, les champs du pêcheur sont mis à jour. Ainsi, le chiffre 1 est rentré si le pêcheur a pratiqué son activité sur cette maille. Si ce n'est pas le cas, le chiffre 0 est entré.

Une fois l'ensemble des données importées sur le logiciel, l'objectif est de créer des indicateurs qui permettront d'observer les principales zones de pêche selon différents critères (exemple : nombre de pêcheur par maille, taux de pêcheurs utilisant la maille, ...). Cela permettra de réaliser des cartes graduées qui pourront mettre en avant l'importance de certaines zones.

Il sera également possible d'effectuer des analyses croisées avec les données de profil des pêcheurs ainsi qu'avec les réponses obtenues dans le questionnaire mocoprege.

Pour les gisements de coques, les points géographiques (latitudes et longitudes) de chaque gisement de coques sont donnés dans ces arrêtés. Il suffit ensuite d'entrer ces coordonnées sur le logiciel QGIS pour pouvoir représenter ces zones en fonction du maillage. Ces zones de pêche ne seront donc pas concernées par les indicateurs.

4. Résultats

Cette partie présente dans un premier temps le profil de l'ensemble des pêcheurs de la région. Dans un second temps seront présentés les principaux résultats obtenus lors du travail d'enquête sur le terrain auprès des pêcheurs à pied professionnels. D'abord, il s'agira de montrer les réponses obtenues pour le questionnaire sur la gestion des ressources en coques pour le projet MOCOPREGE. Ensuite, sera présenté le travail cartographique avec les données obtenues pour la spatialisation des activités de pêche à pied.

4.1 Profil des pêcheurs à pied professionnels des Hauts-de-France

Ces résultats sont issus des bases de données du CRPMEM Hauts-de-France ainsi que de la partie « Complément de profil » du questionnaire Mocoprege.

4.1.1 Données issues des bases de données du CRPMEM Hauts-de-France

4.1.1.1 Âge des pêcheurs et part hommes-femmes

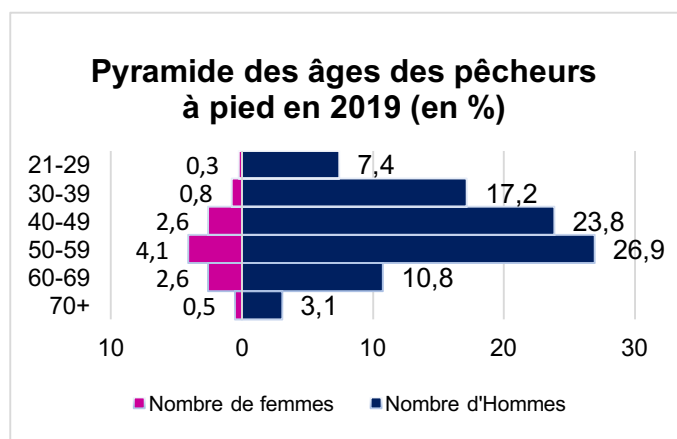


Figure 42 : Pyramide des âges des pêcheurs à pied professionnels

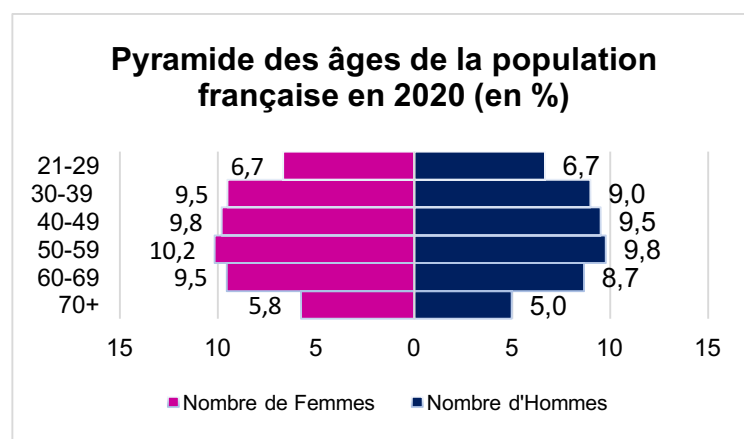


Figure 41 : Pyramide des âges de la population française (source : INSEE)

L'âge moyen des pêcheurs à pied professionnels de la région Hauts-de-France est de 50 ans. La tranche d'âge la plus représentée est celle des 50-59 ans. Sur les 390 pêcheurs à pied professionnels, 121 font partie de cette classe d'âge. Cela représente 31 % de l'effectif total. Il y a ensuite les 40-49 ans (26,4%) et les 30-39 ans (17,9 %).

Les plus jeunes (moins de 30 ans) et les plus âgés (70 ans ou plus) sont les moins représentés. Ils sont respectivement au nombre de 30 et 14.

Si l'on compare la pyramide des âges de la population française avec celle des pêcheurs à pied professionnels, (en conservant seulement les tranches d'âges correspondantes à la population des pêcheurs) il y a une sous-représentation des femmes dans l'activité. Les pêcheurs âgés de 40 à 59 ans représentent plus de la moitié de la population totale. Celle-ci est donc particulièrement hétérogène par rapport à la population française.

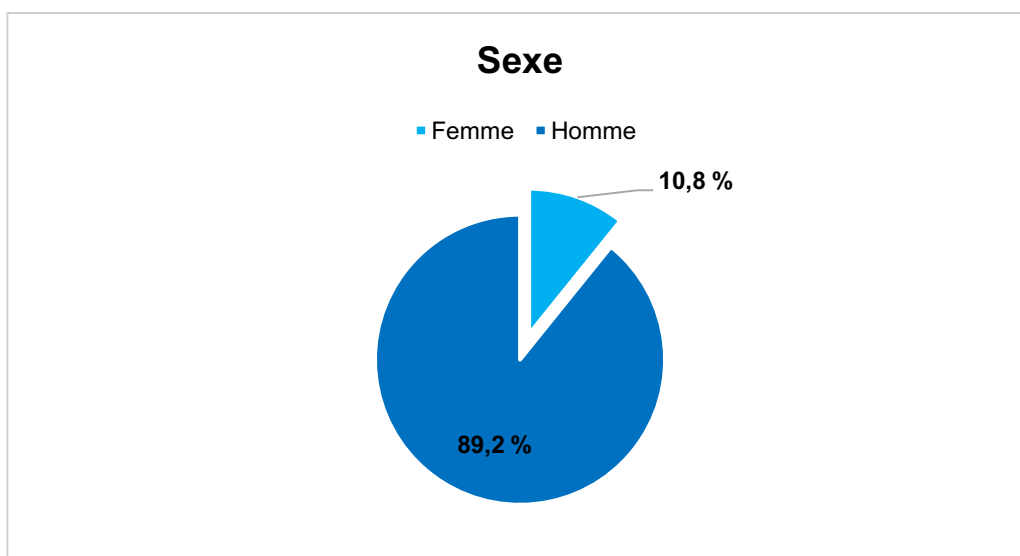


Figure 43 : Sexe-ratio des pêcheurs à pied professionnels

Le sexe-ratio moyen des pêcheurs à pied professionnels est de 89,2 % d'hommes pour 10,8 % de femmes. Sur les 390 pêcheurs, 348 sont des hommes et 42 sont des femmes.

4.1.1.2 Régime social

Sur l'ensemble des pêcheurs à pied professionnels, 273 sont affiliés au régime social de la MSA soit 70 % de l'effectif total. Les 30 % restant soit 117 pêcheurs relèvent donc de l'ENIM.

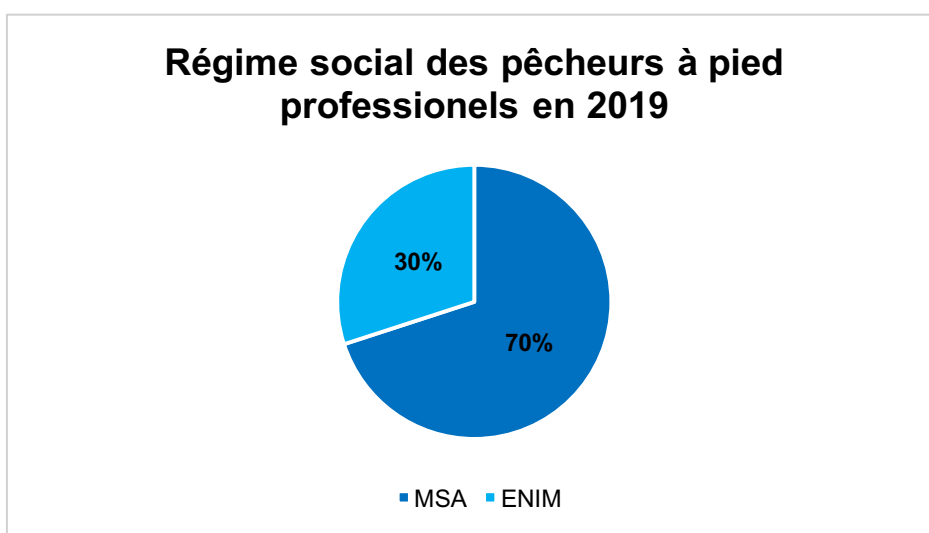


Figure 44 : Régime social des pêcheurs à pied professionnels

4.1.1.3 Origine des pêcheurs

Il y a 22,3 % des pêcheurs à pied professionnels possédant une licence dans la région Hauts-de-France qui sont originaires d'une autre région. La majeure partie de ces pêcheurs résident en Normandie (17,9 %). Les autres sont résidents de la Bretagne (2,6 %) et du Pays de la Loire (1,8 %). Sur l'effectif total, soit 390, cela représente 87 pêcheurs.

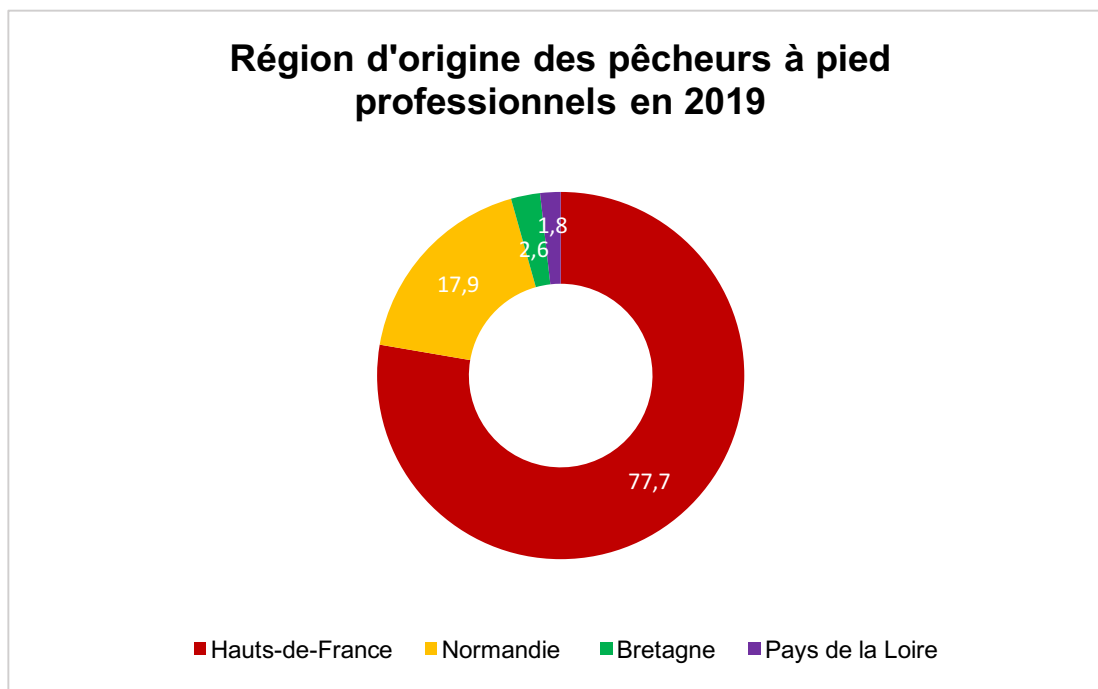


Figure 45 : Région d'origine des pêcheurs à pied professionnels

Au total, 303 pêcheurs proviennent de la région Hauts-de-France. La grande majorité réside dans le département de la Somme. En effet, plus de la moitié soit 245 pêcheurs résident dans ce département ce qui représente 80,9 % de l'effectif total des pêcheurs à pied professionnels. Viennent ensuite les résidents du Pas-de-Calais (18,2 %) et du Nord (1%).

A l'échelle communale, plus de la moitié des pêcheurs de la région, soit 168, sont originaires de trois communes riveraines de la Baie de Somme : Le Crotoy, Favières et Rue. Elles regroupent respectivement 128, 24 et 16 pêcheurs (figure 46).

Origine communale des pêcheurs à pied professionnels dans la région Hauts-de-France en 2019

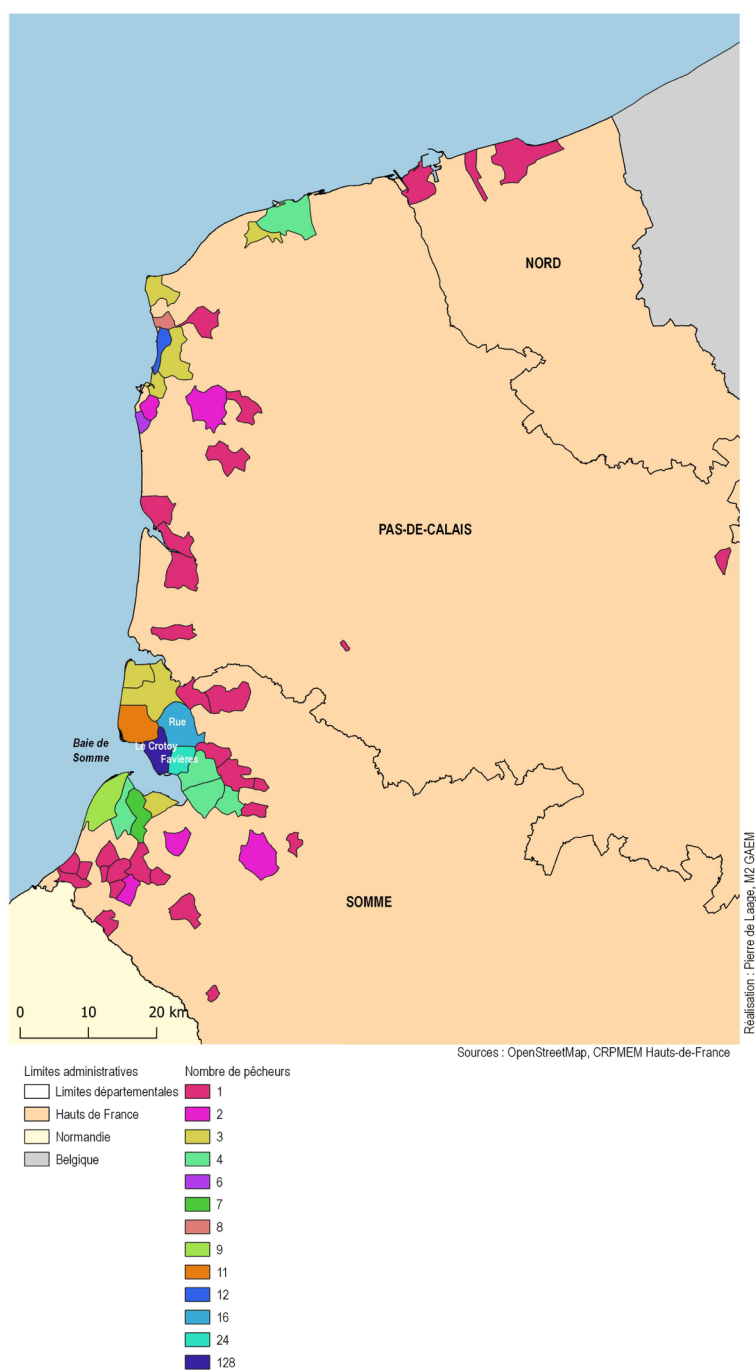


Figure 46 : Carte de l'origine communale des pêcheurs à pied professionnels dans la région Hauts-de-France

4.1.2 Données issues de la partie « Compléments de profil » du questionnaire Mocoprege

Le questionnaire a permis de compléter les informations sur le profil des pêcheurs interrogés. En effet, certaines informations ne sont pas présentes dans les listes des pêcheurs à pied professionnels du CRPMEM des Hauts-de-France. Cela permet d'avoir une vision plus précise des liens du pêcheur avec l'activité et d'obtenir d'une certaine manière une « carte d'identité » du professionnel.

4.1.2.1 Début de l'activité de pêche à pied

L'âge auquel les enquêtés commencent à pêcher de façon professionnelle va de 13 à 57 ans. La majorité commence entre 16 et 18 ans (28 pêcheurs). L'âge moyen est de 25 ans.

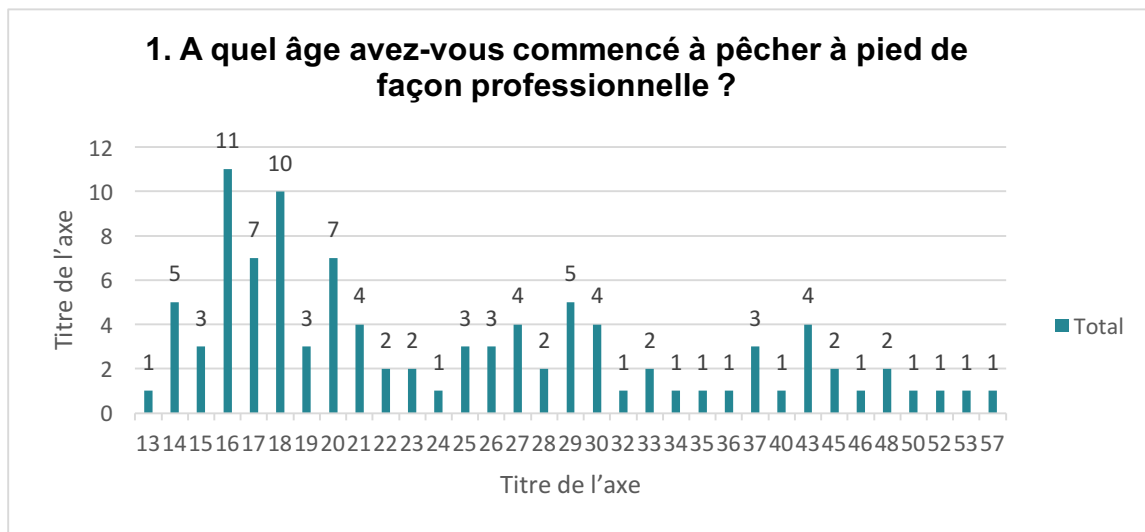


Figure 48 : Répartition par âge de départ de l'activité de pêche à pied professionnelle

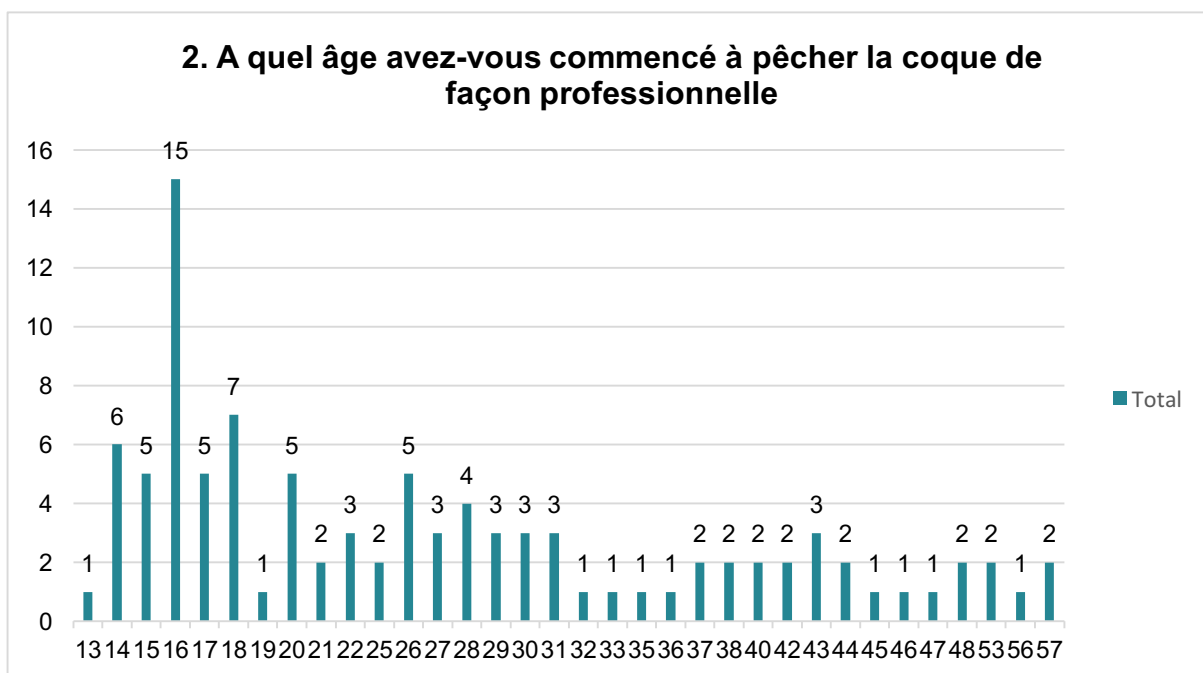


Figure 47 : Répartition par âge de départ de l'activité de pêche aux coques

L'âge auquel les enquêtés commencent à pêcher la coque de façon professionnelle va de 13 à 57 ans. La majorité commence à 16 ans (15 pêcheurs). L'âge moyen est de 26 ans.

4.1.2.2 La pêche à pied comme activité principale

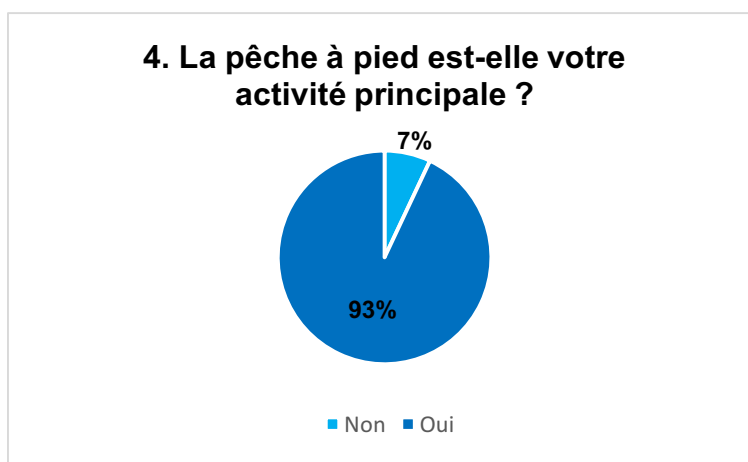


Figure 49 : Réponses obtenues à la question 4 (compléments de profil) du questionnaire

93 % des pêcheurs à pied interrogés n'ont pas d'autres activités, la pêche à pied étant leur activité principale. Seul 7 % ont une autre activité. Parmi eux, 4 sont également marins-pêcheurs, 2 sont mytiliculteurs et 1 est ostréiculteur.

4.1.2.3 La transmission du métier

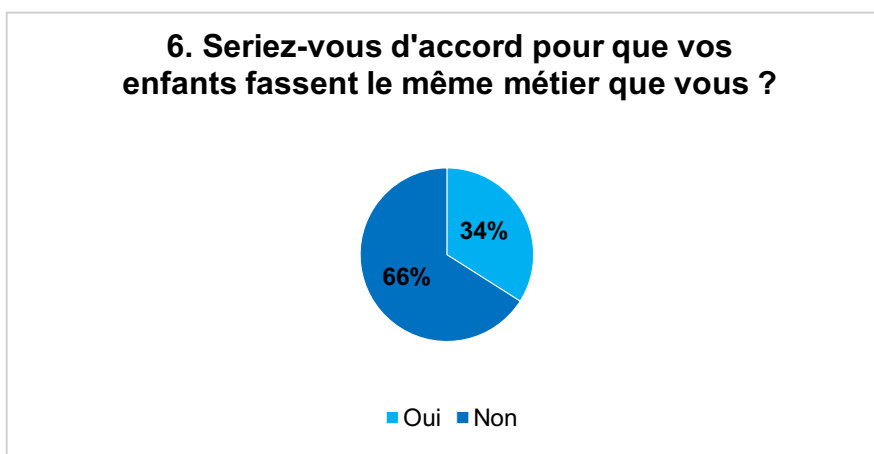


Figure 50 : Réponses obtenues à la question 6 (compléments de profil) du questionnaire

66 % des pêcheurs de l'échantillon ne seraient pas d'accord pour que leurs enfants fassent le même métier et 34 % seraient d'accord.

Certains expliquent pourquoi ils ne seraient pas d'accord à l'image de ce pêcheur : « Je ne serais pas d'accord pour que mes enfants fassent le même métier, ce n'est pas un métier d'avenir. C'est un travail aléatoire. » ou celui-ci « Je ne veux pas que mes enfants fassent le même métier car c'est plus incertain maintenant ». Ils évoquent une certaine incertitude par rapport à l'avenir de leurs enfants.

4.1.2.4 L'impact de l'activité sur la santé

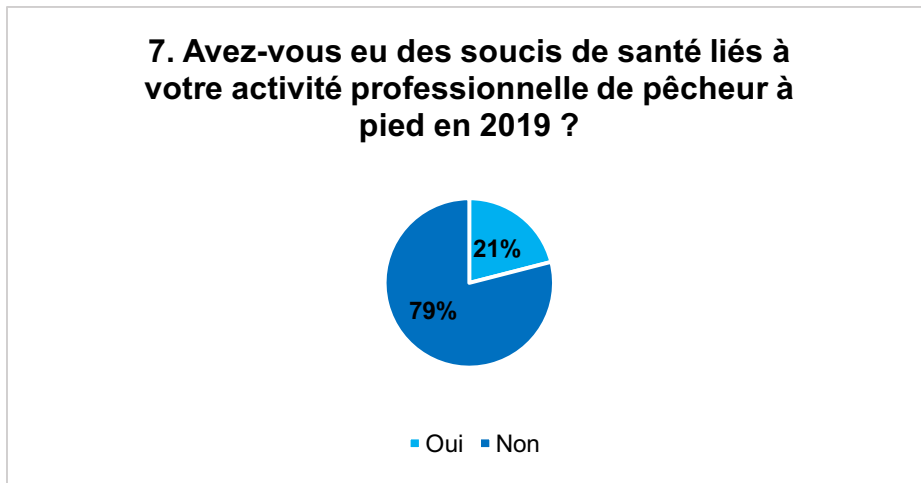


Figure 51 : Réponses obtenues à la question 7 (compléments de profils) du questionnaire

79 % des pêcheurs interrogés n'ont pas eu de soucis de santé liés à leur activité en 2019. Parmi ceux qui en ont eu (21 %), les problèmes physiques au dos sont fréquemment cités.

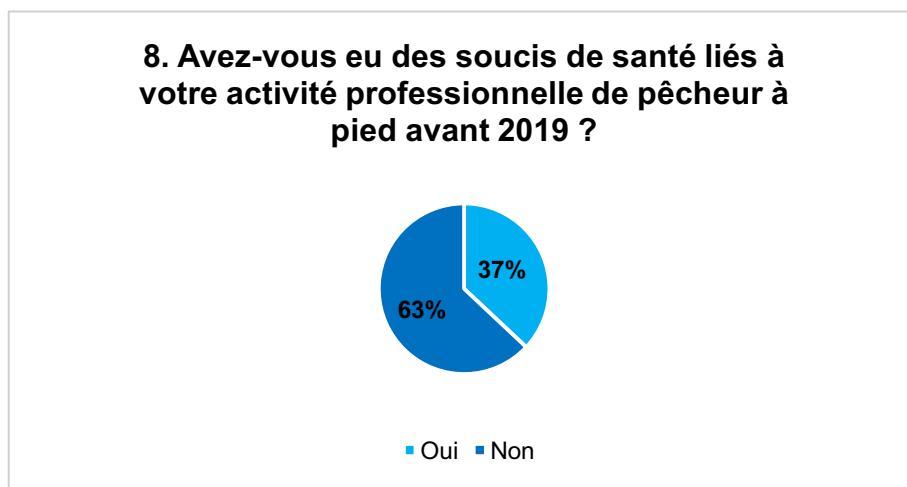


Figure 52 : Réponses obtenues à la question 8 (compléments de profil) du questionnaire

Avant 2019, 63 % des pêcheurs interrogés n'ont pas eu des soucis de santé liés à leur activité. Les 37 % restant relèvent de nombreux problèmes physiques au dos (hernie discale, lumbago).

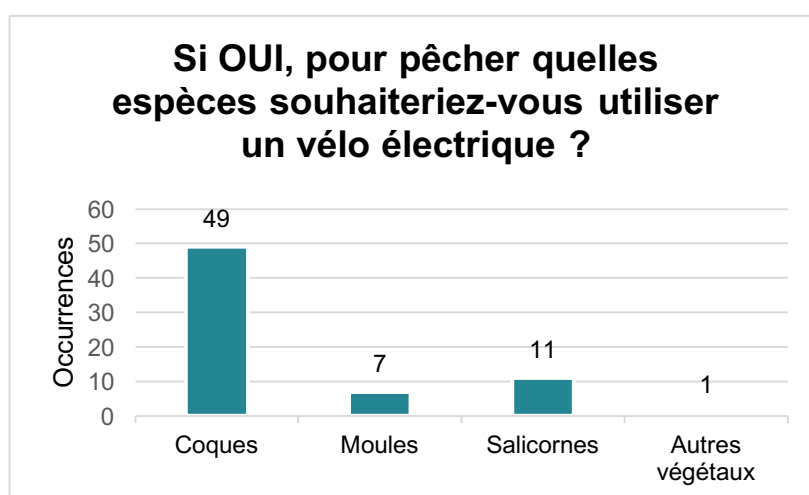
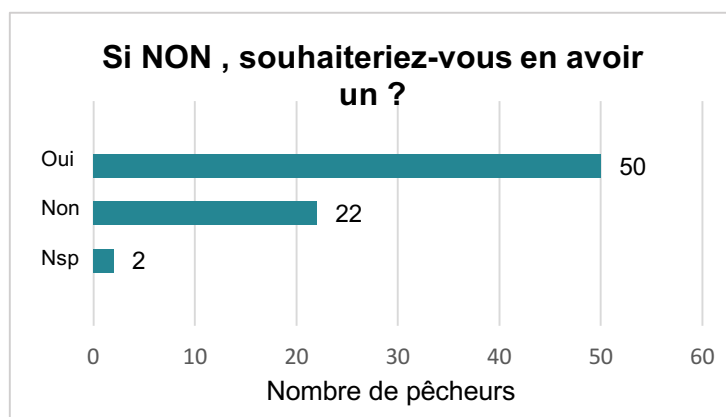
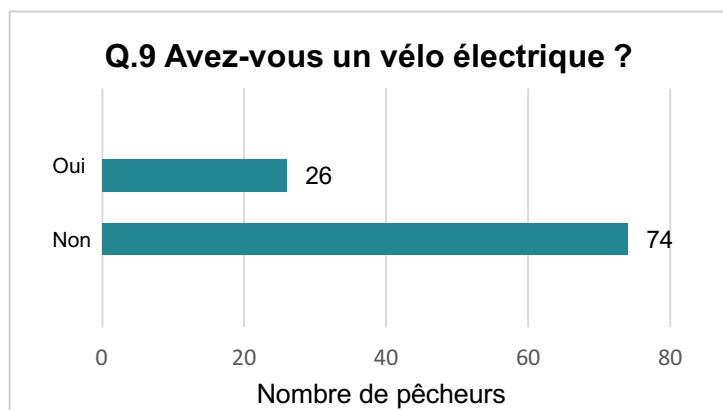


Figure 53 : Réponses obtenues à la question 9 (compléments de profil) du questionnaire

26 pêcheurs sur 100 possèdent un vélo électrique pour transporter leurs récoltes. Ils sont 74 à ne pas avoir de vélo électrique. Parmi cet effectif, 50 pêcheurs souhaiteraient en avoir un, 22 n'en souhaitent pas et 2 ne savent pas.

Au sein des 50 pêcheurs qui souhaiteraient avoir un vélo électrique, la coque est l'espèce la plus citée avec 49 occurrences. Viennent ensuite les salicornes (11 fois), les moules (7 fois) et les autres végétaux (1 fois). Les vers et les autres espèces n'ont pas été relevés par les enquêtés.

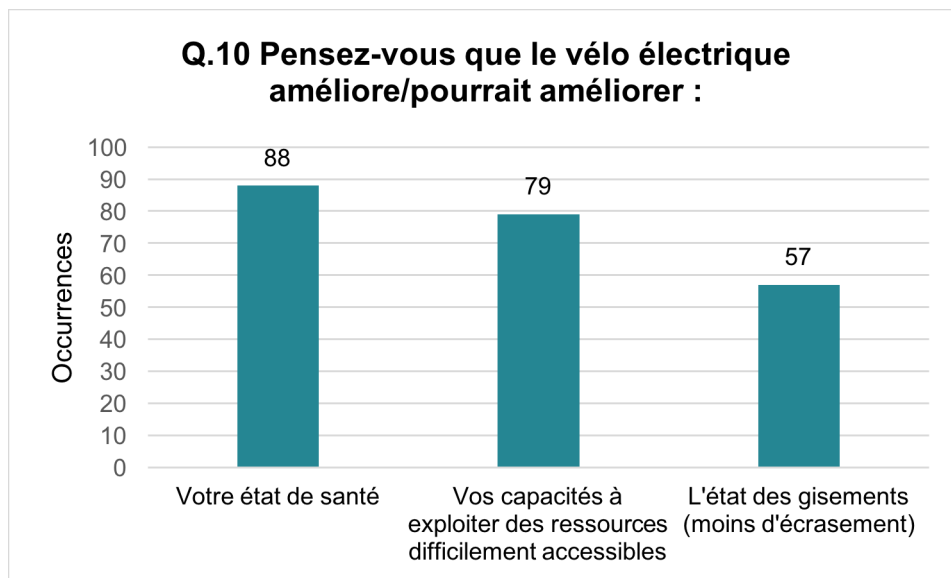


Figure 54 : Réponses obtenues à la question 10 (compléments de profil) du questionnaire

Pour les pêcheurs interrogés, l'amélioration de l'état de santé grâce au vélo électrique est le choix le plus cité (88 occurrences). L'amélioration des capacités à exploiter des ressources difficilement accessibles est en second (79) et l'état des gisements en dernier (57). Sur les 100 enquêtés, 10 n'ont pas répondu à la question. Cela peut s'expliquer pour certains pêcheurs par leur opposition à l'autorisation du vélo électrique.

4.2 Résultats du questionnaire MOCOPREGE

4.2.1 Présentation de l'échantillon

100 pêcheurs ont participé à l'enquête. Le sexe ratio de l'échantillon est fortement déséquilibré avec 85 % d'hommes (85 pêcheurs) et 15 % de femmes (15 pêcheuses). L'âge moyen des pêcheurs rencontrés est de 53 ans.

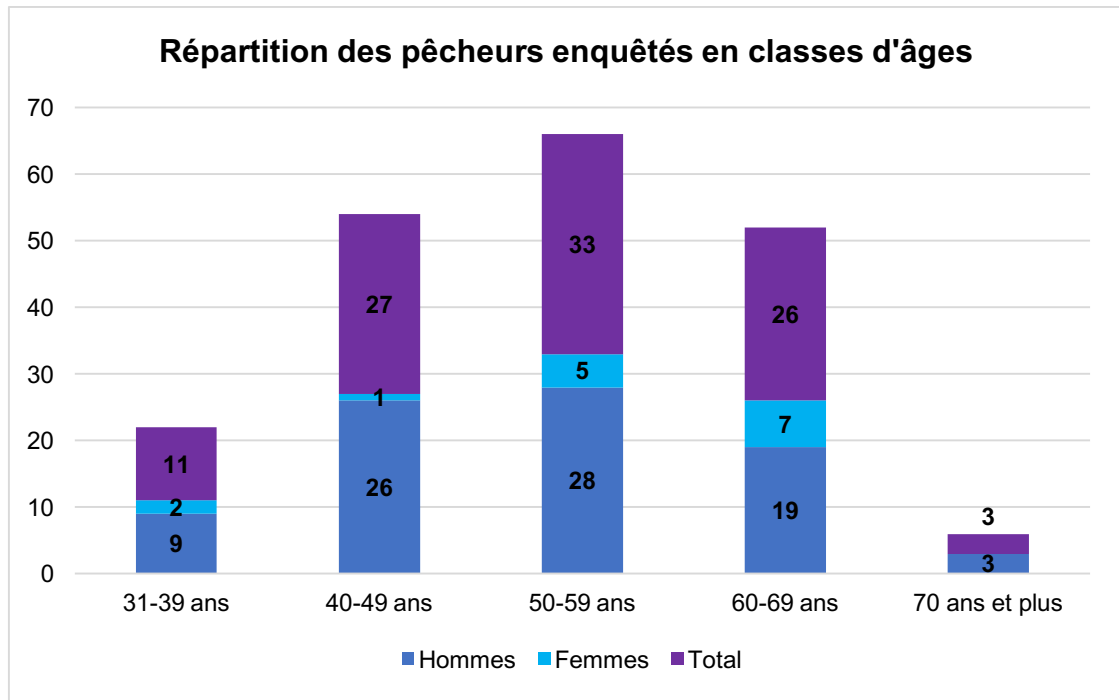


Figure 55 : Répartition des pêcheurs enquêtés en classes d'âges

Au sein de cet échantillon, les pêcheurs les plus représentés sont les 50-59 ans. Ils sont au nombre de 33 ce qui correspond à 33 % de l'effectif total. Les moins représentés sont les 31-39 ans (11%) et les 70 ans et plus (3%).

Origine des pêcheurs ayant participé à l'enquête par questionnaire

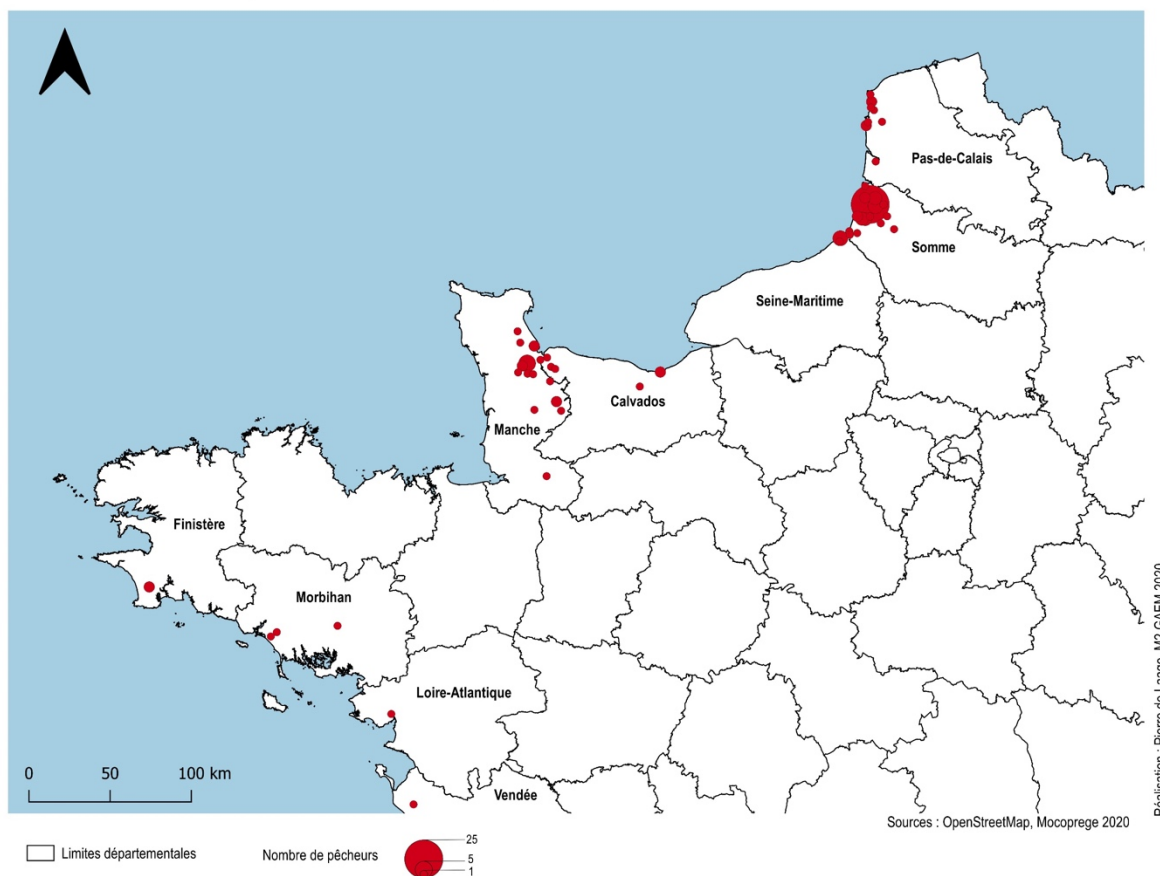


Figure 56 : Carte de l'origine communale des pêcheurs ayant participé au questionnaire

La majorité des pêcheurs ayant participé à l'enquête soit 51 % de l'échantillon sont originaires du département de la Somme. Parmi eux, 25 sont résidents du Crotoy, ce qui en fait la commune la plus importante en termes d'effectif parmi l'ensemble de l'échantillon. Le reste de l'échantillon se répartit dans d'autres départements dont la Manche (21 %) et le Pas-de-Calais (10 %).

Département d'origine	Nombre de pêcheurs
Somme	51
Manche	21
Pas-de-Calais	10
Calvados	6
Seine-Maritime	5
Morbihan	3
Finistère	2
Loire-Atlantique	1
Vendée	1
Total	100

Tableau 3 : Répartition par département d'origine des pêcheurs ayant participé au questionnaire

4.2.2 Mocoprege - La ressource en coques : la mortalité du coquillage vu par les pêcheurs

4.2.2.1 La variation de la ressource

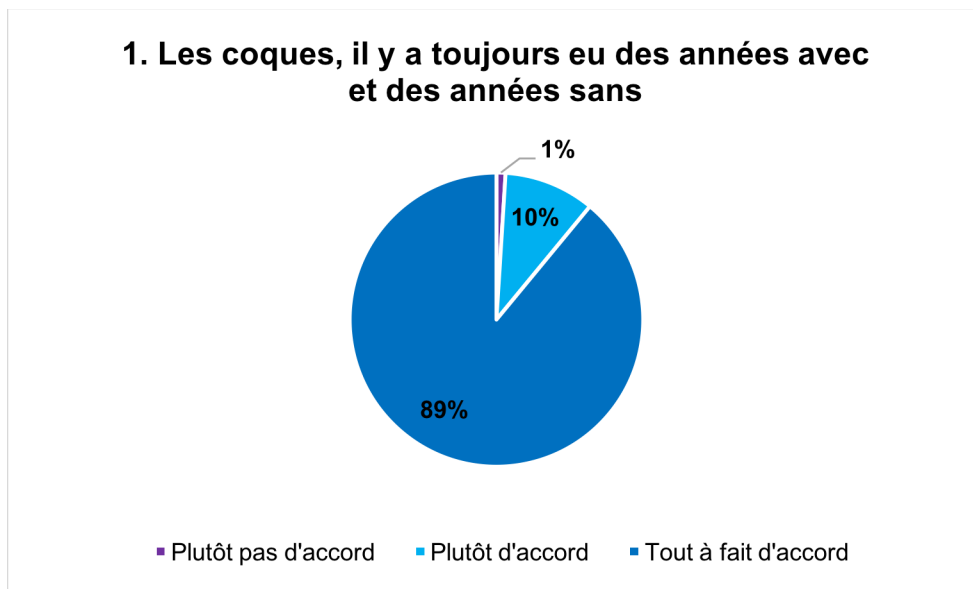


Figure 57 : Réponses obtenues à la question 1 (ressources en coques) du questionnaire

89 % des pêcheurs interrogés sont « Tout à fait d'accord » avec l'affirmation « les coques, il y a toujours eu des années avec et des années sans » et 10 % sont plutôt d'accord. Seul 1 % soit un pêcheur n'est « Plutôt pas d'accord » avec cette affirmation. Ce dernier n'a pas donné de date à laquelle, selon lui, les épisodes de faible production dus à des mortalités importantes ont commencé. Même s'ils sont « Tout à fait d'accord » avec l'affirmation, cinq pêcheurs observent qu'il y a plus d'années sans coques que d'années avec.

4.2.2.2 Les causes de mortalité des coques

Ordre de citation	Causes
1	Pollution liée aux activités agricoles
2	Pollution liée aux activités industrielles à terre
3	Pollution liée aux activités industrielles en mer (extraction de granulats, circulation maritime...)
4	Autres
5	Maladie (bactérie, virus)

Tableau 4 : Causes de mortalités des coques par ordre de citation des pêcheurs

Les causes de mortalités des coques cités par les pêcheurs ont été classées de 1 à 5 par ordre de citation. Cet ordre révèle que les trois premières causes citées par les pêcheurs sont les pollutions, celles provenant des activités agricoles en première position. Les autres causes et les maladies complètent le classement.

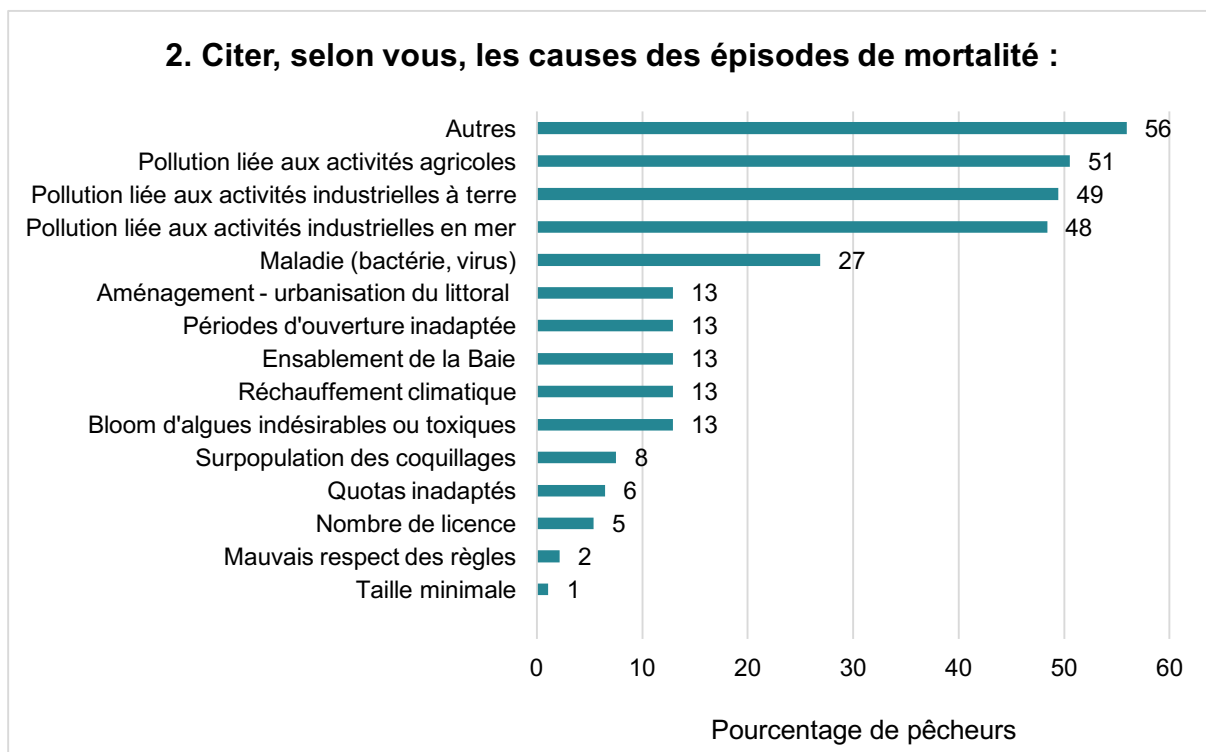


Figure 58 : Réponses obtenues à la question 2 (ressources en coques) du questionnaire

Sur l'échantillon de 100 pêcheurs, 93 ont répondu à la question. 56 % des pêcheurs interrogés ont relevés des causes de mortalités des coques autres que celles de la liste donnée. Les pollutions (agricoles, industrielles à terre et en mer) viennent en second. La troisième cause la plus citée est la maladie (bactérie, virus...) avec 27 % des enquêtés. Trois causes n'ont jamais été citées. Il s'agit du braconnage, de la surpêche d'autres espèces ainsi que des mesures de protections inadaptées.

Principales autres causes relevées par les pêcheurs

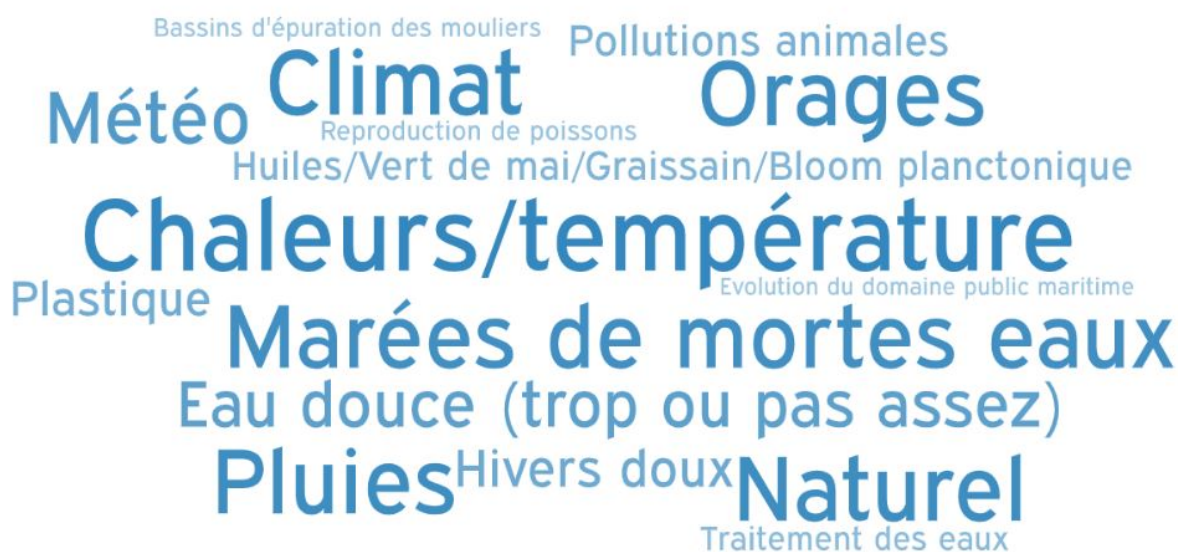


Figure 59 : Nuage de mots des autres causes de mortalités relevées par les pêcheurs

Le nuage de mots ci-dessus permet d'obtenir des précisions sur les autres causes relevées par les pêcheurs interrogés. Ainsi, il est donc possible d'observer que certaines causes sont citées plus souvent. Il s'agit notamment des chaleurs, des marées de mortes eaux, du climat et des orages.

4.2.2.3 Les signes qui préviennent des mortalités

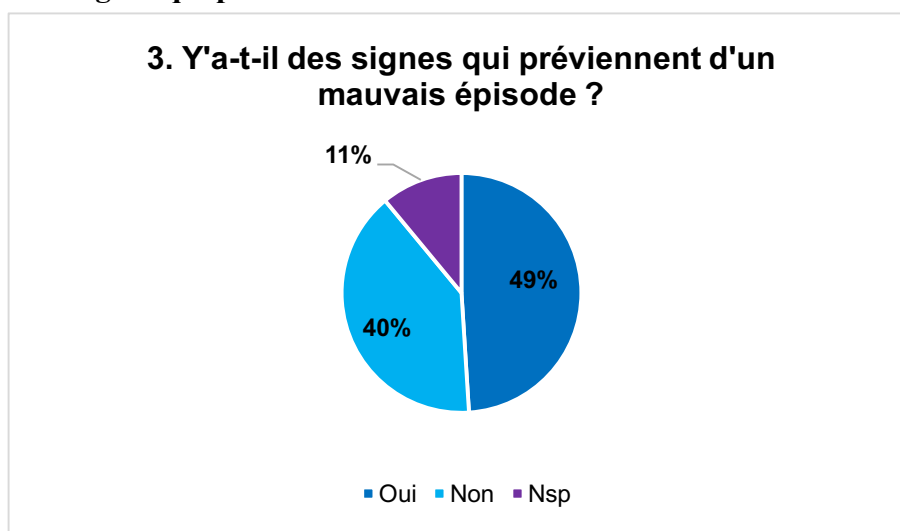


Figure 60 : Réponses obtenues à la question 3 (ressources en coques) du questionnaire

Quasiment la moitié des pêcheurs interrogés (49 %) pensent qu'il y a des signes qui préviennent d'un mauvais épisode de la ressource en coques. 40 % pensent qu'il n'y a pas de signes et 11% ne savent pas.

Principaux signes relevés par les pêcheurs

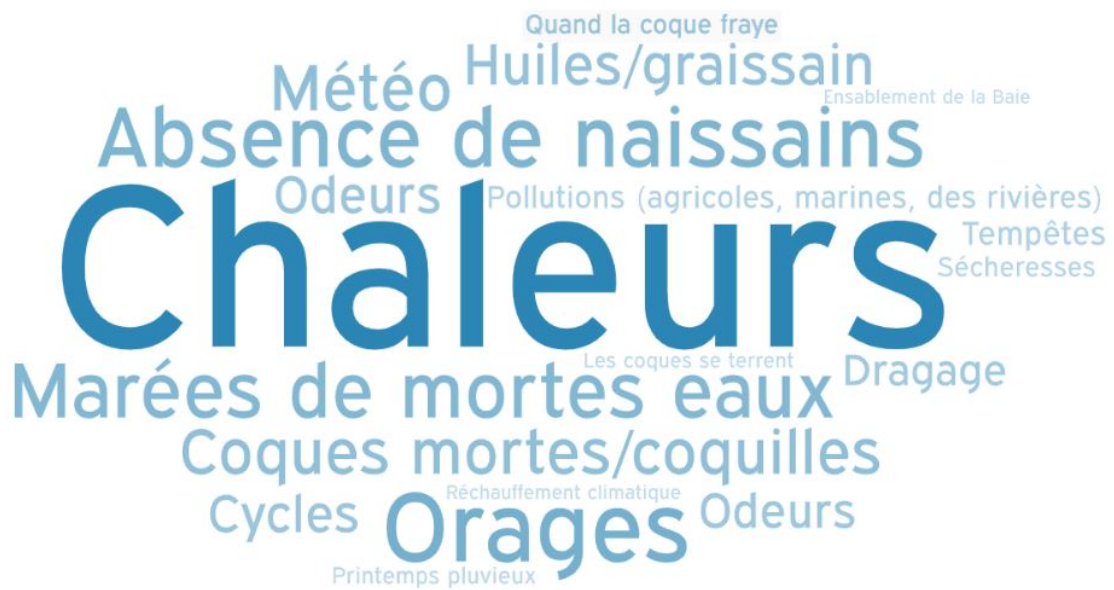


Figure 61 : Nuage de mots des signes d'un mauvais épisode de la ressource en coques relevés par les enquêtés

Parmi les pêcheurs qui relèvent des signes d'un mauvais épisode de la ressource en coques, les chaleurs, l'absence de naissains (juvéniles de la coque) sur les gisements et les marées de mortes eaux apparaissent plus clairement.



Figure 62 : Coques mortes sur un gisement de la Baie de Somme (Crédit : Pierre de Laage)

4.2.2.4 La gestion des mortalités

La question porte sur les solutions des pêcheurs face aux épisodes de mortalité avant qu'ils ne surviennent. Elle est ouverte et donne une grande diversité de réponses. Il est donc plus complexe d'analyser les grandes tendances des solutions proposées par les pêcheurs. Sur les 69 pêcheurs ayant répondu à la question, 27 pêcheurs ne savent pas ou n'ont pas de solutions particulières à proposer à l'image de certains dont la gestion préalable est « ingérable », « pas possible ». Parmi cet effectif, quelques-uns pensent également qu'il est impossible de « gérer la nature ».

Cependant, certains partagent leurs solutions à l'image de ce pêcheur : « Il faut anticiper. A chaque anticipation ça [la mortalité] a été enrayé. Ouvrir les gisements au bon moment, juste au début des mortalités, quand il commence à y avoir des écailles [coquilles de coques mortes sur les gisements]. » ou celui-ci « Signaler les problèmes. S'il y a trop de coques, elles meurent. Elles sont serrées et ne peuvent pas pousser. »

La question porte sur les solutions des pêcheurs face aux épisodes de mortalité pendant qu'ils sont en cours. Il a été possible d'identifier des propositions de solutions identiques pour une partie des pêcheurs enquêtés. Sur les 69 pêcheurs ayant répondu à la question, 14 pensent qu'il faudrait augmenter les quotas. Cependant, une grande partie (29 pêcheurs) pensent que ce n'est pas possible ou trop tard de gérer les épisodes de mortalités pendant qu'ils sont en cours.

4.2.2.5 Les épisodes de mortalité futurs

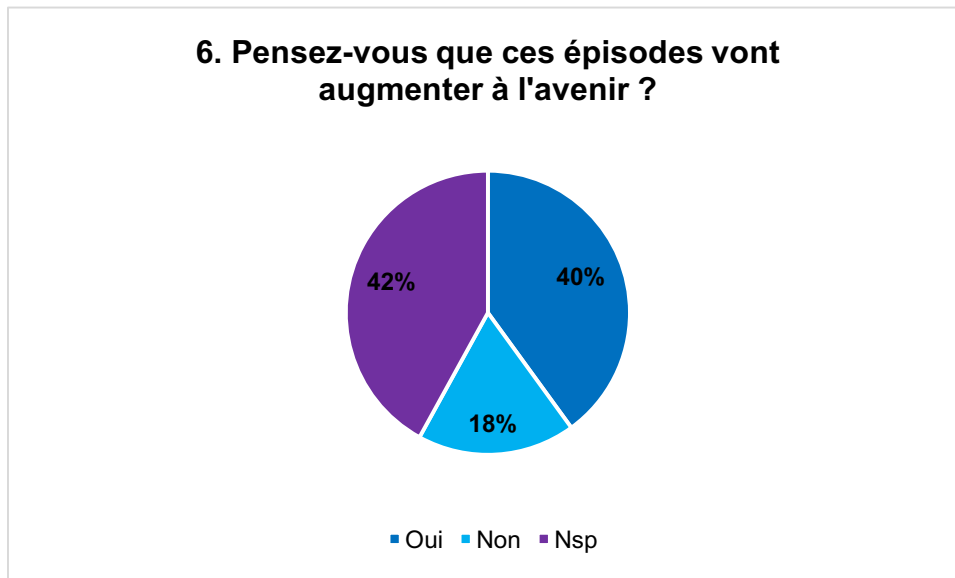


Figure 63 : Réponses obtenues à la question 6 (ressources en coques) du questionnaire
 42 % des enquêtés ne savent pas si les épisodes de mortalité vont augmenter à l'avenir. 40 % pensent qu'ils vont augmenter et 18 % pensent que non.

4.2.2.6 La gestion de l'entreprise des pêcheurs à pied

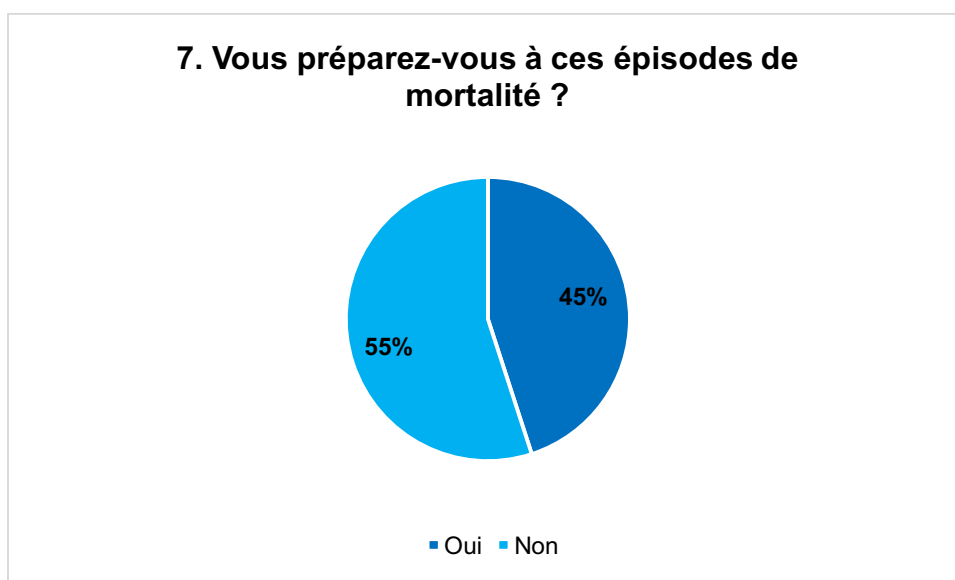


Figure 64 : Réponses obtenues à la question 7 (ressources en coques) du questionnaire

Plus de la moitié des pêcheurs interrogés (55 %) ne se préparent pas aux épisodes de mortalité. 45 % des pêcheurs se préparent à ces phénomènes.

Parmi les 45 pêcheurs qui s'y préparent, il est possible d'observer deux groupes de pêcheurs : 16 font des économies et mettent de l'argent de côté et 14 exercent une autre activité (marin-pêcheur, mytiliculteur, ...) ou bien ont obtenus d'autres licences qui leurs permettent de travailler en cas de mortalité.

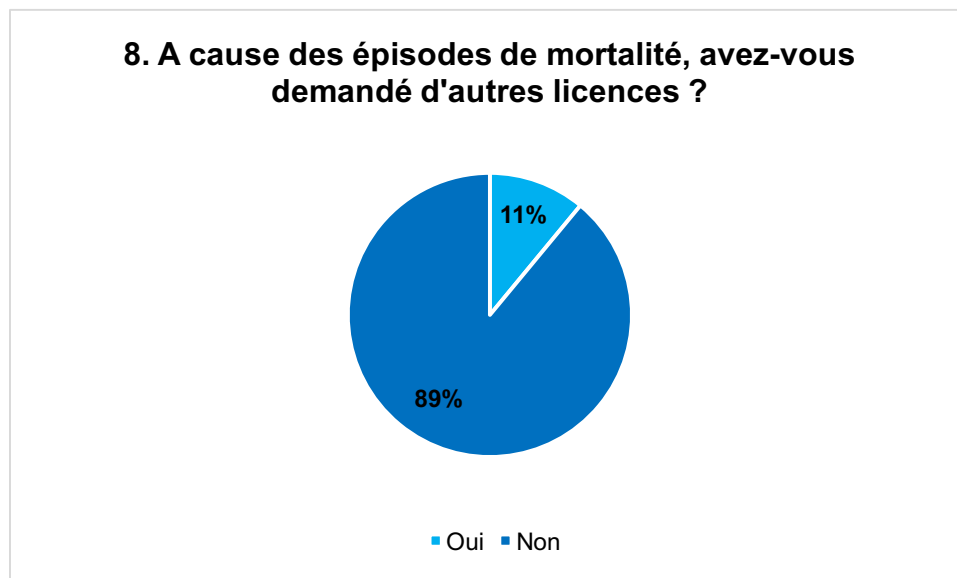


Figure 65 : Réponses obtenues à la question 8 (ressources en coques) du questionnaire

89 % des enquêtés n'ont pas demandé d'autres licences à cause des épisodes de mortalité. Seulement 11 % des pêcheurs interrogés en ont fait la demande.

9. A cause des épisodes de mortalité, avez-vous démarré une activité dans un autre domaine ?

Aucun pêcheur de l'échantillon n'a démarré une activité dans un autre domaine.

4.3 Résultats de l'enquête de spatialisation des activités de pêche à pied

4.3.1 Présentation de l'échantillon

116 pêcheurs ont participé à l'enquête. Le sexe ratio est de 88 % d'hommes et 12 % de femmes, soit 102 hommes et 14 femmes. L'âge moyen des pêcheurs rencontrés est de 53 ans.

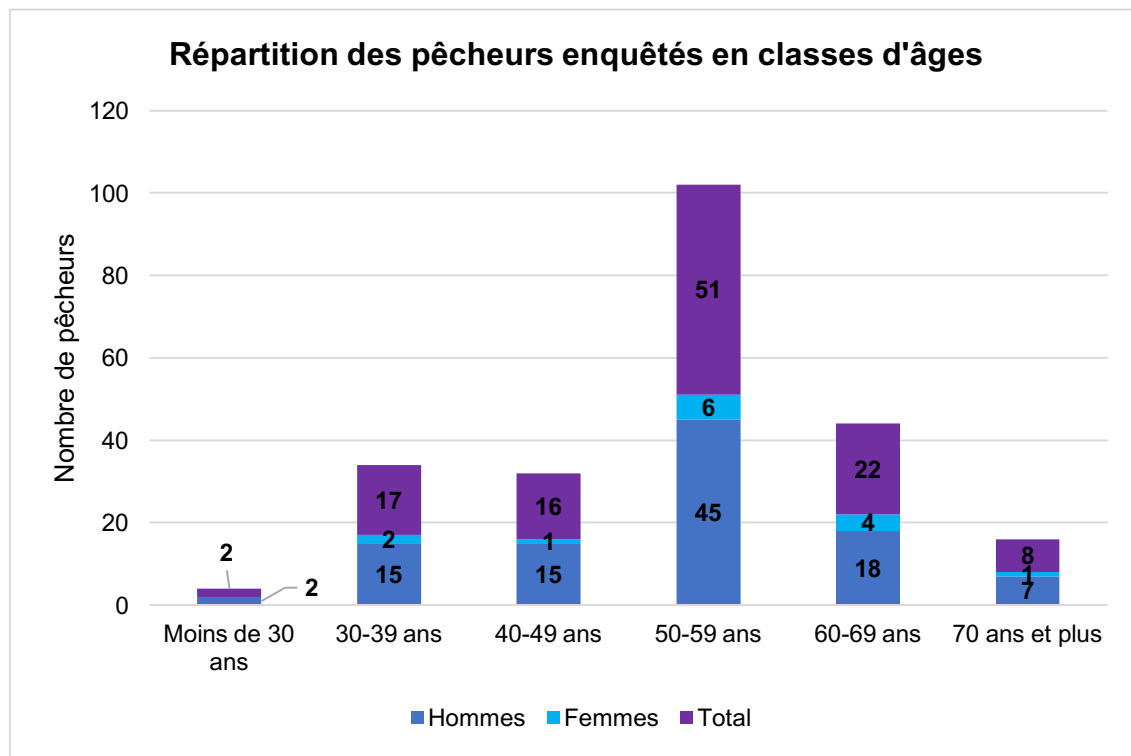


Figure 66 : Répartition en classes d'âges des pêcheurs ayant participé à l'enquête de spatialisation

Au sein de l'échantillon, les pêcheurs les plus représentés sont les 50-59 ans. Ils représentent 44 % des enquêtés (51 pêcheurs). Les moins représentés sont les moins de 30 ans (2 pêcheurs) et les plus de 70 ans (8 pêcheurs).

Origine des pêcheurs ayant participé à l'enquête de spatialisation

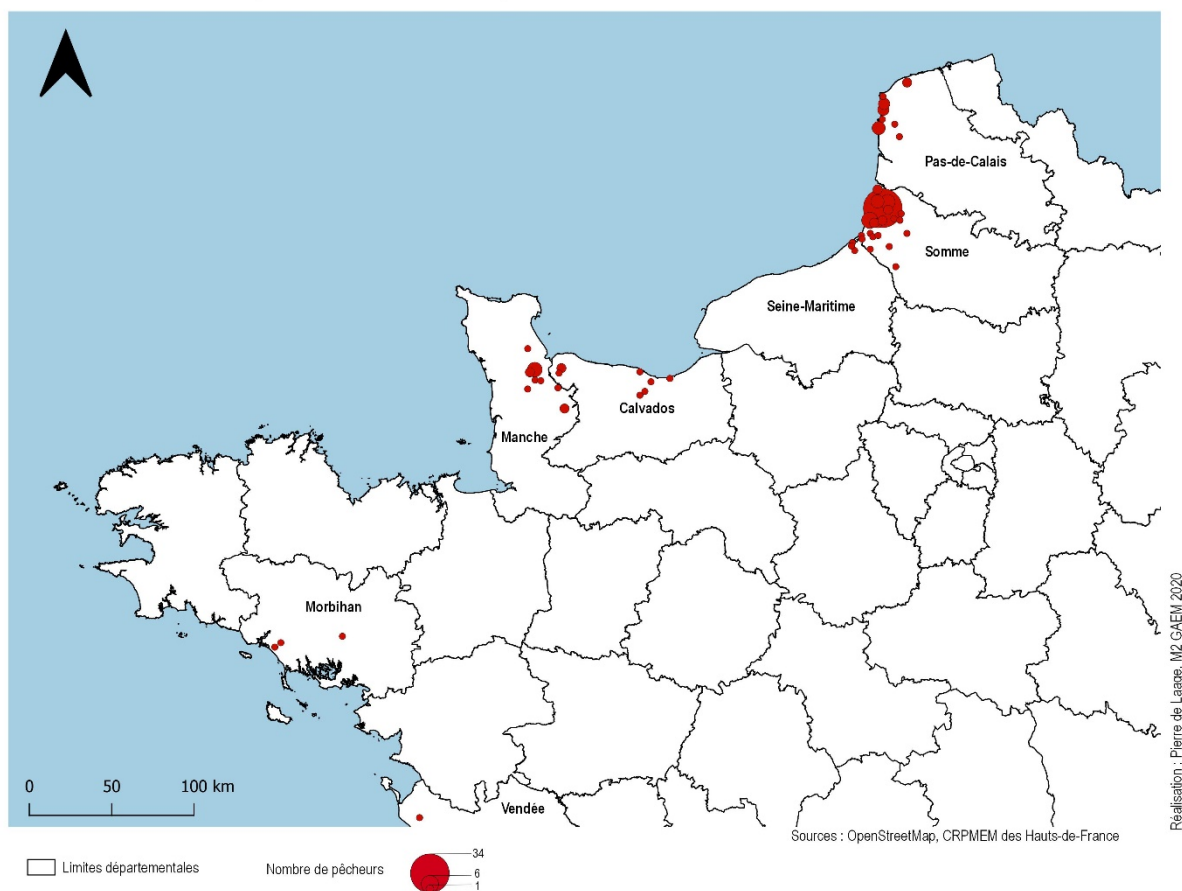


Figure 67 : Carte de l'origine des pêcheurs ayant participé à l'enquête de spatialisation

Département d'origine	Nombre de pêcheurs
Somme	71
Pas-de-Calais	16
Manche	14
Calvados	8
Seine-Maritime	3
Morbihan	3
Vendée	1
TOTAL	116

Tableau 5 : Répartition par département d'origine des pêcheurs ayant participé à l'enquête de spatialisation

La majorité des pêcheurs soit 61 % de l'échantillon sont originaires du département de la Somme. 71 résidents dans ce département dont 34 au sein de la commune du Crotoy où s'est déroulée l'enquête. Le reste de l'échantillon se réparti dans d'autres départements dont le Pas-de-Calais (16 %) et la Manche (14 %).

4.3.2 Indicateurs et travail cartographique

Les résultats présentés ici concernent les cartes les plus pertinentes qui synthétisent le travail d'enquête. Après traitement des données, certaines espèces sont plus fréquemment récoltées par les pêcheurs. Plus les enquêtés sont nombreux en fonction des espèces plus les cartes réalisées sont intéressantes. Ainsi, toutes les espèces ne seront pas présentées dans cette partie et des choix ont dû être fait pour permettre de présenter de la meilleure façon la méthode. A titre d'exemple, les zones de récolte de salicorne seront présentées. C'est l'activité la plus citée par les pêcheurs enquêtés et comme expliqué plus haut (cf. 2.2) la plus importante en termes de licences délivrées par le CRPMEM après la coque (138 licences). Les zones de pêche aux coques seront également présentées.

Plusieurs indicateurs ont été créés pour analyser les résultats de l'enquête. Ces derniers ont chacun des objectifs propres qui permettent d'avoir des précisions sur les différentes zones de pêche fréquentées par les pêcheurs. Chaque indicateur doit répondre à la question suivante : est-il possible de mettre en valeur des secteurs de pêche ?

Trois indicateurs seront présentés :

Le premier est un **indicateur de densité en nombre de pêcheur**. Il représente le nombre total de pêcheurs par maille pour l'année 2019 et pour les 5 dernières années pour une espèce ou pour l'ensemble des pêcheurs. L'objectif est de visualiser les secteurs les plus fréquentés pour la salicorne et toutes espèces confondues entre les deux périodes de pêche pour étudier l'évolution de la fréquentation.

Le second représente l'**indicateur de densité en pourcentage** soit : $(\text{nombre total de pêcheurs de la maille} / \text{total de pêcheurs récoltant l'espèce}) \times 100$. Il permet d'obtenir un pourcentage de pêcheurs de salicorne par secteurs par rapport aux effectifs totaux selon les deux périodes.

Le troisième et dernier indicateur représente le **nombre d'espèces pêchées par maille** entre 2014 et 2019. Il permet ainsi d'observer quelles espèces se situent dans les mêmes secteurs et d'obtenir d'une certaine manière des informations sur la richesse de l'écosystème.

4.3.3 Spatialisation des zones de pêche toutes espèces confondues

4.3.3.1 Densité de pêcheurs

La densité de pêcheurs dans la Baie de Somme toutes espèces confondues met en valeur plusieurs secteurs situés dans les concessions. La densité la plus forte se situe essentiellement au sein de la concession du Hourdel. Deux secteurs principaux apparaissent : le « petit vélo » et la zone en face du port. Deux secteurs de la concession du Crotoy sont également recherchés, l'un à l'extrémité nord (entre 16 et 20 pêcheurs), l'autre au centre (entre 6 et 10 pêcheurs).

Densité de pêcheurs dans la Baie de Somme toutes espèces confondues entre 2014 et 2019

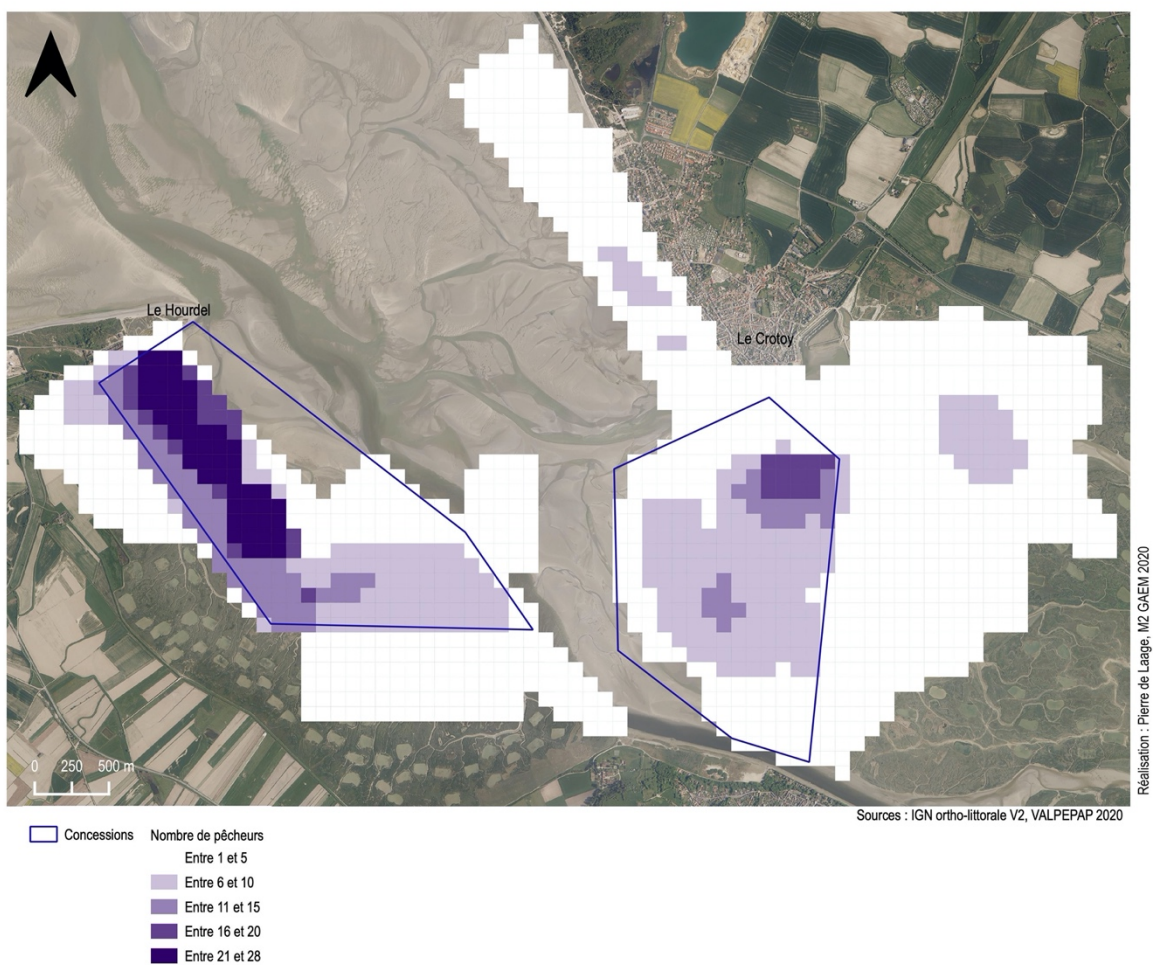


Figure 68 : Carte de densité de pêcheurs dans la Baie de Somme toutes espèces confondues entre 2014 et 2019

Densité de pêcheurs entre le Portel et Ambleteuse toutes espèces confondues entre 2014 et 2019



Figure 69 : Carte de densité de pêcheurs entre le Portel et Ambleteuse toutes espèces confondues entre 2014 et 2019

Du Portel (commune limitrophe de Boulogne-sur-Mer) à Ambleteuse, la densité la plus forte se situe dans le secteur du Fort de l'Heurt (entre 11 et 15 pêcheurs). Il concerne les pêcheurs de moules. L'activité est moins forte aux alentours (entre 1 et 5 pêcheurs). La Pointe aux oies est également un secteur recherché par les pêcheurs de moules (entre 11 et 15 pêcheurs). Sur l'échantillon, cette partie du littoral apparait en second (derrière la Baie de Somme) en termes de densité de pêcheurs.

L'indicateur de densité toutes espèces confondues, met en valeur des secteurs fortement fréquentés dans la zone du Hourdel en Baie de Somme. Celle-ci apparait comme la principale zone de pêche des enquêtés. La partie du littoral allant du Portel à Ambleteuse, fréquentée par les pêcheurs de moules, est également recherchée.

4.3.3.2 Nombre d'espèces pêchées

Dans la Baie de Somme, le maximum d'espèces pêchées dans un secteur est au nombre de cinq. Il s'agit des végétaux marins (aster, obione, soude et salicorne) et une espèce de vers appelée Hediste diversicolor (verrouille dans le nord) (cf. 2.2). Elles sont pêchées en face du port du Hourdel, au sein de la concession du Crotoy et à l'extrémité est de celle-ci.

Nombre d'espèces pêchées dans la Baie de Somme entre 2014 et 2019

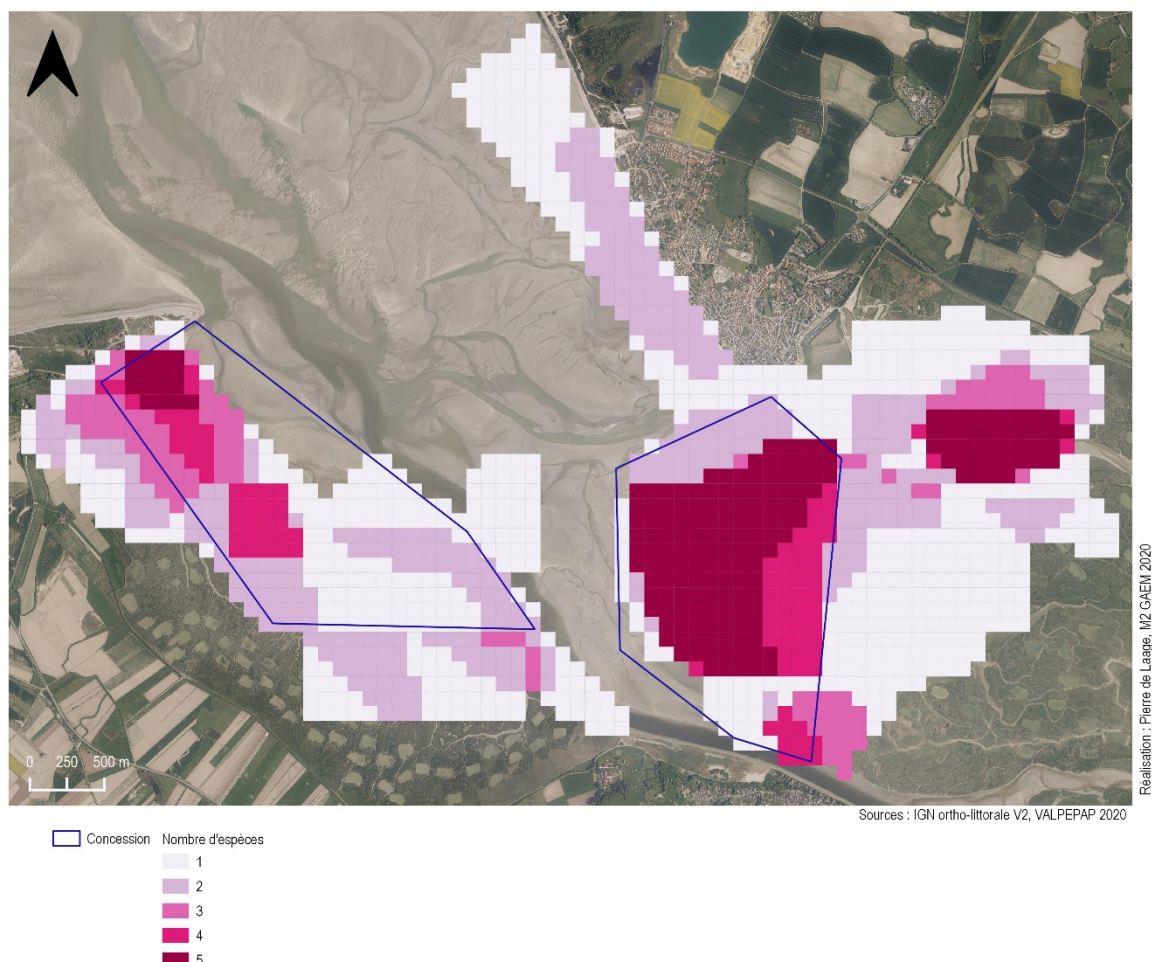


Figure 70 : Carte du nombre d'espèces pêchées dans la Baie de Somme entre 2014 et 2019

Dans la Baie d'Authie, le maximum d'espèces pêchées est de quatre. Il s'agit des végétaux marins (aster, obione, soude et salicorne). Ils sont récoltés principalement dans deux secteurs : une partie de la zone du Groffliers et une partie de la zone de Fort-Mahon.

Nombre d'espèces pêchées dans la Baie d'Authie entre 2014 et 2019



Figure 71 : Carte du nombre d'espèces pêchées dans la Baie d'Authie entre 2014 et 2019

4.3.4 Spatialisation de la récolte de salicornes

4.3.4.1 Indicateur de densité

Concessions de la Baie de Somme

Cette carte présente la densité de pêcheurs de salicorne dans la Baie de Somme. Les pêcheurs se concentrent essentiellement dans la zone que les enquêtés appellent le « petit vélo » dans la concession du Hourdel. Entre 16 et 23 pêcheurs récoltent la salicorne dans cette partie de la concession. La zone au nord de la concession est également recherchée (entre 13 et 18 pêcheurs). Le sud de la concession est la moins attractive et regroupe entre 7 et 12 pêcheurs. Peu de pêcheurs sortent de la concession pour récolter la salicorne (entre 1 et 3). Dans la concession du Crotoy (au centre de la baie de Somme) à l'est de la concession du Hourdel la concentration de pêcheurs en 2019 est assez faible. La zone au nord de la concession est la plus dense (entre 7 et 12 pêcheurs). La zone en contrebas est également recherchée (4 à 6 pêcheurs). Dans l'ensemble, peu de pêcheurs de salicorne interrogés sont actifs dans cette partie de la baie de Somme.

Densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme en 2019

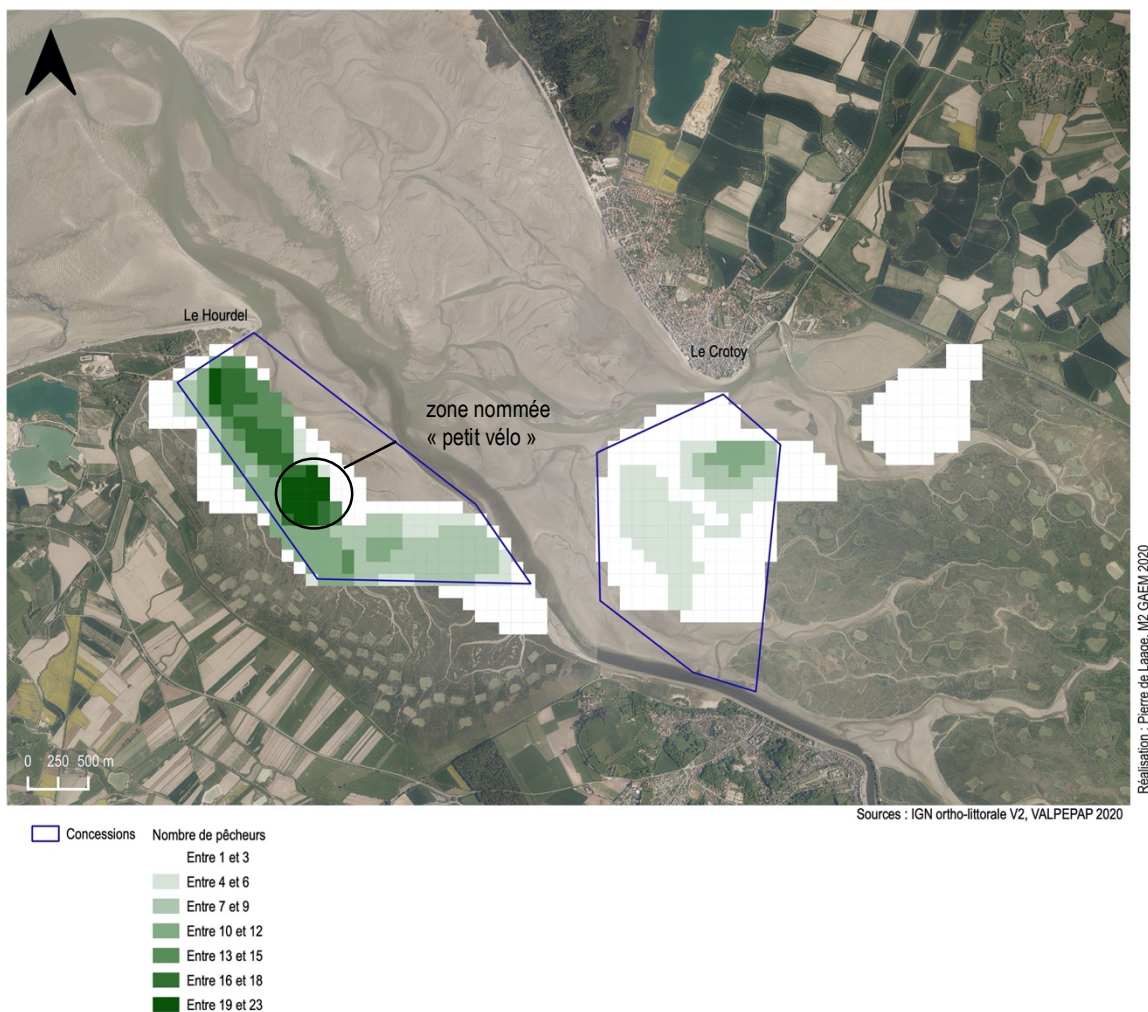


Figure 72 : Carte de densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme en 2019

Entre 2014 et 2018 la concentration de pêcheurs est légèrement plus importante qu'en 2019 avec 3 pêcheurs en plus dans les zones les plus denses. Cette période met en valeur deux secteurs principaux : le nord de la concession et le « petit vélo ». Entre 19 et 26 pêcheurs récoltent la salicorne dans cette partie de la concession. Le sud de la concession est, comme 2019, la zone la moins attractive (entre 7 et 12 pêcheurs).

Densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme entre 2014 et 2018

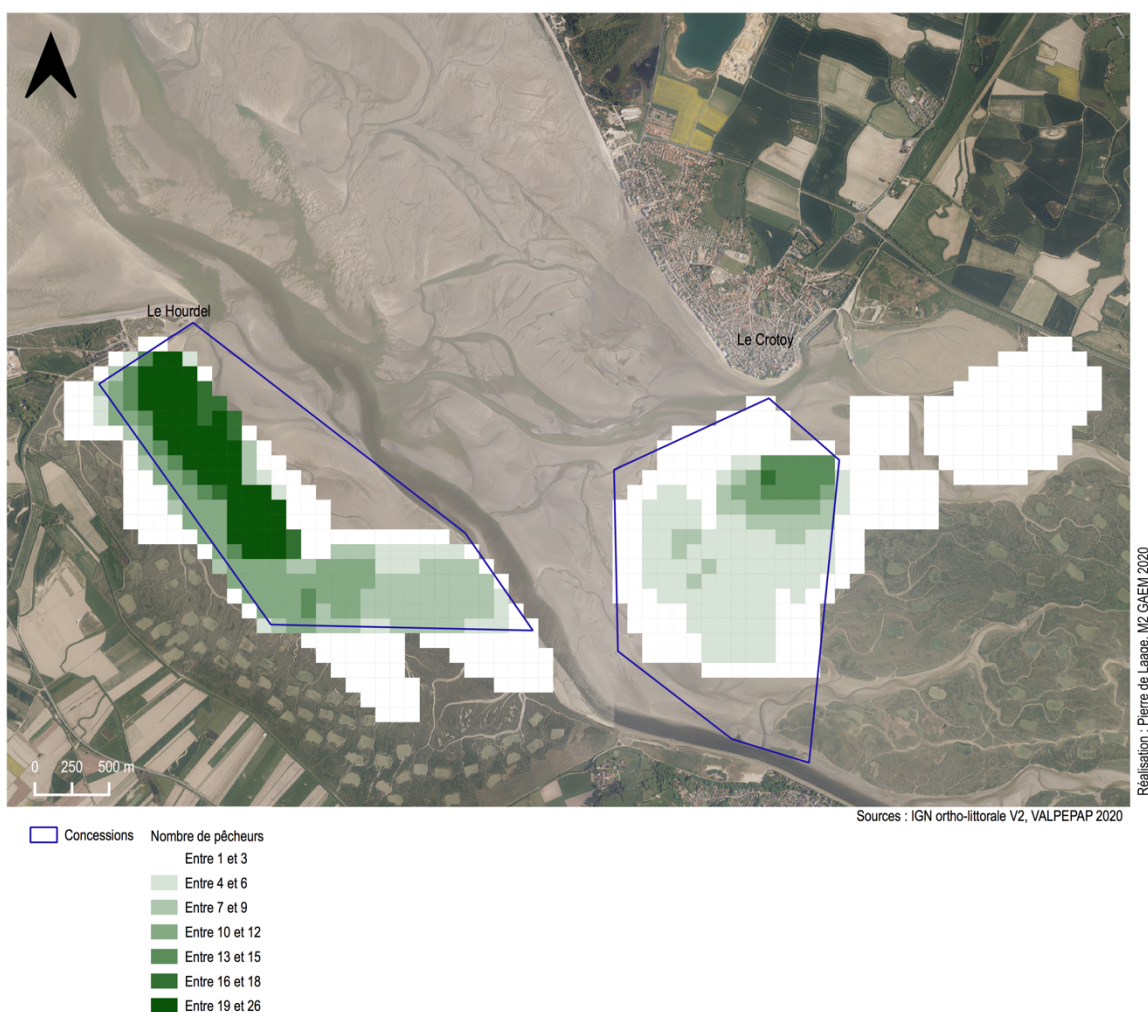


Figure 73 : Carte de densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme entre 2014 et 2018

La concentration de pêcheurs est plus importante par rapport à 2019. La zone nord de la concession apparaît plus distinctement et la densité est plus importante (entre 13 et 15 pêcheurs). L'ensemble de la concession est par ailleurs plus exploité qu'en 2019. De nouvelles petites zones de faible densité ressortent également si l'on compare à 2019.

Ces premiers résultats montrent une forte disparité de fréquentation des pêcheurs de salicorne dans la Baie de Somme. La concession du Hourdel apparaît comme la plus fréquentée. C'est également dans cette zone que des secteurs bien particuliers émergent. Aux environs de la concession du Crotoy, la fréquentation était plus importante entre 2014 et 2018 qu'en 2019. De manière générale, peu de pêcheurs récoltent la salicorne en dehors des limites des concessions.

Baie d'Authie

En 2019, très peu de pêcheurs se sont rendus en baie d'Authie pour récolter la salicorne. Deux secteurs apparaissent pour une concentration de 1 à 3 pêcheurs.

Densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie d'Authie en 2019



Nombre de pêcheurs
Entre 1 et 3

Figure 74 : Carte de densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie d'Authie en 2019

Entre 2014 et 2018, la concentration de pêcheurs dans la Baie d'Authie est plus forte. Deux secteurs apparaissent plus clairement : le Groffliers et Fort-Mahon. Dans le premier, une zone regroupe 7 à 9 pêcheurs. D'autres espaces ressortent également par rapport à 2019 au sud de Groffliers (1 à 3 pêcheurs).

Densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie d'Authie entre 2014 et 2018

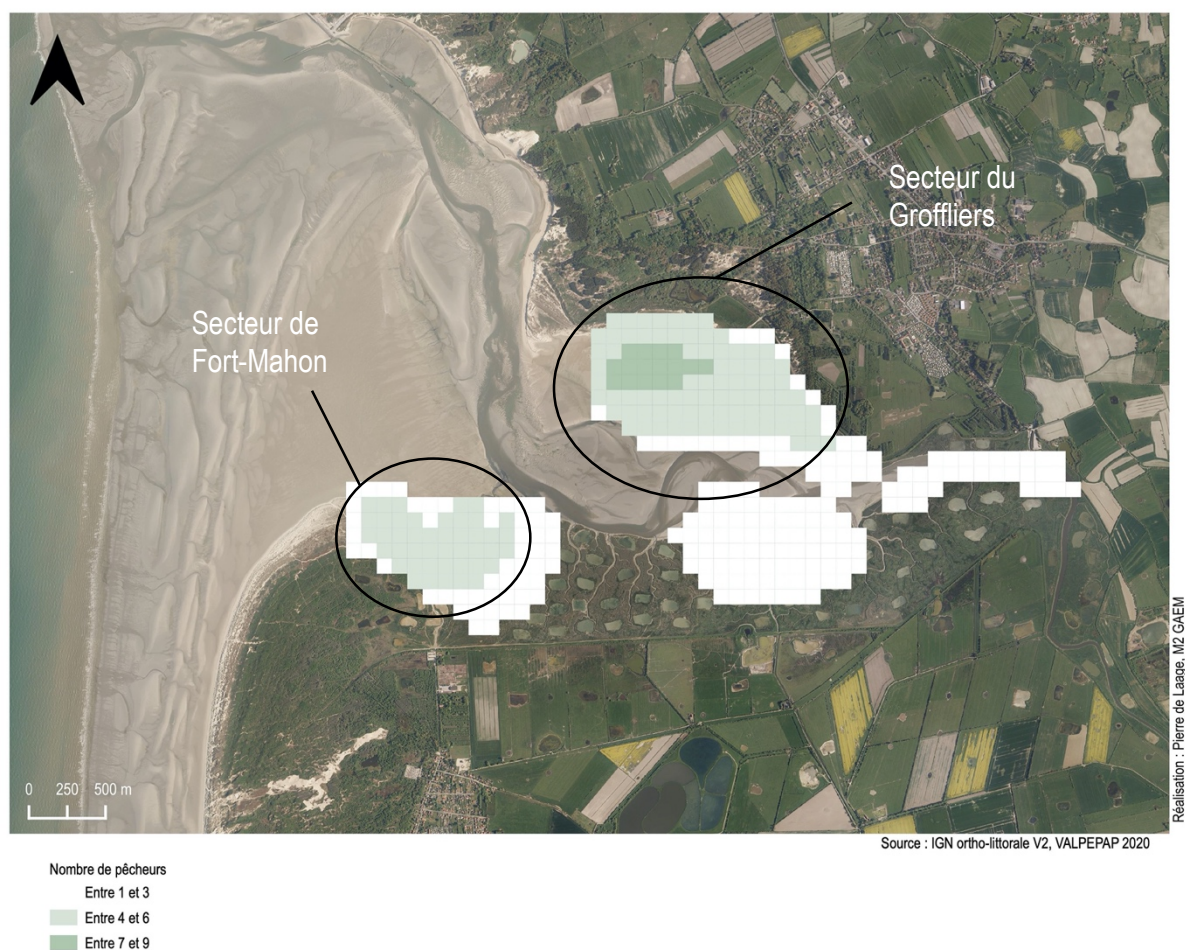


Figure 75 : Carte de densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie d'Authie entre 2014 et 2018

En comparant avec la Baie de Somme, la Baie d'Authie est beaucoup moins fréquentée par les pêcheurs pour la récolte de la salicorne. Par ailleurs, c'est entre 2014 et 2018 que la fréquentation est la plus importante peu de pêcheurs s'étant rendu dans cette baie en 2019. De manière générale, ces deux baies sont les zones les plus fréquentées par l'échantillon de pêcheurs interrogés. Certains se rendent également dans d'autres secteurs mais sont peu nombreux et il n'est donc pas possible de représenter une densité de fréquentation.

4.3.4.2 Taux de pêcheurs

Concessions de la Baie de Somme

Au total, 38 enquêtés de l'échantillon ont récoltés la salicorne en 2019. Le taux de pêcheurs dans la Baie de Somme met en valeur un secteur en particulier au sein de la concession du Hourdel : le « petit vélo ». Entre 48 et 61 % des pêcheurs s'y rendent. Le secteur en face du port du Hourdel est également recherché (36 à 48 % des pêcheurs). Le secteur sud de la concession est le moins attractif (12 à 24 % des pêcheurs).

Taux de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme en 2019

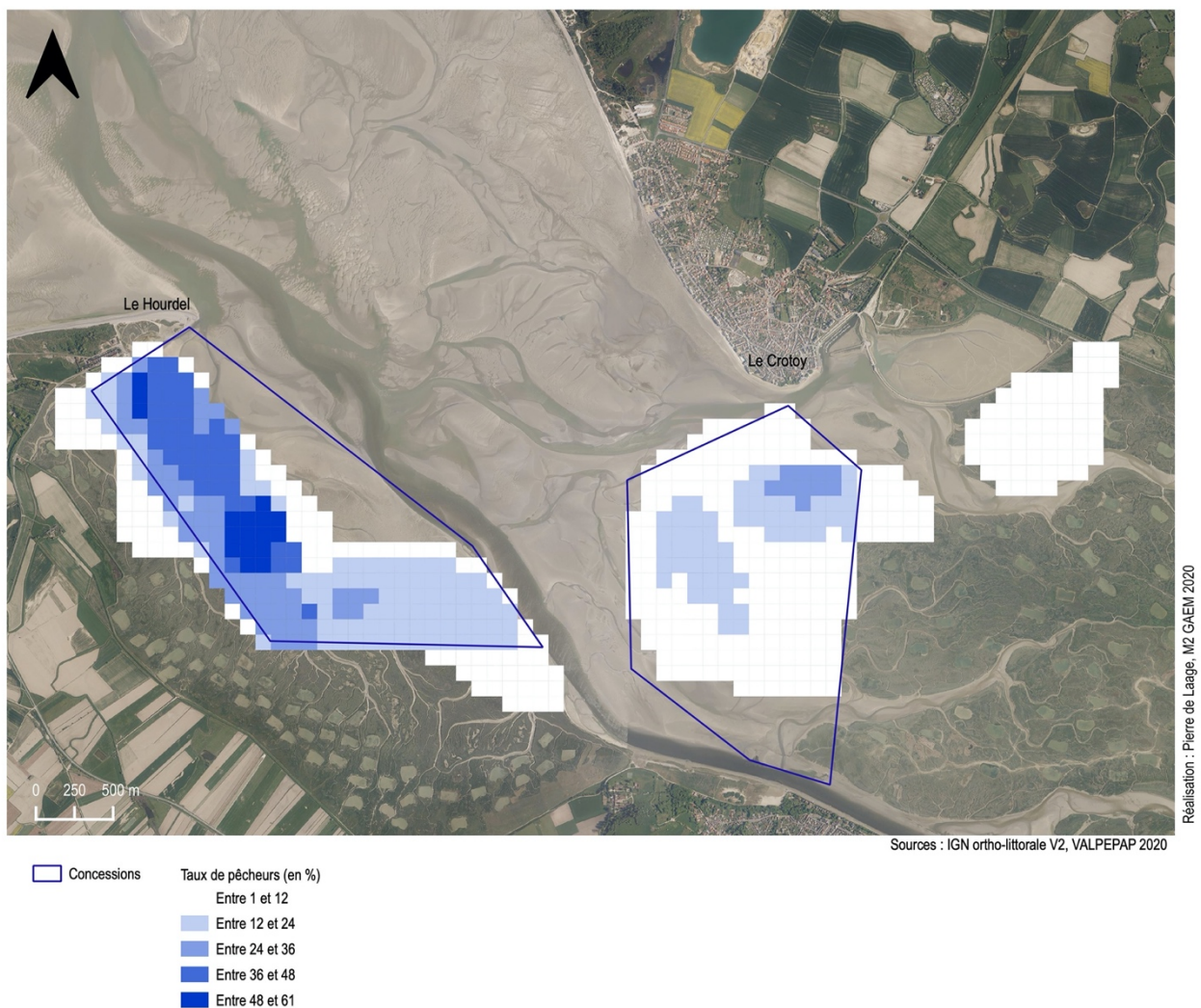


Figure 76 : Carte du taux de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme en 2019

Dans la concession du Crotoy, deux secteurs sont mis en valeur. Le secteur le plus au nord qui regroupe 24 à 36 % des pêcheurs et un secteur au centre qui regroupe 12 à 24 % des pêcheurs.

Taux de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme entre 2014 et 2018

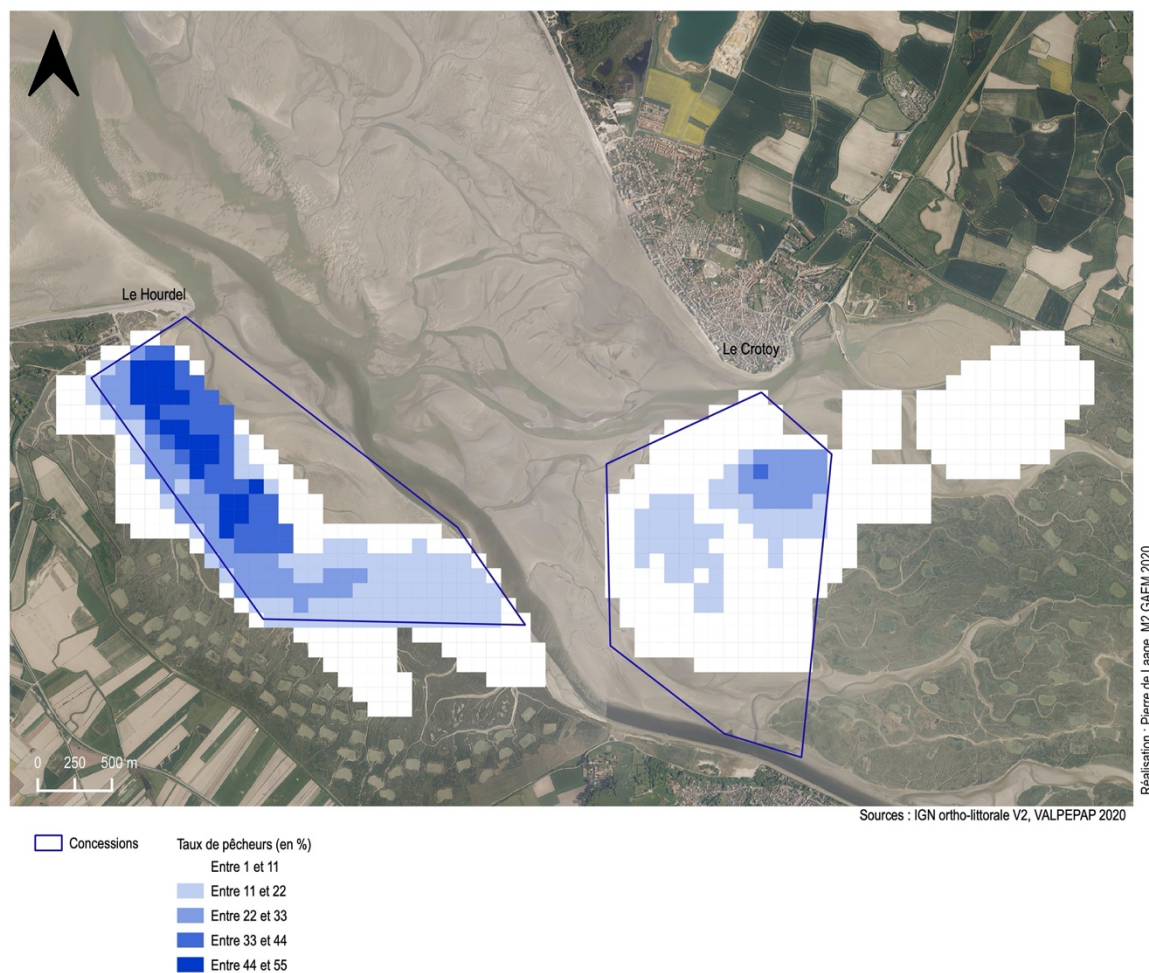


Figure 77 : Carte du taux de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme entre 2014 et 2018

Au total, 47 enquêtés de l'échantillon ont récoltés la salicorne entre 2014 et 2018. Le taux de pêcheurs entre ces deux années dans la concession du Hourdel fait ressortir plusieurs petits secteurs en face du port et dans la zone appelée le « petit vélo ». Ces espaces regroupent un taux de 44 à 55 % des pêcheurs.

Dans la concession du Crotoy, le taux de pêcheurs affiche des secteurs quasiment identiques à 2019. Cependant, le secteur nord de la concession est un peu plus étendu. Des nouvelles zones de récoltes apparaissent également hors concession.

Le taux de pêcheurs met en valeur des secteurs sensiblement identiques aux cartes de densité. Il permet néanmoins d'obtenir des précisions sur la part des pêcheurs qui se rendent sur les zones.

4.3.5 Spatialisation des zones de pêche aux coques

Les zones de pêche aux coques représentées ici sont celles au sein desquelles les pêcheurs à pied professionnels se sont rendus entre mai 2019 et juillet 2020 (Arrêtés n°107/2020, n°121/2020, n°163/2019 et n°107/2019). Elles concernent les Baies de Canche et de Somme.

Dans la Baie de Canche, les pêcheurs se sont rendus dans le gisement situé en face de la commune de Ste-Cécile entre mai et septembre 2019.

Zones de pêche aux coques dans la Baie de Canche entre mai et septembre 2019



Figure 78 : Carte des zones de pêche aux coques dans la Baie de Canche entre mai et septembre 2019

Dans la Baie de Somme, les pêcheurs se sont rendus dans trois zones sur une année soit entre juillet 2019 et juillet 2020. Les trois gisements représentés se situent du nord au sud de la Baie de la Pointe de St-Quentin à la commune du Crotoy.

Zones de pêche aux coques dans la Baie de Somme entre juillet 2019 et juillet 2020



Figure 79 : Carte des zones de pêche aux coques dans la Baie de Somme entre juillet 2019 et juillet 2020

5. Discussion

5.1 Caractéristiques des pêcheurs à pied professionnels de la région

Les pêcheurs professionnels de la région sont globalement âgés si l'on regarde en détail les données par tranches d'âge et l'âge moyen qui est de 50 ans (figure 41). Ce dernier est plus élevé si l'on compare à l'âge moyen des marins français en 2018 qui est de 41 ans (Debeauvais R., 2018). Au niveau régional, la différence est encore plus marquante. En effet, la moyenne d'âge pour les pêcheurs embarqués des Hauts-de-France est de 36 ans. Les marins sont plus jeunes car ils peuvent partir assez tôt à la retraite puis pratiquer la pêche à pied ou être inapte à la navigation et donc devenir pêcheurs à pied.

Plusieurs raisons expliquent cet âge moyen pour la pêche à pied professionnelle. Premièrement, les contingents peuvent bloquer l'entrée dans le métier de jeunes pêcheurs. Ils doivent donc attendre un certain temps avant d'obtenir certaines licences (jusqu'à 10 ans pour la licence coque).

La présence d'anciens marins-pêcheurs bénéficiant de la retraite de l'ENIM peut également expliquer cette moyenne d'âge élevée. Ces derniers pratiquent la pêche à pied car leur statut le leur permet et qu'ils sont encore en bonne condition physique. Ils sont donc déjà assez âgés en entrant dans le métier. De plus, les pêcheurs affiliés au régime social de la MSA bénéficient d'une retraite moins avantageuse que les pêcheurs de l'ENIM et travaillent donc jusqu'à un âge plus avancé.

Enfin, les enjeux de la filière notamment au niveau des ressources fragilisent l'avenir du métier ce qui peut impacter son attractivité pour les jeunes.

Un âge moyen élevé implique des conditions de travail pénibles pour les pêcheurs. La pêche à pied étant un métier difficile physiquement avec parfois des conditions météorologiques défavorables, plus les pêcheurs sont âgés, plus les problèmes physiques sont importants. Cela nécessite donc par le biais d'études, comme le questionnaire mocoprege, d'évaluer les besoins des pêcheurs pour améliorer leurs conditions de travail.

Concernant le sexe-ratio, s'il paraît fortement déséquilibré avec seulement 10,8 % de femmes pour 89,2 % d'hommes (cf. Figure 43), l'est moins que pour la pêche embarquée avec un taux de féminisation de 1,5 % à l'échelle nationale (ENIM, chiffres clés 2018). Les femmes sont donc plus nombreuses dans la pêche à pied professionnelle que dans les autres métiers de la pêche.

Au niveau de l'origine géographique des pêcheurs de la région Hauts-de-France, ce qui est assez marquant, c'est les 128 pêcheurs originaires d'une seule et même commune : Le Crotoy. La Baie de Somme étant la principale zone de pêche notamment pour les coques, les salicornes et les végétaux marins, cet effectif important peut-être expliqué par le fait que c'est ici que la pêche à pied de ces espèces est née. Beaucoup sont également pêcheurs de père en fils et étant originaire de cette commune, ils se tournent vers la pêche à pied en majorité.

5.2 Analyses des réponses obtenues pour le questionnaire MOCOPREGE

	Echantillon	Population totale
Age moyen	53 ans	50 ans
Sexe-ratio	15 % de femmes pour 85 % d'hommes	10,8 % de femmes pour 89,2 % d'hommes
Résidents du Crotoy	25 %	32 %

Tableau 6 : Comparaison échantillon questionnaire/population totale

En comparant les données d'âge moyen, de sexe-ratio ainsi que la part de pêcheurs résidents dans la commune du Crotoy, l'échantillon apparaît représentatif.

De manière générale, les pêcheurs sont plutôt pessimistes par rapport à leur profession. En effet, 66 % des pêcheurs ne seraient pas d'accord pour que leurs enfants fassent le même métier (cf. Figure 52). C'est un chiffre important qui montre que les pêcheurs ne sont pas confiants quant à l'avenir de leur métier. Les mortalités des coques et l'irrégularité de la ressource qui peuvent entraîner de longues périodes d'inactivité explique en grande partie ce résultat. La pêche aux coques engendre la majorité des revenus des pêcheurs possédant cette licence et ceux qui ne possèdent que cette licence peuvent être durement touchés par ces mortalités.

Ensuite, même si la majorité a répondu négativement, les problèmes physiques sont assez fréquents (cf. Figure 53 et 54). De nombreux problèmes de dos ont été relevés liés aux heures de travail courbé. Les pêcheurs étant assez âgés, ils sont plus fragiles. Si l'on compare avec d'autres secteurs de la pêche, la pêche à pied est très physique notamment lors du transport des sacs sur le vélo.

Le vélo électrique, s'étant développé dans cette profession depuis un an environ, apparaît donc comme une solution intéressante pour les pêcheurs touchés par des problèmes physiques. C'est d'ailleurs une aide demandée puisque sur les 74 pêcheurs qui n'ont pas de vélo électrique, 50 souhaitent en avoir un (cf. Figure 55). En revanche, certains sont en surpoids et cela peut-être une cause des maux de dos.

Au niveau des connaissances sur la ressource en coques, les pêcheurs sont globalement d'accord avec son irrégularité (cf. Figure 57). Le questionnaire affiche certaines limites car les pêcheurs ont cité en majorité d'autres causes de mortalité. Ces causes sont pour la plupart liées à l'environnement et il y a peut-être eu une sous-estimation de l'importance de celles-ci par rapport à d'autres. En effet, le braconnage, la surpêche d'autres espèces et les mesures de protections inadaptées n'ont jamais été citées.

Sur la gestion des mortalités, les pêcheurs ont partagé des solutions intéressantes notamment lors d'épisodes en cours (cf. 2.4. La gestion des mortalités). En effet, 14 % pensent qu'il faudrait augmenter les quotas lorsqu'il y a des mortalités observées sur le gisement pêché, c'est-à-dire pêcher le plus de coques possibles avant qu'elles ne meurent. Cela pourrait être efficace pour éviter que l'ensemble du gisement touché soit inexploitable.

Cependant, très peu de pêcheurs développent des stratégies face à ces mortalités (cf. Figures), que ce soit au niveau de la gestion économique de leur entreprise ou bien d'autres licences demandées. Cela est problématique car en cas de mortalité, ils risquent d'être fortement touchés économiquement.

Afin de développer un peu la partie « gestion des mortalités », il pourrait être intéressant de réaliser quelques entretiens avec les pêcheurs. En effet, certains aiment discuter de leur métier

et des enjeux auquel ils font face. Il a été difficile de traiter les commentaires sur ces questions et de noter tous ce que les pêcheurs avaient à dire. Cependant, pour les pêcheurs qui ont donné leurs idées sur la gestion des mortalités, il serait intéressant d'approfondir la réflexion avec eux.

5.3 Analyses des résultats obtenus pour l'enquête de spatialisation

	Echantillon	Population totale
Age-moyen	53 ans	50 ans
Sexe-ratio	12 % de femmes pour 88 % d'hommes	10,8 % de femmes pour 89,2 % d'hommes
Résidents du Crotoy	29 %	32 %

Tableau 7 : Comparaison échantillon spatialisation/population totale

En comparant les données d'âge moyen, de sexe-ratio ainsi que la part de pêcheurs résidents dans la commune du Crotoy, l'échantillon apparaît représentatif.

L'enquête de spatialisation a permis dans l'ensemble d'obtenir des résultats intéressants sur un échantillon de pêcheurs. Des secteurs en particuliers se sont détachés des autres permettant de percevoir des zones de pêches plus fréquentées.

La Baie de Somme notamment apparaît comme une zone très attractive pour les pêcheurs. De nombreuses espèces différentes y sont pêchées. Des secteurs dans la concession du Hourdel (cf. Figure 72) regroupent entre 21 et 28 pêcheurs toutes espèces confondues qui pêchent régulièrement à cet endroit. En continuant les enquêtes ces secteurs sont susceptibles d'être encore plus denses. En l'état, les zones de pêche regroupant entre 15 et 20 pêcheurs sont des zones à défendre en cas de développement de nouvelles activités.

En revanche, la Baie d'Authie apparaît comme moins fréquentée. La Baie de Canche également car elle n'a été relevé par aucun enquêté tout comme d'autres zones du littoral très peu citées. Ces premiers résultats peuvent donc rendre ces espaces moins défendables que les autres. Cependant, il est possible qu'en poursuivant les enquêtes certaines de ces zones réapparaissent au premier plan jusqu'à atteindre les mêmes niveaux de densité que les autres. De plus les enquêtes ont eu lieu en Baie de Somme auprès des pêcheurs qui ont la licence coque. Il est donc plus probable qu'ils pêchent dans cette zone que si les enquêtes avaient eu lieu en Baie de Canche ou dans le Boulonnais.

5.4 Indicateurs et croisements les données

Les indicateurs présentés plus haut ne sont qu'une partie du traitement des données obtenues auprès des pêcheurs. D'autres résultats sont possibles et nécessitent une analyse approfondie. Des réflexions sur d'autres indicateurs ainsi que des croisements avec d'autres données n'ont pas aboutis faute de temps et pour cause de résultats inexacts ou difficilement interprétables. Le logiciel QGIS, utilisé pour le traitement de ces données présente également certaines limites pouvant rendre certaines tâches complexes.

A l'image des indicateurs créés par le GIS VALPENA pour la pêche embarquée, l'indicateur d'intensité soit « le nombre de mois pendant lesquels la maille considérée est travaillée » (B. Trouillet, novembre 2015) pourrait être intéressant pour la pêche à pied professionnelle. Il n'a cependant pas été possible de représenter des cartes d'intensité car la méthode d'enquête pour

la pêche à pied est différente. En effet, il a été demandé aux pêcheurs leurs zones de pêche sur des périodes annuelles et non mensuelles. Par conséquent, faire la somme des mailles utilisées entre les périodes 2014-2018 et 2019 serait incorrect. En précisant les mois travaillés les résultats pourraient être pertinents. Les professionnels devant déclarer leurs captures mensuellement, il faudrait donc extraire de ces données de déclaration pour chaque récolte mensuelle, les zones de pêche fréquentées. L'indicateur de fréquence soit « le nombre de mois pendant lesquels la maille considérée est travaillée (max 12 pour 1 an) » pourrait également être adapté pour les pêcheurs à pied.

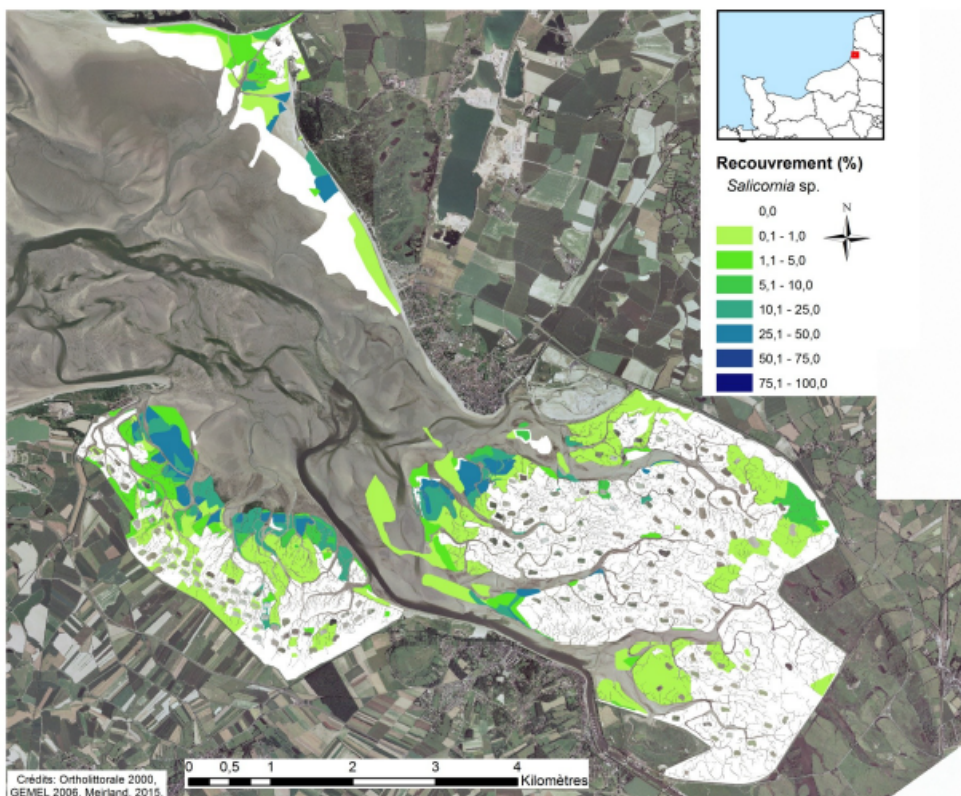
Concernant les croisements entre données, plusieurs pourraient être appropriés. Un test a été réalisé pour les enquêtés récoltant la salicorne en croisant avec leur âge. L'objectif était de pouvoir observer des différences au niveau des secteurs fréquentés par tranches d'âges. Est-ce que les pêcheurs plus âgés se rendent dans des secteurs proches des zones de descentes ? Les plus jeunes travaillent-ils dans des zones plus larges ? Les résultats obtenus n'ont cependant pas pu répondre à ces questions, présentant trop de disparités difficilement interprétables. En revanche, d'autres pourraient donner des résultats intéressants. Par exemple des zones de pêches en fonction de la commune d'origine des pêcheurs. Cela permettra peut-être d'obtenir des zones de pêche différentes en fonction de la proximité de communes avec certains gisements. De plus, croisées aux données de déclarations statistiques de pêche, les enquêtes apporterait encore plus de précisions et d'arguments pour la défense des zones. Il serait intéressant de connaître les quantités récoltées par espèces et par zones.

De même, il peut être possible de croiser certaines réponses au questionnaire MOCOPREGE avec l'enquête de spatialisation. Trop peu de pêcheurs ont participé aux deux enquêtes pour pouvoir présenter des résultats mais c'est réalisable. Une des questions semble particulièrement intéressante, celle sur les problèmes de santé liés à l'activité de pêcheur à pied (cf. page 45). Ainsi, il pourrait être possible d'obtenir des secteurs de pêche différents en fonction de la présence ou l'absence de problèmes physiques chez les pêcheurs. Par exemple, la récolte de la salicorne et autres végétaux marins est assez éprouvante physiquement pour les pêcheurs. En effet, ces derniers doivent beaucoup marcher et sont constamment courbés pour effectuer la récolte. Il pourrait donc être intéressant de voir, parmi ceux qui ont des problèmes physiques, leurs zones de récolte.

5.5 Limites des résultats

La spatialisation des zones de récolte de la salicorne a montré quelques résultats intéressants mettant bien en valeur certains secteurs notamment dans les concessions. En revanche, des questions se posent : Y-a-t-il une raison pour laquelle ces secteurs sont plus travaillés que d'autres ? Peut-on observer des différences fortes en termes de recouvrement de salicorne au sein des concessions dans les secteurs mis en valeur dans les résultats ?

Les réponses à ces questions peuvent être obtenues en partie grâce à une thèse d'Antoine Meirland datant de 2015 (Meirland l., 2015). Dans ce document, une carte a été réalisée sur les recouvrements en salicorne dans la Baie de Somme.



315

315

Figure 80 : Carte du recouvrement en salicorne dans les anciennes concessions de la Baie de Somme en 2013 (source : Meirland A. 2015)

En observant les taux de recouvrement il n'y a pas de différences majeures en termes de recouvrements de salicornes dans les zones où se situent les concessions.

Ces taux de recouvrement en salicorne dans les concessions sont relativement anciens et pour répondre plus précisément aux problèmes posés il faudrait des résultats plus récents. En effet, ces zones peuvent évoluer fortement sur une période de 5 ans. En attendant un rapport plus récent, ce dernier offre néanmoins une piste intéressante pour interpréter les résultats.

Le logiciel QGIS présente également quelques limites de traitement et d'analyses. Premièrement, l'entrée des données se fait manuellement ce qui dans certains cas peut prendre beaucoup de temps. Ensuite, il faut exporter sur Excel les données pour effectuer des calculs et joindre les résultats sous QGIS.

Pour pouvoir améliorer la méthode, il faudrait imaginer une solution pour automatiser la saisie. A l'aide d'une base de données regroupant les résultats des enquêtes ainsi que la création de formules pour chaque indicateur le traitement serait moins complexe.

Conclusion

La pêche à pied professionnelle dans la région Hauts-de-France est aujourd'hui en proie à de nombreux enjeux. Les pêcheurs sont pessimistes par rapport à leur profession car ils font face à un avenir incertain dû notamment aux variations de l'abondance des espèces. La ressource en coques, pêchées par la quasi-totalité des licenciés du CRPMEM des Hauts-de-France, est touchée par des mortalités. Manquant de stratégies pour s'adapter, les pêcheurs à pied professionnels risquent de souffrir économiquement de ces épisodes.

Conscients de ces enjeux et connaissant bien l'environnement dans lequel ils travaillent, les pêcheurs apportent parfois des solutions intéressantes qui pourraient être développées (anticipation des mortalités, augmentation des quotas pour éviter une mortalité trop importante). Mais ils sont également nombreux à être démunis face aux aléas de la nature et semblent parfois à cours de solutions.

Un autre enjeu de cette activité est l'âge des pêcheurs. L'âge moyen des professionnels montre qu'ils sont assez âgés et donc sensibles à l'aspect physique du métier. De plus la retraite de la MSA, beaucoup moins avantageuse que celle de l'ENIM, pousse certains pêcheurs à travailler plus longtemps. Et plus les professionnels travaillent âgés, plus il est difficile de laisser la place aux plus jeunes déjà impactés par les contingents de licences.

En plus de cela, le métier peut être confronté au développement de nouvelles activités sur les zones de pêche des professionnels. Les résultats obtenus lors des enquêtes de spatialisation ont permis de mettre en valeurs des zones de récoltes sur un échantillon de pêcheurs. Les cartes présentées apportent des premiers arguments pour la défense de certains secteurs fortement travaillés pour la pêche à pied professionnelle. Cela permet également au CRPMEM des Hauts-de-France de connaître quelles sont les zones travaillées. Enrichie par la participation d'autres professionnels de l'activité et de croisements entre des données (déclarations statistiques par exemple), la spatialisation des activités de pêche à pied est un outil très utile pour éviter des conflits d'usage.

Bibliographie

Agence française pour la biodiversité, Cœur Emeraude, Rapport de diagnostic de la pêche à pied de loisir sur les territoires de la Rance et de la Côte d'Emeraude, 2018, 111 p.

André-Lamat V., Pupier-Dauchez S., Des pratiques aux perceptions de l'évolution de la pêche de loisir sur l'estran du bassin d'Arcachon : paroles de pêcheurs, Sud-Ouest européen, 2018.

Bellamy E., Lefebvre A., Mahe K. De Rafelis M., Croissance de la coque (*Cerastoderma Edule*) en baie de Somme : Morphométrie et Marquage, 2009.

Debeauvais R., la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences dans le secteur des pêches maritimes, Cabinet Ithaque, 2020.

Debray N., Etude de l'activité de pêche à pied récréative en Baie de Bougneuf, Association pour le développement du Bassin Versant de la Baie de Bourgneuf (ADBVB), 2012, 88 p.

De Cubber L., Beck F. et Meirland A., Guide pédagogique pour une gestion durable de la pêche à pied de loisir, Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale, 2016, 32 p.

Deschamps G., La pêche à pied : histoire et techniques, Quae, 2016, 231 p.

Direction Régionale de l'Environnement Nord Pas-de-Calais (DIREN), Atlas Polmar du Nord et du Pas-de-Calais, 2006.

ENIM, chiffres clés 2018, 36 p.

Gariglietti-Brachetto C., Le marché de la coque et des autres coquillages de la pêche professionnelle à pied, FranceAgriMer, 2014, 12 p.

Trouillet B., Fiche indicateurs VALPENA, 2015, 22 p.

Loarer M., La pêche à pied professionnelle. Memento, Ecole d'administration des affaires maritimes, Nantes, 2013.

Loncle N., Rapport de diagnostic de la pêche à pied de loisir sur le territoire de Guissény, Observatoire de la pêche à pied de loisir Manche-Mer du Nord, 2018, 47 p.

Meirland A., Déterminismes et rôles des communautés végétales dans le fonctionnement de l'écosystème estuarien de la Baie de Somme, 2015, 419 p.

Meirland A., Beck F., Bouyer H., De Cubber L., Isler M.-L., Ricard M., Rapport final de diagnostic LIFE Pêche à pied de loisir « Expérimentation pour une gestion concertée et durable de la pêche à pied de loisir », Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale, Agence Française pour la Biodiversité – LIFE PAPL, 2017, 216 p.

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Arrêté du 4 janvier 2016 fixant la liste des engins autorisés spécifiques à l'exercice de la pêche à pied professionnelle, 2016, 2 p.

Préfet de la région Haute-Normandie, Arrêté n° 44/2014 portant réglementation de l'exercice de la pêche à pied des tellines (*Donax vitatus*) sur les gisements naturels des départements du Pas-de-Calais et de la Somme, 2014, 4 p.

Préfet de la région Haute-Normandie, Arrêté n°21/2015 portant réglementation de l'exercice de la pêche à pied des moules sur les gisements naturels du Boulonnais (département du Pas-de-Calais), 2015, 4 p.

Préfet de la région Haute-Normandie, Arrêté n°51/2014, réglementant l'exercice de la pêche à pied des couteaux (*Ensis* spp) et des lavagnons (*Scrobicularia plana*) sur les gisements naturels des départements du Pas-de-Calais et de la Somme, 2014, 4 p.

Préfet de la région Haute-Normandie, Arrêté n°38/2015 fixant les conditions d'exercice de la récolte des végétaux marins dans les départements de la Somme et du Pas-de-Calais pour les pêcheurs professionnels et de loisir, 2015, 4 p.

Préfète de la région Normandie, Arrêté n°47/2018 portant réglementation de l'exercice de la pêche à pied des coques sur les gisements naturels des départements du Pas-de-Calais et de la Somme, 2018, 4 p.

Préfet de la région Normandie, Arrêté n°107/2020 portant ouverture de la pêche à pied des coques sur les gisements de la baie de Somme Nord – Zone de production 80.03 (Département de la Somme), 2020, 5 p.

Préfet de la région Normandie, Arrêté n°197/2019 portant ouverture de la pêche à pied des coques sur les gisements de la baie de Somme Nord – Zone de production 80.03 (Département de la Somme), 2019, 5 p.

Préfet de la région Normandie, Arrêté n°121/2020 portant ouverture de la pêche à pied des coques sur les gisements de la baie de Somme Nord – Zone de production 80.03 (Département de la Somme), 2020, 6 p.

Préfet de la région Normandie, Arrêté n°60/2017 réglementant l'exercice de la pêche à pied professionnelle sur le littoral du département du Nord, 2017, 5 p.

Privat A., La pratique des pêches traditionnelles dans le Parc Naturel Marin de Mayotte : la pêche à pied des poulpes et coquillages, Association IODDE, 60 p.

Privat A. et al., Etude et diagnostic de l'activité de pêche à pied récréative. Cahier méthodologique, Pêche à pied de loisir, 2017, 298 p.

Rocroy M. Evaluation des incidences N 2000 dans le cadre des AOT de culture de végétaux marins en baie de Somme., Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux, 2016, 53 p.

Rocroy M. Note sur les gisements de coques présents en 2019 et 2020, au large de la baie de Somme, Note du GEMEL n°20-003, 2020, 11 p.

Verbeke G., Maison E., La gestion de la pêche de loisir dans les aires marines protégées, Recueil d'expériences des gestionnaires, Aten, 2013, 112 p. Coll. « Cahiers techniques » n°87.

Table des matières

Remerciements	2
Introduction	3
1. Présentation générale du territoire	5
1.1 Caractéristiques du paysage et habitats	5
1.1.1 Les zones estuariennes	5
1.1.2 Les estrans meubles	6
1.1.3 Les estrans rocheux	6
2. La pêche à pied professionnelle dans la région Hauts-de-France	7
2.1 Reconnaissance professionnelle et organisation de la pêche à pied par l'intégration d'une organisation interprofessionnelle : le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CRPMEM) des Hauts-de-France	7
2.1.1 Vers une activité professionnelle reconnue	7
2.1.2 La mise en place d'un permis national de pêche à pied professionnelle	7
2.1.3 Le CRPMEM et son fonctionnement	8
2.2 Les différentes licences attribuées par le CRPMEM des Hauts-de-France	9
2.2.1 Présentation des licences	11
La licence salicorne	13
La licence aster, obione et soude	15
La licence crustacés	16
La licence tellines et autres bivalves	19
La licence vers	20
La licence moule	22
La licence lavignon	23
La licence poissons	24
La licence algues	25
2.3 Suivi sanitaire des coquillages	26
2.4 Marchés cibles : stratégies de commercialisation et problèmes rencontrés	28
2.4.1 Marché de la coque	29
2.4.2 Marché de la salicorne	29
2.4.3 Marché des autres végétaux marins	29
2.4.4 Marché des crustacés	30
2.4.5 Marché des moules	30
3. Matériel et Méthodes	31
3.1 Le questionnaire MOCOPREGE sur la mortalité des coques	31
3.1.1 Les questions posées et leurs objectifs	31

3.1.3	Réflexions sur un plan d'échantillonnage	34
3.1.4	Déroulement de l'enquête	35
3.1.5	Traitement des données.....	36
3.2	Spatialisation des activités de pêche à pied professionnelles.....	36
3.2.1	Développement de la méthode.....	36
3.2.2	Réflexions sur un plan d'échantillonnage	37
3.2.3	Déroulement de l'enquête	38
3.2.4	Traitement des données.....	40
4.	Résultats.....	41
4.1	Profil des pêcheurs à pied professionnels des Hauts-de-France	41
4.1.1	Données issues des bases de données du CRPMEM Hauts-de-France.....	41
4.1.2	Données issues de la partie « Compléments de profil » du questionnaire Mocoprege	45
4.2	Résultats du questionnaire MOCOPREGE.....	50
4.2.1	Présentation de l'échantillon	50
4.2.2	Mocoprege - La ressource en coques : la mortalité du coquillage vu par les pêcheurs.....	52
4.3	Résultats de l'enquête de spatialisation des activités de pêche à pied	59
4.3.1	Présentation de l'échantillon	59
4.3.2	Indicateurs et travail cartographique.....	61
4.3.3	Spatialisation des zones de pêche toutes espèces confondues	62
4.3.4	Spatialisation de la récolte de salicornes	66
4.3.5	Spatialisation des zones de pêche aux coques	72
5.	Discussion	74
5.1	Caractéristiques des pêcheurs à pied professionnels de la région	74
5.2	Analyses des réponses obtenues pour le questionnaire MOCOPREGE	75
5.3	Analyses des résultats obtenus pour l'enquête de spatialisation	76
5.4	Indicateurs et croisements les données.....	76
5.5	Limites des résultats.....	77
	Conclusion	79
	Bibliographie	80
	Table des figures	84

Table des figures

Figure 1 : Carte du littoral des Hauts-de-France.....	5
Figure 2 : Estran sableux du Cap Griz-Nez (Crédit : Pierre de Laage)	6
Figure 3 : Frise chronologique de l'évolution de l'encadrement de la pêche à pied professionnelle (réalisation : Pierre de Laage).....	9
Figure 4 : Coques (<i>Cerastoderma Edule</i>) (Crédit : Pierre de Laage).....	11
Figure 5 : Pêcheurs de coques en Baie de Somme (Crédit : Pierre de Laage).....	11
Figure 6 : Pêcheur utilisant la venette pour trier les coques (Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France)	12
Figure 7 : Pêcheur transportant les sacs de coques à l'aide d'un vélo (Crédit : Pierre de Laage)	12
Figure 8 : Récolte de salicorne (<i>Salicornia procumbens</i>) (Crédit : Pierre de Laage)	13
Figure 9 : La Faucille à panier (source : Deschamps G., 2016).....	13
Figure 10 : Pêcheur récoltant la salicorne en Baie d'Authie (Crédit : Pierre de Laage)	14
Figure 11 : Aster maritime (<i>Aster tripolium L.</i>) (Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France) ...	15
Figure 12 : Obione faux-pourpier (<i>Halimione portulacoides</i>) (source : Wikipédia)	15
Figure 13 : Soude maritime (<i>Suaeda maritima</i>) (Source : Wikipédia)	15
Figure 14 : Crevette grise (<i>Crangon crangon</i>) (source : Wikipédia)	16
Figure 15 : Bouquet (<i>Palaemon spp.</i>) (source : pecheapied-loisir.fr).....	16
Figure 16 : Etrille (<i>Necora puber</i>) (source : wikipédia).....	16
Figure 17 : Tourteau (<i>Cancer pagurus</i>) (source : wikipédia).....	17
Figure 18 : Crabe vert d'Europe (<i>Carcinus maenas</i>) (source : Wikipédia)	17
Figure 19 : Araignée de mer (<i>Maja brachydactyla</i>) (source : Wikipédia)	17
Figure 20 : Homard européen (<i>Homarus gammarus</i>) (source : Wikipédia)	17
Figure 21 : Pêcheurs équipés de haveneaux (crédit : CRPMEM des Hauts-de-France)	18
Figure 22 : Tellines (<i>Donax vittatus</i>) (source : comptoirdespêcheurs.com).....	19
Figure 23 : Couteau (<i>Ensis spp.</i>) (source : opalesurcasting.com)	19
Figure 24 : Néréis multicolore (<i>Hediste diversicolore</i>) (Source : doris.ffossm.fr).....	20
Figure 25 : Arénicole marine (<i>Arenicola marina</i>) (source : Wikipédia).....	20
Figure 26 : Arénicole noire (<i>Arenicola defodiens</i>) (source : aphotomarine.com).....	20
Figure 27 : Gravette (<i>Nephtys spp.</i>) (source : doris.ffossm.fr).....	21
Figure 28 : Pêcheur de vers en Baie de Somme (Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France)....	21
Figure 29 : Moules (<i>Mytilus Edulis</i>) (Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France).....	22
Figure 30 : Gisement de moules au Fort de l'Heurt (Crédit : Pierre de Laage)	22
Figure 31 : Lavignon (<i>Scrobicularia plana</i>) (Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France)	23
Figure 32 : Trace de lavignon dans le sable (Crédit : CRPMEM des Hauts-de-France).....	23
Figure 33 : Fucus (<i>Fucus sp.</i>) (source : Wikipédia).....	25
Figure 34 : Ulves (<i>Ulvaceae</i>) (source : Wikipédia)	25
Figure 35 : Goémon Robert (<i>Ascophyllum nodosum</i>) (source : Earth.com).....	25
Figure 36 : Carte des zones de production de coquillages dans la région Hauts-de-France....	26
Figure 37 : Schéma des relations entre acteurs de la pêche à pied professionnelle (Réalisation : Pierre de Laage)	28
Figure 38 : Chargement des sacs de coques dans le camion d'un mareyeur (Crédit : Pierre de Laage)	29

Figure 39 : Exemple d'un maillage de la partie médiane de la Baie de Somme entre Le Crotoy et Saint-Valéry-sur-Somme	37
Figure 40 : Capture d'écran d'une table attributaire du logiciel QGIS	40
Figure 41 : Pyramide des âges de la population française (source : INSEE)	41
Figure 42 : Pyramide des âges des pêcheurs à pied professionnels	41
Figure 43 : Sexe-ratio des pêcheurs à pied professionnels	42
Figure 44 : Régime social des pêcheurs à pied professionnels	42
Figure 45 : Région d'origine des pêcheurs à pied professionnels	43
Figure 46 : Carte de l'origine communale des pêcheurs à pied professionnels dans la région Hauts-de-France	44
Figure 47 : Répartition par âge de départ de l'activité de pêche aux coques	45
Figure 48 : Répartition par âge de départ de l'activité de pêche à pied professionnelle	45
Figure 49 : Réponses obtenues à la question 4 (compléments de profil) du questionnaire	46
Figure 50 : Réponses obtenues à la question 6 (compléments de profil) du questionnaire	46
Figure 51 : Réponses obtenues à la question 7 (compléments de profils) du questionnaire	47
Figure 52 : Réponses obtenues à la question 8 (compléments de profil) du questionnaire	47
Figure 53 : Réponses obtenues à la question 9 (compléments de profil) du questionnaire	48
Figure 54 : Réponses obtenues à la question 10 (compléments de profil) du questionnaire	49
Figure 55 : Répartition des pêcheurs enquêtés en classes d'âges	50
Figure 56 : Carte de l'origine communale des pêcheurs ayant participé au questionnaire	51
Figure 57 : Réponses obtenues à la question 1 (ressources en coques) du questionnaire	52
Figure 58 : Réponses obtenues à la question 2 (ressources en coques) du questionnaire	53
Figure 59 : Nuage de mots des autres causes de mortalités relevées par les pêcheurs	54
Figure 60 : Réponses obtenues à la question 3 (ressources en coques) du questionnaire	54
Figure 61 : Nuage de mots des signes d'un mauvais épisode de la ressource en coques relevés par les enquêtés	55
Figure 62 : Coques mortes sur un gisement de la Baie de Somme (Crédit : Pierre de Laage)	56
Figure 63 : Réponses obtenues à la question 6 (ressources en coques) du questionnaire	57
Figure 64 : Réponses obtenues à la question 7 (ressources en coques) du questionnaire	57
Figure 65 : Réponses obtenues à la question 8 (ressources en coques) du questionnaire	58
Figure 66 : Répartition en classes d'âges des pêcheurs ayant participé à l'enquête de spatialisation	59
Figure 67 : Carte de l'origine des pêcheurs ayant participé à l'enquête de spatialisation	60
Figure 68 : Carte de densité de pêcheurs dans la Baie de Somme toutes espèces confondues entre 2014 et 2019	62
Figure 69 : Carte de densité de pêcheurs entre le Portel et Ambleteuse toutes espèces confondues entre 2014 et 2019	63
Figure 70 : Carte du nombre d'espèces pêchées dans la Baie de Somme entre 2014 et 2019	64
Figure 71 : Carte du nombre d'espèces pêchées dans la Baie d'Authie entre 2014 et 2019	65
Figure 72 : Carte de densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme en 2019	66
Figure 73 : Carte de densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme entre 2014 et 2018	67
Figure 74 : Carte de densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie d'Authie en 2019	68
Figure 75 : Carte de densité de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie d'Authie entre 2014 et 2018	69

Figure 76 : Carte du taux de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme en 2019	70
Figure 77 : Carte du taux de pêcheurs récoltant la salicorne dans la Baie de Somme entre 2014 et 2018.....	71
Figure 78 : Carte des zones de pêche aux coques dans la Baie de Canche entre mai et septembre 2019.....	72
Figure 79 : Carte des zones de pêche aux coques dans la Baie de Somme entre juillet 2019 et juillet 2020.....	73
Figure 80 : Carte du recouvrement en salicorne dans les anciennes concessions de la Baie de Somme en 2013 (source : Meirland A. 2015).....	78

Tableau 1 : Licences existantes et espèces ciblées dans les Hauts-de-France.....	10
Tableau 2 : Quotas de pêcheurs à interroger pour le questionnaire.....	34
Tableau 3 : Répartition par département d'origine des pêcheurs ayant participé au questionnaire.....	51
Tableau 4 : Causes de mortalités des coques par ordre de citation des pêcheurs.....	52
Tableau 5 : Répartition par département d'origine des pêcheurs ayant participé à l'enquête de spatialisation.....	60
Tableau 6 : Comparaison échantillon questionnaire/population totale.....	75
Tableau 7 : Comparaison échantillon spatialisation/population totale.....	76

Titre en français : La pêche à pied professionnelle dans la région Hauts-de-France : enquêtes auprès des pêcheurs et éléments de réponses aux enjeux de la filière

Titre en anglais : Professional shore fishing in Hauts-de-France : surveys of fishermen and answers to issues in the sector

Résumé :

Peu connue, la pêche à pied sous sa forme professionnelle est fortement ancrée dans la région Hauts-de-France. Les quelques 400 pêcheurs à pied, affiliés au sein du CRPMEM (Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins) sont soumis à de multiples contraintes qui rendent incertain l'avenir de leur métier. Grâce à des enquêtes menées auprès de ces pêcheurs, cette étude vise à apporter des réponses aux enjeux auxquels ils font face. Touchés par les mortalités des coques (*Cerastoderma edule*), les professionnels ont été interrogés sur leurs connaissances de ces phénomènes dans le but de mieux les gérer. Egalement impactés par le développement de nouvelles activités, un projet de cartographie de leurs zones de pêche a été initié permettant au CRPMEM des Hauts-de-France d'avoir des données plus précises pour défendre ses pêcheurs. Ces enquêtes ont permis d'obtenir des premiers résultats quant au profil des pêcheurs à pied, à leurs représentations des mortalités de coques et d'identifier des zones majeures pour le maintien de l'activité. Ces informations permettront notamment de dégager des pistes d'amélioration des conditions de travail des pêcheurs et de pérennisation de leurs entreprises.

Abstract :

Little known, shore-fishing in its professional form is strongly rooted in the Hauts-de-France region. The 400 or so shore-fishermen, affiliated within the CRPMEM (Regional Committee for Maritime Fisheries and Marine Breeding) are subject to multiple constraints that make the future of their profession uncertain. Through surveys conducted among these fishermen, this study aims to provide answers to the challenges they face. Affected by hull mortality (*Cerastoderma edule*), the professionals were questioned on their knowledge of these phenomena in order to better manage them. Also impacted by the development of new activities, a project to map their fishing zones has been initiated allowing the CRPMEM of the Hauts-de-France to have more precise data to defend its fishermen. These surveys have provided initial results on the profile of shore-fishermen, their representations of hull mortality and have identified major areas for the maintenance of the activity. This information will notably help identify avenues for improving the working conditions of fishermen and the sustainability of their businesses.

Mots-clés : pêche à pied professionnelle, cartographie, enquête, questionnaire, Hauts-de-France

Keywords : Professional shore-fishing, mapping, survey, questionnaire, Hauts-de-France

Annexe 10 : Laurent, A., 2020. Stage de césure. 96p.

Ecole nationale supérieure des sciences agronomiques de Bordeaux Aquitaine

1, cours du Général de Gaulle – CS 40201 – 33175 GRADIGNAN Cedex

Stage de césure



© CRPMEM Hauts-de-France

Anouk LAURENT

Elève ingénieure - M1 : Spécialisation Sciences Halieutiques et Aquacoles

Maître de stage :

Antoine MEIRLAND

Chargé de la pêche à pied professionnelle et garde-juré

Lieu du stage :

CRPMEM des Hauts-de-France

12 rue Solférino

62200 Boulogne-sur-Mer

Année 2020/2021

Remerciements

Je remercie particulièrement mon maître de stage, Antoine Meirland et le garde-juré, Julien Yvart pour leur enthousiasme à transmettre leurs connaissances sur la pêche à pied professionnelle dans les Hauts-de-France, leur aide pour mener à bien mon travail et nos échanges intéressants.

Je remercie Morgane Ricard, Anaïs Roussel, Dimitri Collard et Paulin Leconte pour leur disponibilité, leurs conseils ainsi que leur bonne humeur.

Enfin, mon travail n'aurait pu être réalisé sans les participations aux enquêtes des pêcheurs aux coques professionnels de la Baie de Somme. Je les remercie pour le temps qu'ils m'ont consacré et les discussions intéressantes sur leur métier.

Abréviations

CNPMEM : Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins

CRPMEM : Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins

DIAM : Direction Interdépartementale des Affaires Maritimes

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DML : Délégation à la Mer et au Littoral

ENIM : Etablissement National des Invalides de la Marine

HDF : Hauts-de-France

GEMEL : Groupement d'Etudes des Milieux Estuariens et Littoraux

MSA : Mutualité Sociale Agricole

OFB : Office Français de la Biodiversité

REPAMO : Réseau de Pathologie des Mollusques

Table des matières

Introduction	5
I) Présentation de la pêche à pied professionnelle dans les Hauts-de-France	6
1.1) Reconnaissance du métier de pêcheur à pied professionnelle et normalisation de la pêche à pied professionnelle par son intégration au CRPME des Hauts-de-France	6
1.2) Diversité des ressources halieutiques pêchées en lien avec les caractéristiques du territoire	8
1.3) Modalités de l'accès aux ressources par les pêcheurs à pied professionnels.....	9
Mesures de gestion de la pêche	9
Le contrôle et le traitement des infractions.....	10
L'encadrement sanitaire	10
II) Présentation du projet MOCOPREGE	11
2.1) Le contexte.....	11
2.2) Les objectifs du projet.....	11
III) Matériel et méthodes	12
3.1) Données personnelles des pêcheurs.....	12
3.2) Le questionnaire MOCOPREGE sur la mortalité des coques	13
Informations complémentaires sur le profil du pêcheur	13
Questions sur la ressource en coques.....	14
Première phase : récolte des témoignages par téléphone.....	16
Seconde phase : récolte des témoignages sur le terrain (Baie de Somme Nord).....	16
Le traitement des données	16
3.3) Données issues des déclarations statistiques obligatoires de pêche	17
Les zones sanitaires	17
Les espèces déclarées	18
Les engins déclarés.....	19
Couple espèce-engin.....	20
IV) Résultats	22
4.1) Présentation de la population des pêcheurs à pied professionnels des Hauts-de-France	22
4.2) Validité de l'échantillon issu du questionnaire MOCOPREGE.....	23
4.3) Résultats issus des enquêtes MOCOPREGE	24
L'expérience des pêcheurs de coque	24
La pluriactivité professionnelle des pêcheurs aux coques professionnels.....	25
La vision du métier par les pêcheurs aux coques	26
La santé des pêcheurs aux coques	27
Les variations de la ressource en coque.....	28
Les causes de mortalité des coques	29
.....	30
Les signes prémonitoires de mauvais épisodes	30
La gestion des mortalités	32

Les stratégies professionnelles des pêcheurs	34
4.4) Résultats issus du traitement des déclarations obligatoires de pêche.....	36
Déclarations de pêche de coques (<i>Cerastoderma edule</i>)	36
Déclarations de pêche de moules (<i>Mytilus edulis</i>)	41
Déclarations de pêche de salicornes (<i>Salicornia sp</i>)	46
Déclarations de pêche d'algues	51
Déclarations de pêche de végétaux marins.....	55
Déclarations de pêche de vers	60
Déclaration de pêche de crustacés	65
Déclarations de pêche de lavignons.....	70
Déclarations de pêche de poissons	75
Déclarations d'espèces absentes des licences délivrées par le CRPMEM HDF	78
V) Discussion.....	79
5.1) Analyse des résultats des enquêtes MOCOPREGE	79
5.2) Analyse des pêches déclarées sur les saisons de pêche, entre 2013 et 2017	80
Conclusion personnelle	82
Bibliographie	83
Liste des annexes.....	84

Introduction

La région des Hauts-de-France se caractérise par sa façade maritime s'étalant sur plus de 180 km. Il s'agit de la première façade maritime portuaire de France avec le port Boulogne-Calais mais un autre type de pêche est également très développée : la pêche à pied professionnelle [12]. En effet, environ 400 pêcheurs à pied professionnels sont regroupés dans les Hauts-de-France, 12 licences de pêches sont délivrées par le CRPMEM Hauts-de-France et près de 20 espèces sont exploitées régulièrement. Parmi ces espèces se trouve la coque, *Cerastoderma edule*, qui est la ressource la plus exploitée dans la région, avec 337 pêcheurs professionnels en 2020-2021. Les gisements de coques des estuaires picards font partie des gisements les plus productifs notamment en Baie de Somme qui est le premier gisement de coques en France.

La pérennité de cette activité est très dépendante de l'état de santé de la ressource. En effet, le prix de vente des coques évolue en fonction de la quantité et de la qualité. Lorsque les conditions du milieu sont favorables, la coque peut atteindre de fortes biomasses sur de grandes étendues, comme en 2019 en Baie de Somme, mais elle peut aussi disparaître ou voir ses effectifs diminuer drastiquement [3]. Depuis plusieurs années, des épisodes de mortalités massives touchent de plus en plus de gisements. En 2012, 2015 et 2018, des mortalités importantes de coques ont été signalées, notamment en Baie de Somme. Selon les années, plus de 80% des coques sont mortes en quelques semaines sur les estuaires picards. Les scientifiques du réseau REPAMO de l'Ifremer ont isolé, de ces coquillages morts, des bactéries de l'espèce *Vibrio aestuarianus*. Néanmoins, dans l'état actuel des recherches, il est impossible d'expliquer ces épisodes de mortalité uniquement par la présence de ces bactéries. D'après l'étude de l'évolution des gisements en Baie de Somme effectuée par le GEMEL depuis les années 80, de nombreux autres facteurs peuvent être à l'origine d'épisodes de mortalité tels que des maladies, une surpopulation, de fortes chaleurs, des anoxies etc. [3]

Ces épisodes de mortalité ont des conséquences économiques et sociales sur l'activité de pêche des coques, d'autant plus si ces mortalités s'enchaînent sur plusieurs années consécutives. Dans l'optique de trouver les causes de mortalité des coques dans les estuaires picards et de mettre en place un système de prévention et de gestion en cas de mortalité, le CRPMEM HDF a mis en place le projet MOCOPREGE. Ce projet est co-réalisé avec le GEMEL, un anthropologue et l'Ifremer de la Tremblade.

L'étude des causes de mortalité des coques va s'appuyer, à la fois sur les sciences humaines et sociales et sur les sciences biologiques et microbiologiques. En effet, les phénomènes de mortalité massives touchent un socio-écosystème local au sein duquel les pêcheurs professionnels ont une place prépondérante. Sachant qu'ils sont tous les jours sur l'estran, parfois depuis des années, ils sont les mieux placés pour cibler les paramètres influençant la mortalité des coques. Il a donc été admis qu'il était primordial de recueillir leurs connaissances et d'observer le socio-écosystème dont ils font partie. Les connaissances empiriques des pêcheurs à pied professionnels seront recueillies via des observations participantes, des enquêtes et des entretiens.

En parallèle, des prélèvements seront réalisés d'une part par le CRPMEM HDF pour l'analyse des dynamiques de population et des agents pathogènes, d'autre part par le GEMEL pour tester la résistance musculaire des coques. L'étude des paramètres environnementaux sera ajoutée et croisée à ces données puis pour contextualiser les données recueillies sur le terrain, de la bibliographie sur le sujet sera réalisée [3]. Les conclusions de ce projet, débuté en avril 2019, auront lieu en décembre 2022.

Ce stage s'est déroulé du 5 octobre au 31 décembre 2020 au sein du CRPMEM des Hauts-de-France à Boulogne-sur-Mer. L'objectif principal de ce stage était de poursuivre les enquêtes MOCOPREGE, auprès des professionnels de la pêche aux coques et d'analyser les résultats. En parallèle des enquêtes sur le terrain, des analyses statistiques univariées sur des données issues de déclarations de pêche, entre 2013 et 2017, ont permis de caractériser les différentes pêches à pied en termes de quantité, de saisonnalité et de localisation. L'ensemble de ces travaux et les résultats obtenus sont présentés, à la suite d'une brève description du métier de pêcheur à pied et du littoral des Hauts-de-France.

I) Présentation de la pêche à pied professionnelle dans les Hauts-de-France

1.1) Reconnaissance du métier de pêcheur à pied professionnelle et normalisation de la pêche à pied professionnelle par son intégration au CRPME des Hauts-de-France

Sur le plan juridique, l'activité de pêche à pied se fonde sur deux droits relatifs au domaine public maritime : le premier est la liberté de circulation le long du rivage et le libre accès au rivage et le second est la gratuité des plages. L'activité de pêche à pied est donc, par principe, libre et gratuite [5]. Il s'agit d'une activité traditionnelle pratiquée dans le Pas de Calais et en Picardie, parfois depuis des générations, de manière saisonnière et précaire. Si l'on compare à la pêche embarquée, la pêche à pied est restée longtemps en dehors du cadre juridique notamment car son poids économique était faible et son caractère professionnel peu reconnu.

Or en l'absence d'un statut de référence, tout pêcheur à pied pouvait se prétendre professionnel au détriment des pêcheurs essayant d'en vivre toute l'année. En effet, il convient de distinguer les pêcheurs à pied de loisir, dont les récoltes sont censées être destinées à la consommation personnelle et/ou familiale sans action de revente, et les pêcheurs à pied professionnels. De plus, la pérennité de l'activité est dépendante de l'état des ressources ainsi le risque d'amoindrissement voire d'effondrement des stocks augmente s'il y a une disproportion entre le nombre de pêcheurs à pied et le potentiel du gisement.

Par conséquent, un encadrement juridique de la pêcherie fût nécessaire afin d'assurer la gestion des ressources par la gestion de l'effort de pêche et de faire appliquer les réglementations sanitaires pour la vente des produits de la mer. Une première réglementation s'est établie mais uniquement à l'échelle locale car les gisements étaient très localisés et les pêcheurs à pied peu mobiles. La pêche à pied des coques en baie de Somme fût réglementée dès les années 1980 avec l'établissement de conditions de délivrance d'une autorisation de pêche par la DIAM tels que l'exigence d'une couverture sociale, le respect des quotas décidés par arrêtés préfectoraux et la possession d'un contrat avec un établissement de purification agréé [4]. Mais cela n'était pas le cas pour tous les départements du littoral français comme en Vendée ou en Charente-Maritime, au risque d'assimiler l'activité de pêche à pied à du pillage.

Un cadre juridique national a vu le jour en mai 2001 avec la signature du décret n°2001-426 définissant la pêche à pied professionnelle telle que : « l'action, en vue de la vente des animaux marins pêchés, [qui] s'exerce sur le domaine public maritime ainsi que dans la partie des fleuves, rivières, étangs ou canaux où les eaux sont salées telle que délimitée par la réglementation en vigueur. L'action de pêche proprement dite s'exerce : 1° Sans que le pêcheur cesse d'avoir un appui au sol ; 2° Sans équipement respiratoire permettant de rester immergé ». Les pêcheurs à pied ont également la possibilité d'utiliser une embarcation pour se rendre sur les lieux de pêche mais celle-ci doit être laissée lors de la pêche. La récolte à pied de végétaux marins ainsi que la pêche à l'aide de filets fixes posés à pied dans une zone de balancement des marées ont été omises dans ce décret. L'activité de récolte de végétaux marins est encadrée par le décret n° 90-719 datant d'août 1990 fixant les méthodes et périodes de pêche autorisées par espèce. La pêche avec des filets fixes placés en zone de balancement des marées est encadrée par un arrêté ministériel de juillet 1992 et cette pratique est à disposition des pêcheurs maritimes et des pêcheurs à pied.

La reconnaissance du statut de pêcheur à pied professionnel a permis la création d'un permis national de pêche à pied indispensable pour vendre ses captures. Il est délivré par le préfet de département, dans lequel le demandeur envisage de pratiquer principalement son activité et est valable douze mois. Il convient de préciser que la possession d'un permis autorise l'action de pêche et de vente de sa pêche mais ne garantit pas l'accès aux gisements. Il est souvent nécessaire de faire la demande d'une autorisation de pêche auprès des CRPME référents.

D'autres conditions d'accès à la profession ont été mises en place [13] :

- Fournir la description de son projet professionnel mentionnant les animaux marins ciblés, le volume de pêche envisagé et les gisements sur lesquels il/elle souhaite pêcher.

- Justifier de son affiliation à un régime de sécurité sociale en fonction de son activité.

Le rattachement des pêcheurs à pied à l'ENIM implique qu'ils soient marins c'est-à-dire possédant une activité de pêche avec un navire. La deuxième solution est le rattachement à la MSA car l'activité de pêche est reconnue comme une activité de cueillette. Les pêcheurs doivent justifier d'au moins 1200 heures travaillées par an au titre de leur activité (article L.722-1, L. 722-5 et D. 722-5 du Code Rural) ; ils sont soumis aux mêmes conditions d'assujettissement que toutes les autres personnes dont l'activité agricole ne peut être mesurée en termes de surface minimum d'installation. Néanmoins, l'activité des pêcheurs est dépendante de facteurs externes (environnement, ressource) et il est parfois difficile pour eux, d'atteindre ce seuil d'une année à l'autre.

- Justifier de sa capacité professionnelle par l'accomplissement d'un stage de formation.

Le stage de formation est assuré par les établissements d'enseignement relatif à la formation professionnelle maritime. Les pêcheurs ont la possibilité de s'engager à effectuer le stage dans les deux ans qui suivent la date de délivrance du permis de pêche. La formation dure 195 heures dont 90 heures d'activité accompagnée sur le terrain avec un professionnel référent et comporte des enseignements sur les démarches administratives et sanitaires, sur le déroulement d'une marée etc.

Afin de renouveler son permis de pêche, les pêcheurs doivent remplir les conditions citées ci-dessus (à l'exception de la description de son projet professionnel si celui-ci n'a pas changé) et avoir rempli ses obligations telles que l'obligation de déclarer ses captures, de signaler un danger sanitaire etc.

La professionnalisation de l'activité de pêcheur à pied a provoqué l'intégration de la pêche à pied dans les comités de pêche au même rang que les autres métiers de la pêche. En effet, le CNPMMEM et les CRPMMEM des différentes régions ont pour mission de représenter les intérêts généraux des professionnels liés aux activités de production et d'exploitation des ressources halieutiques. Une commission « Pêche à pied » a donc été instituée au sein du CNPMMEM.

Le CRPMMEM des Hauts-de-France regroupe environ 350 pêcheurs à pied, en fonction des années. Il est dirigé par un président et plusieurs vice-présidents élu au sein d'un Conseil représentatif de tous les métiers impliqués dans la pêche maritime et les élevages marins. Ainsi, deux représentants « Pêche à pied » sont élus au sein du Conseil. L'intégration au sein des comités de pêche se traduit également par l'établissement d'une cotisation professionnelle obligatoire (CPO) pour les pêcheurs à pied rattachés à la MSA (ceux rattachés à l'ENIM payent déjà une cotisation due par les armements) dont le montant est actuellement de 280€.

Il existe également la commission « Moules-Pêche à pied » qui regroupent des membres du conseil et des représentants scientifiques et administratifs. Elle a pour rôle d'émettre des avis sur des projets scientifiques, des réglementations régionales ou nationales mais leur avis est uniquement consultatif.

1.2) Diversité des ressources halieutiques pêchées en lien avec les caractéristiques du territoire

La façade maritime des Hauts-de-France, appelée Côte d'Opale ou Côte Picarde, s'étale sur 210 km de Dunkerque au Tréport et se situe à la jonction entre la Mer du Nord au nord-est et la Manche au sud-ouest.

La plaine maritime picarde est composée de trois principaux estuaires : la Canche, l'Authie et la Somme dont les ressources halieutiques sont exploitées, depuis des générations, par les professionnels de la pêche à pied.

Il existe également, au sud de la façade maritime, l'estuaire de la Bresle, dominé par des falaises blanches telles que celles du pays de Caux, en Normandie.

Puis, au nord du littoral, il y a les estuaires de la Liane, du Wimereux et de la Slack ainsi que la baie sableuse de Wissant entourée du Cap Gris-Nez et Blanc-Nez (Figure 1 : Carte du littoral des Hauts-de-France

Figure 1).

Les estuaires sont des écosystèmes dynamiques très complexes situés à l'intersection entre la mer et le continent. Ils se trouvent toujours à l'exutoire d'un fleuve où le déversement d'eau douce et de sédiments provenant du bassin versant est contraint par la mer via le balancement des marées, la houle et les vagues. Cela se traduit par des variations importantes de salinité de l'eau de l'estuaire, de concentration en oxygène dissous et de charge sédimentaire et alluvionnaires.

Il existe des estrans sableux et vaseux avec deux zones distinctes : la slikke et le schorre. La slikke est le milieu intertidal côtier situé entre la limite des plus basses mers et la limite de pleine mer des mortes-eaux. Le schorre (ou pré-salé ou mollière) correspond à la partie de l'estran recouverte lors des grandes marées ; il se caractérise par la présence de végétaux marins résistants au sel (salicorne, soude, aster). Les estuaires composés de sable et de vasières hébergent une vie benthique très riche (mollusques bivalves, vers polychètes, crustacés), maillon clé de la chaîne alimentaire de limicoles et juvéniles de poissons plats [3].

Puis, il existe des estrans rocheux formés par l'érosion des falaises et la chute de roches. Il y a, par exemple, les estrans rocheux abrités par des algues ou les estrans rocheux exposés sur lesquels des moulières naturelles se sont installées, les champs de blocs etc [11].

Les estuaires jouent donc un rôle primordial dans le fonctionnement des systèmes aquatiques marins : ils assurent des fonctions de frayère et de nurserie. Ce sont également des zones de haltes migratoires notamment pour les limicoles. La grande diversité d'animaux et de végétaux marins présents dans les estuaires



constitue une ressource économique importante via leur exploitation par les pêcheurs à pied dans le cadre d'une pêche professionnelle ou de loisir.

Néanmoins, les estuaires sont soumis à de fortes pressions anthropiques, et sont le lieu de pollutions chroniques et/ou ponctuelles (rejet d'eaux usées, pesticides, fertilisants agricoles, herbicides, matière organique etc) [1]. Or l'activité des pêcheurs dépend directement de la qualité des milieux ce qui implique un suivi régulier et un classement sanitaire des gisements. Les scientifiques du GEMEL, aidés par les gardes-pêches, assurent le suivi de l'état des ressources pêchées sur les estuaires des Hauts-de-France.

1.3) Modalités de l'accès aux ressources par les pêcheurs à pied professionnels

L'accès aux ressources est encadré à la fois dans une optique de gestion de la pêche ainsi que pour remédier aux menaces de santé publique liées à la commercialisation de produits marins. Les mesures liées à la réglementation de l'effort de pêche et à la protection des ressources sont décidées par des arrêtés soumis à la signature des préfets de région. Ce sont les préfets de département qui sont compétents pour tout ce qui concerne la réglementation sanitaire et les mesures de prévention des problèmes de santé publique [5].

Mesures de gestion de la pêche

En pratique, le permis de pêche professionnelle ne suffit pas pour exercer l'activité de pêcheur à pied professionnel. Le CRPMEM Hauts-de-France délivre des licences par espèce ou par groupe d'espèces (Tableau 1), sous le contrôle de l'autorité administrative, qui peuvent être contingentées à un niveau fixé. Par exemple, un processus de diminution a été mis en place au sein du CRPMEM Hauts-de-France afin d'abaisser le nombre de licences Coque à un contingent de 250 licences dans les années à venir. Un autre fonctionnement comme le CRPMEM de Bretagne, est de délivrer à la fois une licence spéciale pour la pêche à pied et des timbres comme autorisation de pêche d'une ou plusieurs espèces sur un gisement en particulier.

Tableau 1 : Détails des licences délivrées par le CRPMEM Hauts-de-France et les espèces correspondantes ([6])

Licences	Espèces ciblées
Coque	Coque commune (<i>Cerastoderma edule</i>)
Moule 62	Moule commune (<i>Mytilus edulis</i>)
Moule 80	Moule commune (<i>Mytilus edulis</i>)
Salicorne Nord	Salicorne (<i>Salicornia sp</i>)
Salicorne Pas-de-Calais et Somme	Salicorne (<i>Salicornia sp</i>)
Algues	Fucus (<i>Fucus sp</i>) Goémon Robert (<i>Ascophyllum nodosum</i>) Ulves (<i>Ulvaceae</i>)
Autres végétaux	Aster maritime (<i>Aster tripolium</i>) Obione faux pourpier (<i>Halimione portulacoides</i>) Soude maritime (<i>Suaeda maritima</i>)
Vers	Arénicole marin (<i>Arenicola marina</i>) Arénicole noir (<i>Arenicola defodiens</i>) Gravette (<i>Nephtys spp</i>) Néréis multicolore (<i>Hediste diversicolore</i>)
Crustacés	Araignée de mer (<i>Maja brachydactyla</i>) Bouquet commun (<i>Palaemon serratus</i>) Crabe vert d'Europe (<i>Carcinus maenas</i>) Crevette grise (<i>Crangon crangon</i>) Etrille (<i>Necora puber</i>) Homard Européen (<i>Homarus gammarus</i>) Tourteau (<i>Cancer pagurus</i>)
Autres bivalves	Couteau (<i>Ensis spp</i>) Lavignon (<i>Scrobicularia plana</i>) Tellines (<i>Donax vittatus</i>)
Lavignon	Lavignon poivre (<i>Scrobicularia plana</i>)

Poisson	Bar commun (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Lieu jaune (<i>Pollachius pollachius</i>) Merlan (<i>Merlangius merlangus</i>) Morue de l'Atlantique (<i>Gadus morhua</i>) Plie commune (<i>Pleuronectes platessa</i>) Roussette (<i>Scyliorhinus spp</i>)
---------	--

Le contingentement du nombre de licences permet de contrôler l'effort de pêche en limitant le nombre de pêcheurs à pied. Au total, 12 licences peuvent être demandées par les pêcheurs à pied dans les Hauts-de-France (Tableau 1). Dans le cas des pêcheurs à pied professionnels itinérants c'est-à-dire ceux qui suivent l'ouverture des gisements et qui se déplacent sur le littoral français, les demandes de licences se font auprès des CRPMEC correspondant au département de pêche.

Les mesures de gestion des pêches sont plus ou moins contraignantes en fonction des espèces. La pêche professionnelle de coques se fait sur des tranches horaires et sur des zones de production déterminées par arrêtés préfectoraux tandis que la pêche de crevettes grises ou roses est autorisée toute l'année et partout [3]. Il existe d'autres mesures de conservation des ressources qui permettent de gérer la pêche telles que des mesures techniques avec l'établissement d'une taille minimale de capture, décidée à la suite d'études scientifiques. La définition d'un engin de pêche sélectif est nécessaire si le mode de pêche ne permet pas de trier les individus à l'œil nu [5]. Par exemple, la pêche aux coques professionnelle se fait à l'aide d'un râteau et d'une venette dont l'espacement des barreaux en acier doit laisser passer les coques inférieures à 27 mm. Ensuite, en dehors des interdictions de pêche pour cause sanitaire, certaines pêches suivent des calendriers de pêche qui autorisent la pêche à des périodes de l'année ou du jour [5].

De même, les obligations de déclarations correspondent à une mesure de gestion puisqu'elles permettent de suivre les quantités prélevées par gisement.

Le contrôle et le traitement des infractions

Les gardes-jurés, embauchés par le CRPMEC des Hauts-de-France, veillent au respect des mesures visant à assurer une gestion des ressources halieutiques, auprès des pêcheurs maritimes, à la fois professionnels et de loisir. Cela implique une surveillance du respect des quotas, des tailles, des engins de pêche autorisés, des zones interdites etc. Ils revêtent d'une mission de contrôle mais également de pédagogie, leur travail quotidien auprès des pêcheurs à pied et leurs observations sur les zones de production est nécessaire pour une gestion équilibrée des ressources marines. De plus, dans le cadre d'une convention avec IFREMER, les gardes-jurés sont habilités à faire des prélèvements de coquillages pour le suivi sanitaire des zones de production [8].

L'encadrement sanitaire

Les contraintes sanitaires sont nombreuses pour les pêcheurs à pied professionnels notamment ceux qui exploitent des coquillages. Ces derniers, dont la plupart filtrent l'eau pour se nourrir, peuvent accumuler des contaminants et devenir impropres à la consommation humaine [9]. Par mesure de prévention, les zones de production sont classées en zones A, B, C ou D en fonction de leur contamination microbiologique et de la présence de composés toxiques. La pêche à pied professionnelle s'exerce uniquement sur des gisements dont l'état sanitaire a été vérifié au préalable. Lorsqu'il y a des risques de contamination ponctuelle, des opérations de purification sont possibles ou la zone de production est fermée s'il s'agit d'une zone D.

Lors de leur vente, les coquillages doivent être vendus avec un bon de transport assurant leur traçabilité, de la zone de production au centre de commercialisation, en passant par le transport qui doit respecter les conditions sanitaires au maintien de la qualité des produits.

Malgré la progression de l'encadrement de la profession de pêcheur à pied et la mise en place de nombreuses mesures de gestion des ressources, l'activité des pêcheurs à pied professionnels reste dépendante de la

présence des ressources pêchées. Dans les Hauts-de-France, la coque est l'une des espèces les plus pêchées par les pêcheurs professionnels mais des mortalités importantes et récurrentes de cette dernière fragilisent leur activité. C'est dans ce contexte que le projet MOCOPREGE (Mortalité des Coques : causes, prévention et gestion) a été créé par le CRPMEM.

II) Présentation du projet MOCOPREGE

2.1) Le contexte

La Baie de Somme étant le premier gisement de coques, à l'échelle française, la pêche professionnelle aux coques est une activité socio-économique majeure de l'économie maritime des Hauts-de-France. En effet, parmi les 350 pêcheurs professionnels de la région, environ 340 sont des pêcheurs aux coques. De nombreuses informations sont disponibles sur la pêche aux coques mais de façon disparate, sans possibilité d'esquisser une image fine de la pratique et des pratiquants. La compilation des différentes sources de données couplée à des enquêtes auprès des pêcheurs professionnels permettra une meilleure compréhension de la pêche à pied professionnelle des coques [3].

En 2019, les gisements de coques des Hauts-de-France ont été très productifs (Rocroy, 2019 (a, b, c, d et f)). Cette situation exceptionnelle n'avait été référencée qu'une seule fois depuis 1913, année durant laquelle 20 000 tonnes de coques avaient été pêchées (Lambert, 1943). Des gisements de coques « éphémères » à Cayeux, Sainte-Cécile ou encore au large des côtes picardes ont été signalés en 2019 et début 2020 ; celui de Sainte-Cécile ayant même été exploité par les pêcheurs à pied professionnels. Néanmoins, en 2012, 2015 et 2018, des mortalités importantes de coques ont été signalées sur différents gisements classés français dont celui de la baie de Somme. Lors de ces mortalités anormales, des bactéries appartenant à l'espèce *Vibrio aestuarianus* ont été isolées des animaux moribonds [3].

La mortalité des coques peut être le résultat de facteurs externes, notamment des facteurs physico-chimiques et biotiques, tels que la concurrence pour la nourriture et l'espace, la mauvaise qualité de l'environnement ou l'élimination par les prédateurs. Les facteurs physiologiques internes peuvent également jouer un rôle et inclure les effets de la maladie, d'un mauvais état corporel et de la mortalité post-fraye.

La coque est une espèce ayant un fort intérêt écologique et se trouve au centre de chaînes trophiques complexes. En effet, ce bivalve qui consomme du plancton, de la matière organique en suspension ou des algues vertes est en même temps la proie de nombreux prédateurs dont des crustacés, des poissons (*e.g.* poissons plats), mais surtout des oiseaux et plus particulièrement des limicoles (Sanchez-Salazar *et al.*, 1987 ; Rolet *et al.*, 2014). Du fait de sa position dans les chaînes trophiques, sa perte ou diminution pourrait engendrer des répercussions fortes sur ces prédateurs notamment les oiseaux (*e.g.* huître-pie ; Triplet *et al.*, 1999) et donc une perte de biodiversité à l'échelle locale [3].

Il est essentiel de comprendre les changements à long terme des espèces pour élaborer des politiques et planifier des stratégies de conservation à long terme (Engelhard *et al.*, 2016). Il vaut mieux déterminer quand les mortalités se produisent avant qu'elles ne soient trop sévères, pour éviter les scénarii de gestion de crise (Patton *et al.*, 1998) [3].

2.2) Les objectifs du projet

L'étude des causes de mortalité des coques va s'appuyer sur deux domaines différents : les sciences humaines et sociales et les sciences biologiques et microbiologiques.

Les pêcheurs à pied professionnels étant presque tous les jours sur l'estran et depuis de nombreuses années pour certains, ils sont les mieux placés pour observer les paramètres qui auraient pu influencer les mortalités massives. Afin de recueillir leurs connaissances et d'observer le socio-écosystème dont ils font partie,

différentes méthodes seront employées : observation participante, enquêtes et entretiens. Le présent rapport évoque uniquement les résultats issus des enquêtes effectuées auprès des pêcheurs professionnels de coques.

Le CRPMEM a constaté que très peu de professionnels alertent la DDTM lors d'épisodes de mortalité. Très peu de prélèvements sont donc réalisés pour le REPAMO et le suivi des mortalités de coques est donc assez pauvre en données. De plus, le CRPMEM et les professionnels n'avaient pas de retour systématique des résultats avant le lancement du projet MOCOPREGE. Le CRPMEM a donc décidé de réaliser un suivi plus régulier des mortalités de coquillages dont les coques. En parallèle, un suivi fréquent d'une zone vulnérable pendant une période à risque a été réalisé.

Donc les connaissances empiriques des pêcheurs à pied professionnels seront recueillies via de l'observation participante, des enquêtes et des entretiens. En parallèle, des prélèvements seront réalisés d'une part par le CRPMEM HDF pour l'analyse des dynamiques de population et des agents pathogènes, d'autre part par le GEMEL pour tester la résistance musculaire des coques. L'étude des paramètres environnementaux sera ajoutée et croisée à ces données. Ces données devraient permettre d'identifier des facteurs influençant les mortalités exceptionnelles de coques.

Le rendu du projet MOCOPREGE est prévu pour décembre 2022.

III) Matériel et méthodes

3.1) Données personnelles des pêcheurs

Chaque année, le CRPMEM récolte les demandes de licences et les renseigne dans un fichier nommé « Pêche à pied ». Les données comprennent les informations relatives à l'identité du pêcheur : son état civil, son numéro de permis national, son statut, son adresse etc. Une base nationale de données destinée à gérer les permis de pêche à pied professionnelle dénommée AGAPE a été créée afin de regrouper toutes les informations relatives aux pêcheurs à pied professionnels de France. La base AGAPE est actuellement inaccessible pour les CRPMEM mais le CNPMEM est en mesure de faire des extractions si besoin. Le numéro de permis de pêche à pied professionnelle constitue l'identifiant unique de tous les pêcheurs de France.

Dans le cadre de la mise en place de « télécapêche », le fichier « Pêche à pied » est également transmis au CNPMEM. Il s'agit d'un système de télédéclaration des statistiques de pêche pour les pêcheurs à pied professionnels et les pêcheurs professionnels de civelle. L'objectif est d'uniformiser dans un même fichier Excel toutes les données fournies par les CRPMEM chaque année ; ce système est disponible depuis 2017. Ainsi le fichier pour le CRPMEM des Hauts-de-France comporte 16 feuilles avec une première feuille présentant l'identité du pêcheur, une deuxième feuille avec le nom et le contingent des licences de la région. Puis, il existe une feuille pour chaque licence avec la liste des pêcheurs disposant de ladite licence. En résumé, il y a dans le fichier pour la région des Hauts-de-France :

- Fichiers pêcheurs
- Liste licences
- Fichier licence Coques
- Fichier licence Moules 62
- Fichier licence Moules 80
- Fichier licence Salicornes
- Fichier licence Algues
- Fichier licence Autres végétaux
- Fichier licence Vers
- Fichier licence Crustacés
- Fichier licence Poissons hameçon
- Fichier licence Poissons canne

- Fichier licence Poissons filet
- Fichier licence Tellines & autres coquillages consommation
- Fichier licence Tellines & autres coquillages appâts
- Fichier licence Lavagnons

Les données issues de la feuille « licence Coques » du fichier « Pêche à pied 2020 » ont été utilisées pour caractériser la population des pêcheurs professionnels aux coques de la saison 2020-2021 ainsi que pour compléter le profil des pêcheurs ayant répondu aux enquêtes MOCOPREGE [3].

3.2) Le questionnaire MOCOPREGE sur la mortalité des coques

L'élaboration du questionnaire s'est faite à la suite de discussions sur la mortalité des coques lors d'une réunion avec les pêcheurs en janvier 2020. Le questionnaire est organisé en deux parties : la première s'intéresse au profil du pêcheur et la seconde porte sur la ressource en coques et la manière dont le pêcheur gère son activité. Chaque question a un objectif en particulier ; ils sont détaillés ci-dessous. Les questions sont soit ouvertes afin d'obtenir une réponse propre au pêcheur sans l'influencer, soit fermées et le pêcheur doit choisir entre plusieurs réponses prédéterminées.

Informations complémentaires sur le profil du pêcheur

Question 1 : A quel âge avez-vous commencé à pêcher à pied de façon professionnelle ?

Typologie de la question : ouverte à réponse courte

Objectif : Il s'agit ici d'avoir une idée de l'expérience du pêcheur dans l'activité.

Question 2 : A quel âge avez-vous commencé à pêcher la coque de façon professionnelle ?

Typologie de la question : ouverte à réponse courte

Objectif : Il s'agit ici d'évaluer l'expérience du pêcheur dans la pêche aux coques. Cela permettra de créer des classes d'âge et d'observer des corrélations entre âge et connaissances sur les causes de mortalité de la ressource.

Question 3 : Depuis quand possédez-vous une licence de pêche à la coque ?

Typologie de la question : ouverte à réponse courte

Objectif : idem question 1.

Question 4 : La pêche à pied est-elle votre activité principale ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non)

Objectif : Il s'agit de se renseigner sur l'éventuelle pluriactivité des pêcheurs à pied.

Question 5 : Avez-vous une/d'autres activités professionnelles ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non) puis ouverte si oui

Objectif : Il s'agit ici d'affiner la question précédente pour se renseigner sur le type d'activité que le pêcheur pourrait exercer en dehors de la pêche à pied. Est-il également marin-pêcheur ? Mytiliculteur ? Ou travaille-t-il dans un autre domaine ?

Question 6 : Seriez-vous d'accord pour que vos enfants fassent le même métier que vous ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non)

Objectif : Il s'agit ici de voir si le pêcheur considère que la pêche à pied peut-être un métier d'avenir.

Question 7 : Avez-vous eu des soucis de santé liés à votre activité professionnelle de pêcheur à pied en 2019 ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non) puis ouverte si oui

Objectif : Il s'agit ici de se renseigner sur les problèmes physiques qui peuvent être engendrés par la pratique de la pêche à pied.

Question 8 : Avez-vous eu des soucis de santé liés à votre activité professionnelle avant 2019 ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non) puis ouverte si oui

Objectif : Il s'agit ici de voir si pour certains pêcheurs les problèmes de santé liés à la pratique de la pêche à pied sont récurrents.

Question 9 : Avez-vous un vélo électrique ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non)

Sous-question si non : souhaiteriez-vous en avoir un ?

Sous-question si oui aux questions précédentes : pour pêcher quelle(s) espèce(s) souhaiteriez-vous ou avez-vous un vélo électrique ? (Question à choix multiple)

Objectif : Le pêcheur étant déjà aidé par un vélo pour transporter les sacs de coques après la récolte, il s'agit ici de voir s'il souhaiterait améliorer ses conditions de travail à l'aide d'un vélo électrique. L'objectif étant d'évaluer les espèces qui sont le plus adaptées à la pêche à l'aide d'un vélo électrique.

Question 10 : Pensez-vous que le vélo électrique améliore/pourrait améliorer :

- *Votre état de santé*
- *Vos capacités à exploiter des ressources difficilement accessibles*
- *L'état des gisements (limite l'écrasement)*

Typologie de la question : choix multiple

Objectif : Il s'agit ici de se renseigner sur l'opinion du pêcheur par rapport au développement de cet outil au sein de l'activité.

Questions sur la ressource en coques

Question 1 : Les coques, il y a toujours eu des années avec et des années sans

Typologie de la question : choix multiple à échelle d'opinion (pas du tout d'accord, plutôt pas d'accord, plutôt d'accord, tout à fait d'accord)

Sous question si « pas du tout d'accord/plutôt pas d'accord » : selon vous, depuis quand ont commencé les épisodes de faible production dus à des mortalités importantes ?

Objectif : il s'agit ici de voir si pour les pêcheurs la ressource a toujours été instable selon les années ou si, au contraire, les épisodes de faible production ont commencé à partir d'une certaine période.

Question 2 : Citer, selon vous, les causes de ces épisodes

Typologie de la question : choix multiple à énumération d'items

Objectif : Il s'agit ici d'avoir une idée des connaissances des pêcheurs sur la mortalité des coques : est-ce que les pêcheurs relèvent des facteurs environnementaux/conditions météorologiques ou plutôt une mauvaise gestion de la pêcherie ? Il leur est possible d'ajouter des causes qui ne sont pas présentes dans les choix. Afin de permettre une analyse plus fine, un ordre de citation (de 1 à 5) sera ajouté lors de la saisie des données. Les causes citées ont été numérotées préalablement lors de l'administration du questionnaire.

Remarque : Cette question a été modifiée en une question ouverte lors de la reprise des enquêtes en octobre 2020. Elle est devenue : *Selon vous, quelles sont les causes de ces épisodes ?* ; la justification de ce changement est détaillée dans la partie résultats.

Question 3 : Y'a-t-il des signes qui préviennent d'un mauvais épisode ?

Typologie de la question : choix multiple à une seule réponse (oui, non et ne sait pas)

Sous question : si oui quels sont-ils ?

Objectif : Il s'agit ici d'approfondir la question des causes de mortalité en se fiant aux observations des pêcheurs sur le terrain.

Question 4 : Comment pensez-vous possible de gérer ces épisodes avant qu'ils ne surviennent ?

Typologie de la question : ouverte à réponse élaborée

Objectif : Il s'agit ici de prendre en compte et de regrouper les éventuelles solutions proposées par les pêcheurs pour anticiper des mortalités.

Question 5 : Comment pensez-vous possible de gérer ces épisodes pendant qu'ils sont en cours ?

Typologie de la question : ouverte à réponse élaborée

Objectif : Il s'agit ici de prendre en compte les éventuelles solutions proposées par les pêcheurs pendant un épisode de mortalité.

Question 6 : Pensez-vous que ces épisodes vont augmenter à l'avenir ?

Typologie de la question : choix multiple à une seule réponse (oui, non et ne sait pas)

Objectif : Il s'agit ici de voir si les pêcheurs sont plutôt optimistes ou bien pessimistes quant à l'avenir de la ressource.

Question 7 : Vous préparez-vous à ces épisodes de mortalité ?

Typologie de la question : dichotomique (oui/non)

Sous-question : si oui, de quelle manière ? (ouverte)

Objectif : Il s'agit ici de pouvoir identifier différents profils de pêcheurs : ceux qui s'adaptent en fonction de différentes stratégies (autres licences, pêche dans d'autres régions, économies etc) et ceux qui subissent les épisodes de mortalités sans solutions alternatives ou stratégies particulières.

Question 8 : A cause de ces épisodes de mortalité, avez-vous :

❖ *Demandé d'autres licences ? (Dichotomique oui/non)*

Sous-question : si oui lesquelles ? (Espèces, région, année)

❖ *Démarré une activité dans un autre domaine (Dichotomique oui/non)*

Sous-question : si oui dans quel domaine et en quelle année ?

Objectif : comme pour la question précédente, il s'agit ici de voir si les pêcheurs se tournent vers une pluriactivité pour être moins impacté par les épisodes de mortalité ou de faible production.

Question libre : Avez-vous un commentaire à faire ?

Typologie de la question : ouverte à réponse élaborée

Objectif : Il s'agit ici de regrouper les commentaires des pêcheurs tout au long du questionnaire lorsqu'ils ont développé certaines idées/opinions. Ces commentaires peuvent servir à approfondir les réponses à des questions fermées. Exemple : pour la citation des causes de mortalités, certains pêcheurs vont pouvoir développer ou expliquer certains points avec leurs observations faites sur le terrain. Il sera plus difficile d'analyser cette question-là du questionnaire mais certaines informations peuvent se retrouver dans les propos de différents pêcheurs.

En raison du coronavirus et de la période de confinement, la première phase d'enquête s'est déroulée par téléphone grâce aux informations relatives aux pêcheurs aux coques professionnels détenus par le CRPMEM Hauts-de-France. Les pêcheurs ont été prévenus de l'enquête par un sms du CRPMEM puis ils ont été choisis aléatoirement pour répondre au questionnaire. La deuxième phase d'enquêtes s'est déroulée sur le terrain avec la reprise de la pêche.

Première phase : récolte des témoignages par téléphone

L'intérêt du projet a été rappelé aux pêcheurs lors de ce premier contact par téléphone, certains pêcheurs n'ayant pas reçu ou n'ayant pas assimilé les informations envoyées sur leurs portables. Il était donc nécessaire de montrer l'importance que leur témoignage pourrait avoir dans l'amélioration de leurs conditions de travail ainsi que dans la gestion de la ressource. Sur ce dernier point, les pêcheurs ont une certaine expérience à faire valoir étant observateurs de la ressource et travaillant parfois depuis longtemps sur des zones de pêches en évolution.

La plupart des pêcheurs ont accepté de répondre au questionnaire. Ceux qui n'ont pas répondu considéraient qu'ils n'avaient rien à dire sur le sujet ou bien n'étaient pas disponible par faute de temps. Dans certains cas, lorsque l'enquêté n'était pas disponible au moment de l'appel, un rendez-vous était pris dans la journée ou dans une autre tranche horaire dans la semaine.

Dans l'ensemble, les questions ont été comprises et dans le cas contraire, il était nécessaire d'expliquer les raisons pour lesquelles certaines questions sont posées.

La durée du questionnaire est d'une dizaine de minutes et dépend généralement du temps donné par le pêcheur interrogé ainsi que de l'aisance de l'enquêté par rapport au sujet. Dans un premier temps, il y avait pour objectif d'enregistrer certains témoignages lors d'un entretien court en plus du questionnaire. Cela n'a pas été possible par téléphone et aurait pu être intéressant notamment auprès de certains pêcheurs interrogés pendant le questionnaire qui ont eu beaucoup de choses à dire sur leur activité, leur avenir ainsi que sur la gestion de la ressource. Dans ces cas-là, le questionnaire pouvait durer de 20 à 25 minutes.

Seconde phase : récolte des témoignages sur le terrain (Baie de Somme Nord)

Les enquêtes sur le terrain ont été menées par deux stagiaires différents durant l'été 2020 et d'octobre à fin novembre 2020. La méthode la plus efficace a été de les faire avant la descente des pêcheurs sur le gisement. En effet, les pêcheurs sont plus enclins à répondre aux questions à ce moment-là surtout lorsqu'ils sont en avance sur l'heure de descente autorisée. A la fin de la pêche, les pêcheurs sont fatigués et impatients de rentrer chez eux et doivent parfois repartir pour d'autres activités. S'il était parfois possible de discuter pendant plusieurs dizaines de minutes avec certains pêcheurs, la majorité répondaient rapidement au questionnaire.

A la différence des enquêtes par téléphone, les pêcheurs sont sur leur zone de travail et sont souvent plus pressés.

Au cours de l'été 2020, deux enquêtes étaient menées conjointement : l'enquête sur la mortalité des coques et l'enquête de spatialisation donc les pêcheurs pouvaient se lasser rapidement par la durée de l'enquête. Pour certains pêcheurs celle-ci peut prendre beaucoup de temps en cumulé s'ils pêchent plusieurs espèces sur différentes zones et le risque était d'être interrompu car le pêcheur n'avait plus le temps. Le contexte était différent lors de la reprise des enquêtes en octobre 2020 car seules les enquêtes sur la mortalité des coques étaient à faire donc elles ont été entièrement faites sur le terrain [6].

Le traitement des données

Afin d'analyser les données recueillies, chaque réponse a été saisie sur tableau Excel. Dans la partie « compléments de profil » ont été ajoutées les informations présentes dans les fichiers « Pêche à pied » du CRPMEM des Hauts-de-France : n° de permis national, date de naissance, lieu de résidence et régime social.

Cela permet d'avoir le profil complet pour chaque pêcheur. Chaque partie du questionnaire est traitée séparément. Pour un traitement optimal, les réponses oui/non sont remplacées par 1/0 [3].

A la date du 31 août 2020, 100 questionnaires avaient été effectués par Pierre Delaage. Il a réalisé un premier traitement d'une partie des informations recueillies au cours de son stage au CRPMEM. Néanmoins, il a semblé judicieux de ne produire des résultats qu'une fois les enquêtes finalisées et bancarisées.

Au total, 150 questionnaires ont été effectués à la fin du mois de novembre 2020.

3.3) Données issues des déclarations statistiques obligatoires de pêche

D'après l'arrêté du 22 octobre 2012 relatif à l'obligation de déclarations statistiques en matière de produits de la pêche maritime à pied professionnelle, les pêcheurs à pied professionnels sont soumis à l'obligation de déclarer mensuellement à la DML et au CRPMEM leurs pêches.

Les fiches de pêche sont des fiches au format papier identifiées par un numéro d'identification par fiche. Le pêcheur renseigne son identité c'est-à-dire son nom, prénom et numéro de permis puis la description des pêches effectuées avec l'année, le mois et le jour de pêche ainsi que la zone de production et les codes FAO de l'engin de pêche et de l'espèce pêchée. Les volumes (en kg) de pêche par jour sont également renseignés par le pêcheur.

Dans le cadre de la rédaction des Documents d'Objectifs de certains sites Natura 2000, l'ensemble des fiches statistiques comprises entre mai 2013 et avril 2017 ont été informatisées sur Excel par l'antenne maritime Manche-Mer du Nord de l'OFB. Pour les fiches statistiques comprises entre mai 2017 et mai 2020, une partie a été saisie par la DDTM-DML 62 tandis que l'autre partie est en cours de saisie par le CRPMEM Hauts-de-France.

Les résultats présentés ci-dessous ont été obtenus à partir du fichier Excel produit par l'OFB pour la période mai 2013 à avril 2017 relu et corrigé. En effet, certains numéros de permis n'étaient pas corrects et des noms étaient orthographiés différemment en fonction des dates de déclaration. Néanmoins, certaines erreurs produites soient lors de la déclaration par le pêcheur soit au cours de la saisie par l'OFB, n'ont pas pu être corrigées par le CRPMEM. Il a été considéré que le processus de validation des données mis en place par l'OFB lors de la saisie des données est suffisant pour fournir un fichier conforme aux déclarations des pêcheurs. De plus, les déclarations statistiques sont des documents officiels donc aucune erreur n'a été corrigée exceptées celles précisées précédemment.

Les principaux types d'erreur rencontrés sont :

- Erreur dans l'identité du pêcheur (Nom, Prénom, N° de Permis)
- Erreur dans la zone sanitaire
- Erreur dans l'espèce déclarée
- Erreur dans l'engin déclaré
- Erreur dans la date déclarée

Pour chacun des champs saisis, les éléments présentés permettront de présenter rapidement les données et leurs limites.

[Les zones sanitaires](#)

70653 déclarations dans la base de données permettent d'identifier 30 zones. Parmi celles-ci, 17 sont des codes valides pour la région Hauts de France.

Sur les 70653 déclarations, 3611 ont des problèmes dans l'identification de la zone de pêche (Tableau 2).

Tableau 2 : Code déclaré, nom de la zone conchylicole, remarque et nombre d'occurrence entre début 2013 et avril 2017 dans la base de données saisie par l'AFB. Les codes valides sont en vert.

Gisement	Zone conchylicole	Nb occurrence 2013-avril 2017	Remarque
N/A	Non renseigné	1997	
14	Département Calvados	6	Hors région
59	Département du Nord	83	
62	Département du Pas-de-Calais	81	
80	Département de la Somme	761	
1430		3	Hors région, code inexistant
5001	Brevands	55	Hors région
5003	Beauguillot	114	Hors région
5004	Utah Beach	7	Hors région
6200		10	Code inexistant
6201	Oye-Plage Marck	1971	
6202	Calais	3	
6203	Sangatte Blanc-Nez	64	
6204	Baie de Wissant	42	
6205	Gris-Nez	411	
6206	Audresselles Ambleteuse	4011	
6207	Wimereux	6254	
6208	Port de Boulogne sur Mer	108	
6209	Le Portel Equihen	3468	
6210	Baie de Canche : Hardelot le Touquet	2188	
6211	Berck Merlimont	120	
6280	Baie d'Authie	7211	
8001		472	Code inexistant
8002	Quend-Plage	924	
8003	Baie de Somme Nord	26462	
8004	Baie de Somme Sud	12747	
8005	Cayeux Ault Nord	290	
8006	Bois de Cise Mers-les-Bains	702	
8008		66	Code inexistant
8009		18	Code inexistant
Concession 4696 de M. Brefort		4	Code inexistant
	Total général	70653	

Les espèces déclarées

70656 déclarations dans la base de données permettent d'identifier 29 codes espèces. Différentes espèces mentionnées ne sont pas présentes telles que : *Dosinia* spp., *Marphysa sanguinea* et *Solen* spp. Pour ces derniers, une confusion avec les couteaux du genre *Ensis* est possible.

Sur les 70656 déclarations, 309 ont des problèmes dans l'identification de l'espèce (Tableau 3).

Tableau 3 : Code déclaré, nom d'espèce, remarque et nombre d'occurrence entre début 2013 et avril 2017 dans la base de données saisie par l'AFB

Espèce	Nom scientifique	Nom commun (FAO)	Remarque	Nb occurrences 2013-avril 2017
N/A	Non renseigné	Non renseigné		117
ARM	<i>Arenicola marina</i>			4638
ASN	<i>Ascophyllum nodosum</i>			74
BSS	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar européen		40

COC	Cerastoderma edule	Coque commune		33568
COD	Gadus morhua	Morue de l'Atlantique		3
CPR	Palaemon serratus	Bouquet commun		6
CRE	Cancer pagurus	Tourteau		15
CSH	Crangon crangon	Crevette grise		226
CTC	Sepia officinalis	Seiche commune		4
DSZ	Dosinia spp	Dosinias nei	Espèce non présente	3
FUV	Fucus vesiculosus	Chone marin		19
JCX	Maja spp	Crabes araignées Maja nca		3
LAH	Laminaria hyperborea			17
LBE	Homarus gammarus	Homard européen		11
MFZ	Marphysa sanguinea		Espèce non présente	144
MUS	Mytilus edulis	Moule commune		14252
NEH	Nephtys hombergii			1258
OBIUN			Code inexistant	8
OBN	Scrobicularia plana	Lavignon poivre		728
PLE	Pleuronectes platessa	Plie d'Europe		2
POL	Pollachius pollachius	Lieu jaune		4
RAZ	Solen spp	Couteaux Solen nca	Espèce non présente	37
SCL	Scyliorhinus spp	Roussettes nca		9
UCU	Fucus spp			50
WHG	Merlangius merlangus	Merlan		6
ZZW	Aster tripolium	Aster, oreilles de cochon	Code créé hors FAO	3455
ZZX	Suaeda maritima	Soude, pompon	Code créé hors FAO	313
ZZY	Salicornia sp.	Salicornes, passe-pierre	Code créé hors FAO	11646
			Total	70656

Les engins déclarés

70653 déclarations dans la base de données permettent d'identifier onze types d'engin FAO différents (Tableau 4).

Tableau 4 : Code déclaré, nom d'engin et nombre d'occurrence entre début 2013 et avril 2017 dans la base de données saisie par l'AFB. Les principaux engins utilisés sont soulignés.

Engin	Nom FAO	Nb occurrences 2013-avril 2017
N/A	Non renseigné	49
FID	<u>Pelle</u> , <u>fourche</u> et assimilé (dont <u>cuillère</u> , fourchette, binette)	5267
FIE	<u>Couteau</u> et assimilé (dont faux, <u>faucillon à panier</u> , <u>ciseaux</u> , serpette, triangle, détroqueur),	15665
FIT	Autres outils à main (dont <u>pompe</u> , « baleine », piolet, marteau, burin, coupe-gazon, <u>pointe</u> et carrelet)	4376
FPO	Nasse et <u>casier</u>	10
GNS	<u>Filet maillant calé</u> , <u>Filet droit</u>	8
GTR	<u>Trémail</u>	24
HES	<u>Epuisette</u> et assimilé (dont <u>Haveneau</u> , Bichette à lames)	233
HRK	<u>Râteau</u> et assimilé (dont gaffe, raballe, frelotte, main de fer et râteau à coiffe),	44949
LHP	<u>Ligne à main ou avec canne</u>	40
LLS	<u>Palangre calée fixe</u>	14
NO	<u>Pas d'engin</u>	18
Total général		70653

Couple espèce-engin

70484 déclarations dans la base de données permettent d'identifier 52 couples « espèce-engin ». Parmi ces informations saisies, certaines sont litigieuses. Ainsi, la pêche de coques au couteau et assimilé ou de salicorne au râteau et assimilé. Ces données sont figurées en italique dans le tableau ci-dessous.

Sur les 70484 déclarations, 13 ont des problèmes dans l'identification du couple de l'espèce et de l'engin (Tableau 5).

Tableau 5 : Couple « espèce-engin » et nombre d'occurrence entre début 2013 et avril 2017 dans la base de données saisie par l'AFB. Les données en italique sont litigieuses.

Couple espèce-engin	Nombre de données
Arenicola marina_Autres outils à main (dont pompe, « baleine », piolet, marteau, burin, coupe-gazon, pointe et carrelet)	4342
Arenicola marina_Pelle, fourche et assimilé (dont cuillère, fourchette, binette)	296
Ascophyllum nodosum_Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),	42
Ascophyllum nodosum_Pas d'engin	3
Ascophyllum nodosum_Râteau et assimilé (dont gaffe, raballe, frelotte, main de fer et râteau à coiffe),	29
Aster tripolium_Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),	3453
Cancer pagurus_Nasse et casier	7
Cancer pagurus_Trémail	8
<i>Cerastoderma edule_Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),</i>	2
Cerastoderma edule_Pelle, fourche et assimilé (dont cuillère, fourchette, binette)	28
Cerastoderma edule_Râteau et assimilé (dont gaffe, raballe, frelotte, main de fer et râteau à coiffe),	33535
Crangon crangon_Epuisette et assimilé (dont Haveneau, Bichette à lames)	226
Dicentrarchus labrax_Filet maillant calé, Filet droit	2
Dicentrarchus labrax_Ligne à main ou avec canne	38
<i>Dosinia spp_Autres outils à main (dont pompe, « baleine », piolet, marteau, burin, coupe-gazon, pointe et carrelet)</i>	3
Fucus spp_Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),	50
Fucus vesiculosus_Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),	19
<i>Gadus morhua_Autres outils à main (dont pompe, « baleine », piolet, marteau, burin, coupe-gazon, pointe et carrelet)</i>	1
Gadus morhua_Trémail	2
Homarus gammarus_Filet maillant calé, Filet droit	2
Homarus gammarus_Nasse et casier	3
Homarus gammarus_Trémail	6
Laminaria hyperborea_Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),	17
Maja spp_Trémail	3
Marphysa sanguinea_Pelle, fourche et assimilé (dont cuillère, fourchette, binette)	128
Merlangius merlangus_Palangre calée fixe	6
Mytilus edulis_Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),	14
Mytilus edulis_Epuisette et assimilé (dont Haveneau, Bichette à lames)	1
Mytilus edulis_Pelle, fourche et assimilé (dont cuillère, fourchette, binette)	3112
Mytilus edulis_Râteau et assimilé (dont gaffe, raballe, frelotte, main de fer et râteau à coiffe),	11118
Nephtys hombergii_Autres outils à main (dont pompe, « baleine », piolet, marteau, burin, coupe-gazon, pointe et carrelet)	3
Nephtys hombergii_Pelle, fourche et assimilé (dont cuillère, fourchette, binette)	1244
Palaemon serratus_Epuisette et assimilé (dont Haveneau, Bichette à lames)	6
Pleuronectes platessa_Ligne à main ou avec canne	1
Pleuronectes platessa_Palangre calée fixe	1

Pollachius pollachius_Filet maillant calé, Filet droit	3
Pollachius pollachius_Palangre calée fixe	1
Salicornia sp._Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),	11641
<i>Salicornia sp._Râteau et assimilé (dont gaffe, raballe, frelotte, main de fer et râteau à coiffe),</i>	5
<i>Scrobicularia plana_Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),</i>	7
Scrobicularia plana_Pelle, fourche et assimilé (dont cuillère, fourchette, binette)	457
Scrobicularia plana_Râteau et assimilé (dont gaffe, raballe, frelotte, main de fer et râteau à coiffe),	262
Scyliorhinus spp_Filet maillant calé, Filet droit	1
Scyliorhinus spp_Ligne à main ou avec canne	1
Scyliorhinus spp_Palangre calée fixe	6
Scyliorhinus spp_Trémil	1
Sepia officinalis_Trémil	4
<i>Solen spp_Autres outils à main (dont pompe, « baleine », piolet, marteau, burin, coupe-gazon, pointe et carrelet)</i>	13
<i>Solen spp_Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),</i>	2
Solen spp_Pas d'engin	15
Solen spp_Pelle, fourche et assimilé (dont cuillère, fourchette, binette)	2
Suaeda maritima_Couteau et assimilé (dont faux, faucillon à panier, ciseaux, serpette, triangle, détroqueur),	312
Total général	70484

Sur la base des croisements réalisés, les données ne semblent pas poser de problème pour près de 95% d'entre elles. Le principal problème est issu des données de localisation par zone de production avec 3611 données problématiques. Cependant, la majorité (1997 sur 3611) concerne l'absence de donnée. Lors du traitement, les lignes de données sans renseignements sont supprimées et les lignes pour lesquelles il manque des renseignements (type d'espèce ou/et d'engin, zone de production etc) mais avec des quantités renseignées sont gardées.

La base de données est donc considérée comme fiable et sera utilisée pour l'analyse des statistiques de pêche, toutes espèces confondues, en permettant la comparaison des quatre saisons consécutives, entre le 1^{er} mai 2013 et le 30 avril 2017.

IV) Résultats

4.1) Présentation de la population des pêcheurs à pied professionnels des Hauts-de-France

Il s'agit du traitement des données issu de l'ensemble des licenciés coques de l'année 2020-2021. Durant cette saison, 267 (79%) pêcheurs professionnels de coques ont plus de 40 ans avec notamment 118 pêcheurs (35%) entre 50 et 59 ans et 85 pêcheurs (25%) entre 40 et 49 ans (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). L'âge moyen des pêcheurs, calculé à partir de l'âge des 337 licenciés coques, est de 50 +/- 11 ans. La profession, composée de 32 femmes pour 305 hommes présente un sexe-ratio déséquilibré puisque cela fait 9% de femmes pour 91% d'hommes.

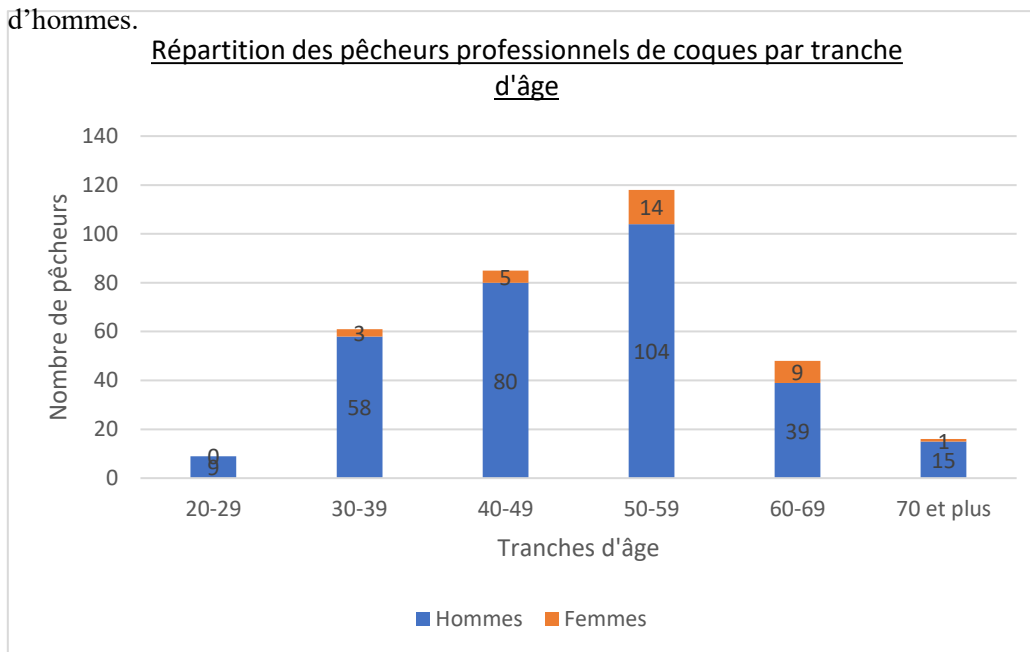
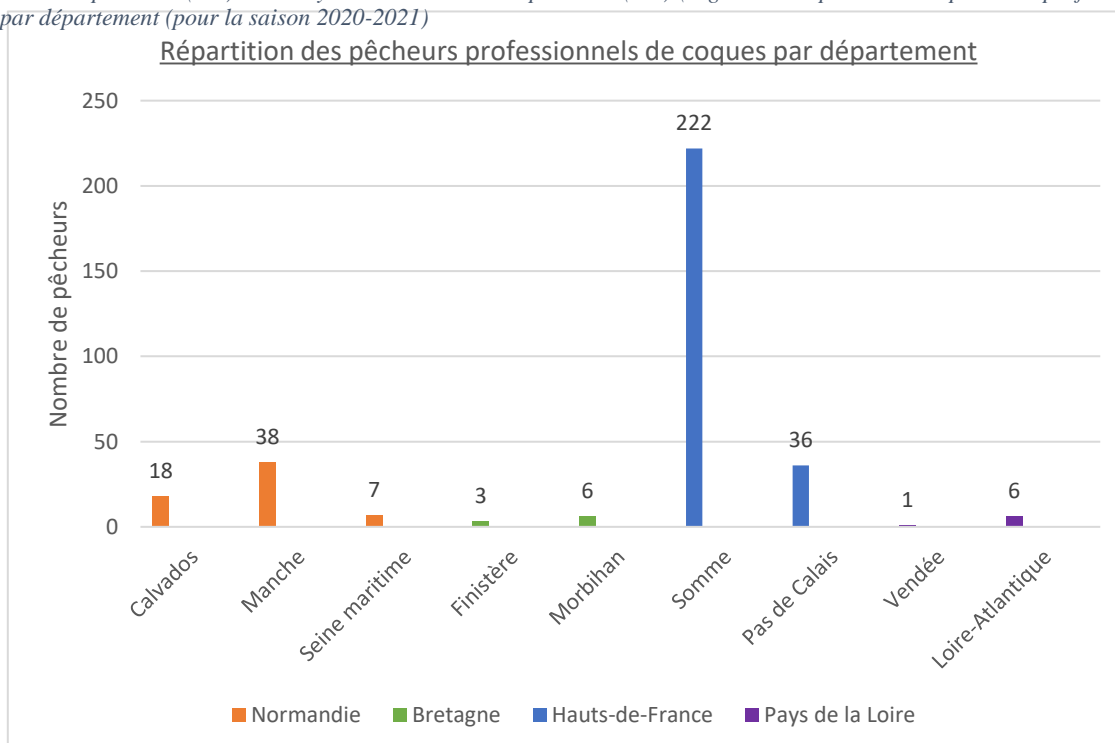


Figure 3 : Répartition des pêcheurs professionnels de coques par tranches d'âge (pour la saison 2020-2021)

Sur les 337 pêcheurs, 258 habitent dans les Hauts-de-France soit 77% et principalement dans la Somme (222 pêcheurs soit 66%). La commune la plus représentée est le Crotoy puisque 92 pêcheurs y résident. Les autres départements les plus représentés sont, dans l'ordre décroissant, la Normandie avec 63 pêcheurs (19%), la Bretagne avec 9 pêcheurs (3%) et le Pays de la Loire avec 7 pêcheurs (2%) (Figure 3 : Répartition des pêcheurs professionnels de coques par département (pour la saison 2020-2021)



4.2) Validité de l'échantillon issu du questionnaire MOCOPREGE

Comme il est dit précédemment, la population de pêcheurs de la saison 2020-2021 compte 337 individus. Parmi cette population, 150 individus ont été interrogés pour les enquêtes MOCOPREGE. Ils constituent l'échantillon sur lequel se fonde les enquêtes MOCOPREGE. Afin de savoir si l'échantillon est conforme à la population d'origine, un test de conformité est réalisé. Il s'agit du test de Student pour un échantillon unique exécuté sur le logiciel RStudio. Au préalable, il faut vérifier la normalité des données soit graphiquement à l'aide d'un histogramme soit par un test de significativité, le test de Shapiro-Wilk qui renvoie une p-value.

L'hypothèse H_0 du test de Shapiro-Wilk est : l'échantillon suit une loi normale. Pour un seuil de confiance de 95%, si le test est significatif c'est-à-dire avec une p-value supérieure au niveau de significativité de 0,05 alors la distribution des données n'est pas significativement différente de la distribution d'une loi normale. Le test de Shapiro-Wilk indique une p-value égale à 0,4512 soit, pour un seuil de confiance à 95%, une p-value largement supérieure à 5%. L'hypothèse H_0 est donc validée.

La normalité de l'échantillon est également vérifiée graphiquement à l'aide d'un histogramme : la distribution des données suit bien une courbe de Gauss (Figure 4 : Histogramme de l'âge des pêcheurs enquêtés dans le cadre du projet MOCOPREGE

Figure 5 (Figure 4).

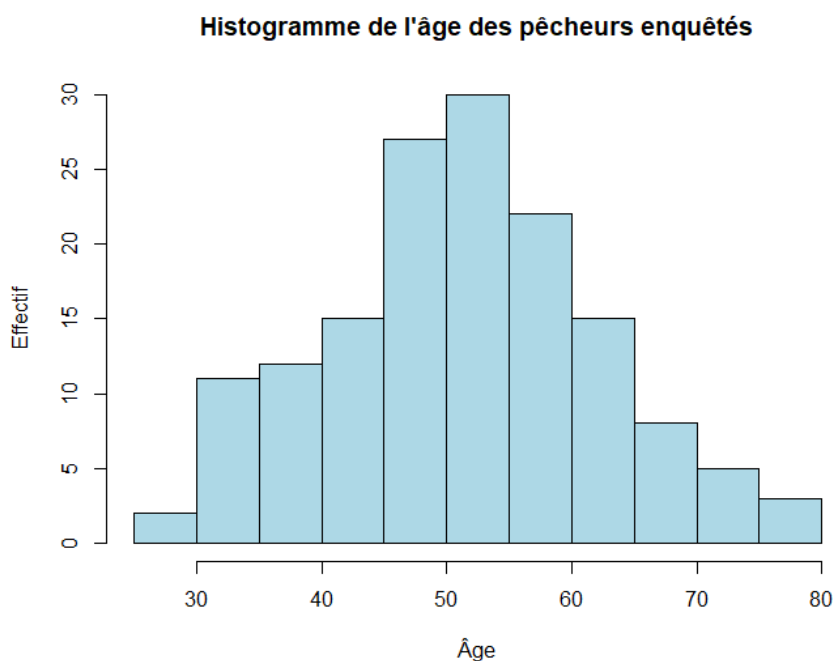


Figure 5 : Histogramme de l'âge des pêcheurs enquêtés dans le cadre du projet MOCOPREGE

Le test de Student pour un échantillon unique permet de comparer une moyenne observée, appelée μ , à une moyenne théorique, appelée μ_0 . La moyenne théorique μ_0 est la moyenne d'âge de l'ensemble des pêcheurs de la saison 2020-2021 soit 50 ans +/- 11 ans. L'hypothèse H_0 est $\mu = \mu_0$.

Le résultat est :

One sample t-test

```
data: x$Age
t = 2.1393, df = 149, p-value = 0.03404
alternative hypothesis: true mean is not equal to 50
```

95 percent confidence interval:
 50.14604 53.68063
 sample estimates:
 mean of x
 51.91333

Dans le résultat ci-dessus : t est la statistique de Student (t=2,1393), df est le degré de liberté (df=149) et p-value est le degré de significativité du test (p-value = 0,03404). L'intervalle de confiance de la moyenne à 95% est également donné ([50,14604 ; 53,68063]) ainsi que la valeur moyenne de l'échantillon (51,91333).

La p-value est de 0,03404 ce qui est légèrement inférieur à 0,05. L'hypothèse H0 est rejetée : l'âge moyen des pêcheurs de l'échantillon est supérieur à l'âge moyen de la population.

4.3) Résultats issus des enquêtes MOCOPREGE

L'expérience des pêcheurs de coque

Il s'agit du traitement des réponses obtenues à la question : « Depuis quand possédez-vous une licence de pêche à la coque (précisez l'année) ? ». Les pêcheurs avaient le choix entre quatre régions : Hauts-de-France, Normandie, Pays de la Loire et Bretagne.

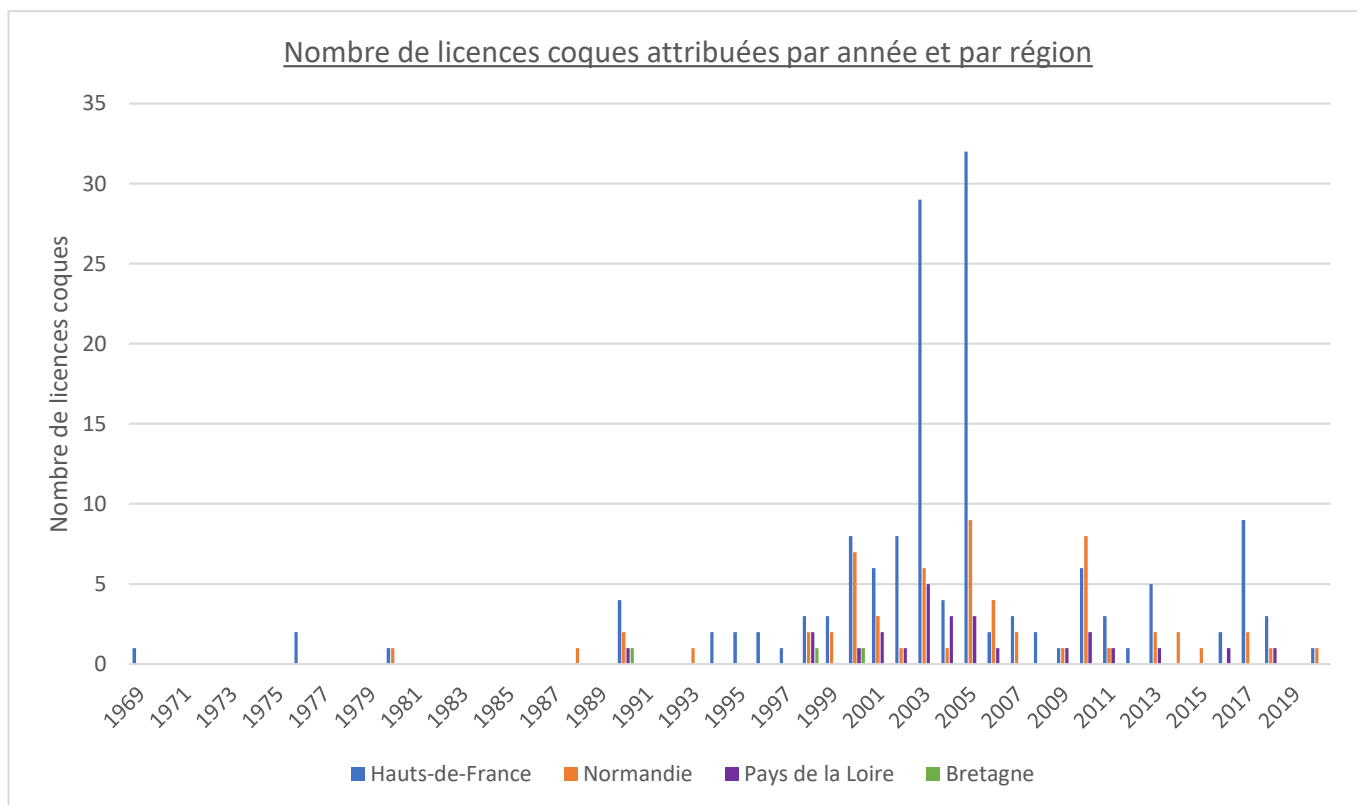


Figure 8 : Nombre de licences coques attribuées par année et par région

Avant les années 2000, quelques licences coques ont été attribuées dans les différentes régions. Entre 2000 et 2002, un peu plus de 5 licences coques ont été attribuées dans les Hauts-de-France. Ensuite, en 2003 et 2005, plus de 25 licences aux coques ont été attribuées dans les Hauts-de-France puis cela a fortement diminué au cours des années suivantes. Il apparaît quelques pics en 2010 et 2017 mais qui correspondent à moins de 10 licences attribuées. En 2003, 2005 et 2010 plus de 5 licences coque ont été délivrées par la Normandie. Comparativement, le nombre de licences attribuées en Bretagne et en Pays de la Loire reste relativement faible au cours des années (Figure 5 : Nombre de licences coques attribuées par année et par région

Figure 6Figure 5).

55% des pêcheurs possèdent uniquement la licence coque dans les Hauts-de-France, 30% d'entre eux possèdent deux licences coques dans différentes régions, 13% en possèdent trois et 2% en possèdent quatre. Comme il est dit précédemment, les pêcheurs aux coques dans les Hauts-de-France sont majoritairement résidents dans la région. Parmi ces 109 pêcheurs, environ 42% possèdent la licence coque en Normandie, 17% en Pays de la Loire et moins de 2% en Bretagne (Tableau 6 : Nombre de pêcheurs résidents en HDF avec la licence coque dans les différentes régions Tableau 6). Les pêcheurs résidents en Hauts-de-France avec plusieurs licences coques vont principalement en Normandie et en région Pays de la Loire. Il existe plusieurs licences coques par département en Bretagne, ce qui peut éventuellement expliquer ce faible pourcentage.

Tableau 6 : Nombre de pêcheurs résidents en HDF avec la licence coque dans les différentes régions

Région	Nombre de pêcheurs possédant la licence coque en ...	Nombre de pêcheurs-résidents HDF possédant la licence coque
Hauts-de-France	150	109
Normandie	62	46
Pays de la Loire	26	18
Bretagne	3	2

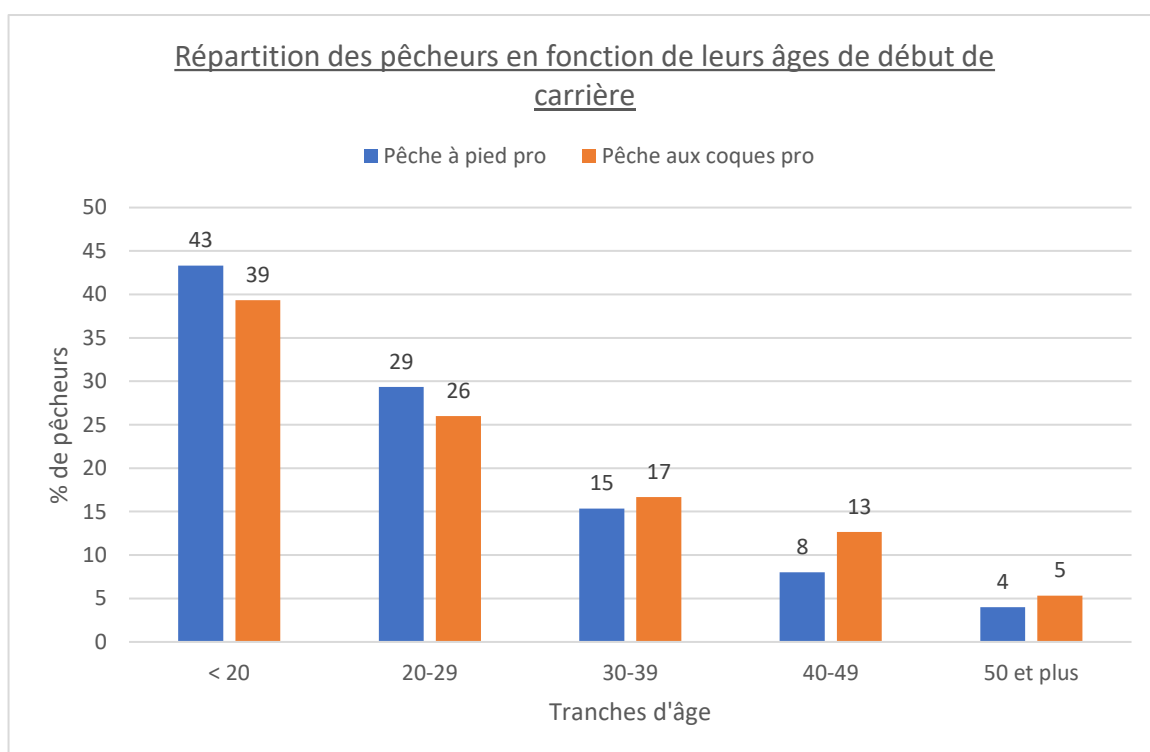


Figure 11 : Répartition des pêcheurs en fonction de leurs âges de début de carrière dans la pêche à pied professionnelle et dans la pêche aux coques professionnelle

Plus de 70% des pêcheurs ont commencé la pêche à pied professionnelle avant leurs 30 ans et pour 43% d'entre eux, avant leurs 20 ans (Figure 6 : Répartition des pêcheurs en fonction de leurs âges de début de carrière dans la pêche à pied professionnelle et dans la pêche aux coques professionnelle

Figure 7 (Figure 6). Il est possible de distinguer les pêcheurs ayant commencé leur carrière professionnelle de pêcheur à pied par la pêche aux coques ; ils sont majoritaires et ont commencé assez jeunes (< 30 ans) puisque l'âge moyen pour la pêche à pied professionnelle est de 25 ans et l'âge moyen pour la pêche aux coques est de 27 ans. Puis une autre catégorie de pêcheurs est visible : ceux qui ont commencé à pratiquer la pêche aux coques de manière professionnelle plus tardivement (> 30 ans).

La pluriactivité professionnelle des pêcheurs aux coques professionnels

Les résultats présentés ci-dessous sont issus des réponses aux questions : « La pêche à pied est-elle votre activité principale ? » et « Avez-vous une/d'autres activités professionnelles ? ».

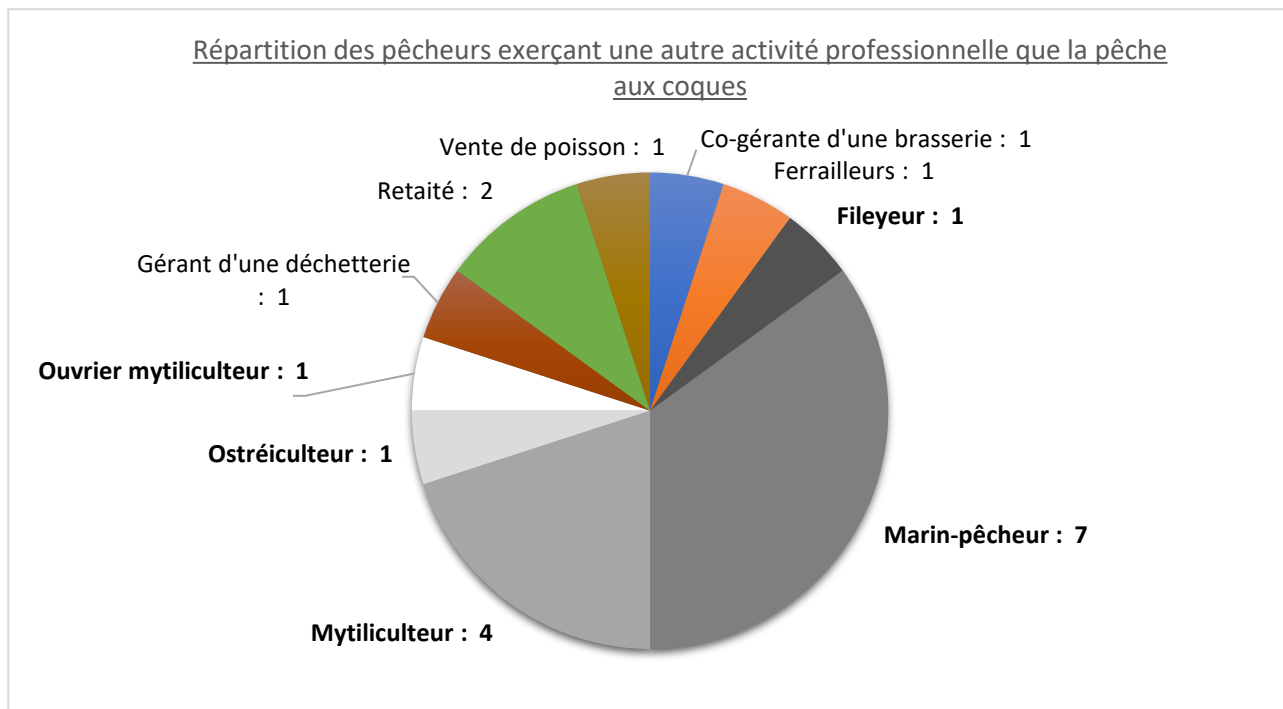


Figure 14 : Répartition des pêcheurs exerçant une autre activité professionnelle que la pêche aux coques

La pêche aux coques est l'activité professionnelle principale de 90% des pêcheurs enquêtés. Parmi les 10% exerçant une autre activité professionnelle, une majorité sont marins-pêcheurs ou mytiliculteurs (Figure 7 : Répartition des pêcheurs exerçant une autre activité professionnelle que la pêche aux coques

Figure 8Figure 7Figure 7 : Répartition des pêcheurs exerçant une autre activité professionnelle que la pêche aux coques

Figure 8Figure 7). Et 3% des pêcheurs interrogés, cumulent deux professions mais considèrent que la pêche aux coques reste leur activité professionnelle principale.

La vision du métier par les pêcheurs aux coques

Cette sous-partie présente les réponses des pêcheurs à la question : « Seriez-vous d'accord que vos enfants fassent le même métier que vous ? ».

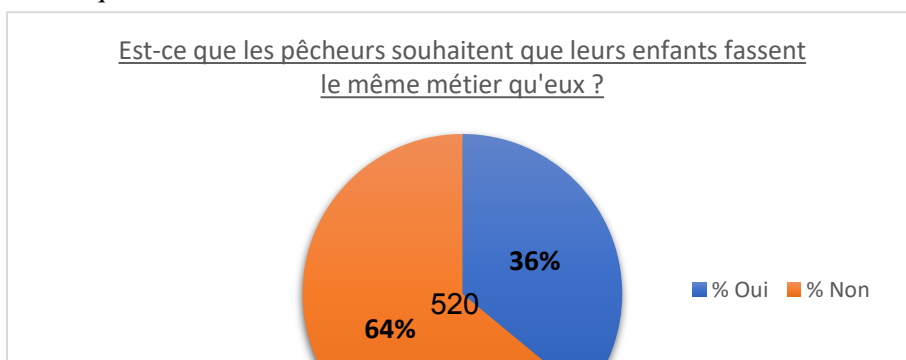


Figure 17 : Réponse des pêcheurs à la question : "Est-ce que vous souhaitez que vos enfants fassent le même métier que vous ?"

64% des pêcheurs ne souhaitent pas que leurs enfants exercent ce métier (Figure 8 : Réponse des pêcheurs à la question : "Est-ce que vous souhaitez que vos enfants fassent le même métier que vous ?")

Figure 9 : Détails des réponses à l'affirmation : "Les coques, il y a toujours eu des années avec et des années sans" (Figure 8). Par exemple, ils expliquent : « Je ne serais pas d'accord pour que mes enfants fassent le même métier, ce n'est pas un métier d'avenir. C'est un travail aléatoire » ainsi que : « Je ne veux pas que mes enfants fassent le même métier car c'est plus incertain maintenant ».

La santé des pêcheurs aux coques

Dans cette sous-partie, est analysé les réponses des pêcheurs aux questions : « Avez-vous un vélo électrique », « Si NON, souhaiteriez-vous en avoir un ? », « Si OUI, pour pêcher quelles espèces ? ».

Il leur a également été demandé : « Pensez-vous que le vélo électrique améliore ou pourrait améliorer votre état de santé et/ou vos capacités à exploiter des ressources difficilement accessibles et/ou l'état des gisements (moins d'écrasement) ? ».

Parmi les 150 pêcheurs enquêtés, nous avons posé ces questions à seulement 131 d'entre eux. Ainsi, 20% possèdent un vélo électrique, 66% de ceux qui n'en ont pas en souhaiterait un et 33% ne souhaite pas en avoir un ; les 1% restant ne savent pas. Les espèces ciblées par les pêcheurs possédant, ou souhaitant, un vélo électrique sont les coques avec 85 mentions, les salicornes et les moules (Tableau 7). Le vélo électrique semble donc utilisable pour pêcher diverses espèces.

Tableau 7 : Nombre de mentions des espèces pêchables avec un vélo électrique

Espèces cibles	Nombre de mentions
Coques	85
Salicornes	21
Moules	12
Autres végétaux	4
Vers	2

Pour 87% des pêcheurs, possédant ou non un vélo électrique, celui-ci permet de préserver leur santé physique. De plus, 79% des pêcheurs estiment que le vélo électrique permet d'exploiter des gisements plus éloignés et pour 53% d'entre eux, il limite également l'écrasement des gisements.

Les questions sur la santé physique des pêcheurs ont été posées de la manière suivante : « Avez-vous eu des soucis de santé liés à votre activité professionnelle de pêcheur à pied **en 2019** ? Si oui, pouvez-vous nous préciser lesquels » et « Avez-vous eu des soucis de santé liés à votre activité professionnelle **avant 2019** ? Si oui, pouvez-vous nous préciser lesquels ».

Plus de la moitié des pêcheurs ont des problèmes de santé liés à leur activité professionnelle (68%) : 45% d'entre eux en ont eu en 2019 et, pour 57%, ces problèmes de santé datent d'avant 2019. En effet, 33% des

problèmes de santé mentionnés par les pêcheurs sont récurrents entre 2019 et avant 2019. Le tableau ci-dessous donne le détail des problèmes de santé mentionnés par les pêcheurs (Tableau 8) ; les plus récurrents sont des problèmes de dos avec des pathologies diverses telles que des hernies discales et/ou lumbales, des lombalgies, des sciaticues, des disques abîmés, des spondylarthrite ankylosantes. Ils souffrent également de problèmes aux articulations (épaule, genoux, arthrose) et des problèmes cardiaques. Retenons qu'il s'agit principalement de troubles musculosquelettiques au dos et aux articulations.

De plus, lors de mes enquêtes, les pêcheurs ne pensaient pas systématiquement à m'indiquer leur mal de dos post-marées donc il est probable que davantage de pêcheurs soient sujets à ce problème de santé.

Tableau 8 : Nombre de mentions et % des problèmes de santé des pêcheurs

Type problème santé	Nombre de mentions	%
Mal de dos	81	66
Problèmes articulaires, musculaires et osseux des membres	29	24
Problèmes cardiaques	5	4
Accident à la mer	1	1
Covid-19	1	1
Dépression	2	2
Descente de vessie	1	1
Thyroïdie	2	2
Problèmes physiques	1	1

Les variations de la ressource en coque

Les pêcheurs répondent à la question : « Les coques, il y a toujours eu des années avec et des années sans » en choisissant une des affirmations suivantes : « Pas du tout d'accord », « Plutôt pas d'accord », « Plutôt d'accord » et « Tout fait d'accord ». Dans le cas des options « Pas du tout d'accord » ou « Plutôt d'accord », il était demandé aux pêcheurs s'ils pouvaient préciser depuis quelle période les épisodes de faible production avaient lieu.

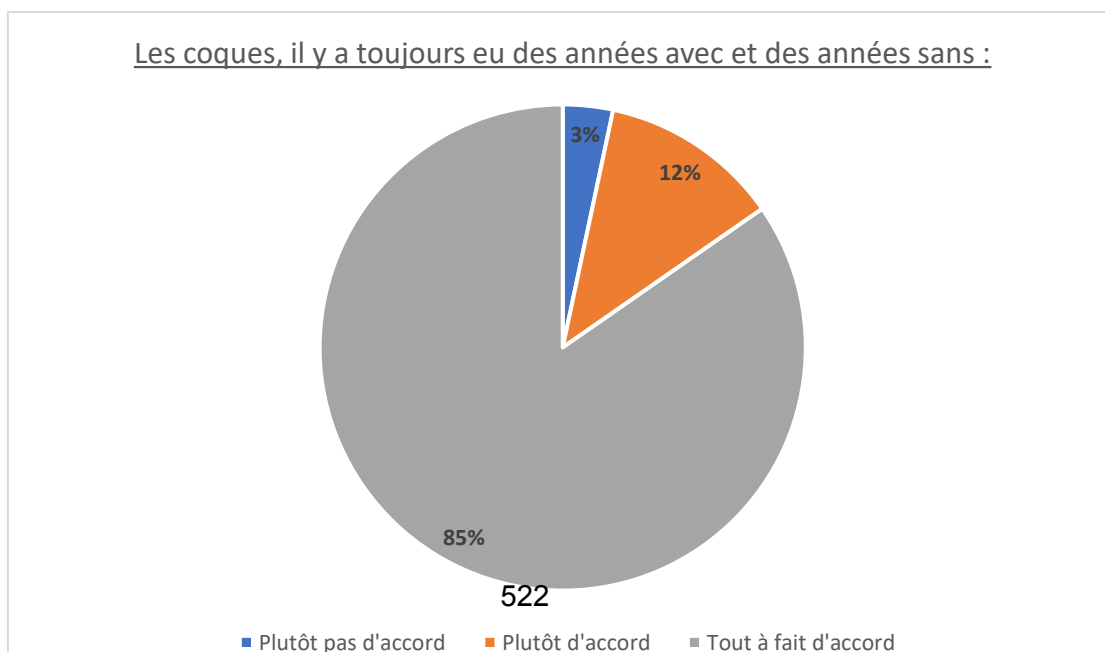


Figure 20 : Détails des réponses à l'affirmation : "Les coques, il y a toujours eu des années avec et des années sans"

85% des pêcheurs interrogés pensent que la ressource en coque est très fluctuante entre les années et qu'il y a toujours eu des années avec et des années sans (Figure 9 : Détails des réponses à l'affirmation : "Les coques, il y a toujours eu des années avec et des années sans")

Figure 10 : Réponses obtenues à la question : "Classer par ordre d'importance, les causes des épisodes de mortalité" (Figure 9). Parmi les 3% de pêcheurs ayant répondu « plutôt pas d'accord », les avis divergent. Certains estiment que les mortalités ont diminué grâce au réchauffement climatique car les coques aiment la chaleur tandis que d'autres pensent qu'il y a plus de mortalité qu'une dizaine d'années auparavant. Cet avis est partagé avec les pêcheurs ayant répondu « plutôt d'accord » qui expliquent qu'il y a plus de mortalité depuis une petite dizaine d'années notamment durant l'été et que cela ne se fait pas ressentir car la quantité de coques augmente également.

Aucun des pêcheurs interrogés a indiqué une année en particulier à partir de laquelle la mortalité des coques aurait augmenté.

Les causes de mortalité des coques

Lors de la première phase d'enquêtes, la question posée était : « Citer, selon vous, les causes des épisodes de mortalité (les classer par ordre de citation) puis cocher, selon vous, les causes de ces épisodes (qui n'ont pas été citées précédemment) ». Pour cela, une liste des causes principales de mortalité des coques avait été établie lors de l'élaboration des enquêtes par Pierre.

Ce classement a révélé que les trois premières causes citées par les pêcheurs sont des pollutions notamment liées aux activités agricoles ou industrielles (Figure 10 : Réponses obtenues à la question : "Classer par ordre d'importance, les causes des épisodes de mortalité")

Figure 11 Figure 10 : Réponses obtenues à la question : "Classer par ordre d'importance, les causes des épisodes de mortalité" Figure 10 : Réponses obtenues à la question : "Classer par ordre d'importance, les causes des épisodes de mortalité"

Figure 11 Figure 10). Néanmoins, 56% des pêcheurs interrogés avaient indiqué d'autres causes de mortalité que celles de la liste.

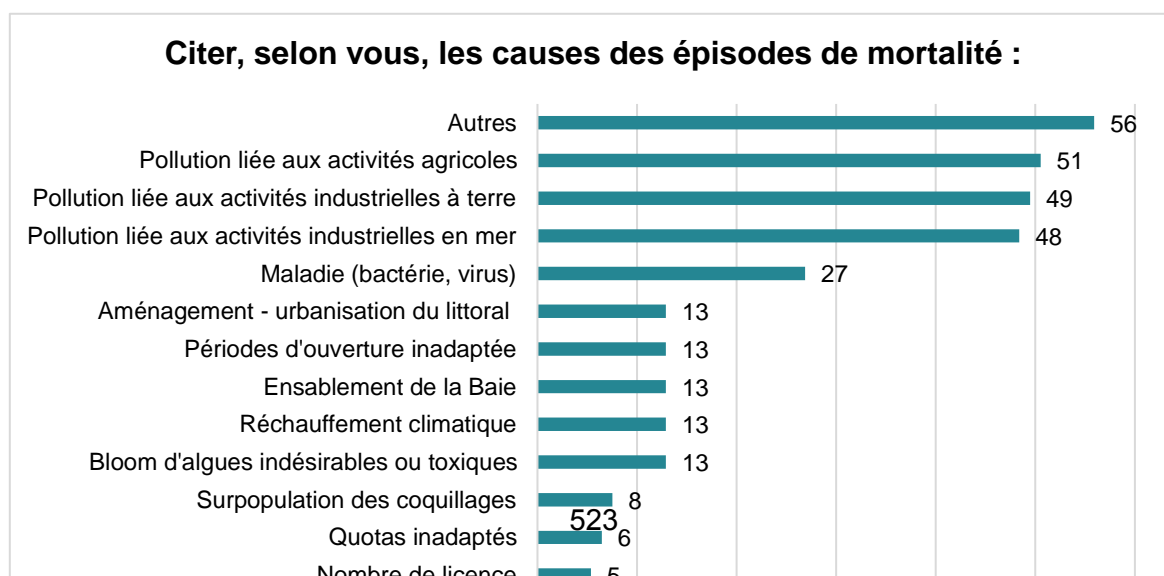


Figure 23 : Réponses obtenues à la question : "Classer par ordre d'importance, les causes des épisodes de mortalité"

Lors de la reprise des enquêtes, cette question a été transformé en une question ouverte en demandant aux pêcheurs de préciser toutes les causes de mortalité des coques auxquelles ils pensaient sans nécessairement les classer par ordre d'importance. En effet, il était parfois difficile pour les pêcheurs de se positionner face à la multitude des causes possibles.

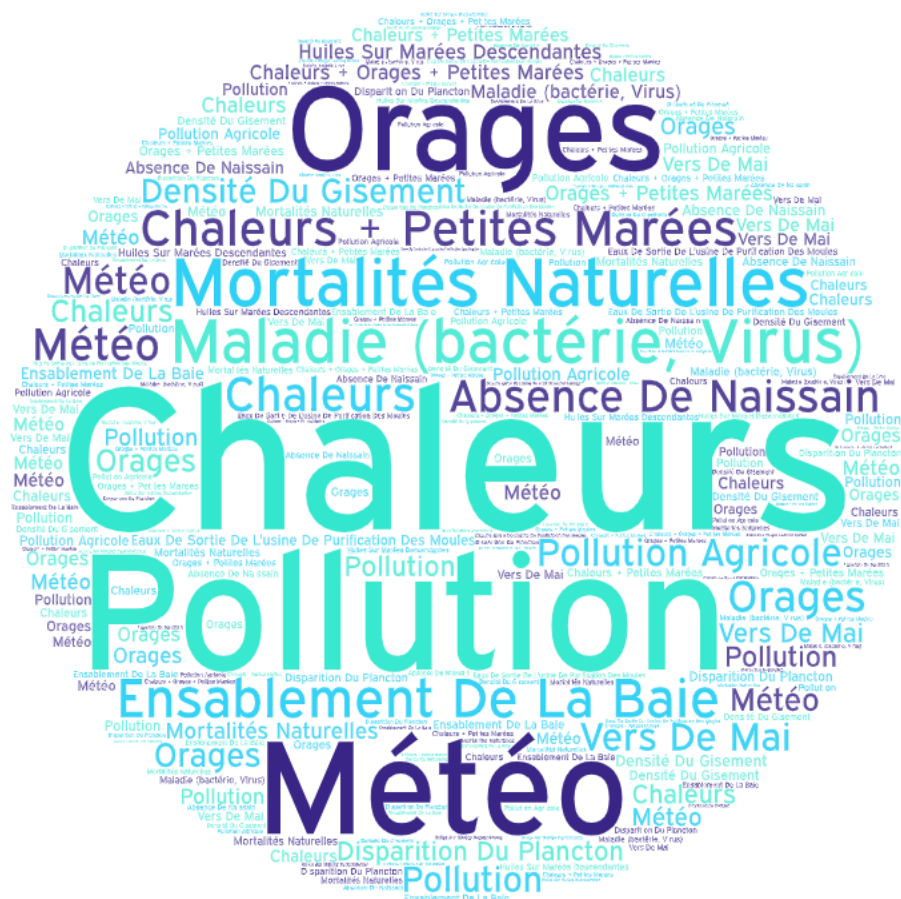


Figure 26 : Nuage de mots indiquant les causes de mortalité des coques mentionnées par les pêcheurs

Le nuage de mots permet de visualiser les causes les plus mentionnées par les pêcheurs : plus une cause est mentionnée plus elle apparaît en gros. Les conditions météorologiques sont très présentes avec les chaleurs qui, d'après les pêcheurs, impactent fortement les coques ainsi que les orages. Les maladies sont également citées 7 fois et la pollution, sans précision sur le type de pollution est indiquée 8 fois (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les pêcheurs mentionnent sept fois la combinaison de petites marées avec un facteur météorologique (orages ou chaleurs) pour expliquer les épisodes de mortalité (Figure 11 : Nuage de mots indiquant les causes de mortalité des coques mentionnées par les pêcheurs

Figure 12Figure 11).

Les signes prémonitoires de mauvais épisodes

Les pêcheurs ont répondu à la question suivante : « Existe-il des signes qui préviennent d'un mauvais épisode ? Si oui, préciser ces signes ».

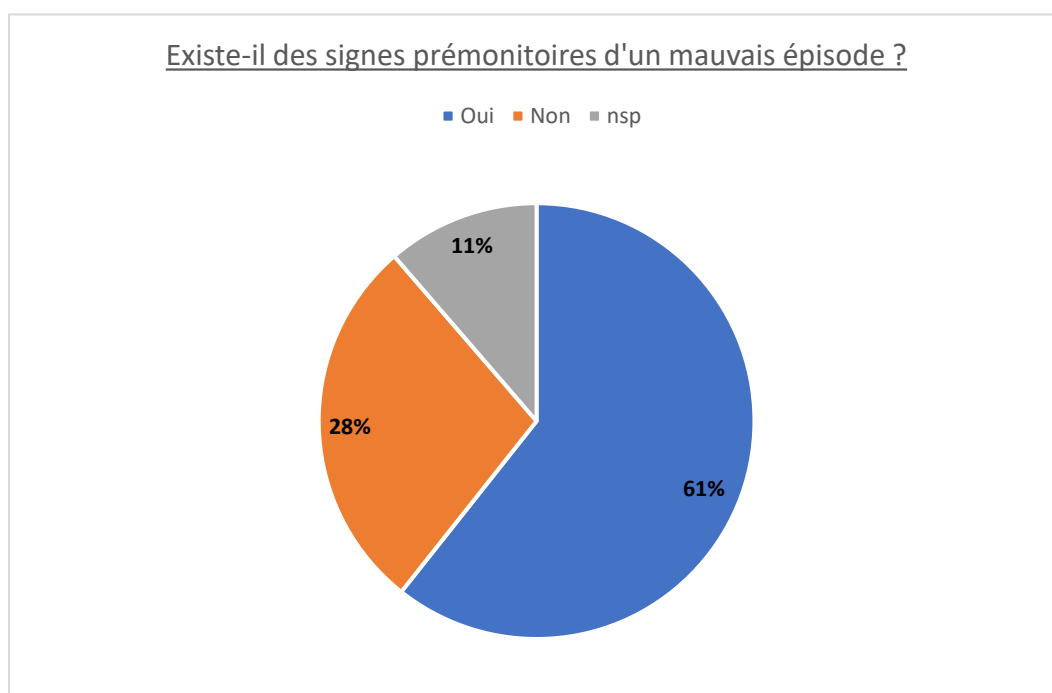


Figure 29 : Réponses obtenues à la question : "Existe-il des signes qui préviennent d'un mauvais épisode ?"

Plus de la moitié des pêcheurs pensent qu'il existe des signes prévenant d'un mauvais épisode (Figure 12 : Réponses obtenues à la question : "Existe-il des signes qui préviennent d'un mauvais épisode ?")

Figure 13 (Figure 12). Les signes les plus cités apparaissent sur le nuage de mots ci-dessous. Comme sur le nuage de mots précédent, il y a l'importance des chaleurs seules, mentionnées 20 fois ou lorsqu'elles sont associées à des marées de mortes-eaux, indiquées 18 fois (Annexe 2). Ensuite, l'absence de naissain entre deux années et la présence de coques ouvertes sur les gisements sont des signes prévenants, potentiellement, d'un mauvais épisode (Figure 13 : Nuage de mots représentant les signes prémonitoires de mauvais épisodes, mentionnés par les pêcheurs

Figure 14 (Figure 13).



Figure 32 : Nuage de mots représentant les signes prémonitoires de mauvais épisodes, mentionnés par les pêcheurs

Dans un premier temps, il s'agit des réponses à la question : « Comment pensez-vous possible de gérer ces épisodes **avant** qu'ils ne surviennent ? ». Puis, dans un second temps, ce sont les réponses à la question : « Comment pensez-vous possible de gérer ces épisodes **pendant** qu'ils sont en cours ? ».

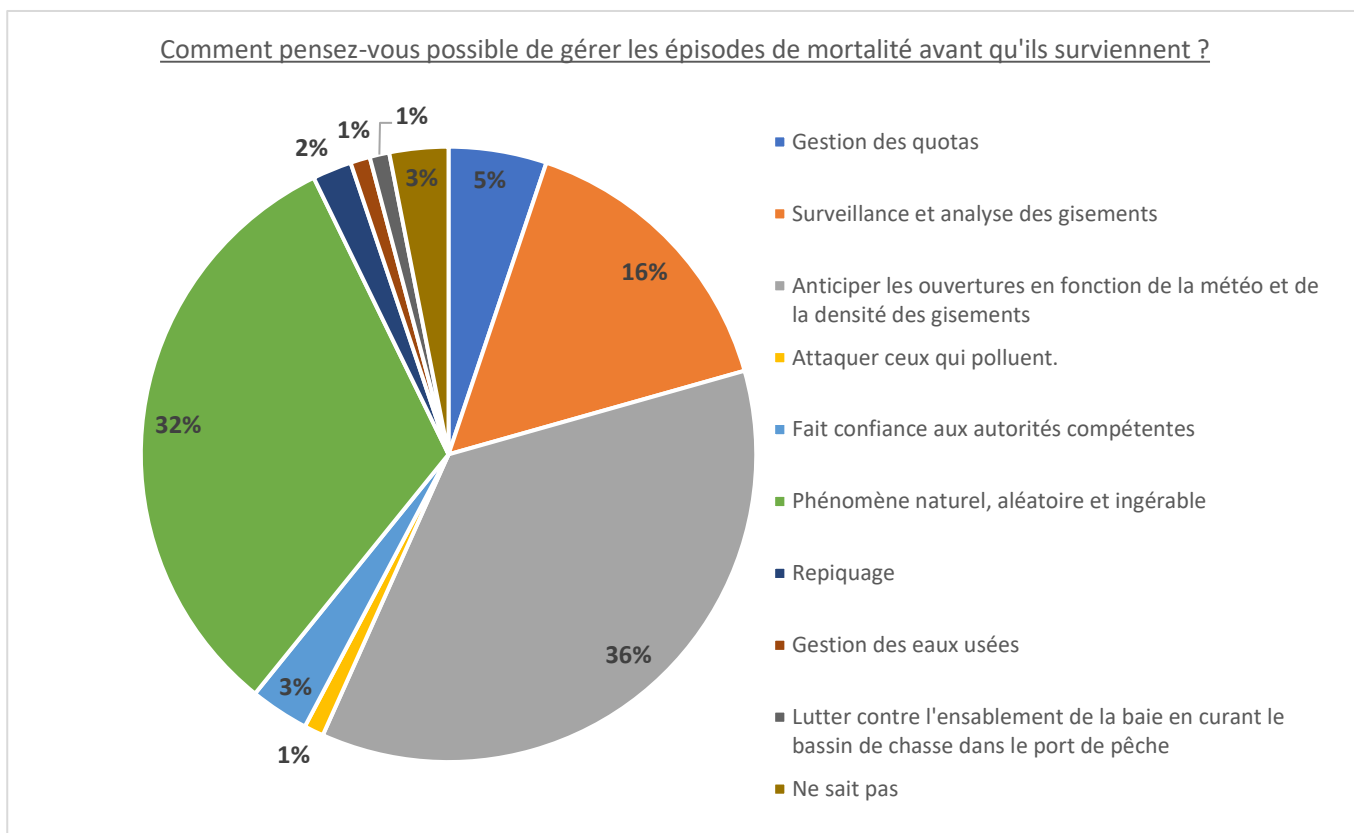


Figure 35 : Réponses des pêcheurs à la question sur la gestion en amont des épisodes de mortalités des coques
 Afin de faciliter leur interprétation, les réponses ont été rassemblé en groupe lorsque celles-ci étaient similaires (Figure 14 : Réponses des pêcheurs à la question sur la gestion en amont des épisodes de mortalités des coques

Figure 14). 65% des pêcheurs ont répondu à cette question et parmi eux, 32% pensent qu'il est impossible de gérer les épisodes de mortalité car il s'agit d'un phénomène qui est naturel et trop rapide pour être géré et 3% ne savent pas.

Les pêcheurs estiment qu'il faut, par ordre d'importance : largement anticiper les ouvertures des gisements en prenant en compte la météo (notamment l'été) et la densité des gisements (36%), surveiller et analyser les coques tout au long de l'année (16%), gérer les quotas pour limiter l'impact des mortalités sur les entreprises des pêcheurs (5%), repiquer (2%), limiter la pollution par les eaux usées (1%), attaquer ceux qui polluent (1%) et lutter contre l'ensablement de la baie de Somme (1%).

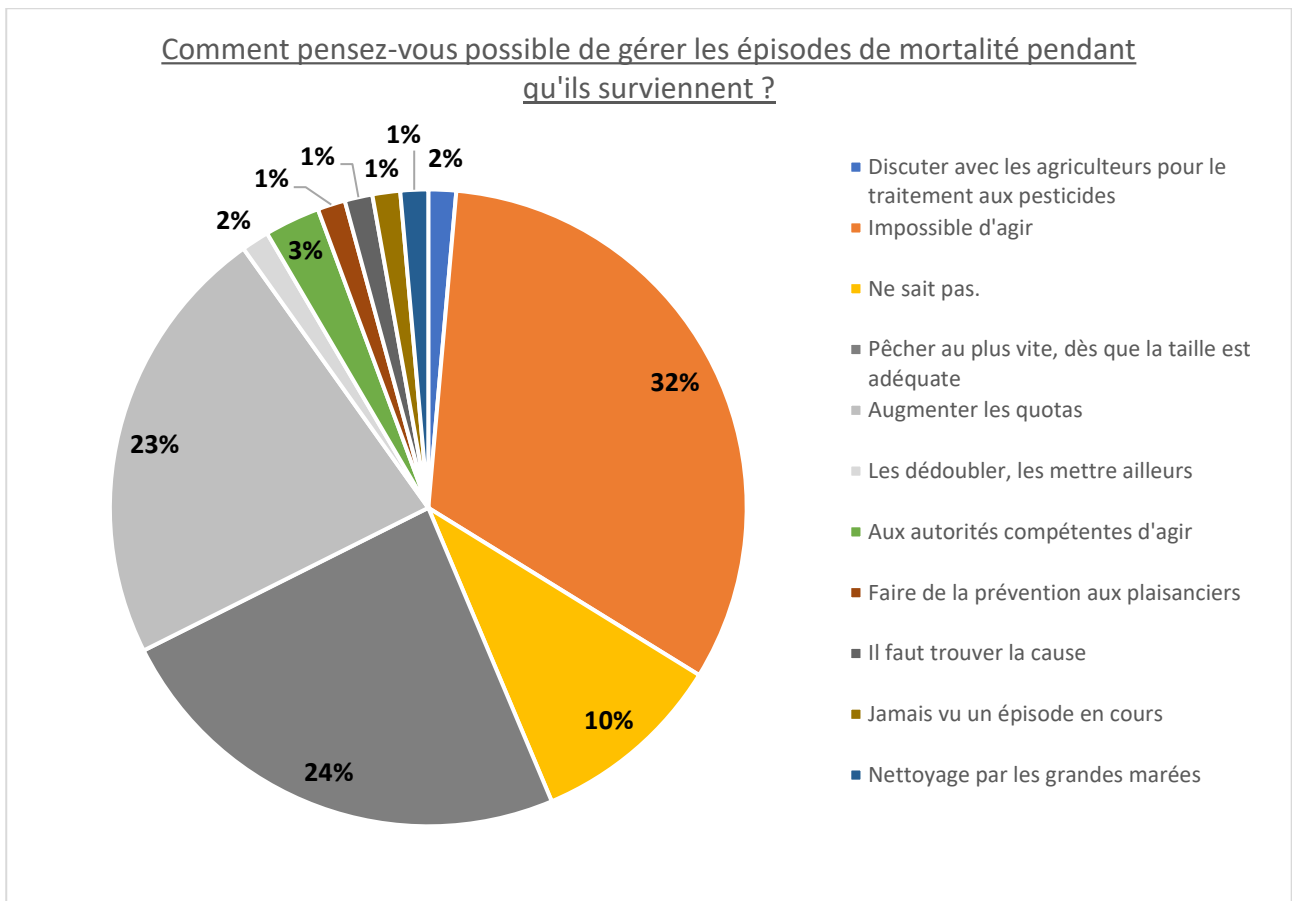


Figure 37 : Réponses à la question sur la gestion en direct des épisodes de mortalité des coques

48% des pêcheurs ont répondu à cette question ; le taux de réponse est inférieur à la question précédente notamment car certains pêcheurs estimaient n'avoir rien à dire. Les réponses similaires ont également été triées en groupe afin de faciliter leur lecture. Ainsi : 32% des pêcheurs pensent qu'il est impossible d'agir lorsque la mortalité est installée et 10% des pêcheurs ont dit qu'ils ne savaient pas. Parmi les réponses donnant des indications sur la façon d'agir (en dégradé de gris sur le graphique) : 24% expliquent qu'il faut pêcher au plus vite avant que la mortalité touche l'intégralité du gisement, 22% disent qu'il faut augmenter les quotas et 2% indiquent qu'il faut dédoubler et déplacer les coques.

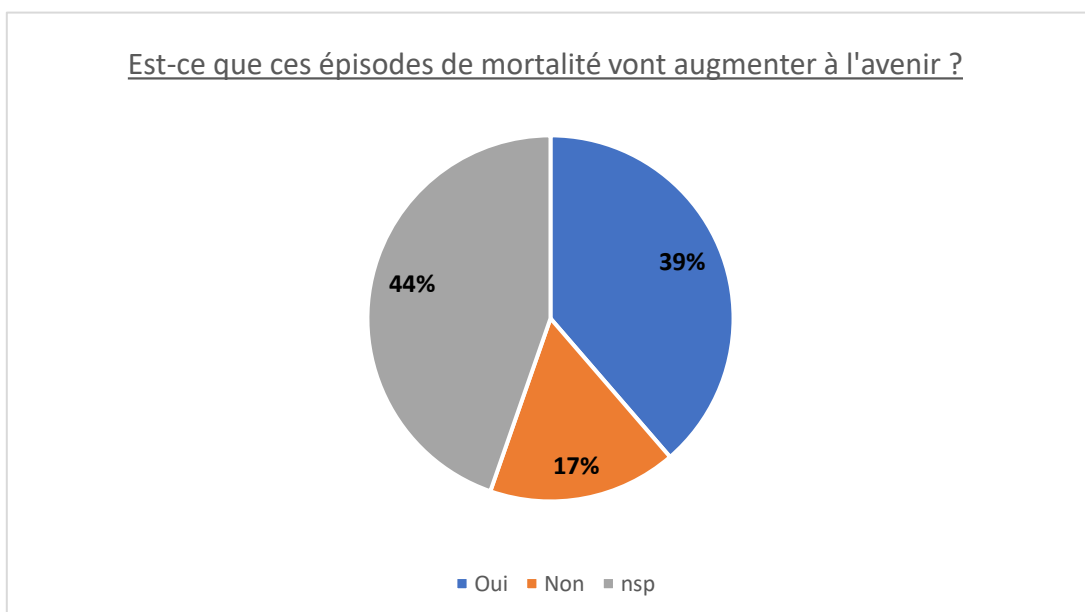


Figure 38 : Réponses obtenues à la question : "Pensez-vous que les épisodes de mortalité vont augmenter à l'avenir ?"

L'avis des pêcheurs est partagé quant à l'avenir de la ressource ; pour 39% d'entre eux, les mortalités des coques risquent d'augmenter à l'avenir notamment à cause du réchauffement climatique. Tandis que 17% estiment que cela ne va pas augmenter. La réponse prédominante, à 44%, est « ne sait pas », les pêcheurs ne se positionnent pas face à cette question. Ils justifient cela par l'aspect très fluctuant de la ressource ou par des réponses plus personnelles telles que « je ne suis pas scientifique ».

Les stratégies professionnelles des pêcheurs

Il s'agit des réponses obtenues à la question : « Vous préparez-vous à ces épisodes de mortalité ? Si oui, de quelle manière ? ».

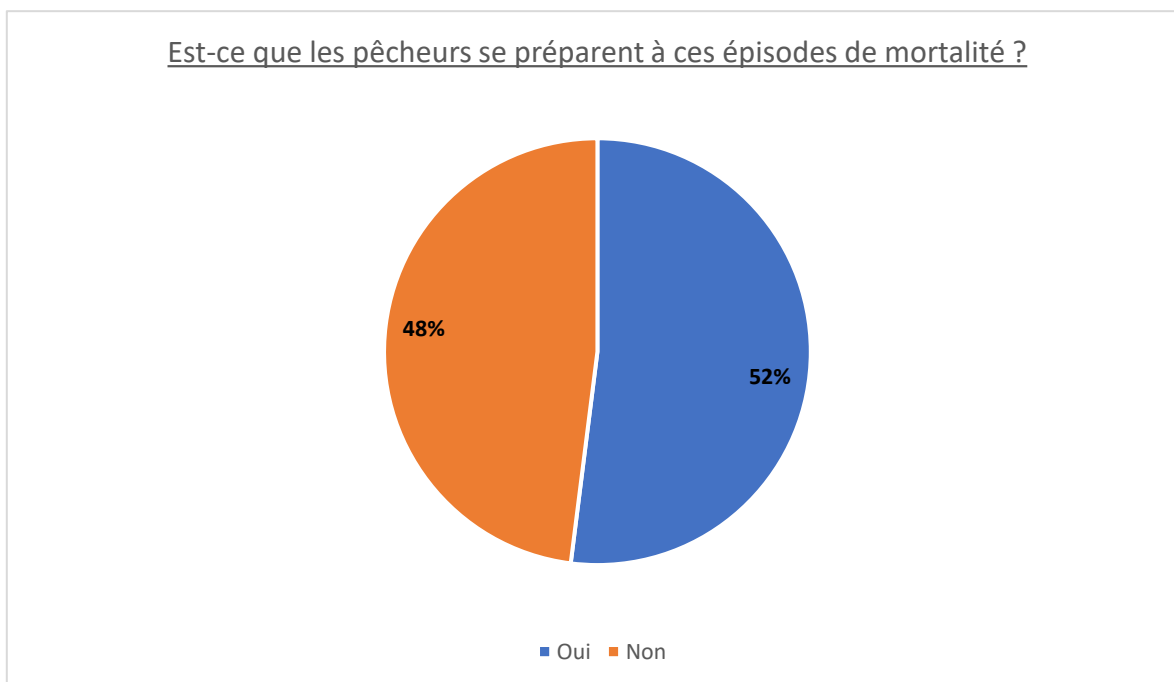


Figure 39 : Réponses obtenues à la question : "Vous préparez-vous à ces épisodes de mortalité ?"

52% des pêcheurs ont répondu qu'ils se préparaient à ces épisodes de mortalité (Figure 17).

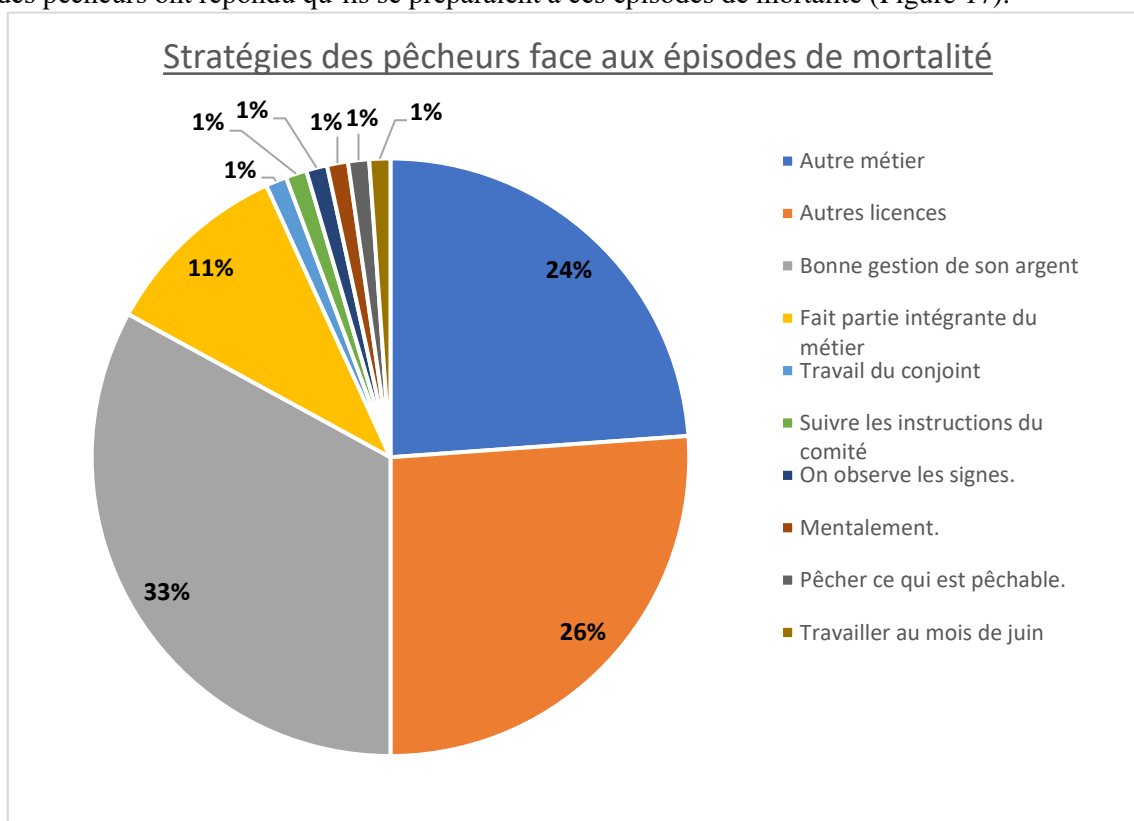


Figure 40 : Réponses obtenues à la question : "Comment vous préparez-vous aux épisodes de mortalité des coques ?"

Le graphique ci-dessous indique les différentes stratégies adoptées par les pêcheurs pour faire face aux épisodes de mortalité (Figure 18). Les réponses similaires ont été regroupées : 26% des pêcheurs possèdent d'autres licences afin de diversifier leur pêche à pied, 24% font un autre métier, 33% soulignent l'importance de bien gérer son argent d'une année sur l'autre et 11% des pêcheurs considèrent que cet aléa fait partie du métier.

Il a été demandé aux pêcheurs si, à cause des épisodes de mortalité, ils avaient demandé d'autres licences et si oui, de préciser l'espèce, la région et l'année. Ainsi les épisodes de mortalité ont poussé 19% des pêcheurs à demander d'autres licences. Parmi les 81% ayant répondu non se trouvent les pêcheurs qui ont demandé plusieurs licences sans prendre en compte la mortalité des coques.

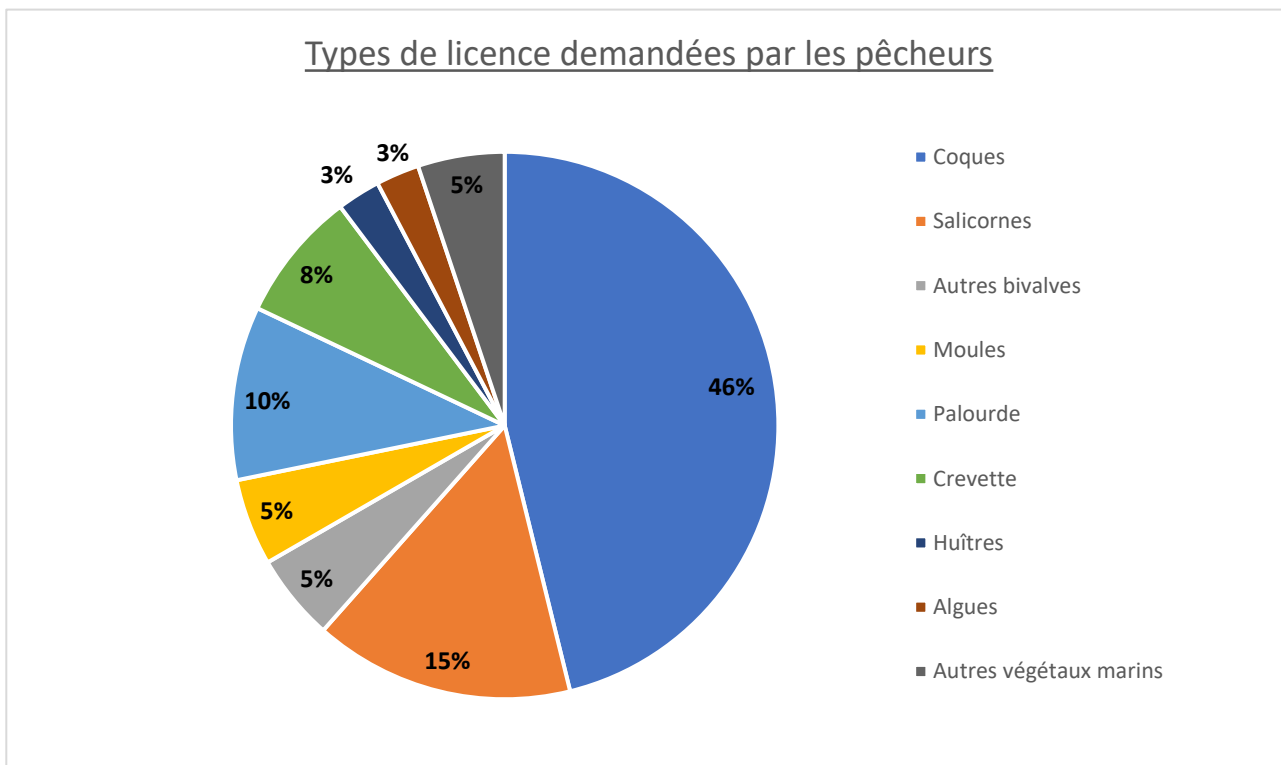


Figure 41 : Licences demandées par les pêcheurs à la suite des épisodes de mortalité

Les licences demandées se situent, pour 39% d'entre elles en Normandie, 30% dans le Pays de la Loire et 24% dans les Hauts-de-France. Il est à noter que 48% des licences demandées n'ont pas encore été attribuées aux pêcheurs.

Ensuite, il a été demandé aux pêcheurs si les épisodes de mortalité les ont conduits à démarrer une autre activité professionnelle et si oui, de préciser le type d'activité et l'année. À la suite des épisodes de mortalité, 5% des pêcheurs aux coques professionnels ont décidé de démarrer une autre activité professionnelle (Tableau 9).

Tableau 9 : Mentions des autres activités professionnelles débutées par les pêcheurs

Activité professionnelle	Mytilculteur/ouvrier mytilicole	Ferrailleur	Achat-revente de poissons	Marin-pêcheur	Poissonnerie
Nombre de mentions	3	1	1	1	1

4.4) Résultats issus du traitement des déclarations obligatoires de pêche

Les résultats sont présentés en fonction des licences délivrées par le CRPMEM Hauts-de-France (Tableau 1).

Déclarations de pêche de coques (*Cerastoderma edule*)

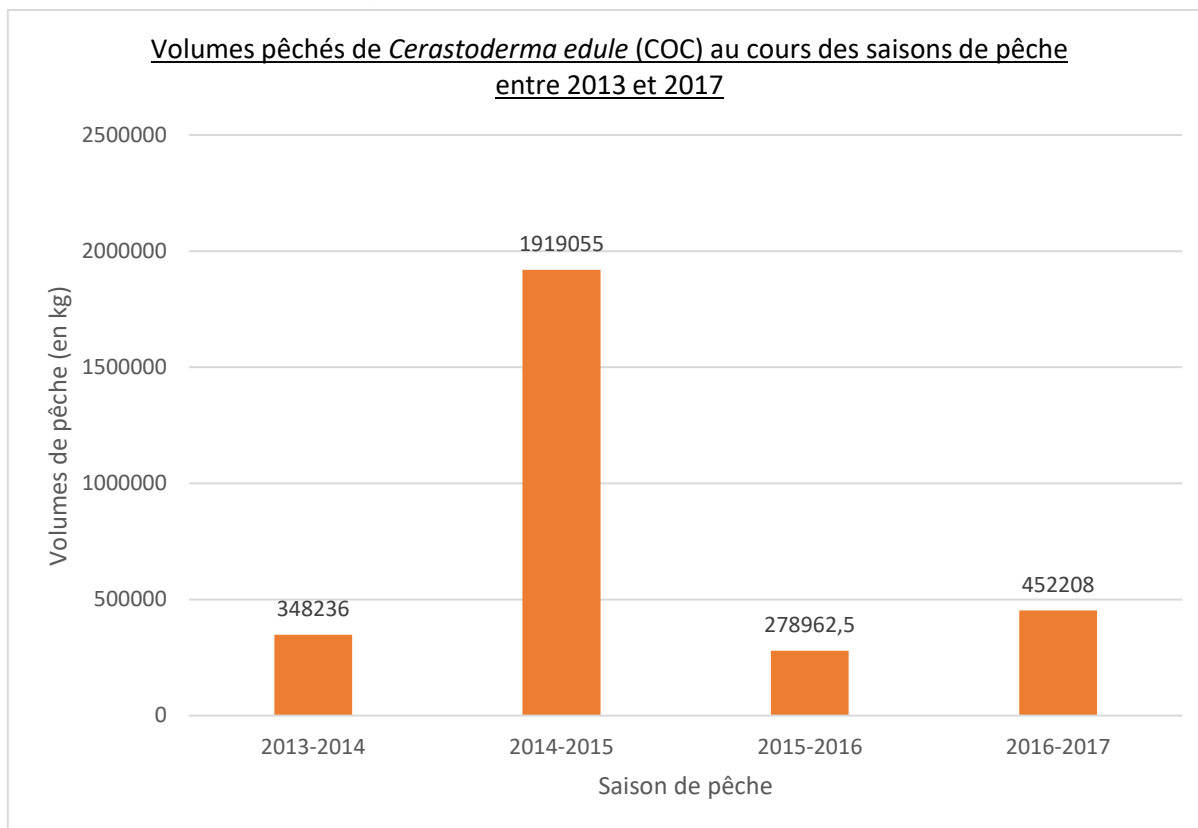


Figure 42 : Volumes pêchés de coques au cours des saisons de pêche entre 2013 et 2017

Les coques sont la première espèce pêchée en 2013-2014, 2014-2015 et 2016-2017 avec des quantités pêchées très variables d'une année à l'autre. La saison 2014-2015 est particulièrement exceptionnelle avec 1 919 tonnes de coques pêchées. Il s'ensuit, en 2015-2016, une saison avec une pêche totale de 279 tonnes de coques soit environ sept fois moins que la saison précédente. La quantité totale de coques pêchées augmente en 2016-2017 avec 452 tonnes de coques pêchées. A trois reprises, les quantités pêchées oscillent entre 250 et 500 tonnes mais elles varient fortement d'une saison à l'autre.

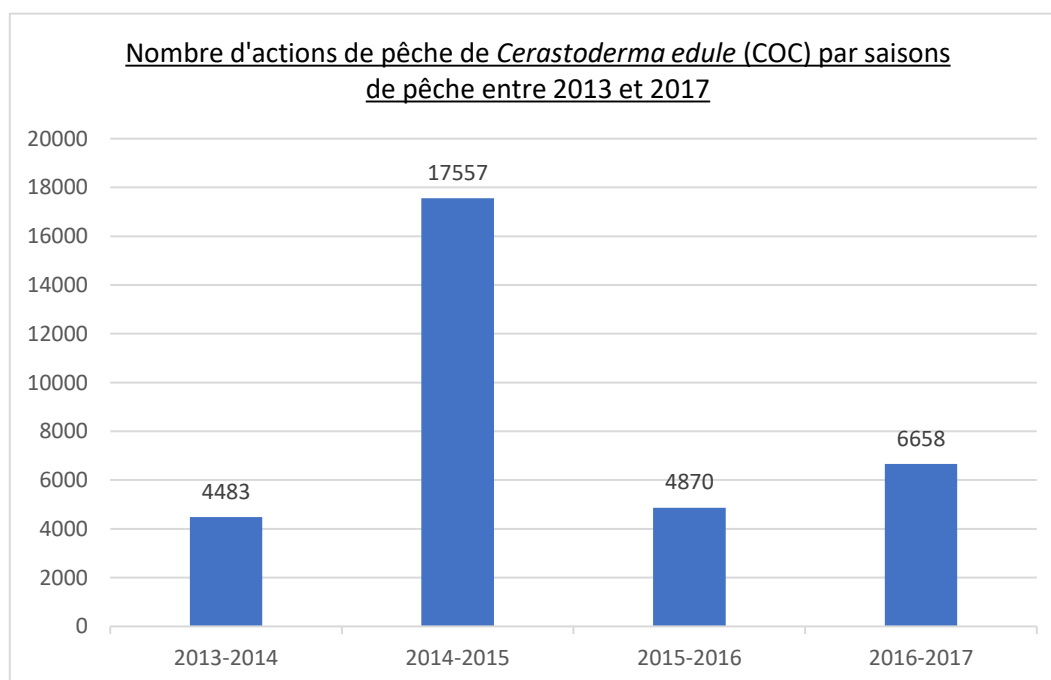


Figure 43 : Nombre d'actions de pêche aux coques par saison de pêche entre 2013 et 2017

Le graphique ci-dessus représente le nombre de fois où les pêcheurs ont été impliqués dans la pêche aux coques pour chaque saison de pêche ; il s'agit des actions de pêche. De manière générale, le nombre d'actions de pêche aux coques suit la même évolution au cours des saisons de pêche que celle du volume de coques pêchées (Figure 20). Pendant la saison 2014-2015, le nombre d'actions de pêche aux coques est multiplié par 4 comparé à la saison précédente. Au cours des autres saisons, celui-ci varie entre 4483 et 6658. Bien que la saison 2015-2016 ait été moins productive que 2013-2014, le nombre de pêcheurs allant aux coques est plus important avec, respectivement, 4870 et 4483 actions de pêche aux coques (Figure 21Figure 21).

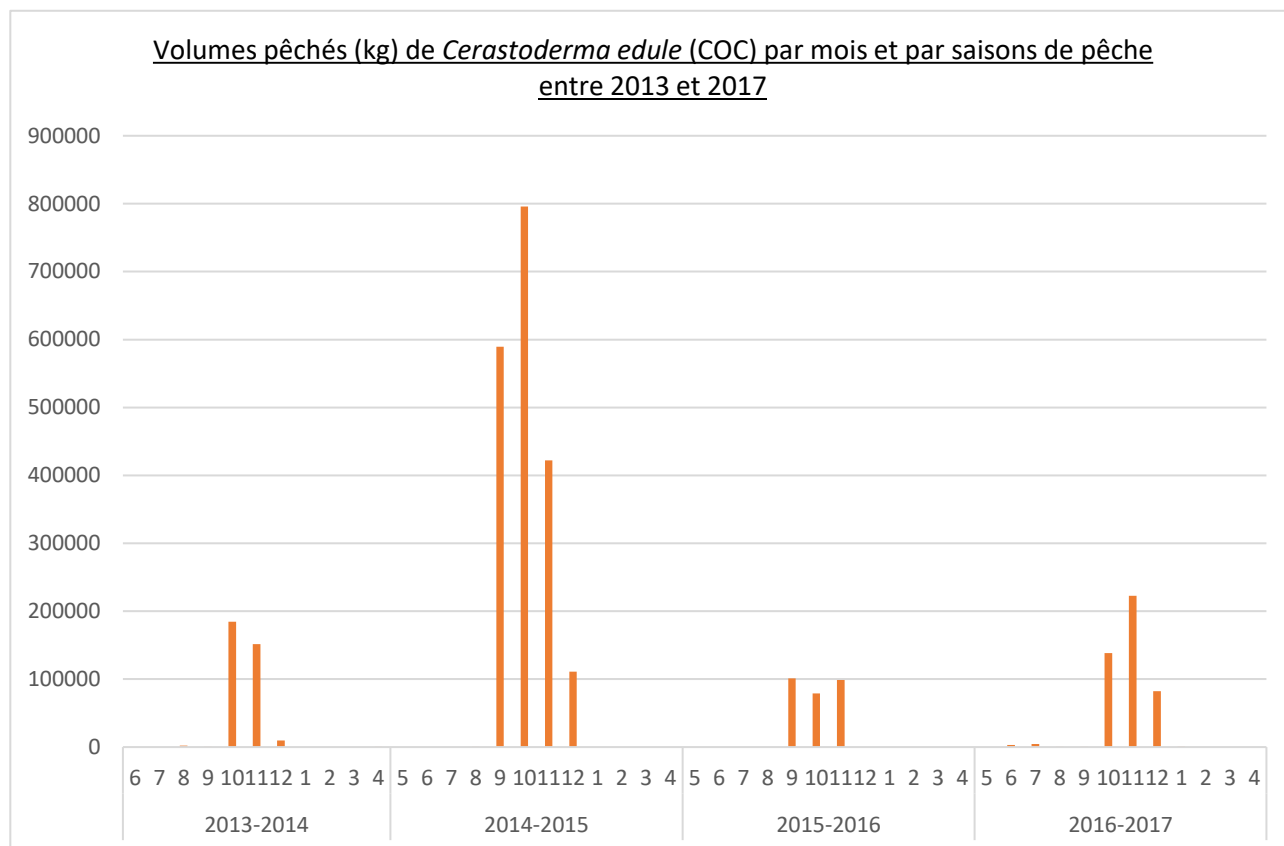


Figure 44 : Volumes pêchés de coques par mois et par saison de pêche de 2013 à 2017

Au cours des 4 saisons de pêche indiquées ci-dessus, la quantité de coque pêchée est souvent la plus importante pendant les mois d'octobre et de novembre. En 2013-2014, la quantité de coque pêchée au mois de septembre est très faible tandis qu'elle augmente considérablement la saison suivante atteignant 589 tonnes en septembre 2014. Pendant la saison 2015-2016, la pêche aux coques débute dès le mois de septembre avec 101 tonnes pêchées également mais ne se poursuit pas en décembre tandis qu'au cours de la saison 2016-2017, c'est l'inverse avec très peu de coques pêchées en septembre et 82 tonnes en décembre (Figure 22).

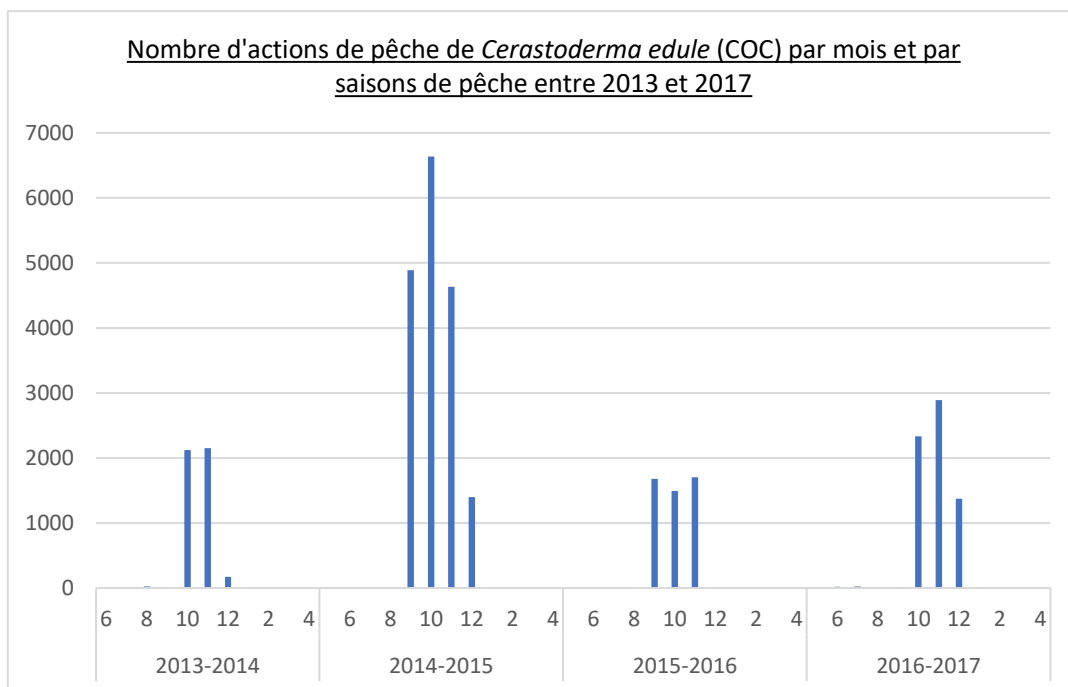


Figure 45 : Nombre d'actions de pêche aux coques par mois au cours des saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Au cours des mois, le nombre de pêcheurs évolue de la même manière que la quantité de coques pêchée. Lors de la saison 2013-2014 avec un peu plus de 2000 actions de pêche pendant les mois d'octobre et de novembre, la production oscille entre 150 à 200 tonnes de coques par mois. Pendant la saison 2015-2016, pour environ 1600 actions de pêche aux coques entre le mois de septembre et le mois de novembre, la quantité de coques pêchées atteint difficilement 100 tonnes par mois.

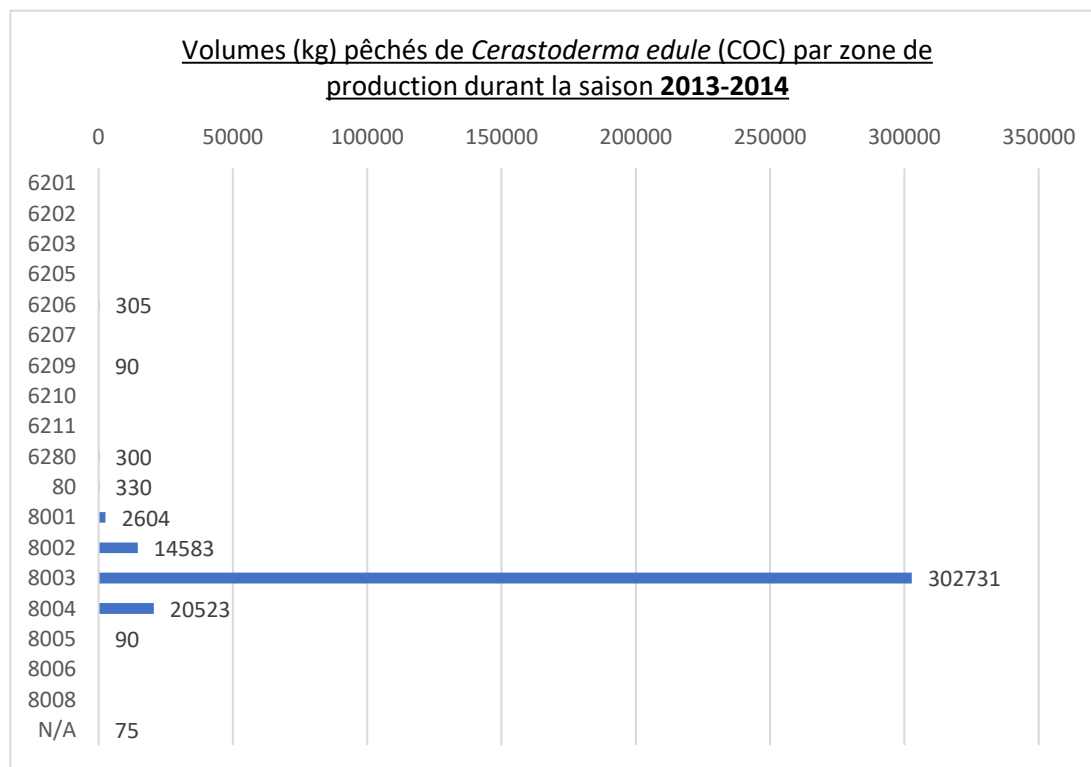


Figure 46 : Volumes de coques pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2013-2014

Au cours de la saison 2013-2014, les zones de production avec les quantités de coques les plus importantes sont la Baie de Somme Nord (8003) avec 302 tonnes de coques pêchées puis la Baie de Somme Sud (8004) et Quend-Plage (8002) avec, respectivement, 21 et 15 tonnes de coques (Figure 24).

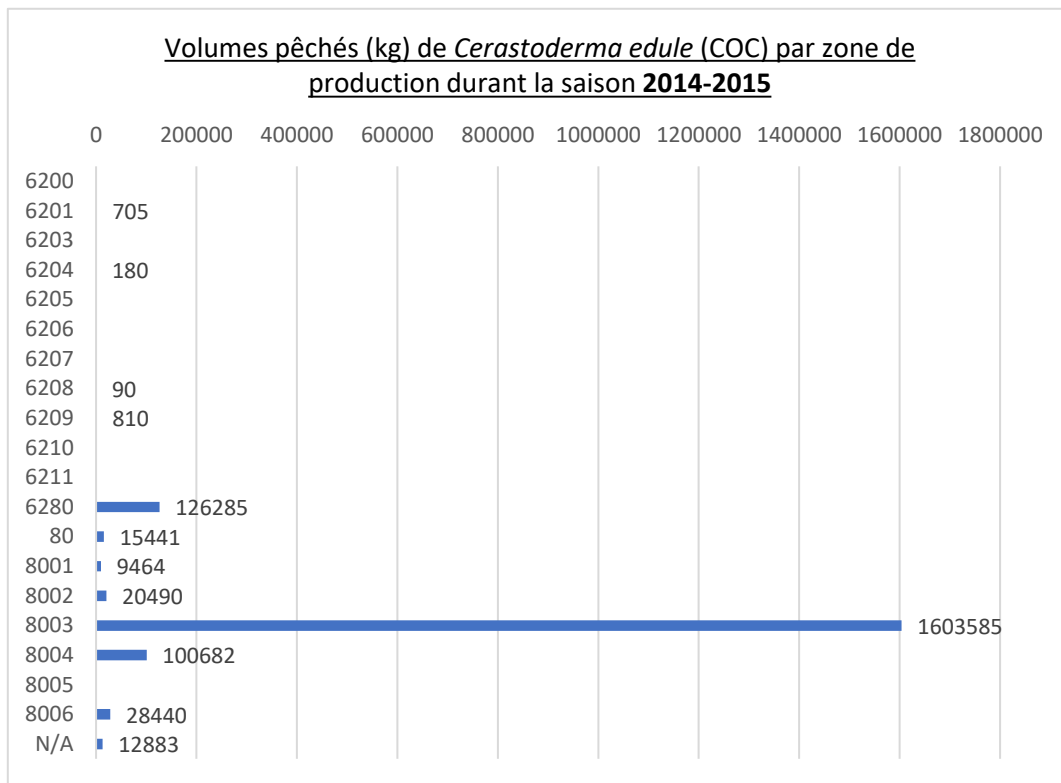


Figure 47 : Volumes de coques pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2014-2015

La Baie de Somme Nord (8003) est toujours le gisement le plus productif avec un volume de coques pêchées atteignant 1 604 tonnes. La Baie de Somme Sud (8004) reste une des zones de production importantes avec 100 tonnes de coques mais la Baie d’Authie (6280) se démarque avec un volume de pêche égal à 126 tonnes contre 300 kg en 2013-2014. De même, 28 tonnes de coques sont pêchées sur la zone de production n°8006 correspondants au Bois de Cise Mers-les-Bains contre 0 kg la saison précédente (Figure 25).

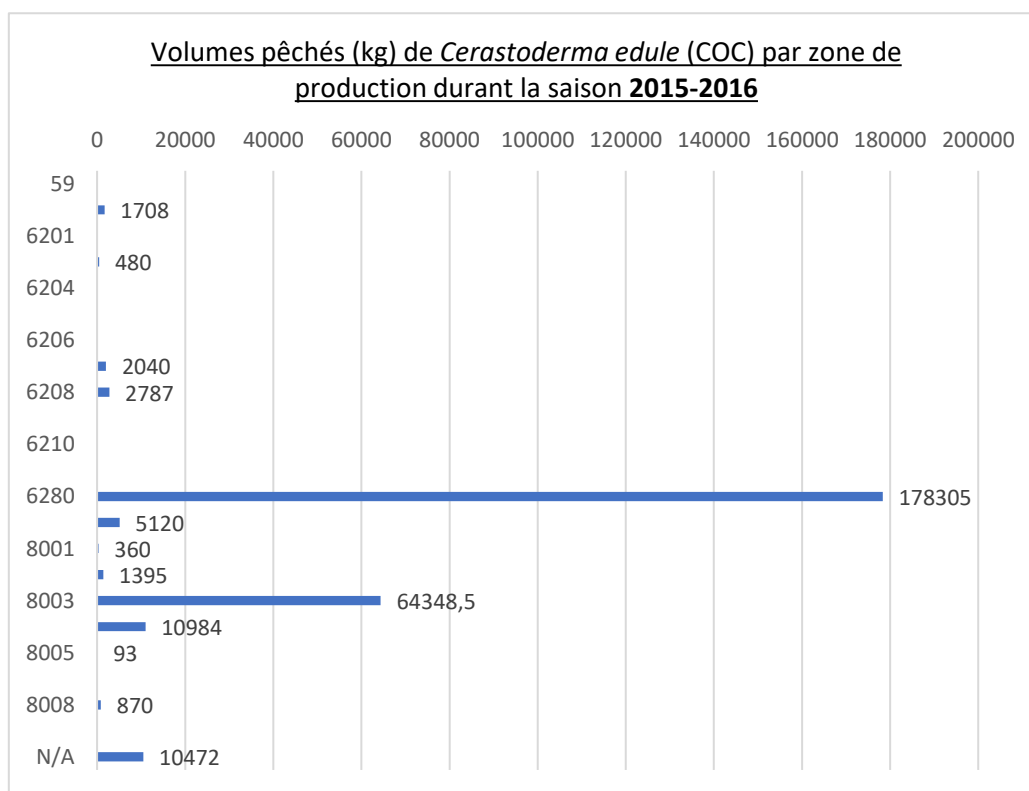


Figure 48 : Volumes de coques pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2015-2016

Cette saison est marquée par la forte diminution (par 25) de la quantité de coques pêchée en Baie de Somme Nord (8003). En revanche, la Baie d'Authie (6280) apparaît comme le gisement le plus productif de la saison avec 178 tonnes de coques contre 126 tonnes en 2014-2015 (Figure 26Figure 26).

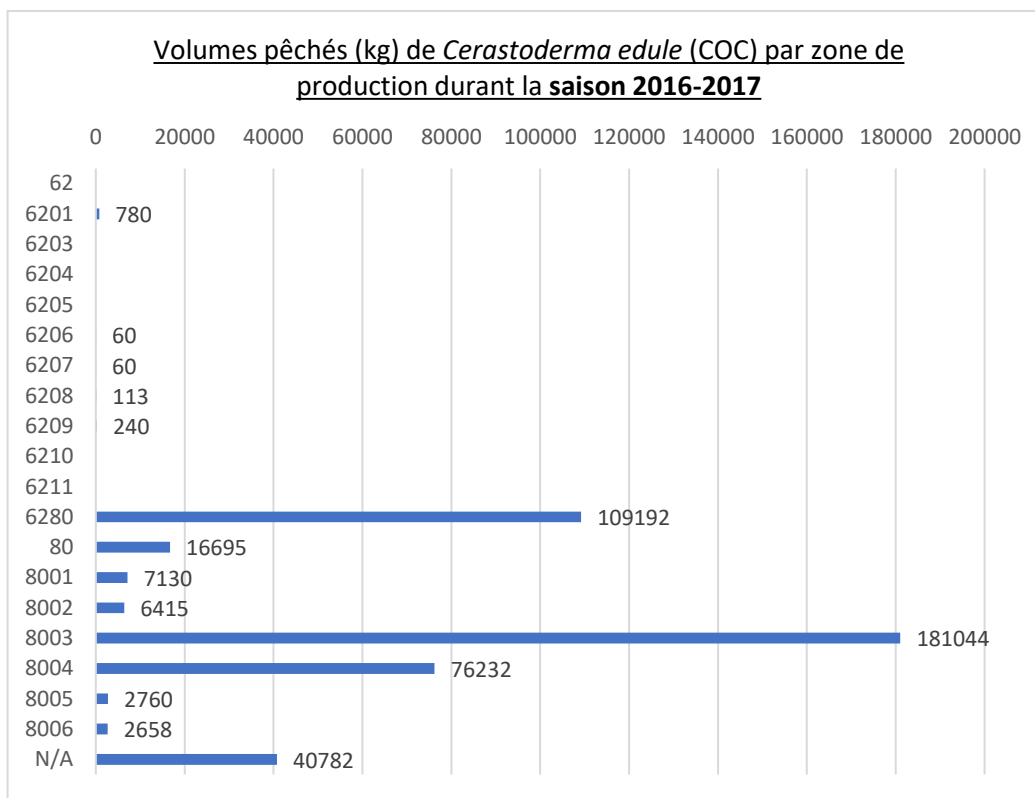


Figure 49 : Volumes de coques pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2016-2017

La Baie de Somme redevient le gisement le plus productif avec 181 tonnes de coques pêchées mais la Baie d'Authie se situe en deuxième position avec 109 tonnes de coques pêchées. De plus, durant cette saison, il y a davantage de pêche sur des sites jusqu'ici mineurs tels que Cayeux Ault Nord (8005), Bois de Cise Mers-les-Bains (8006) et Quend-Plage (8002).

En conclusion, la Baie d'Authie est devenue une zone de production de coques à partir de la saison 2014-2015. Puis, au cours des saisons de pêche suivantes, elle est apparue comme l'une des zones de production les plus importantes. De plus, il s'agit du seul gisement important situé dans le Pas-de-Calais car les coques sont principalement pêchées dans le département de la Somme.

Déclarations de pêche de moules (*Mytilus edulis*)

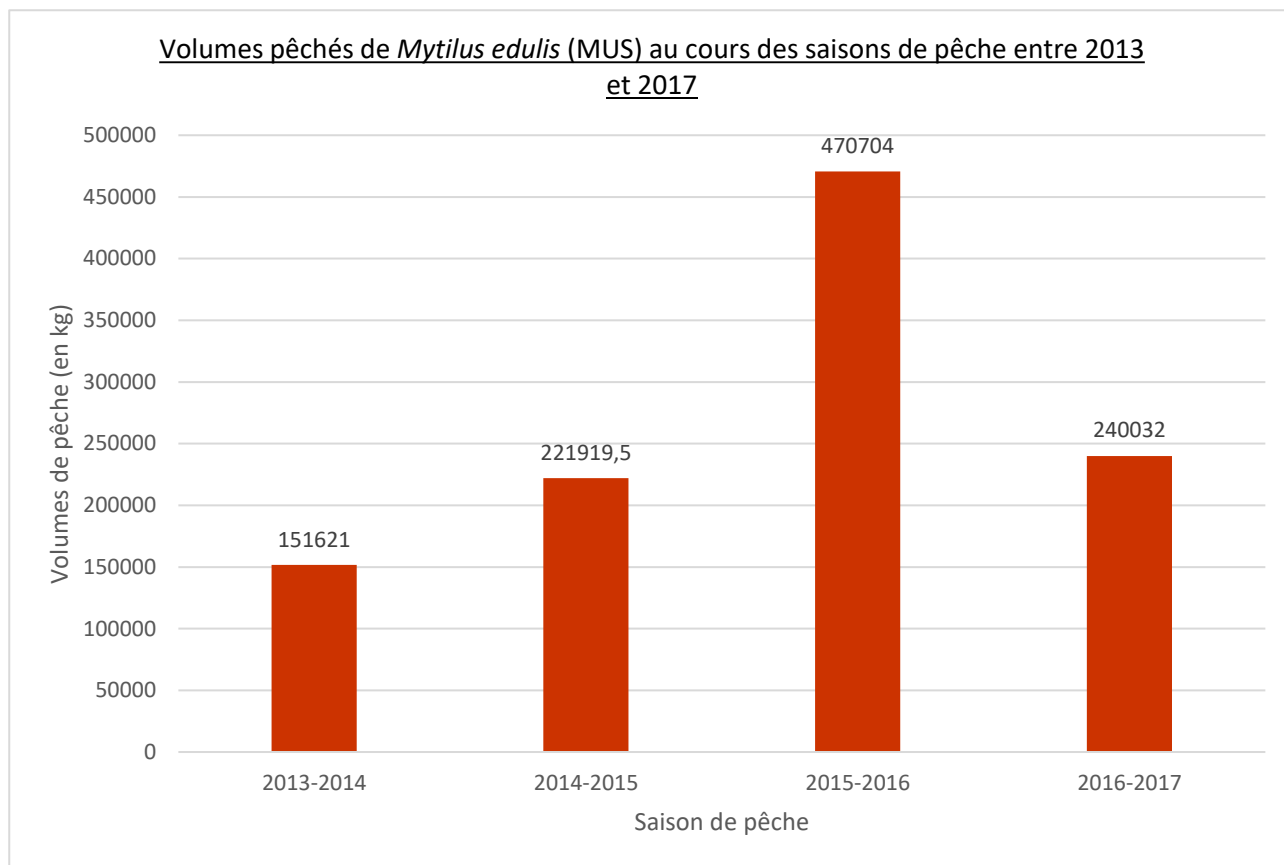


Figure 50 : Volumes pêchés de moules au cours des saisons de pêche, entre 2013 et 2017

La quantité de moules pêchée augmente au cours des trois premières saisons de pêche jusqu'à atteindre son maximum en 2015-2016 avec 470 tonnes puis diminue lors de la saison 2016-2017 (Figure 28Figure 28).

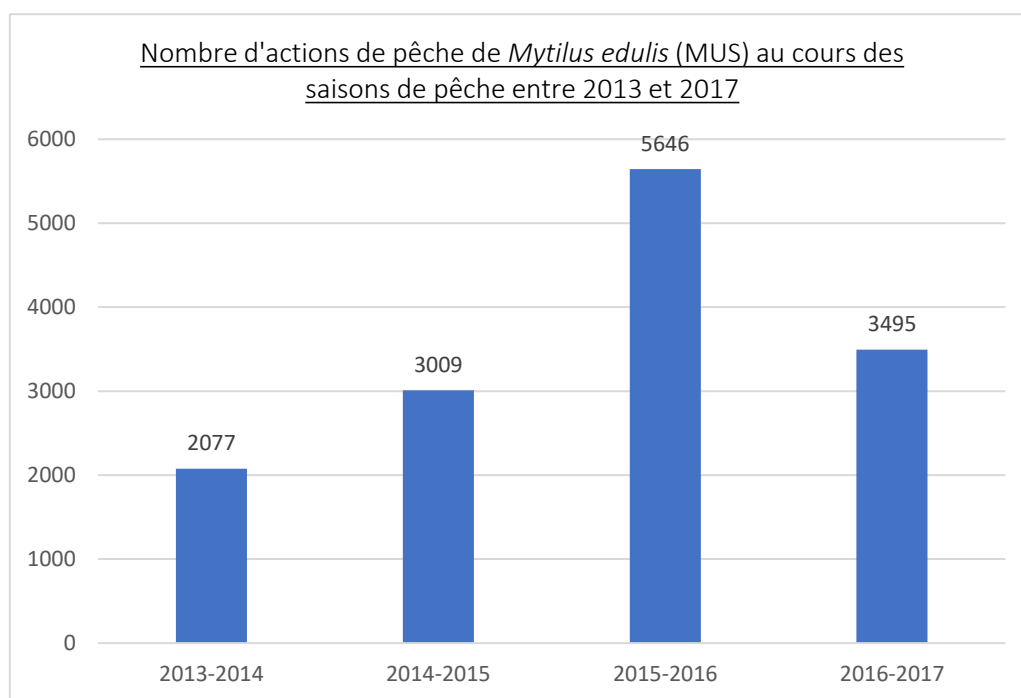


Figure 51 : Nombre d'actions de pêche aux moules par saison de pêche, entre 2013 et 2017

Au cours des quatre saisons de pêche, le nombre d'actions de pêche aux moules évolue conjointement à la quantité de moules pêchées.

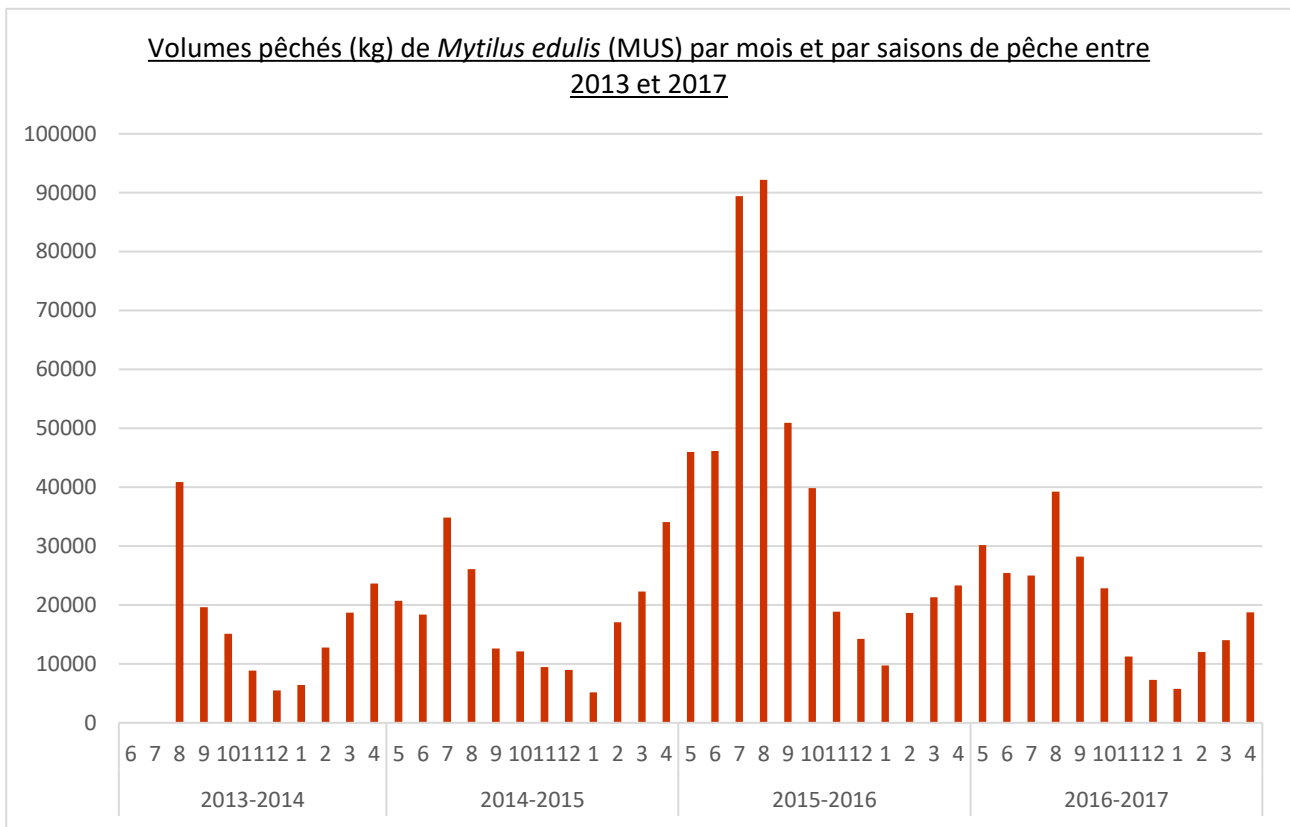


Figure 52 : Volumes pêchés de moules par mois et par saison de pêche de 2013 à 2017

La pêche aux moules est relativement étalée au cours des saisons de pêche avec des mois où la pêche est plus ou moins importante. Ainsi, parmi les quatre saisons de pêche, la quantité de moules pêchée atteint généralement son maximum durant l'été et son minimum au cours de l'hiver avec des quantités minimales en décembre et en janvier. A l'exception de la saison 2015-2016 où les quantités de moules pêchées ont avoisinées les 90 tonnes en juillet et août, il semblerait que les quantités pêchées oscillent entre 20 et 40 tonnes pendant l'été pour les autres saisons (Figure 30).

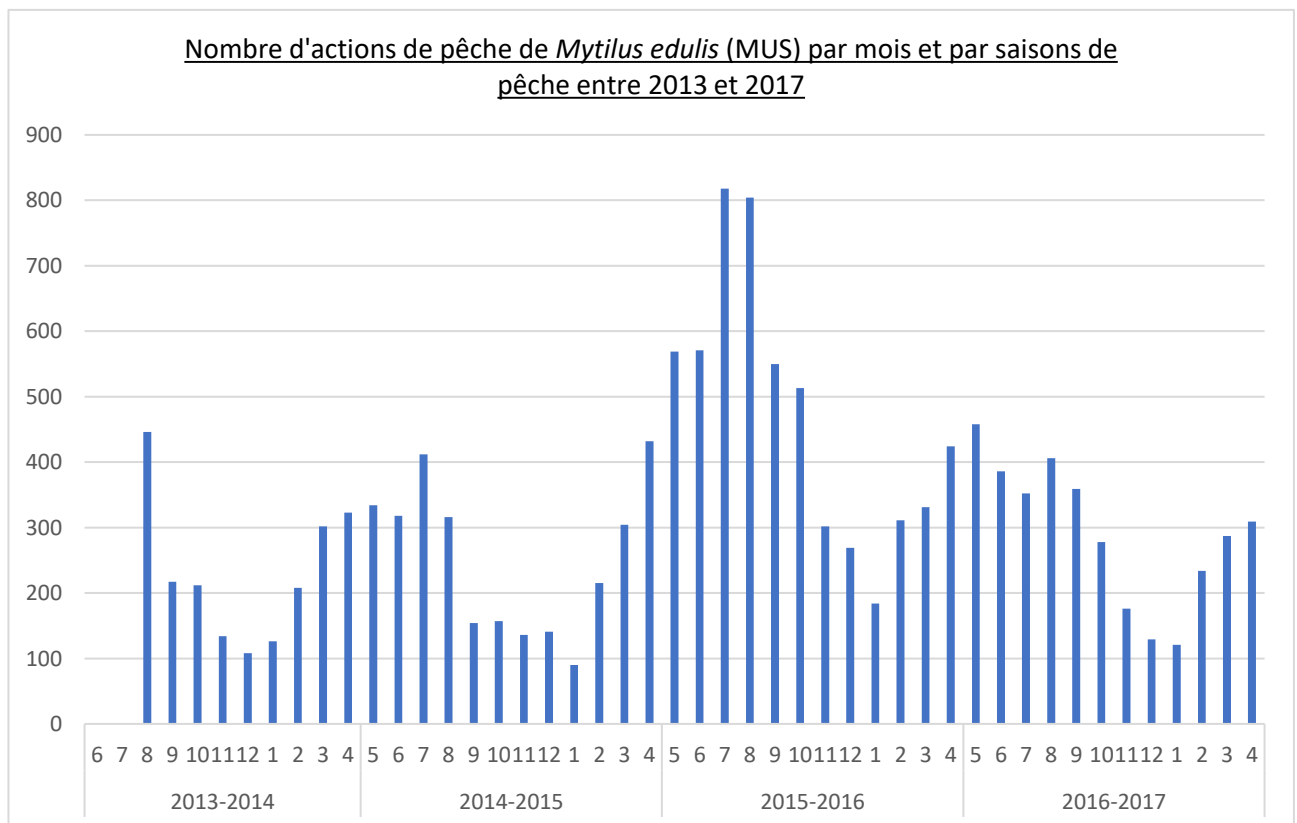


Figure 53 : Nombre d'actions de pêche aux moules par mois au cours des saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Le nombre d'actions de pêche pendant les mois d'été est compris entre 300 et 400 sauf pendant la saison 2016-2017 avec plus de 800 actions de pêche aux moules en juillet et août. A la basse saison, il y a environ une centaine d'actions de pêche aux moules (Figure 31Figure 31).

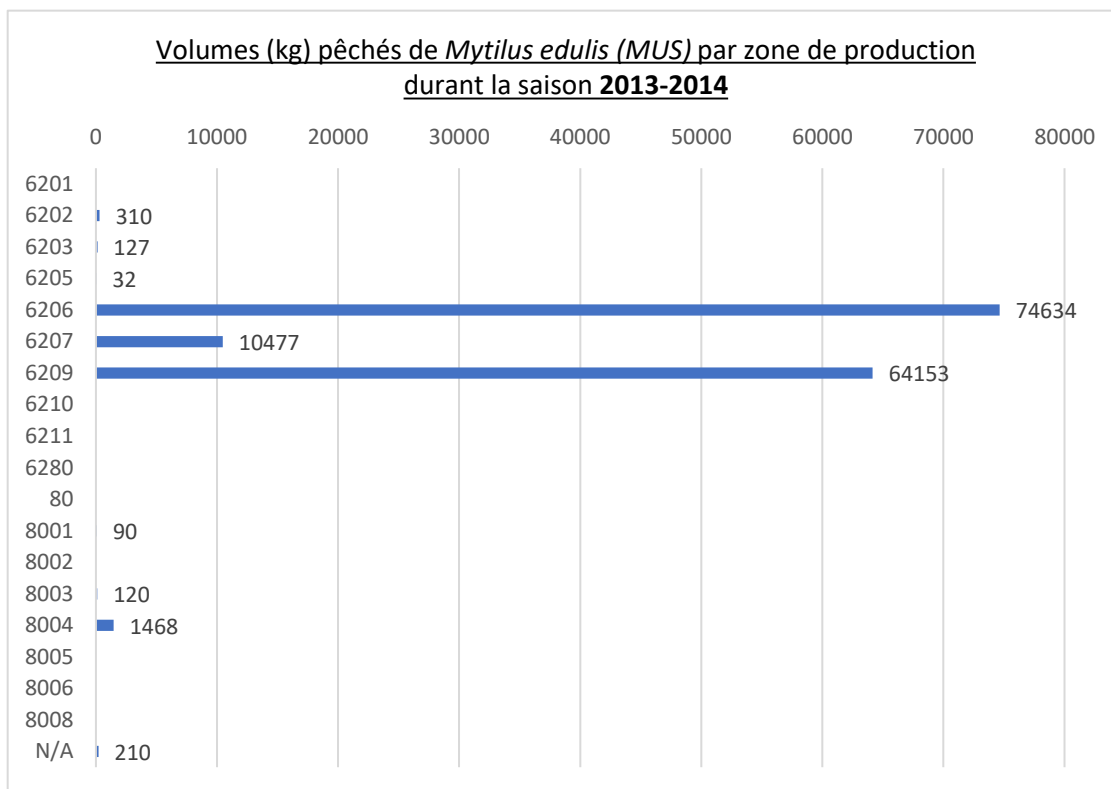


Figure 54 : Volumes de moules pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2013-2014

Durant la saison 2013-2014, les zones de productions avec les quantités de moules pêchées les plus importantes sont Audresselles Ambleteuse (6206) et Le Portel Equihen (6209) avec, respectivement, 74 et 64 tonnes de moules. Puis, le gisement correspondant à Wimereux (6207) avec 10 tonnes de moules pêchées. Il y a également 1,4 tonnes de moules pêchées en Baie de Somme Sud (8004) (Figure 32).

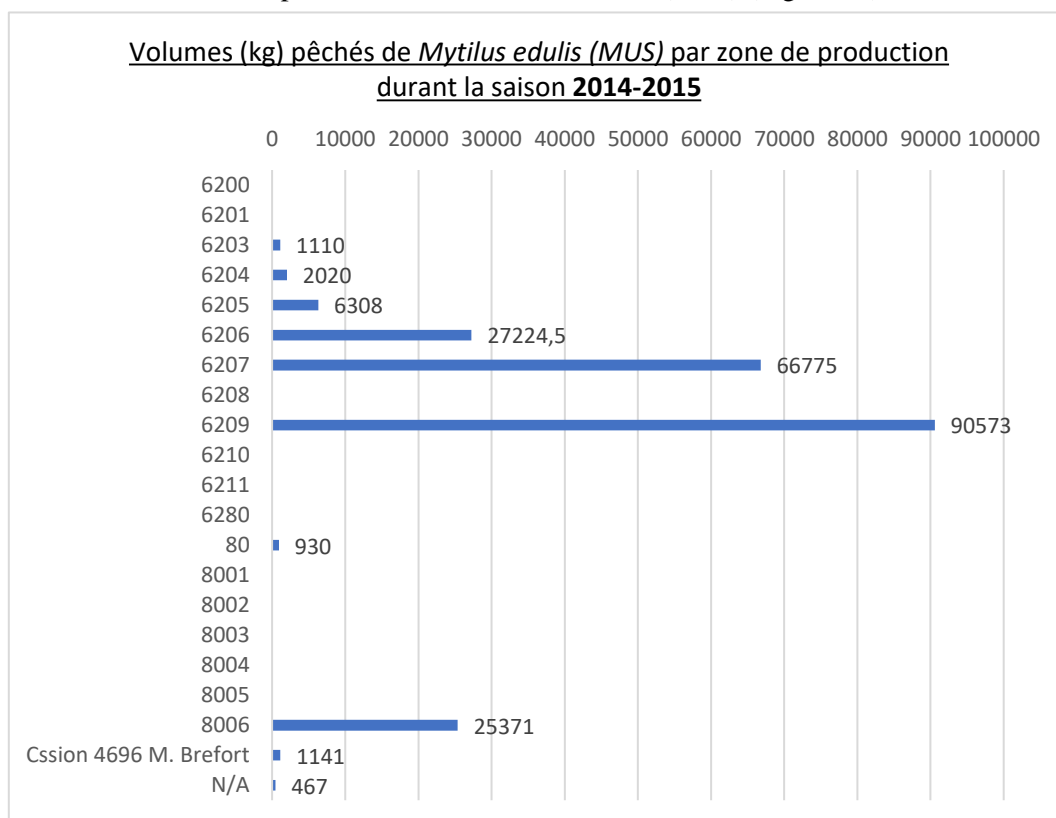


Figure 55 : Volumes de moules pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2014-2015

Au cours de la saison 2014-2015, le Portel Equihen (6209) devient le site de production de moules le plus pêché avec 91 tonnes. A la différence de la saison 2013-2014, la zone de production correspond à Wimereux (6207) est davantage pêchée que celle correspondant à Audresselles Ambleteuse (6206) avec 67 tonnes de moules pêchées à Wimereux contre 27 tonnes pêchées à Audresselles Ambleteuse. Une autre différence avec la saison précédente est la pêche de 25 tonnes de moules sur le gisement correspondant au Bois de Cise Mers-les-Bains (8006) (Figure 33).

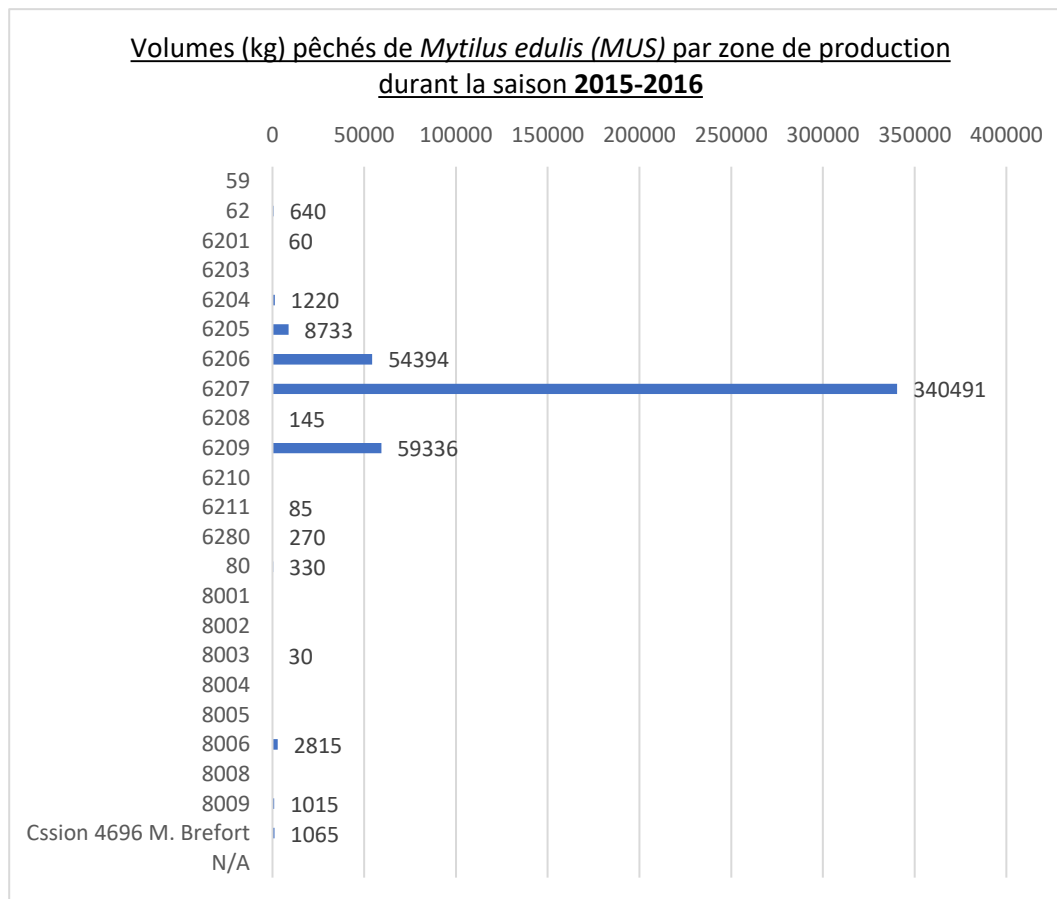


Figure 56 : Volumes de moules pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2015-2016

Pendant la saison 2015-2016, les moules sont pêchées principalement sur le site de Wimereux (6207) avec un volume total de 340 tonnes soit 5 fois plus que la saison 2014-2015. Ensuite, comme au cours des saisons antérieures, Le Portel Equihen et Audresselles Ambleteuse sont les autres gisements les plus productifs avec, respectivement, 59 et 54 tonnes de moules pêchées. Le site du Gris-Nez (6206) permet, quant à lui, la pêche de 8 tonnes de moules (Figure 34).

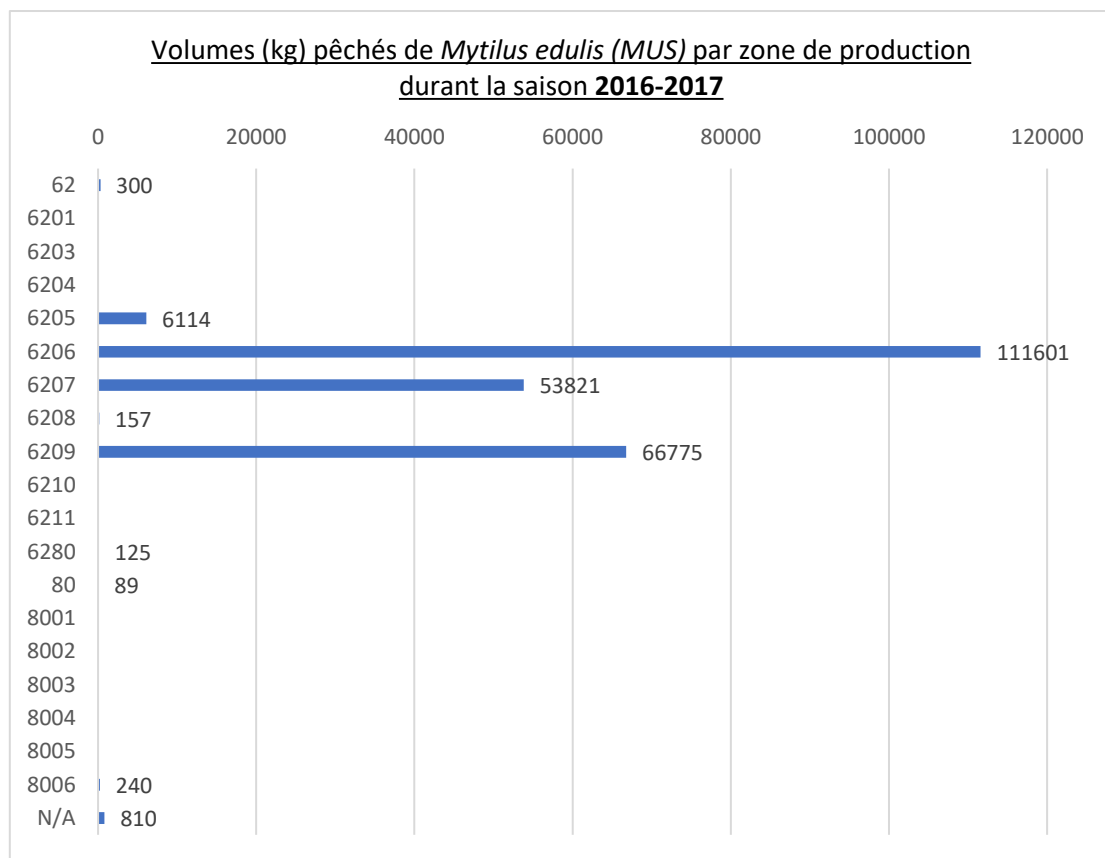


Figure 57 : Volumes de moules pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2016-2017

De la même façon que les saisons précédentes, les gisements les plus productifs sont, par ordre d'importance : Audresselles Ambleteuse (6206), Le Portel Equihen (6209), Wimereux (6207) et de manière moins flagrante Gris-Nez (6205) (Figure 35Figure 35).

En conclusion, les principales zones de production sur lesquelles les moules sont pêchées sont situées dans le département du Pas-de-Calais sauf exception, en 2014-2015, avec la pêche de 25 tonnes sur le site de Bois de Cise Mers-les-Bains. Néanmoins, pendant les autres saisons de pêche, les moules sont pêchées soit à Wimereux (6207), à Audresselles Ambleteuse (6206) ou au Portel Equihen (6209).

Déclarations de pêche de salicornes (*Salicornia sp*)

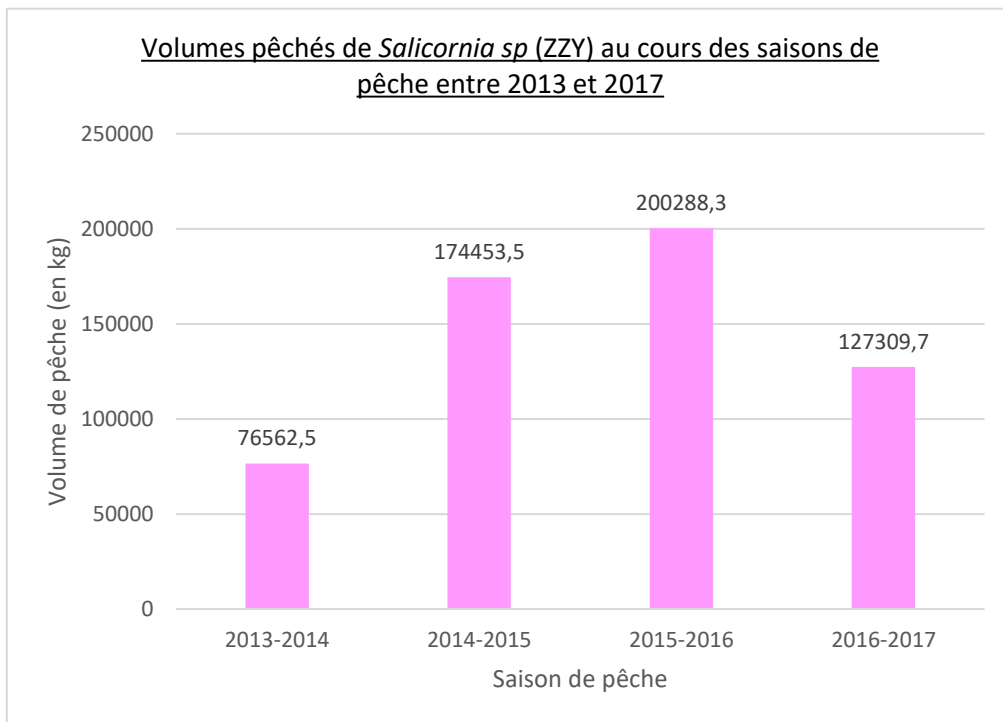


Figure 58 : Volumes pêchés de salicornes au cours des saisons de pêche, entre 2013 et 2017

En 2013-2014, 76 tonnes de salicornes sont pêchées. Cette quantité double en 2014-2015 jusqu'à atteindre 200 tonnes à la fin de la saison 2015-2016. Puis elle diminue à 127 tonnes à l'issue de la saison 2016-2017 (Figure 36).

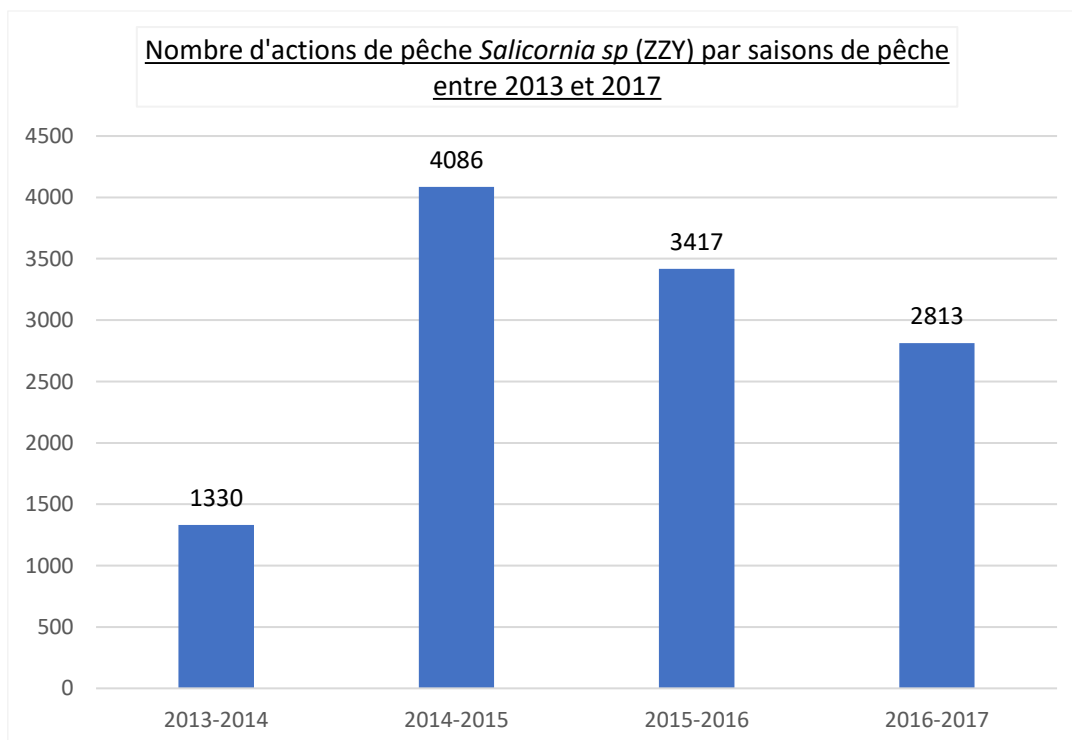


Figure 59 : Nombre d'actions de pêche de salicornes par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Malgré un volume de pêche plus important en 2015-2016 qu'en 2014-2015, le nombre d'actions de pêche de salicornes est plus important en 2014-2015 qu'en 2015-2016 (Figure 37).

Volumes pêchés de *Salicornia sp* (ZZY) par mois et par saisons de pêche entre 2013 et 2017

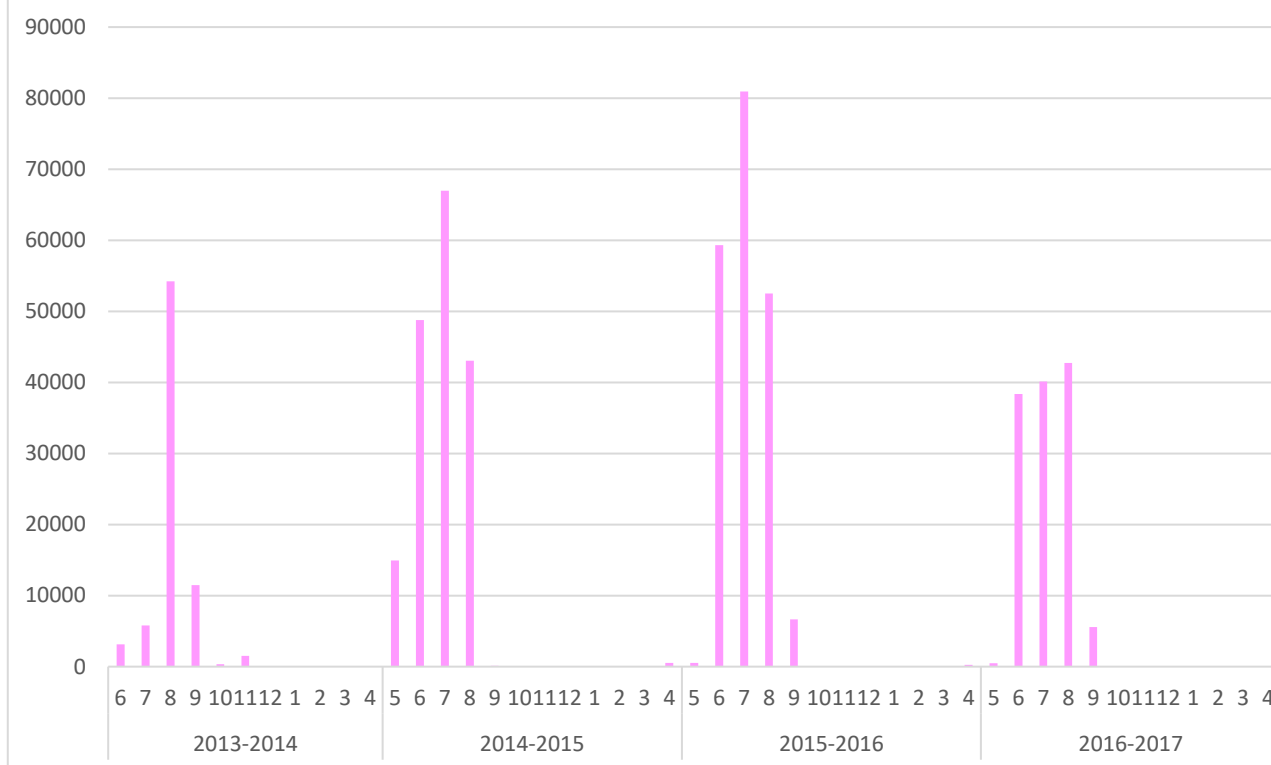


Figure 60: Volumes pêchés de salicornes par mois et par saison de pêche, entre 2013 et 2017

La quantité de pêche de salicornes augmente considérablement au cours des mois de juin, juillet et août avec au minimum 38 tonnes de salicornes (2016-2017) et au maximum 80 tonnes (2015-2016) pêchées par mois. Cela n'est pas valable pour la saison 2013-2014 qui indique la pêche d'une quantité importante de salicornes, soit 54 tonnes, uniquement pendant le mois d'août (Figure 38).

Nombre d'actions de pêche *Salicornia sp* (ZZY) par mois et par saisons de pêche entre 2013 et 2017

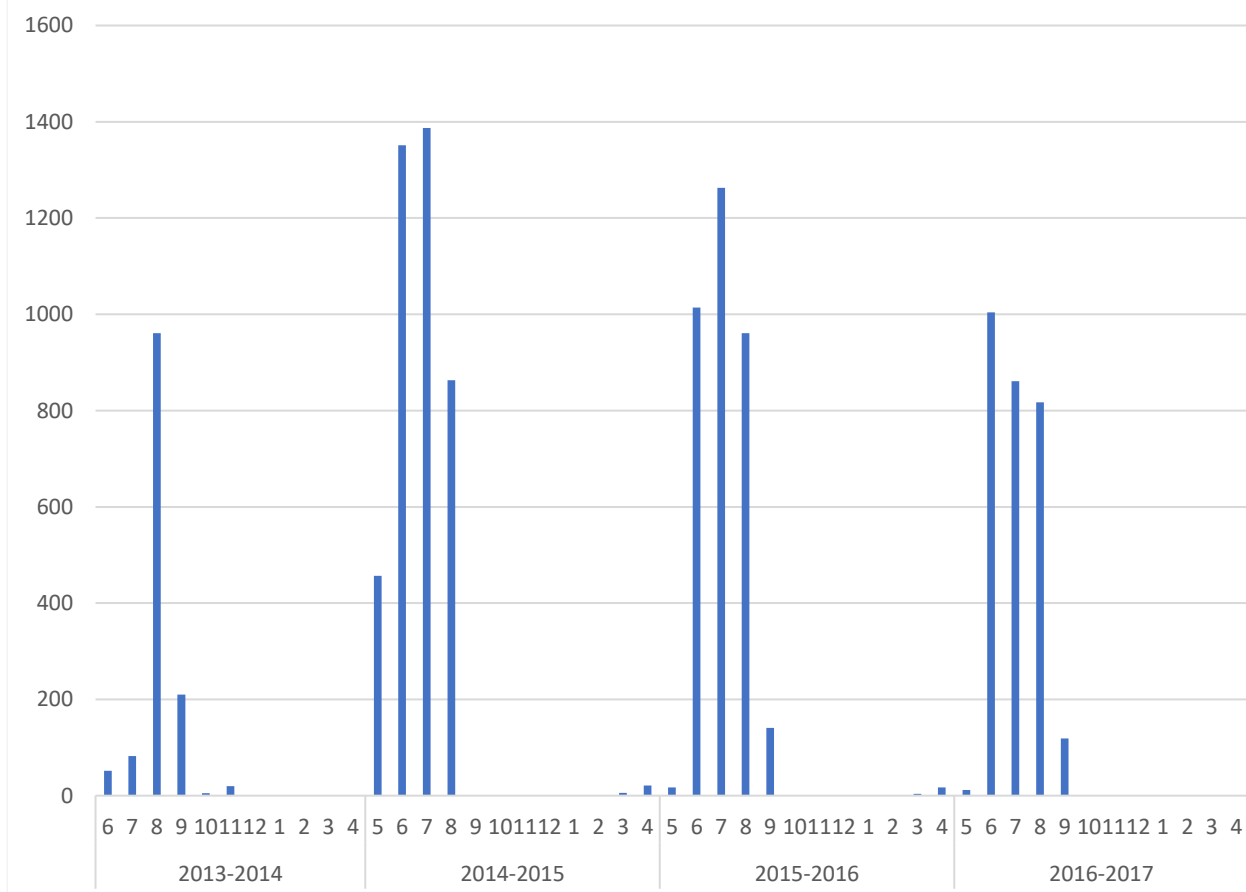


Figure 61 : Nombre d'actions de pêche de salicornes par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Au cours de l'été de la saison 2014-2015, le nombre d'actions de pêche est plus important que pendant l'été de la saison 2015-2016. Néanmoins, cela ne se traduit pas en termes de quantité de salicornes pêchées puisque la saison 2015-2016 est plus productive que celle de 2014-2015. Ensuite, lors de la saison 2016-2017, le nombre d'actions de pêche diminue en juin, juillet et août mais les quantités pêchées augmentent (Figure 39).

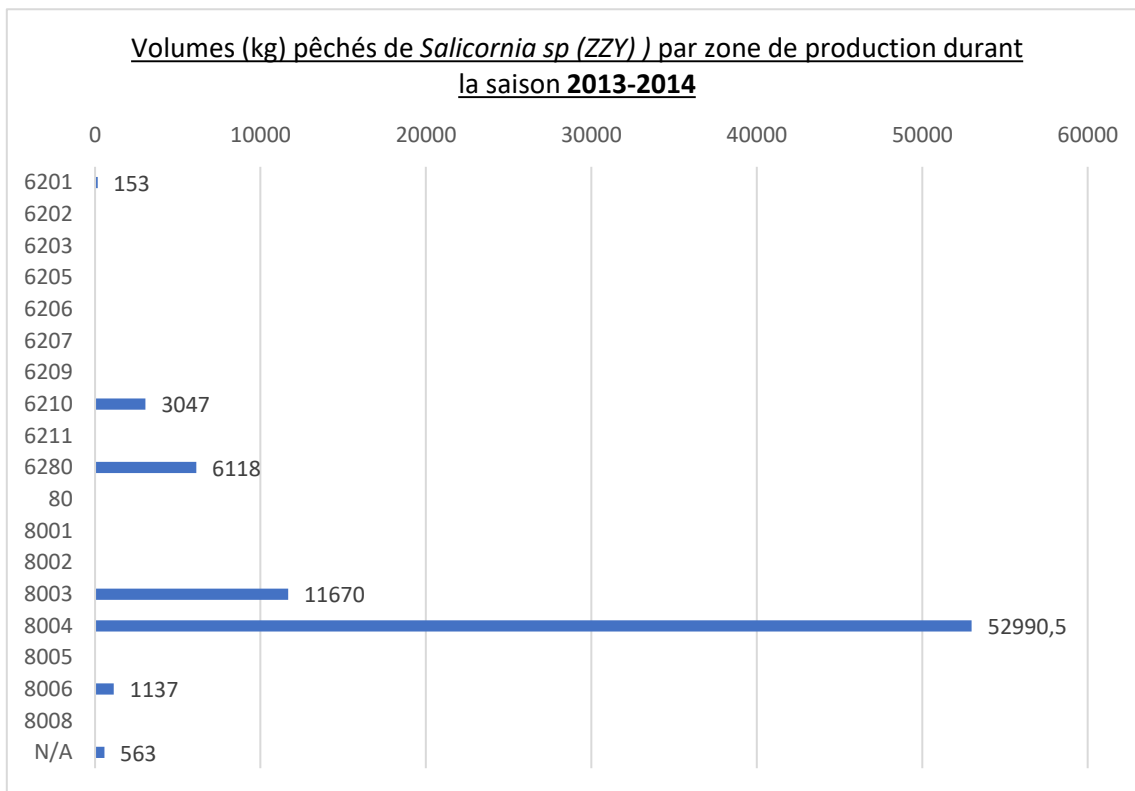


Figure 62 : Volumes de salicornes pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison 2013-2014

Durant la saison 2013-2014, la zone de production majeure de salicorne est la Baie de Somme Sud (8004) avec 53 tonnes pêchées. Les autres zones de production sont, par ordre d'importance : la Baie de Somme Nord (8003), la Baie d'Authie (6280) et la Baie de Canche : Hardelot le Touquet (6210) (Figure 40).

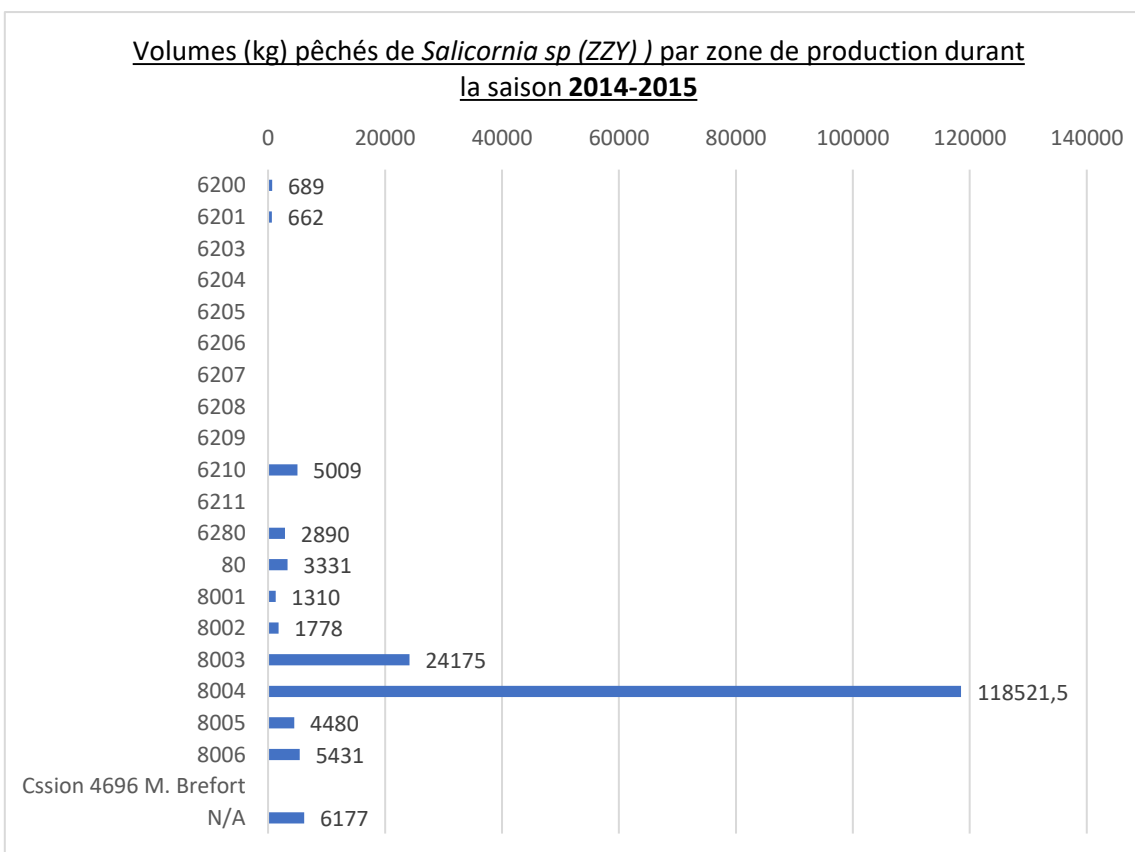


Figure 63 : Volumes de salicornes pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison 2014-2015

En 2014-2015, la quantité de salicornes pêchée en Baie de Somme Sud (8004) et en Baie de Somme Nord (8003) double par rapport à la saison précédente. Ensuite, toujours vis-à-vis de la saison 2013-2014, les salicornes sont pêchées en moindre quantité sur les gisements du Pas-de-Calais (6210 et 6280) et davantage sur des zones de production situées dans la Somme. Ainsi, 5 tonnes de salicornes sont déclarées pêchées sur le Bois de Cise Mers-les-Bains (8006), 4 tonnes à Cayeux Ault Nord (8005) et 2 tonnes à Quend-Plage (8002) (Figure 41).

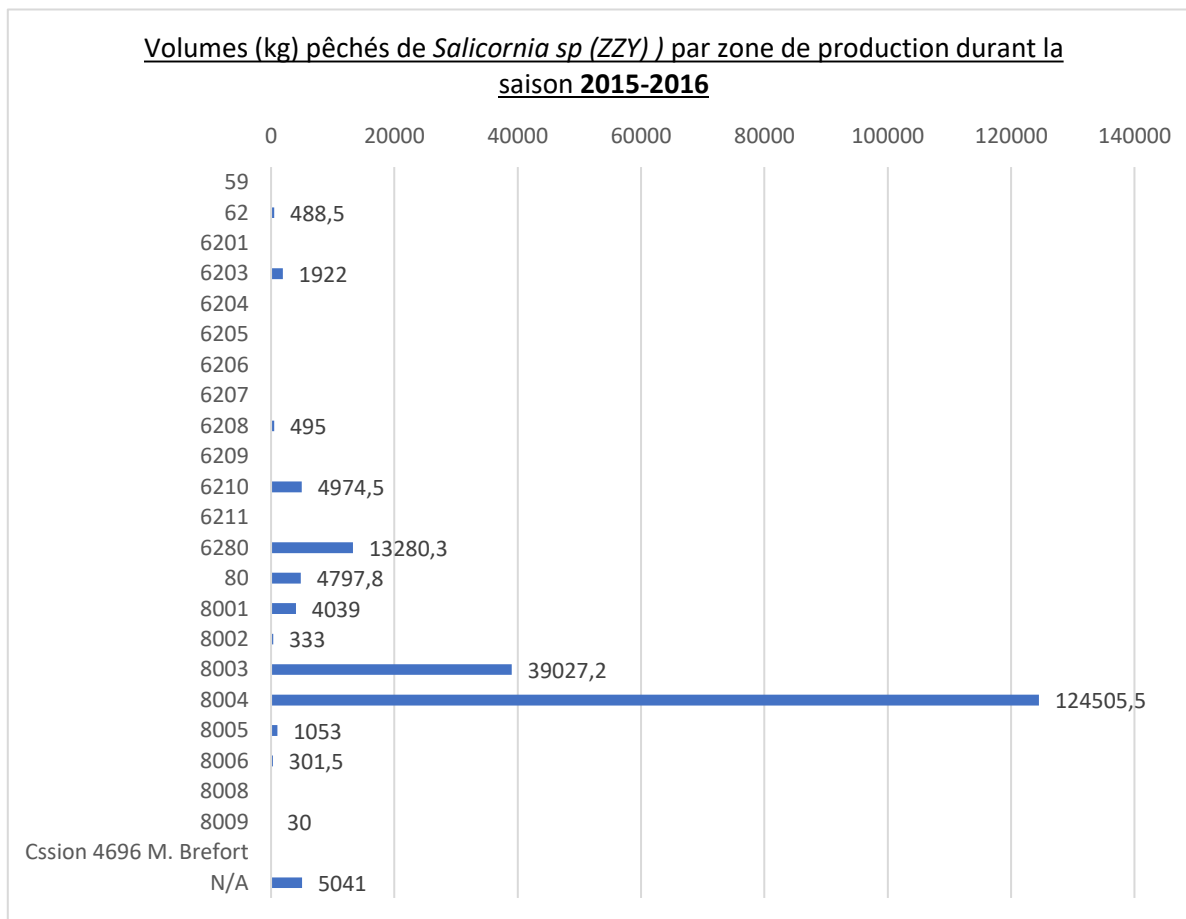


Figure 64 : Volumes de salicornes pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison 2015-2016

Les deux zones de production principales sont toujours la Baie de Somme Sud (8004) avec 124 tonnes et la Baie de Somme Nord (8003) avec 39 tonnes de salicornes. La Baie d'Authie est la troisième zone de production la plus importante avec 13 tonnes de salicornes pêchées. Les quantités pêchées sur ces zones de productions sont en augmentation par rapport aux saisons précédentes (Figure 42).

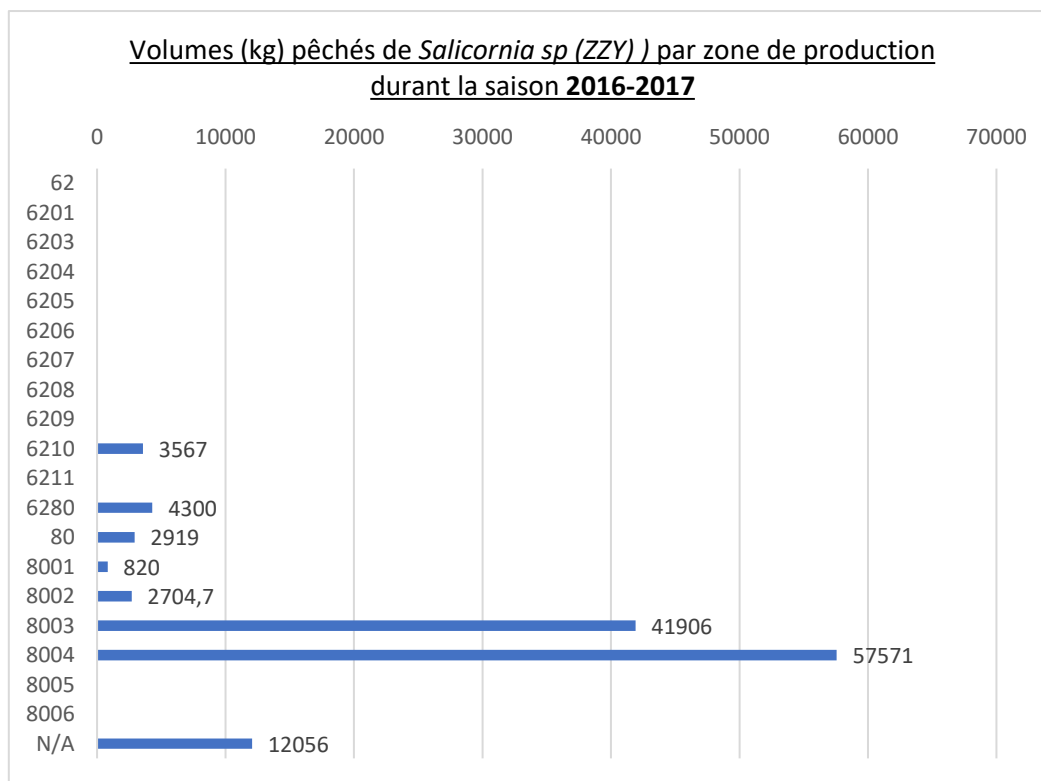


Figure 65 : Volumes de salicornes pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison 2016-2017

Comme lors des saisons de pêche précédentes, les deux zones de production principales sont la Baie de Somme Sud (8004) avec 57 tonnes et la Baie de Somme Nord (8003) avec 42 tonnes de salicornes. Les autres zones de production ont des quantités de pêche comprises entre 2,7 et 4,3 tonnes et sont situées en Baie d'Authie (6280), en Baie de Canche (6210) et à Quend-Plage (8002).

En conclusion, la Baie de Somme Sud (8004) et la Baie de Somme Nord (8003) sont les zones de production les plus pêchées pour la salicorne. La Baie d'Authie (6280) est également l'un des sites les plus productifs mais dans une moindre mesure en comparaison avec la Baie de Somme. D'autres petites zones de productions telles que la Baie de Canche, Quend-Plage, Sangatte Blanc-Nez, situées soit dans la Somme soit dans le Pas-de-Calais, sont recensées pour la pêche aux salicornes.

Déclarations de pêche d'algues

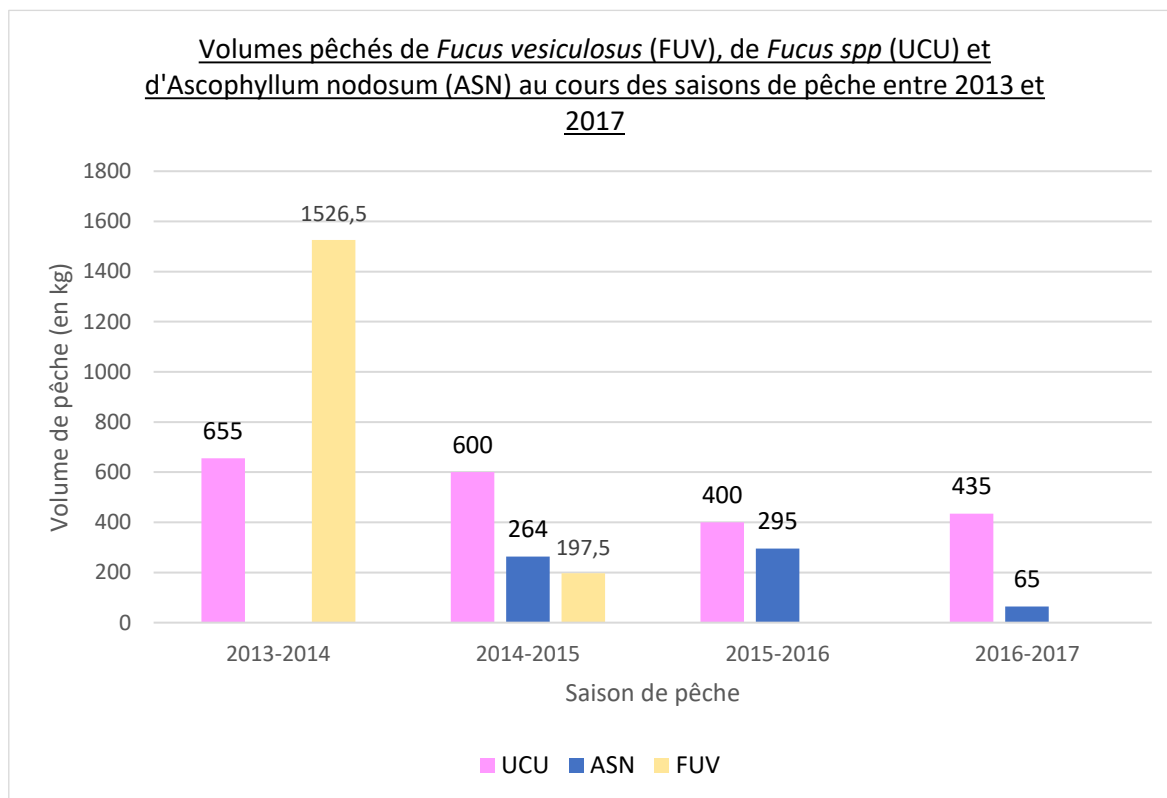


Figure 66 : Volumes pêchés de *Fucus vesiculosus* (FUV), de *Fucus spp* (UCU) et d'*Ascophyllum nodosum* (ASN) pendant les saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Le chone marin (FUV) est pêché durant les deux premières saisons avec notamment 1500 kg en 2013-2014 soit la première ressource d'algue pêchée. Puis 197 kg sont pêchés en 2014-2015 mais, par la suite, plus aucune pêche de chone marin n'est déclarée. Cependant, la pêche de fucus (UCU) est maintenue entre 400 kg et 655 kg tout au long des quatre saisons de pêche. A partir de la saison 2014-2015, entre 260 kg et 300 kg de goémon robert (ASN) sont déclarées pêchées mais, en 2016-2017, la quantité de goémon robert pêché est diminuée par 4 (Figure 44Figure 44).

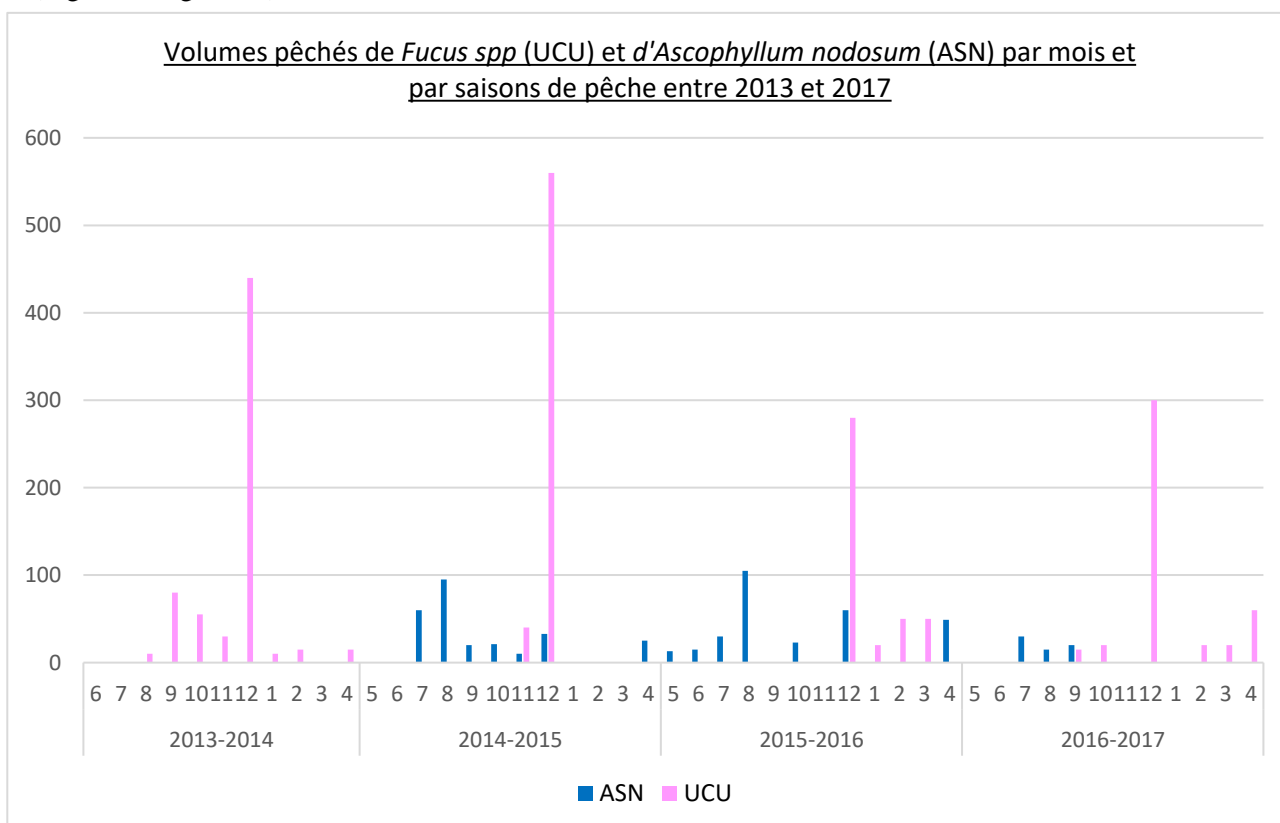


Figure 67 : Volumes pêchés de *Fucus spp* (UCU) et d'*Ascophyllum nodosum* (ASN) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Les volumes de pêche du chone marin (FUV) ne sont pas représentés sur la figure ci-dessus car cette espèce n'est pêchée que pendant une saison. La pêche de fucus (UCU) se concentre principalement au mois de décembre. En effet, pour chaque saison de pêche, les quantités maximales de fucus (UCU) pêchées sont obtenues en décembre. De plus, le chone marin qui fait partie du genre des algues brunes, a été principalement pêché en décembre de la saison 2013-2014. Ensuite, pour le goémon robert (ASN), il est difficile de distinguer des mois de pêche en particulier ; il semblerait que l'été soit davantage propice à sa pêche (Figure 45).

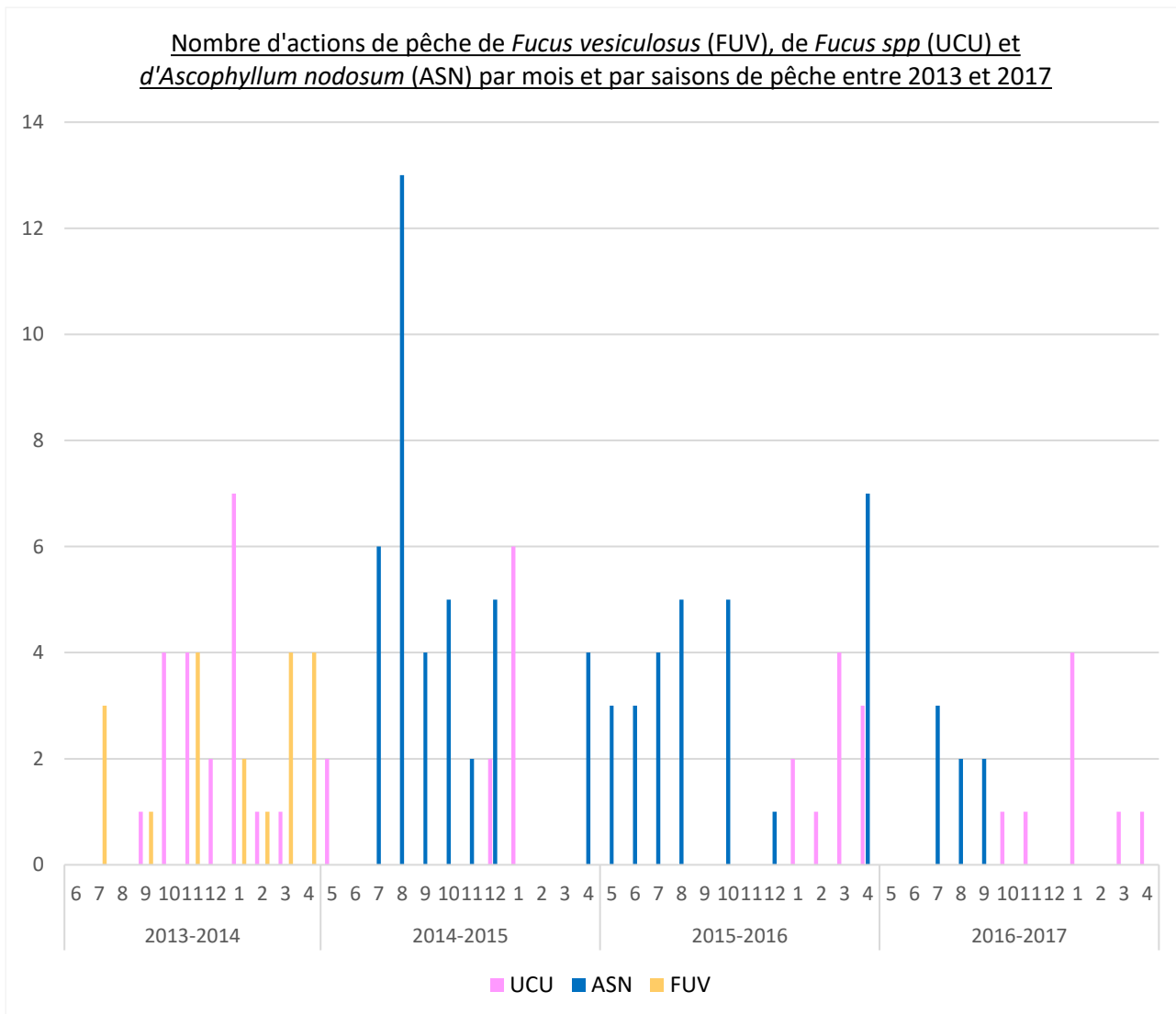


Figure 68 : Nombre d'actions de pêche de *Fucus vesiculosus* (FUV), de *Fucus spp* (UCU) et d'*Ascophyllum nodosum* (ASN) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Le nombre d'actions de pêche pour le goémon robert (ASN) est largement supérieur à celui pour le fucus (UCU) en 2014-2015 et 2015-2016 alors que la quantité pêchée de fucus est quant à elle, plus importante que celle du goémon robert (Figure 46).

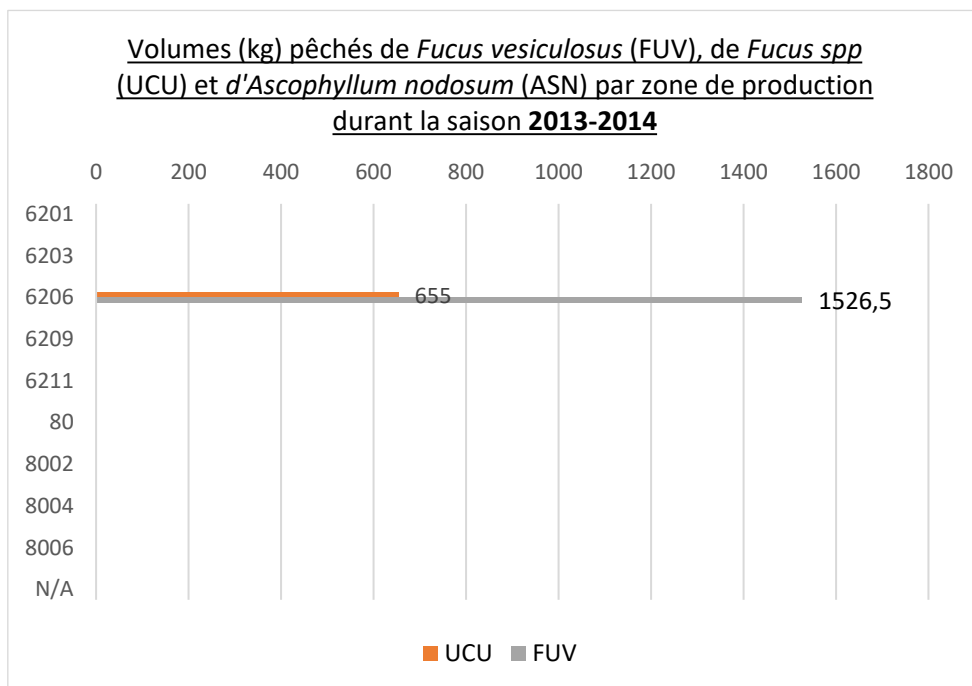


Figure 69 : Volumes pêchés de *Fucus vesiculosus* (FUV), de *Fucus spp* (UCU) et d'*Ascophyllum nodosum* (ASN) par zones de production (HDF) pendant la saison 2013-2014

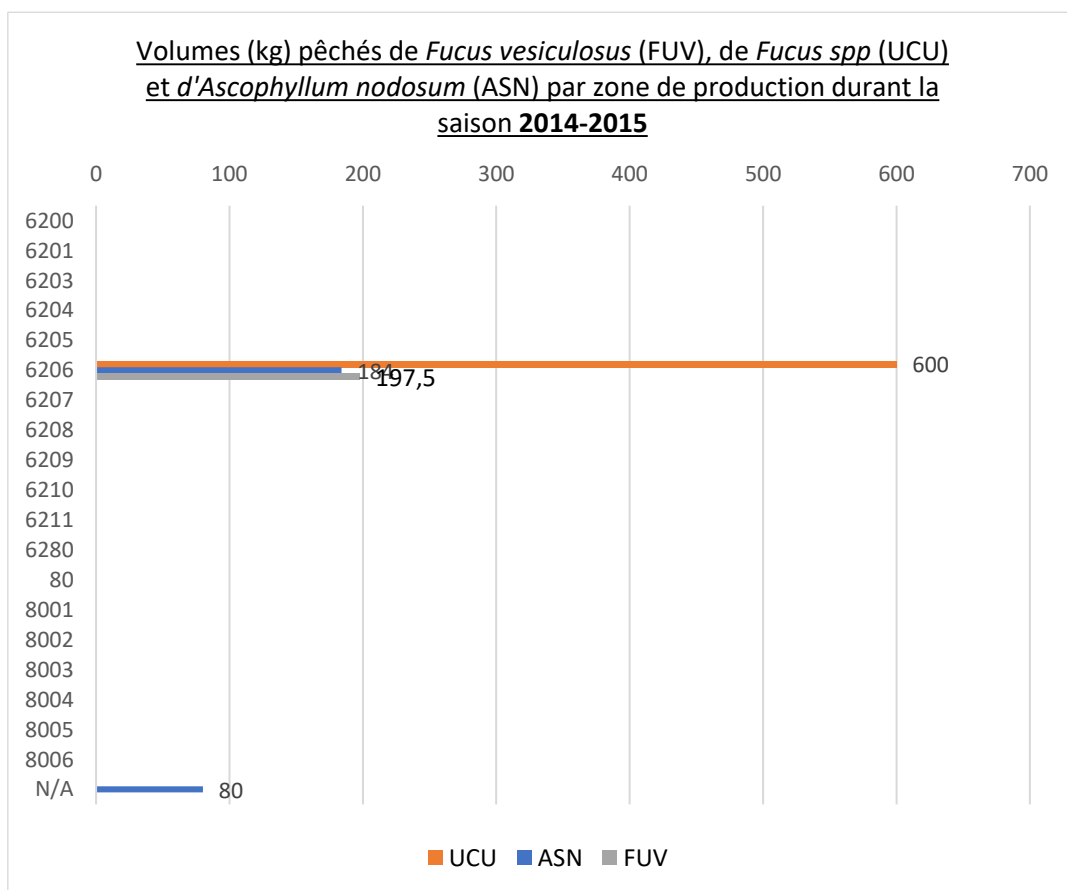


Figure 70 : Volumes pêchés de *Fucus vesiculosus* (FUV), de *Fucus spp* (UCU) et d'*Ascophyllum nodosum* (ASN) par zones de production (HDF) pendant la saison 2014-2015

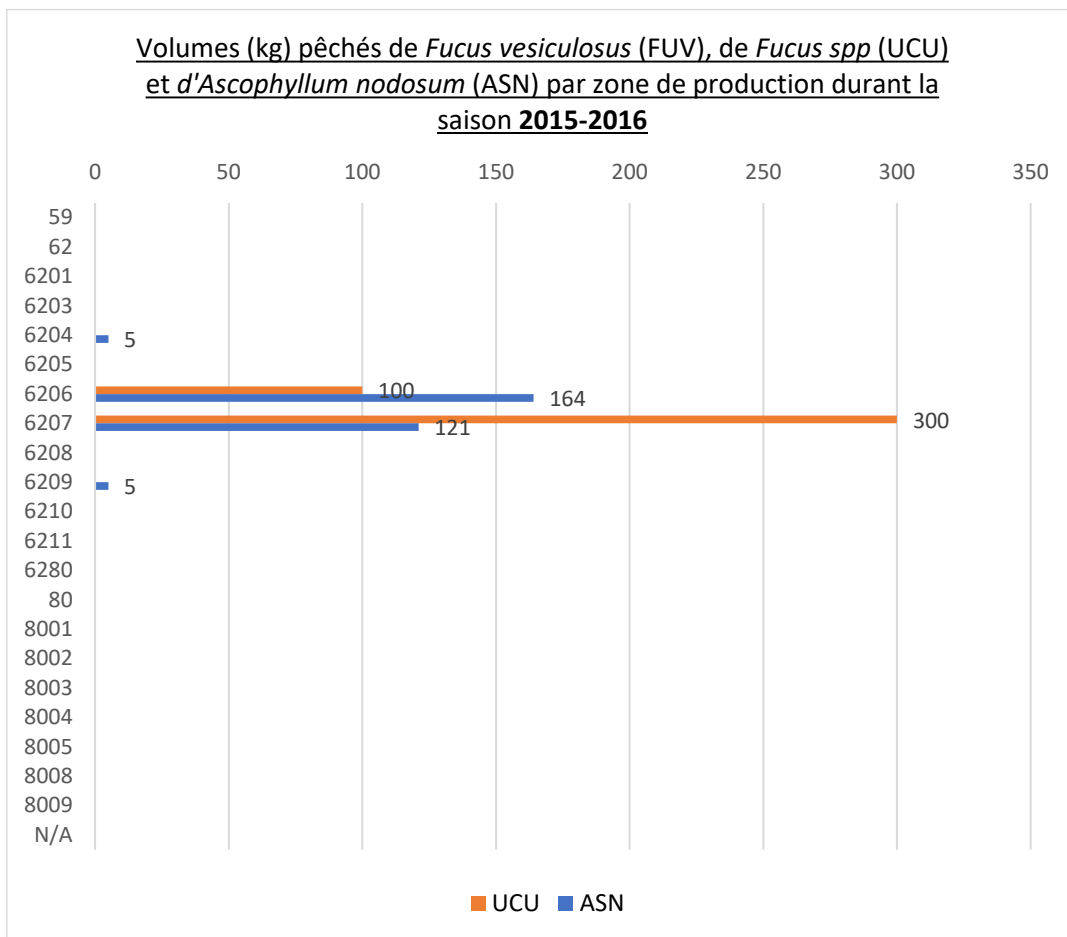


Figure 71 : Volumes pêchés de *Fucus vesiculosus* (FUV), de *Fucus spp* (UCU) et d'*Ascophyllum nodosum* (ASN) par zones de production (HDF) pendant la saison 2015-2016

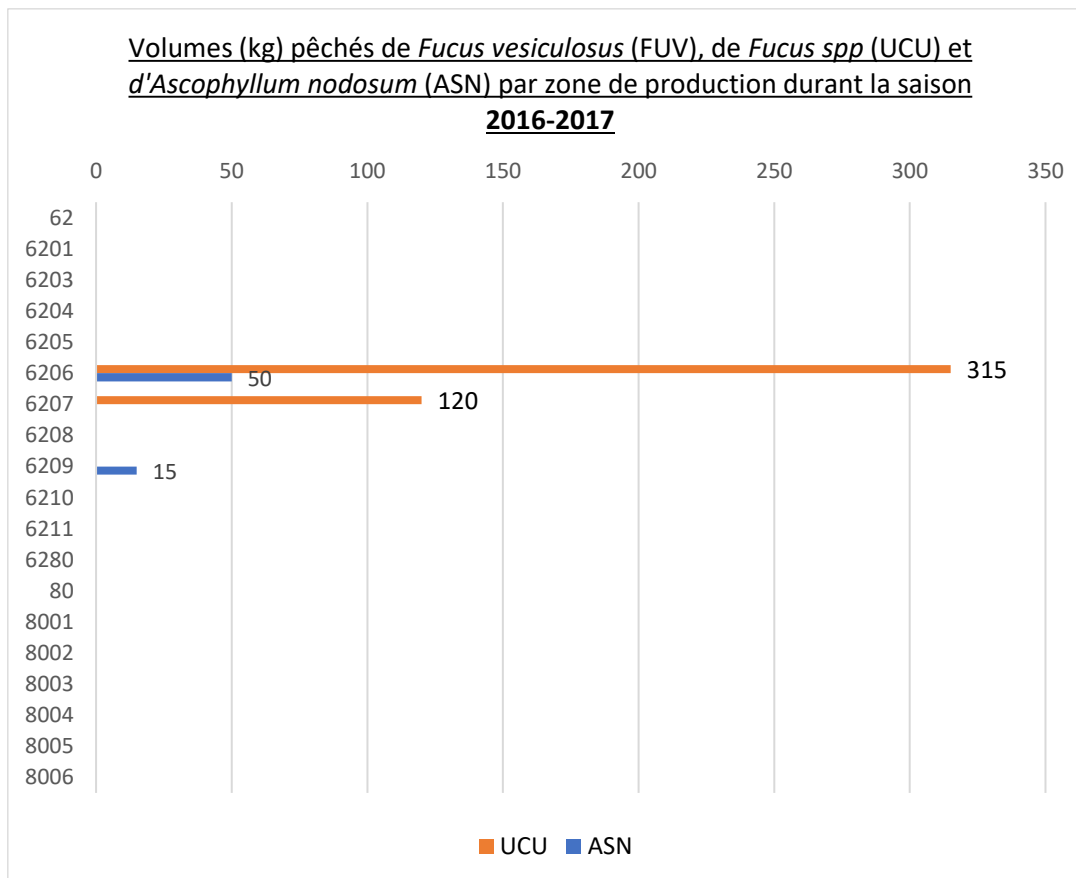


Figure 72 : Volumes pêchés de *Fucus vesiculosus* (FUV), de *Fucus spp* (UCU) et d'*Ascophyllum nodosum* (ASN) par zones de production (HDF) pendant la saison 2016-2017

Les zones de production pour l'ensemble de ces trois espèces sont les mêmes pour chaque saison de pêche, entre 2013 et 2017 (Figure 47, Figure 48, Figure 49, Figure 50). Il s'agit d'Audresselles Ambleteuse (6206) et de Wimereux (6207).

Déclarations de pêche de végétaux marins

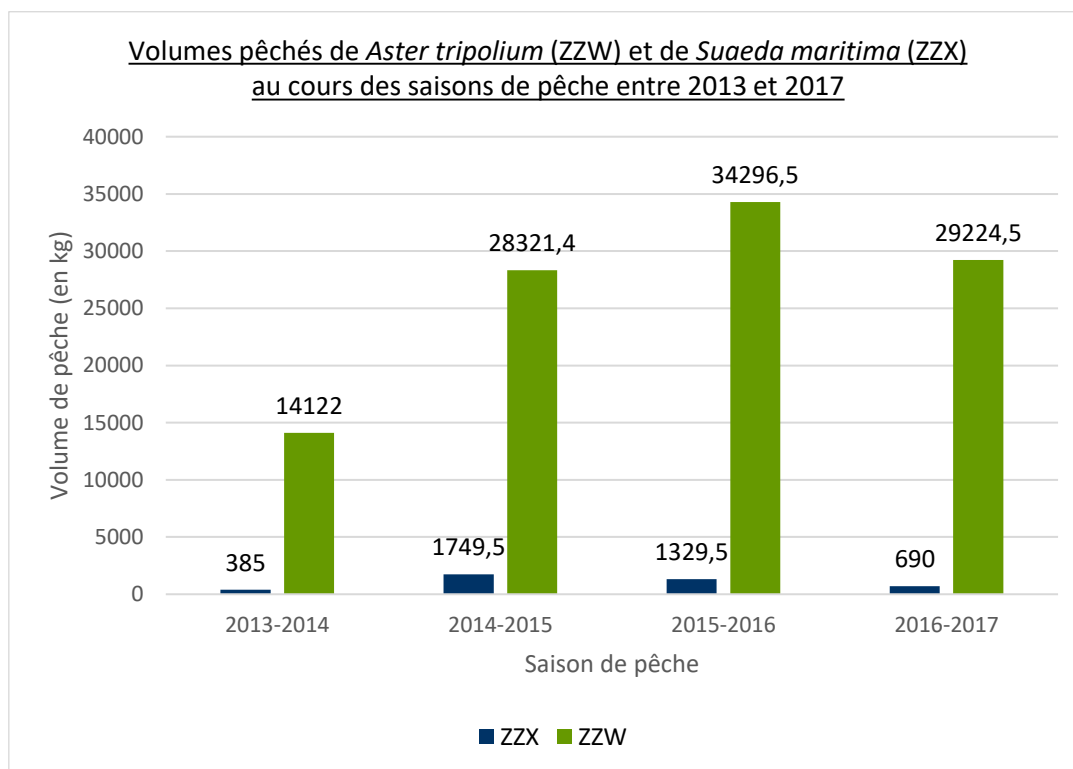


Figure 73 : Volumes pêchés d'*Aster tripolium* (ZZW) et de *Suaeda maritima* (ZZX) par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

La quantité pêchée de soude (ZZX) évolue fortement durant les deux premières saisons de pêche puisqu'elle passe de 385 kg en 2013-2014 à plus de 1500 kg en 2014-2015. Néanmoins, cela ne dure pas puisqu'en 2016-2017, elle diminue à 700 kg. La quantité pêchée d'aster (ZZW) double entre 2013-2014 et 2014-2015 jusqu'à atteindre son maximum en 2015-2016 avec 34 tonnes (Figure 51).

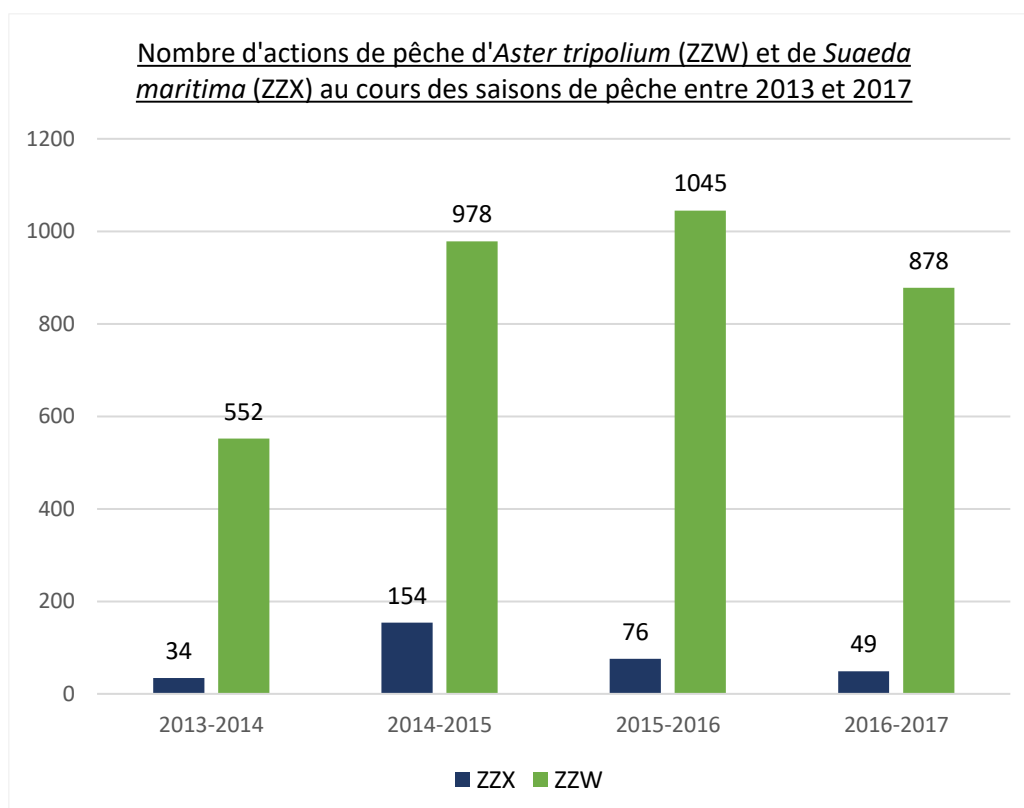


Figure 74 : Nombre d'actions de pêche d'*Aster tripolium* (ZZW) et de *Suaeda maritima* (ZZX) par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Pour chacune des espèces de végétaux marins, le nombre d'actions de pêche suit la même évolution au fur et à mesure des saisons de pêche que le volume de pêche (Figure 52).

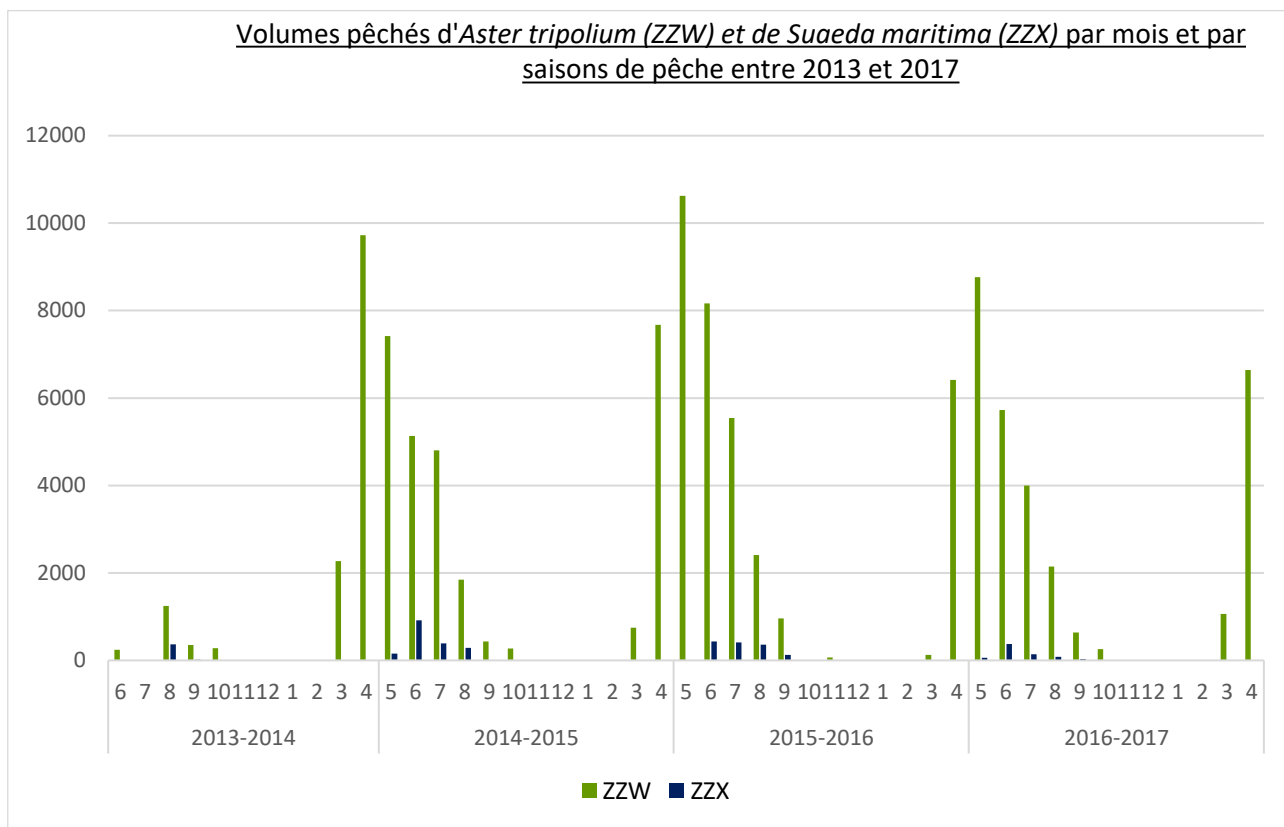


Figure 75 : Volumes pêchés d'*Aster tripolium* (ZZW) et de *Suaeda maritima* (ZZX) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Les mois avec les volumes de pêche d'aster (ZZW) les plus importants sont pendant le printemps notamment en avril et mai. Pour chaque saison de pêche (hormis 2013-2014), dès le mois de septembre la quantité d'asters pêchés diminue fortement pour être nulle tout l'hiver. La saisonnalité de la pêche d'asters est donc marquée. Bien que les quantités de soude pêchées soient beaucoup moins importantes que celles d'asters, une saisonnalité de pêche de soude est également remarquable. Les mois avec le plus de pêche de soude sont les mois de juin, juillet et août (Figure 53).

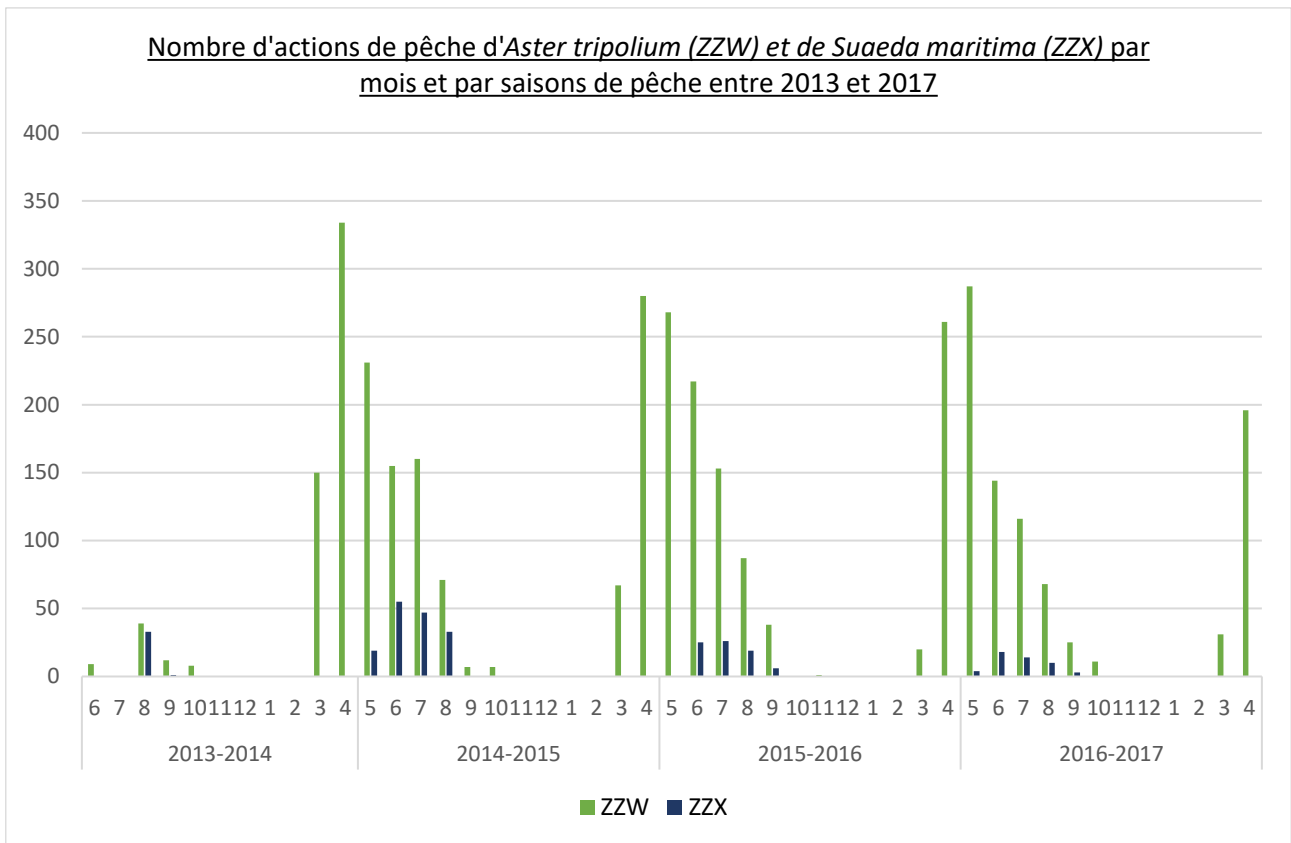


Figure 76 : Nombre d'actions de pêche d'*Aster tripolium* (ZZW) et de *Suaeda maritima* (ZZX) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Pour chacune de ces deux espèces de végétaux marins, le nombre d'actions de pêche par mois et par saisons de pêche suit la même évolution que le volume de pêche par mois et par saisons de pêche (Figure 54).

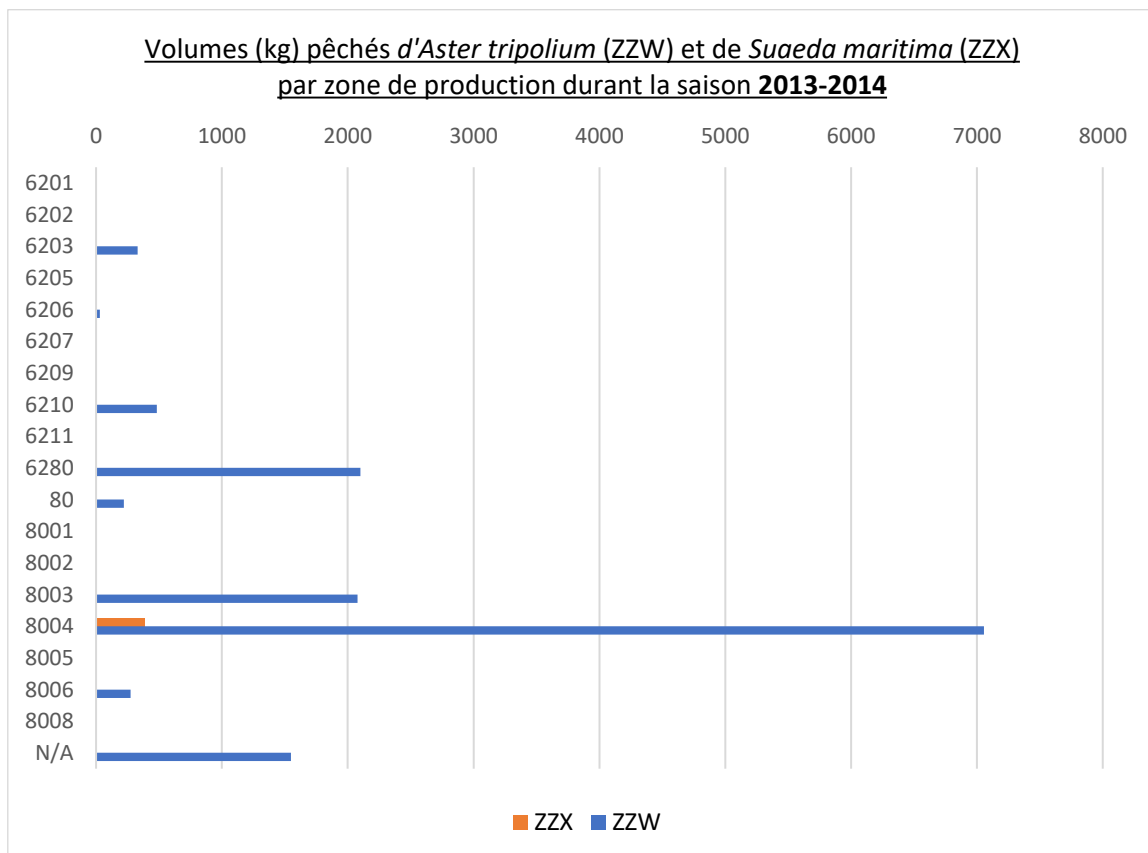


Figure 77 : Volumes pêchés d'*Aster tripolium* (ZZW) et de *Suaeda maritima* (ZZX) par zones de production (HDF) pendant la saison 2013-2014

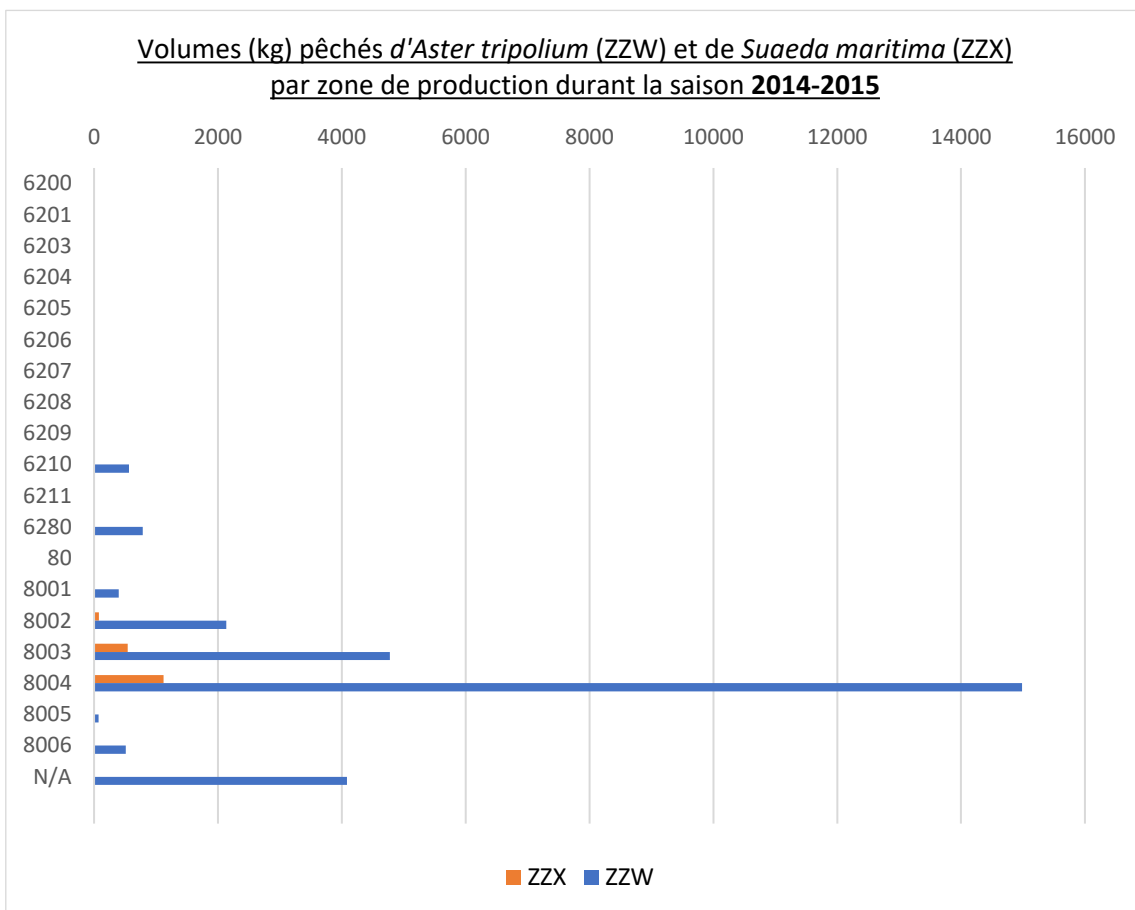


Figure 78 : Volumes pêchés d'*Aster tripolium* (ZZW) et de *Suaeda maritima* (ZZX) par zones de production (HDF) pendant la saison 2014-2015

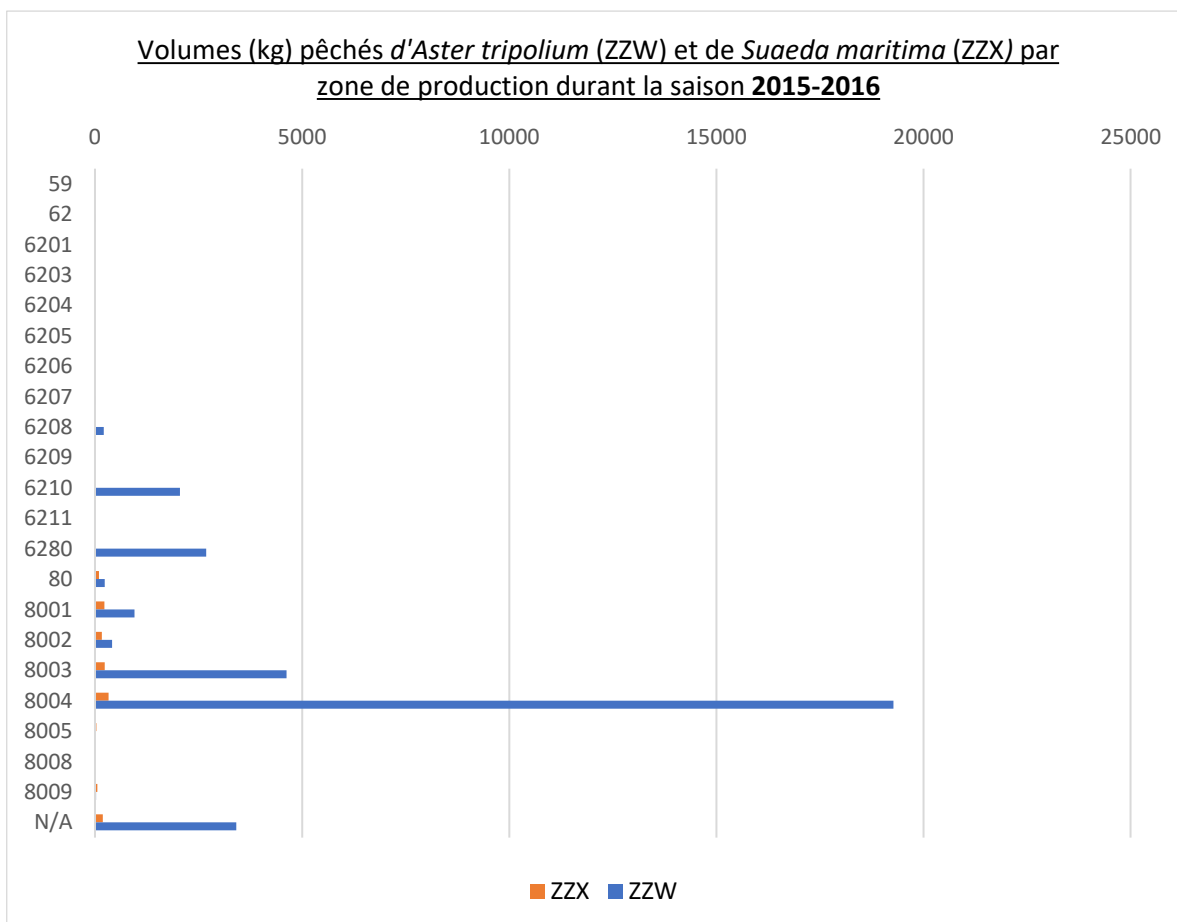


Figure 79 : Volumes pêchés d'*Aster tripolium* (ZZW) et de *Suaeda maritima* (ZZX) par zones de production (HDF) pendant la saison 2015-2016

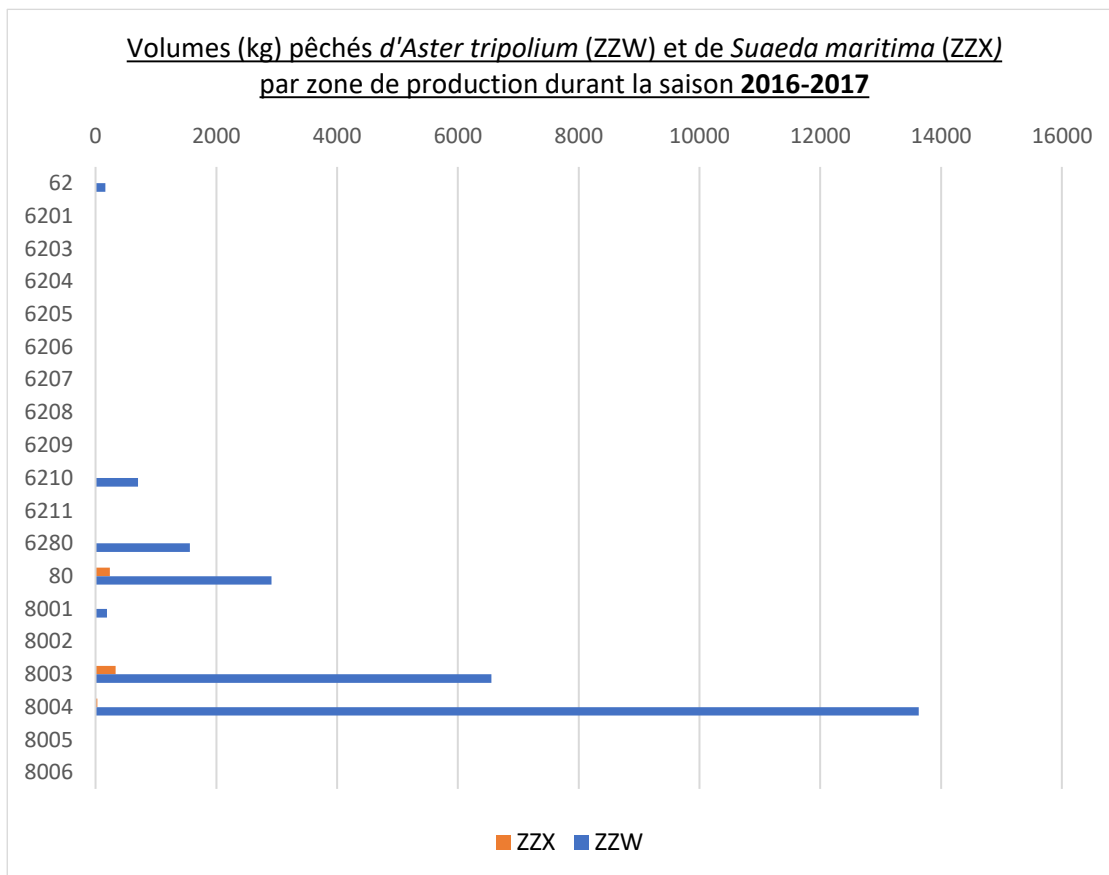


Figure 80 : Volumes pêchés d'*Aster tripolium* (ZZW) et de *Suaeda maritima* (ZZX) par zones de production (HDF) pendant la saison 2016-2017

Lors des quatre saisons de pêche, les asters sont pêchés à la fois dans la Somme et dans le Pas-de-Calais tandis que la soude est pêchée uniquement dans la Somme. Les principales zones de productions, pour l'aster et la soude, ne changent pas en fonction des saisons de pêche. Ainsi, l'aster est notamment pêché en Baie de Somme Sud (8004) et Nord (8003), en Baie d'Authie (6280) et en Baie de Canche : Hardelot le Touquet (6210). La soude est pêchée en Baie de Somme Sud (8004) préférentiellement et en Baie de Somme Nord (8003).

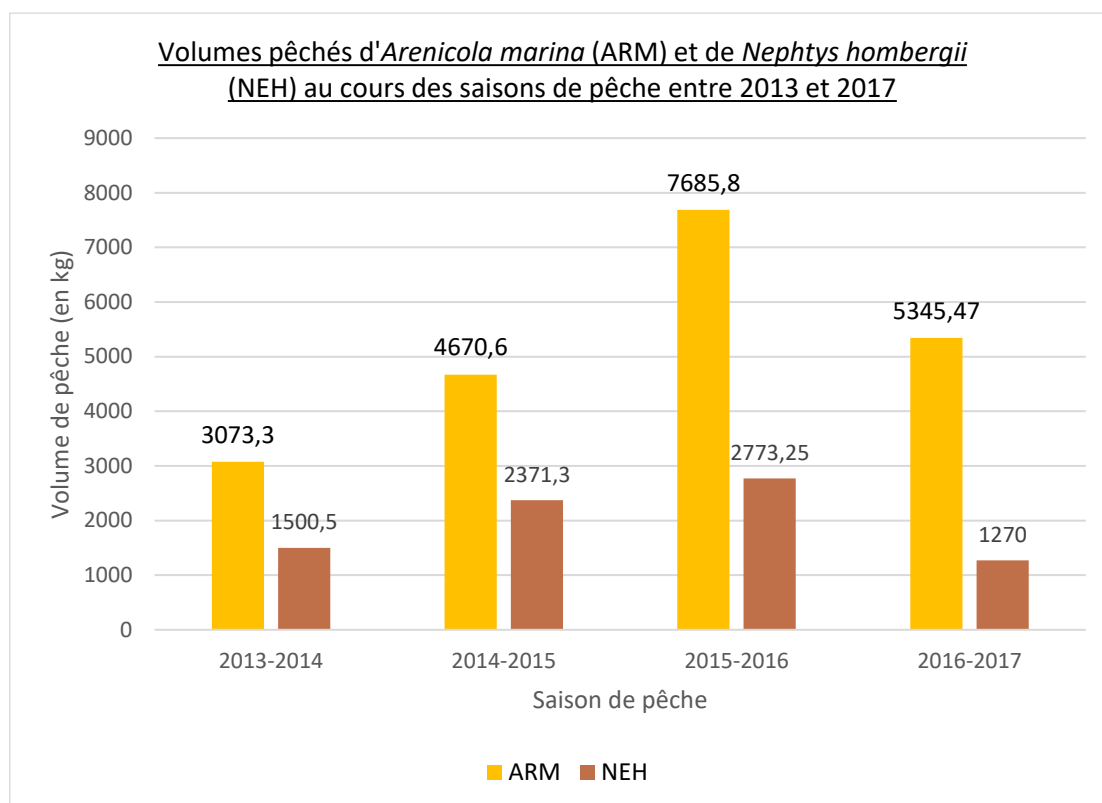


Figure 81 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) pendant les saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Sur l'ensemble des saisons de pêche, les arénicoles marins (ARM) sont plus pêchées que les gravettes blanches (NEH). La quantité de gravettes blanches pêchées est d'environ 1,4 tonnes en 2013-2014 et 2016-2017 ; elle atteint son maximum en 2015-2016 avec 2,7 tonnes. Les arénicoles marins sont de plus en plus pêchés, entre 2013-2014 et 2016-2017, avec 7,7 tonnes en 2015-2016 (Figure 59).

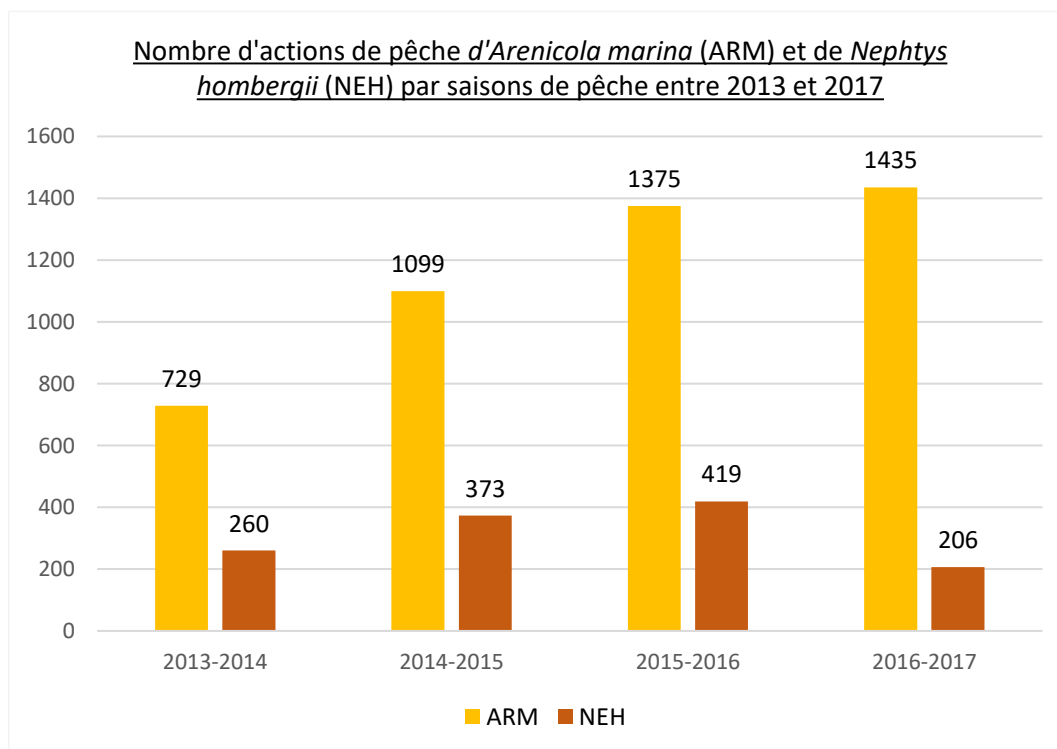


Figure 82 : Nombre d'actions de pêche d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) pendant les saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Pour les deux espèces de vers, le nombre d'actions de pêche par saison de pêche vers évolue de la même manière que la quantité pêchée sauf lors de la saison 2015-2016. En effet, le faible nombre d'actions de pêche pour les arénicoles marins coïncide avec la plus importante quantité d'arénicoles marins pêchés (Figure 60).

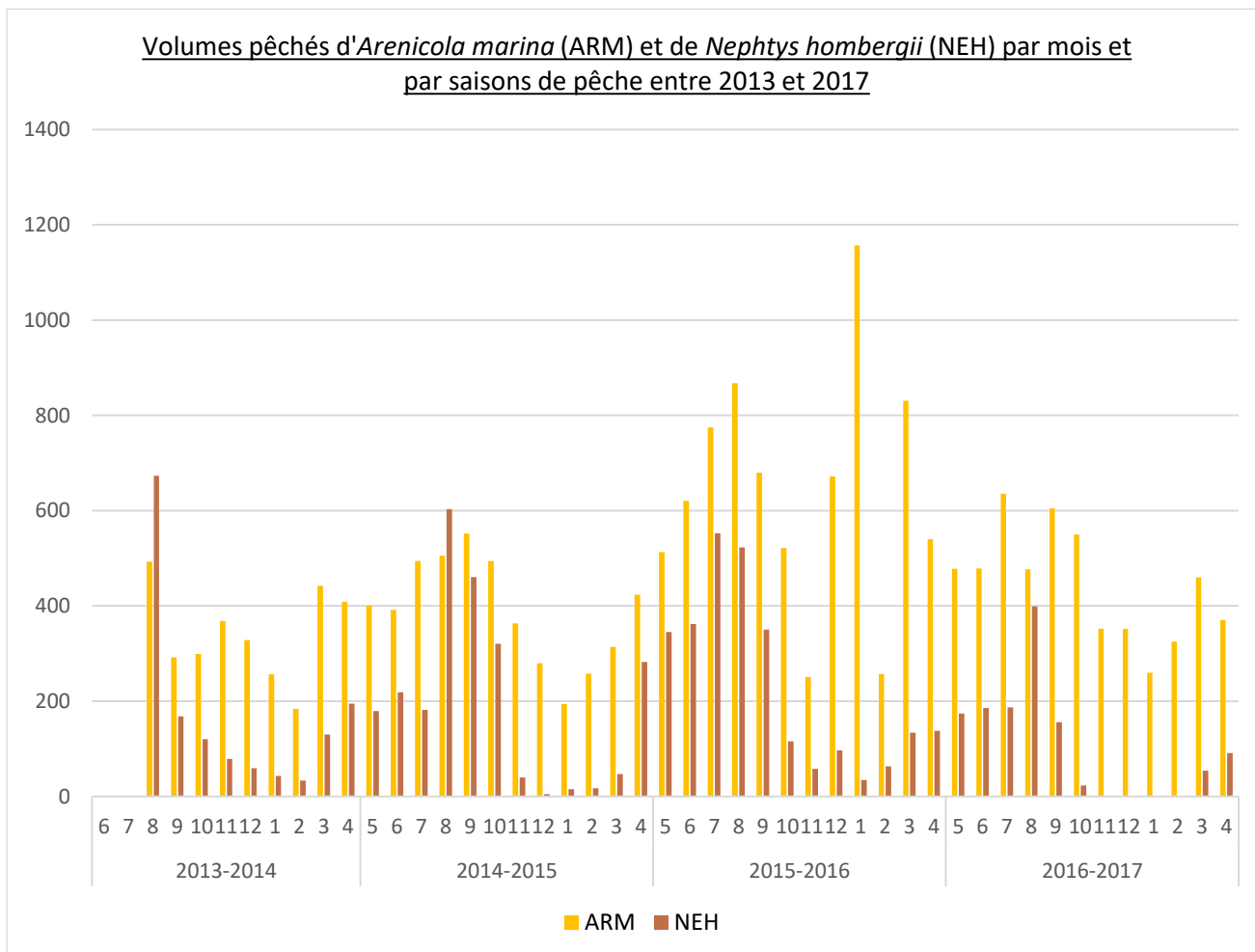


Figure 83 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

La pêche des arénicoles marins s'effectue toute l'année en quantités variables ; il n'y a pas de saisonnalité visible. Les gravettes blanches sont, quant à elle, pêchées principalement pendant l'été notamment durant le mois d'août (Figure 61).

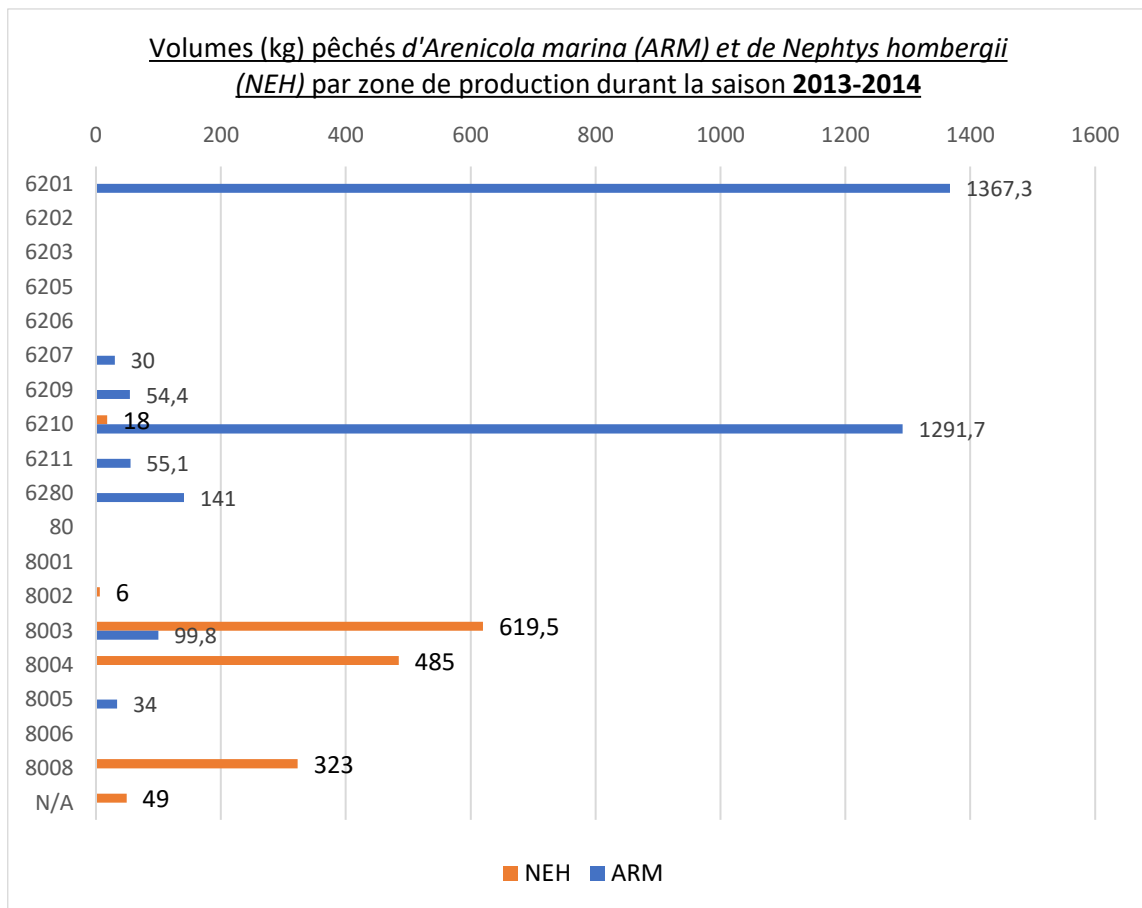


Figure 84 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) par zones de production (HDF) pendant la saison 2013-2014

Au cours de la saison 2013-2014, les principales zones de production d'arénicoles marins sont dans le Pas-de-Calais : à Oye-Plage Marck (6201) et en Baie de Canche : Hardelot le Touquet (6210) tandis que celles des gravettes blanches sont situées dans la Somme notamment en Baie de Somme Nord (8003) et Sud (8004) (Figure 62).

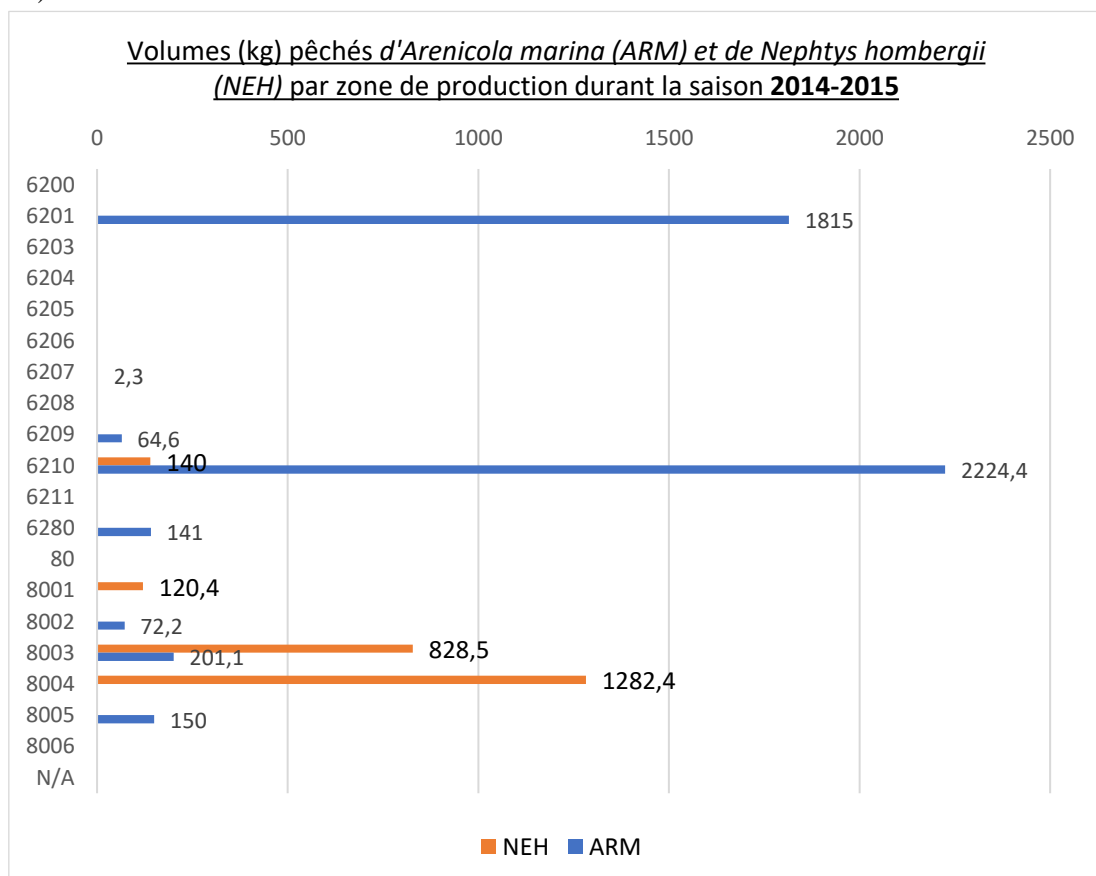


Figure 85 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) par zones de production (HDF) pendant la saison 2014-2015

Pendant la saison 2014-2015, les principales zones de production des vers pêchés restent les mêmes que celles de la saison 2013-2014. La pêche de gravettes blanches en Baie de Somme augmente par rapport à la saison précédente (Figure 63).

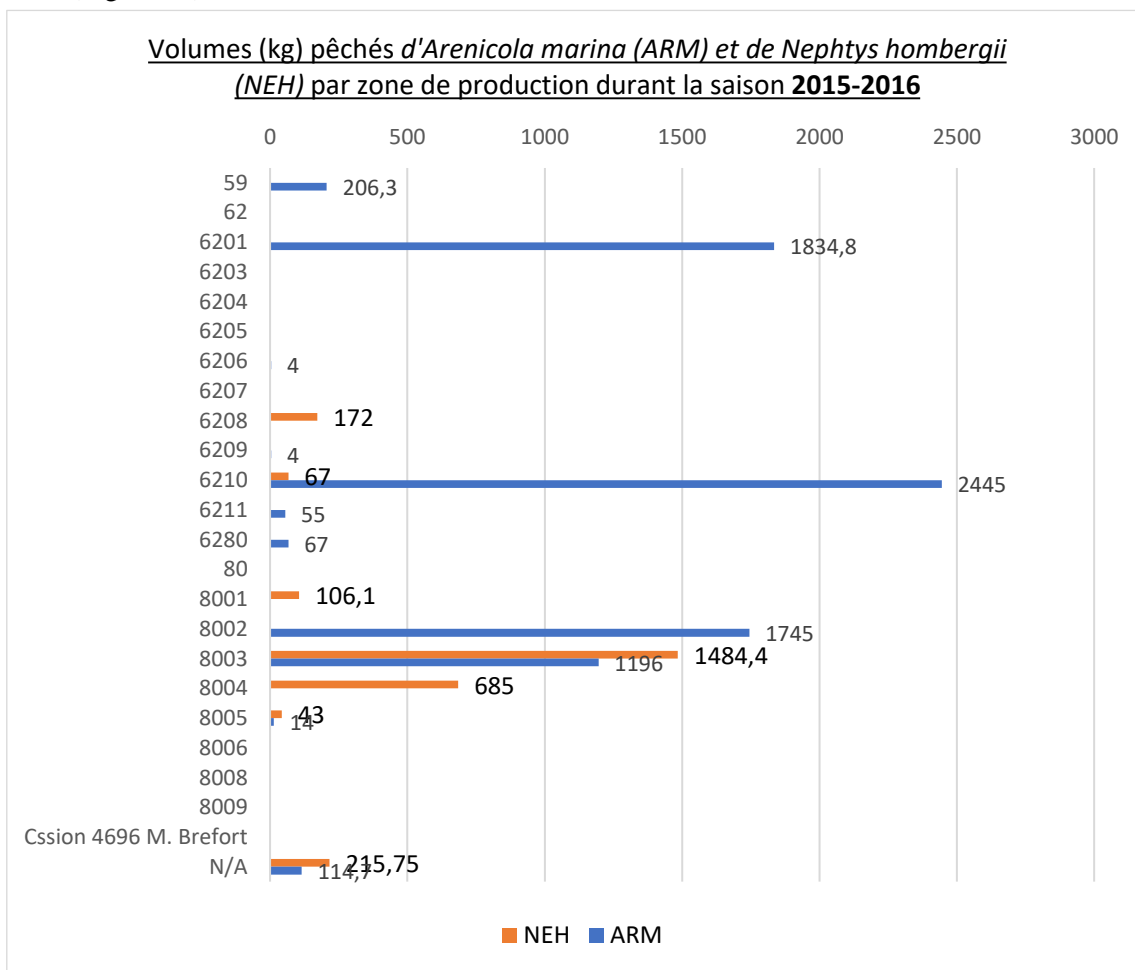


Figure 86 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) par zones de production (HDF) pendant la saison 2015-2016

Pendant la saison 2015-2016, les arénicoles marins sont toujours pêchés à Oye-Plage Marck (6201) et en Baie de Canche : Hardelot le Touquet (6210) mais, pour la première fois, ils sont pêchés en grandes quantités dans la Somme ; plus précisément à Quend-Plage (8002) et en Baie de Somme Nord (8003). Les zones de production des gravettes blanches sont identiques aux saisons précédentes : les Baies de Somme Nord et Sud restent les zones de production majeures (Figure 64).

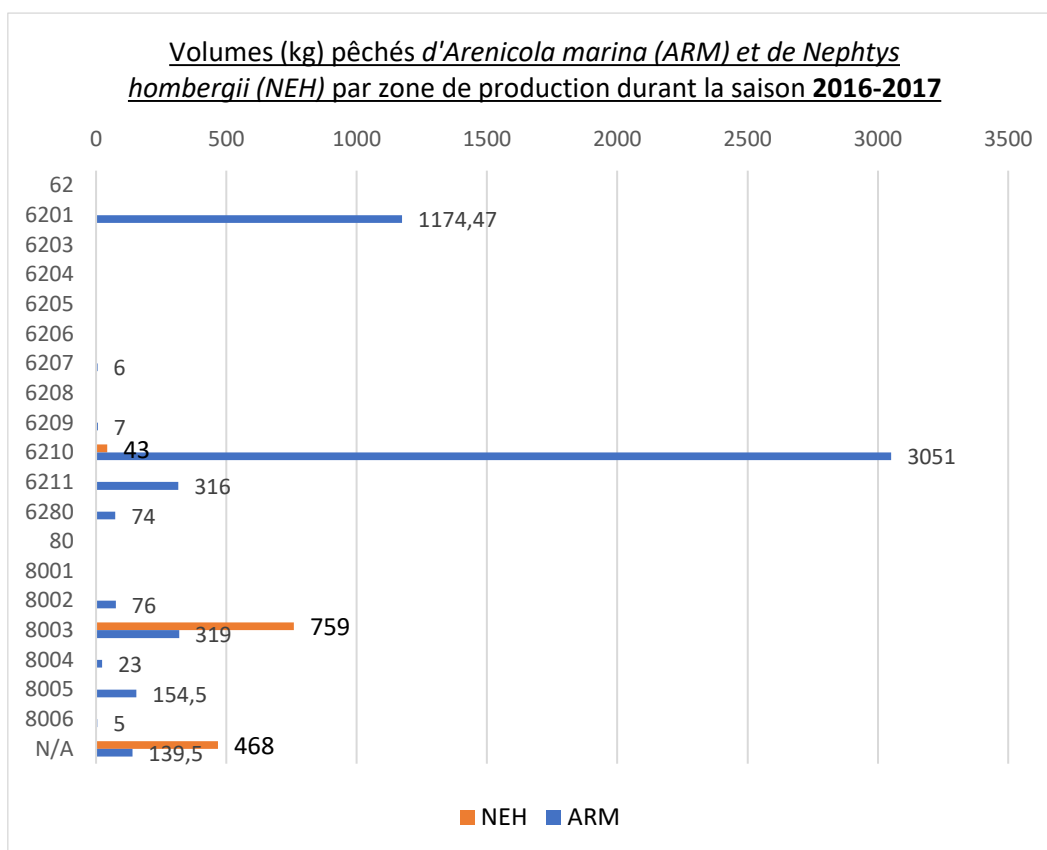


Figure 87 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) par zones de production (HDF) pendant la saison 2016-2017

Pendant la saison 2016-2017, les deux principales zones de production des arénicoles marins sont, par ordre d'importance : la Baie de Canche : Hadelot le Touquet (6210) et Oye-Plage Marck (6201). Il n'y a pas eu de pêche d'arénicoles marins en Baie de Somme comme en 2015-2016. La zone principale de production des gravettes blanches est toujours la Baie de Somme Nord (8003) mais le volume de pêche a diminué comparativement à la saison précédente (Figure 65).

En conclusion, les productions de vers marins sont assez localisées avec des zones principales qui se dégagent pour chaque espèce de vers : la Baie de Canche : Hadelot le Touquet (6210) et Oye-Plage Marck (6201) pour les arénicoles marins et la Baie de Somme Nord (8003) et Sud (8004) pour les gravettes blanches. Néanmoins, les volumes de pêches par zones de production évoluent en fonction des saisons de pêche avec l'exemple d'un volume de pêche important d'arénicoles marins en Baie de Somme Nord et à Quend-Plage, pendant la saison 2015-2016.

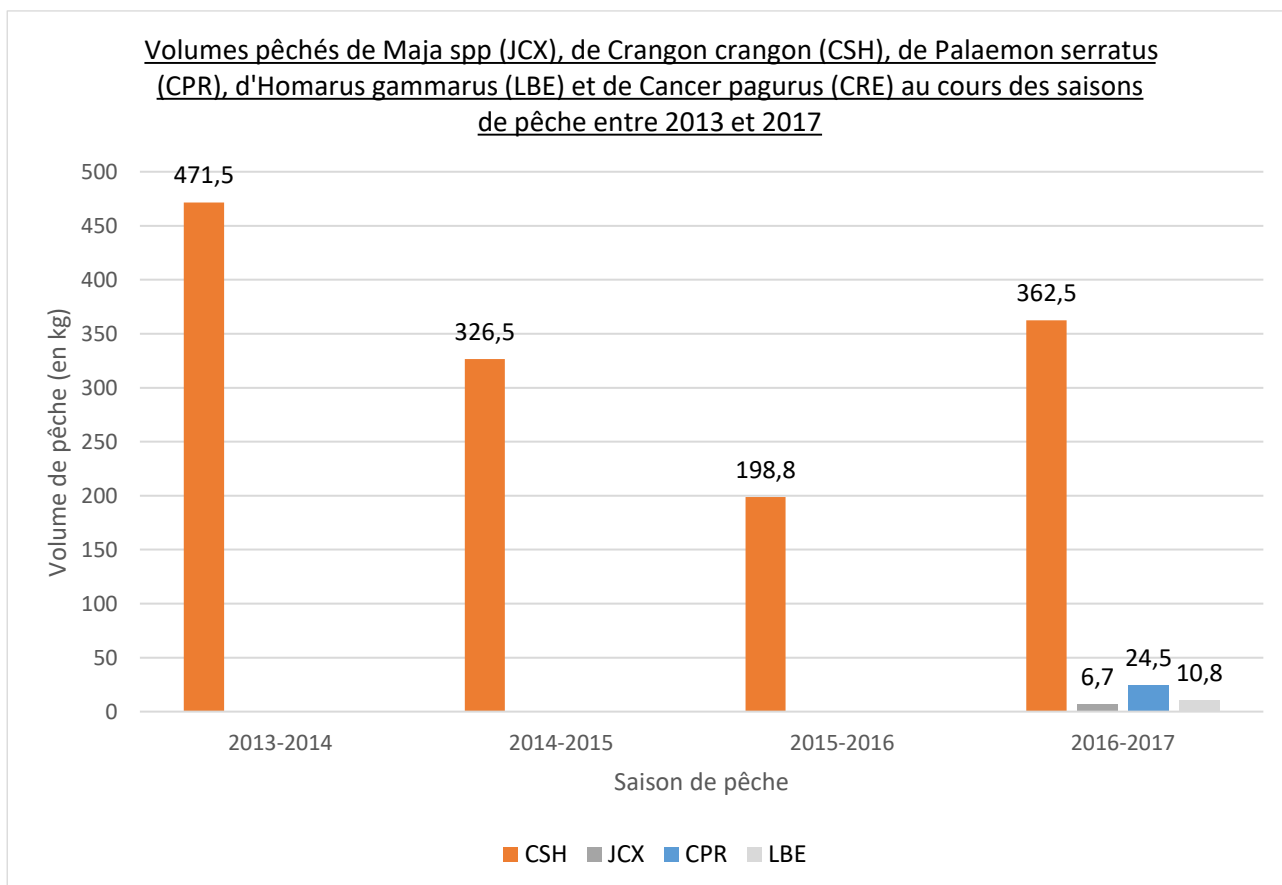


Figure 88 : Volumes pêchés de *Maja* spp (JCX), de *Crangon crangon* (CSH), de *Palaemon serratus* (CPR), d'*Homarus gammarus* (LBE) et de *Cancer pagurus* (CRE) par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Les crevettes grises (CSH) ont été pêchées pendant les quatre saisons de pêche, dans des quantités variables, tandis que les autres crustacés (bouquet commun (CPR), homard Européen (LBE), araignée de mer (JCX) et tourteau (CRE)) ont été déclarés pêchés qu'en 2016-2017 et à des quantités beaucoup plus faibles. En effet, la quantité de crevettes grises pêchées par saison de pêche est comprise entre 200 kg, en 2015-2016 et 300-450 kg les autres saisons alors que la quantité des autres crustacés pêchés n'excède pas 25 kg.

Seule l'évolution des volumes de pêche et du nombre d'actions de pêche de crevettes grises (CSH) par mois est étudiée car les autres crustacés sont pêchés trop ponctuellement pour qu'une comparaison par saison de pêche soit possible. Il en sera de même pour l'étude des volumes pêchées de crustacés par zones de production en Hauts-de-France pour chaque saison de pêche.

Pour la crevette grise, le nombre d'action de pêche reste identique les deux premières saisons de pêche puis diminue en 2015-2016 en atteignant son minimum égal à 39 actions de pêche. Il augmente, en 2016-2017, jusqu'à atteindre son maximum de 74 actions de pêche.

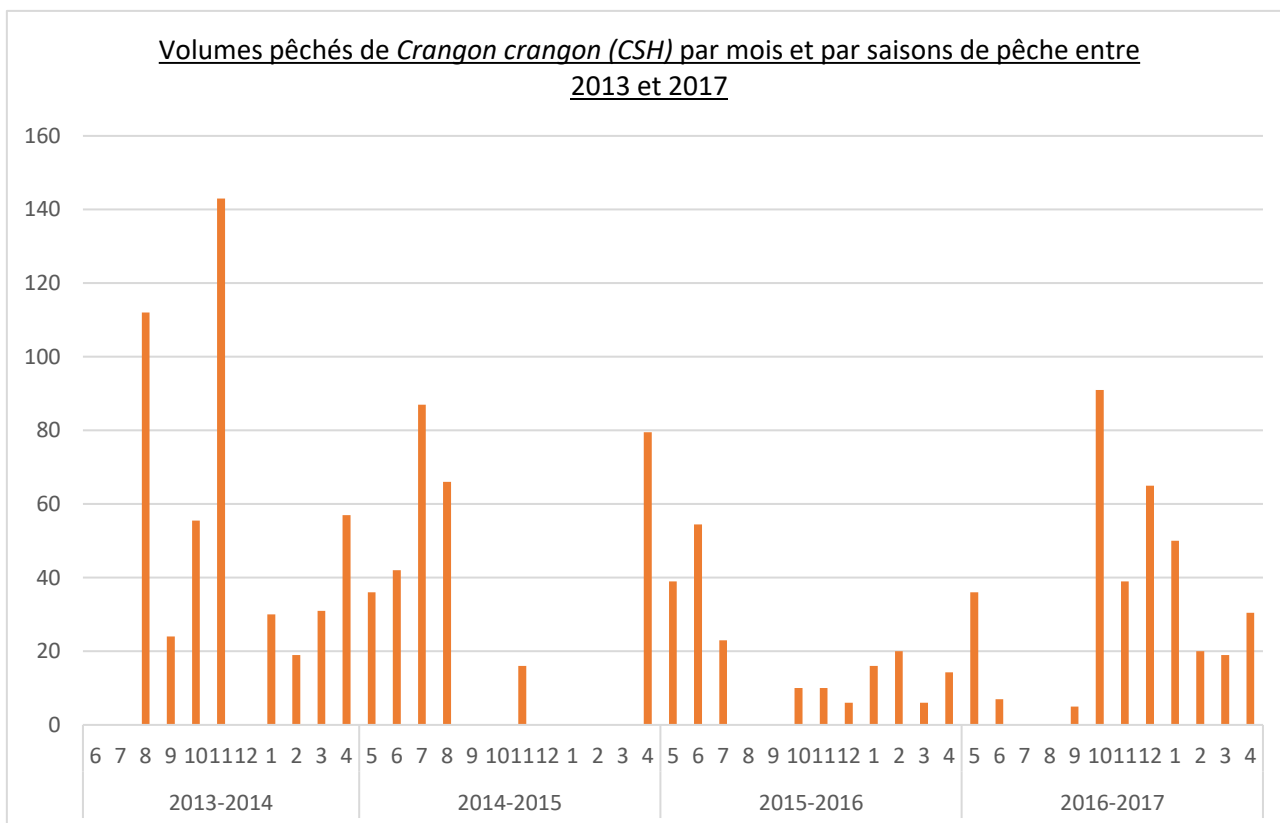


Figure 89 : Volumes pêchés de *Crangon crangon* (CSH) par mois et par saison de pêche, entre 2013 et 2017

Les volumes de pêche de crevettes grises par mois évoluent différemment selon les saisons de pêche. Il ne semble pas y avoir des mois plus propices que d'autres pour la pêche à la crevette grise (Figure 67). La comparaison entre la Figure 67 et la Figure 68 montre qu'un nombre plus important d'actions de pêche n'est pas forcément corrélé avec une quantité de pêche plus importante. En novembre 2013, il est pêché 140 kg de crevettes grises pour un nombre d'actions de pêche égal à 10 tandis qu'en avril 2015, 80 kg de crevettes grises sont pêchés pour 18 actions de pêche.

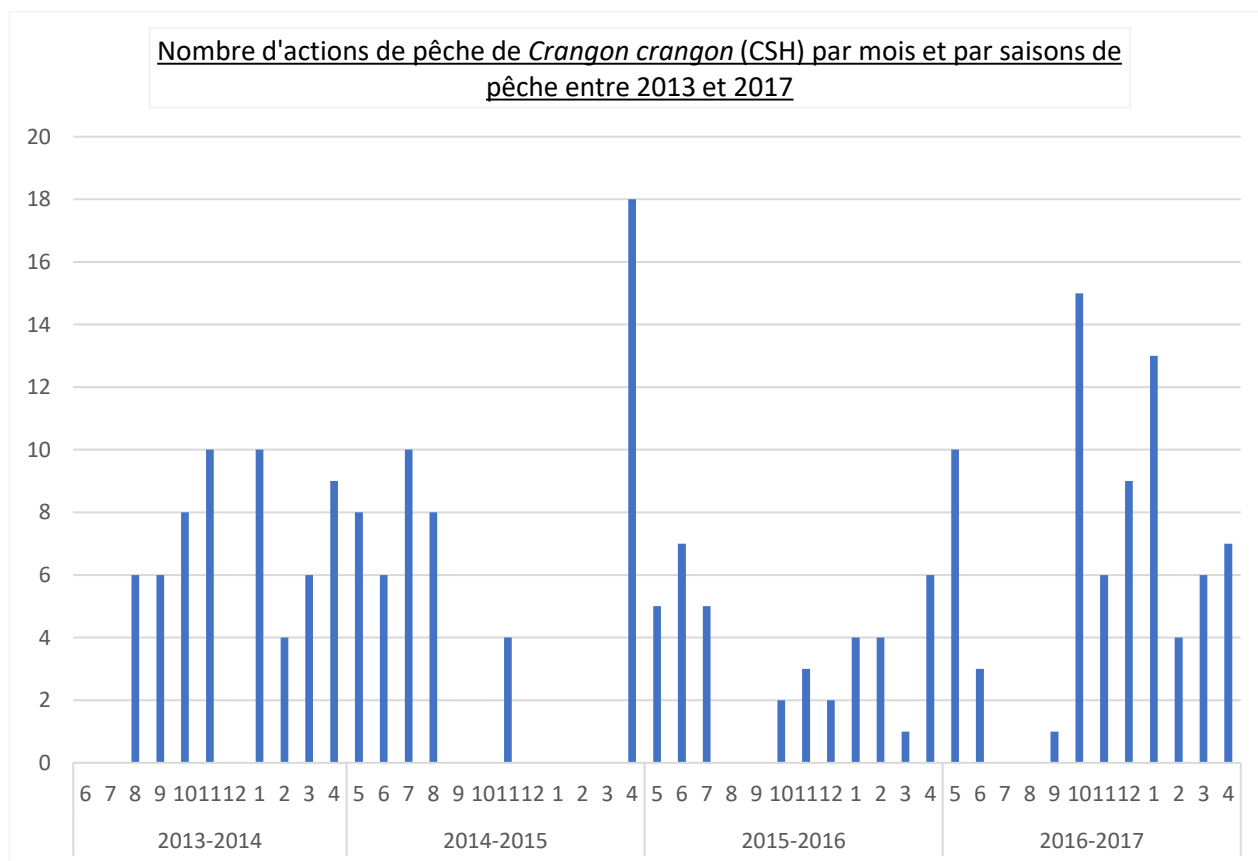


Figure 90 : Nombre d'actions de pêche de *Crangon crangon* (CSH) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

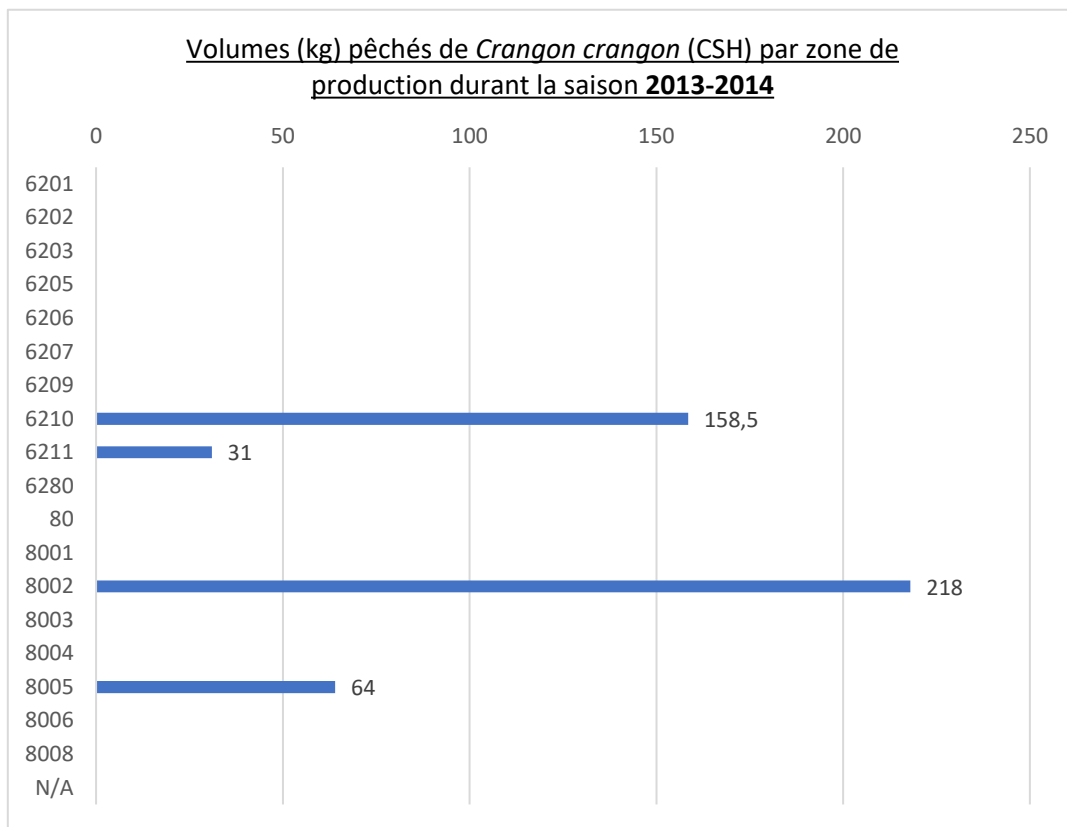


Figure 91 : Volumes pêchés de crevettes grises par zones de production (HDF) pendant la saison 2013-2014

Durant la saison de pêche 2013-2014, les crevettes grises sont principalement pêchées sur deux zones de productions : 218 kg pêchés à Quend-Plage (8002) et 159 kg pêchés en Baie de Canche : Harelot le Touquet (6210). Il y a également deux autres gisements moins productifs : Cayeux Ault Nord (8005) et Berck Merlimont (6211) (Figure 69).

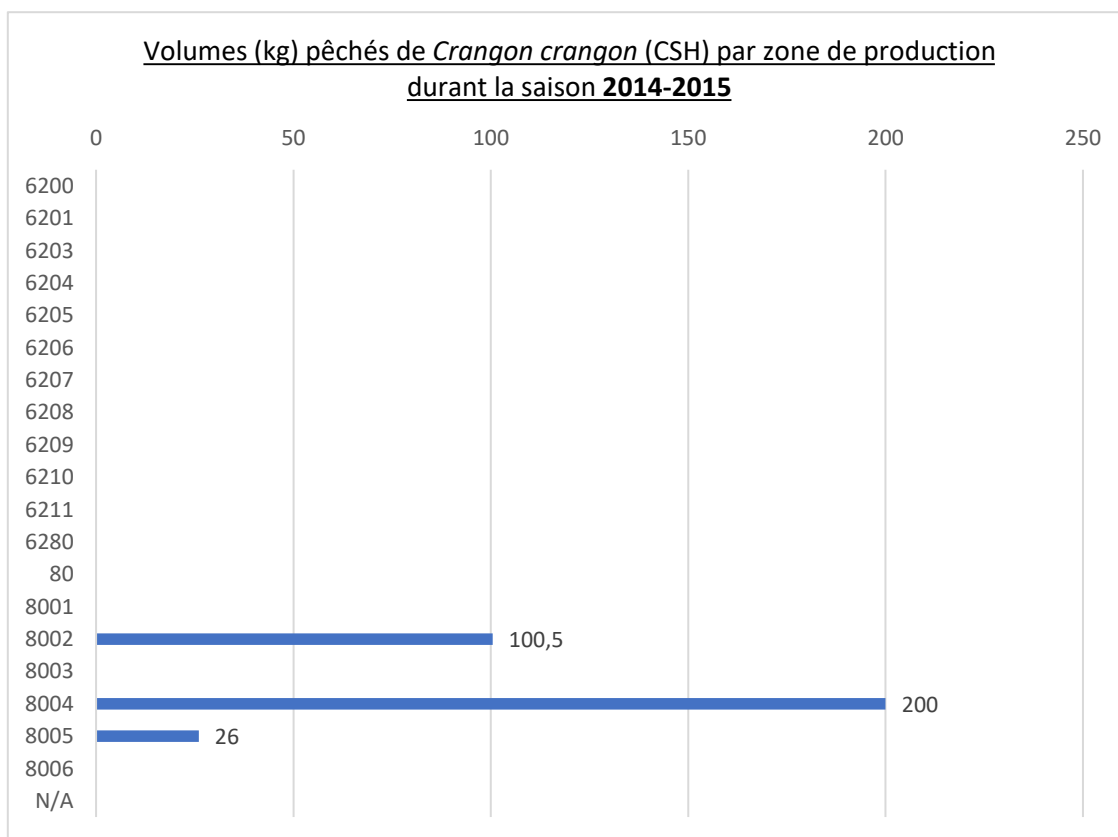


Figure 92 : Volumes pêchés de crevettes grises par zones de production (HDF) pendant la saison 2014-2015

Contrairement à la saison précédente, la zone de production la plus importante (200 kg) est la Baie de Somme Sud (8004). Les autres zones de production sont Quend-Plage (8002) et Cayeux Ault Nord (8005). Il n'y a plus de zones de production situées en Pas-de-Calais (Figure 70).

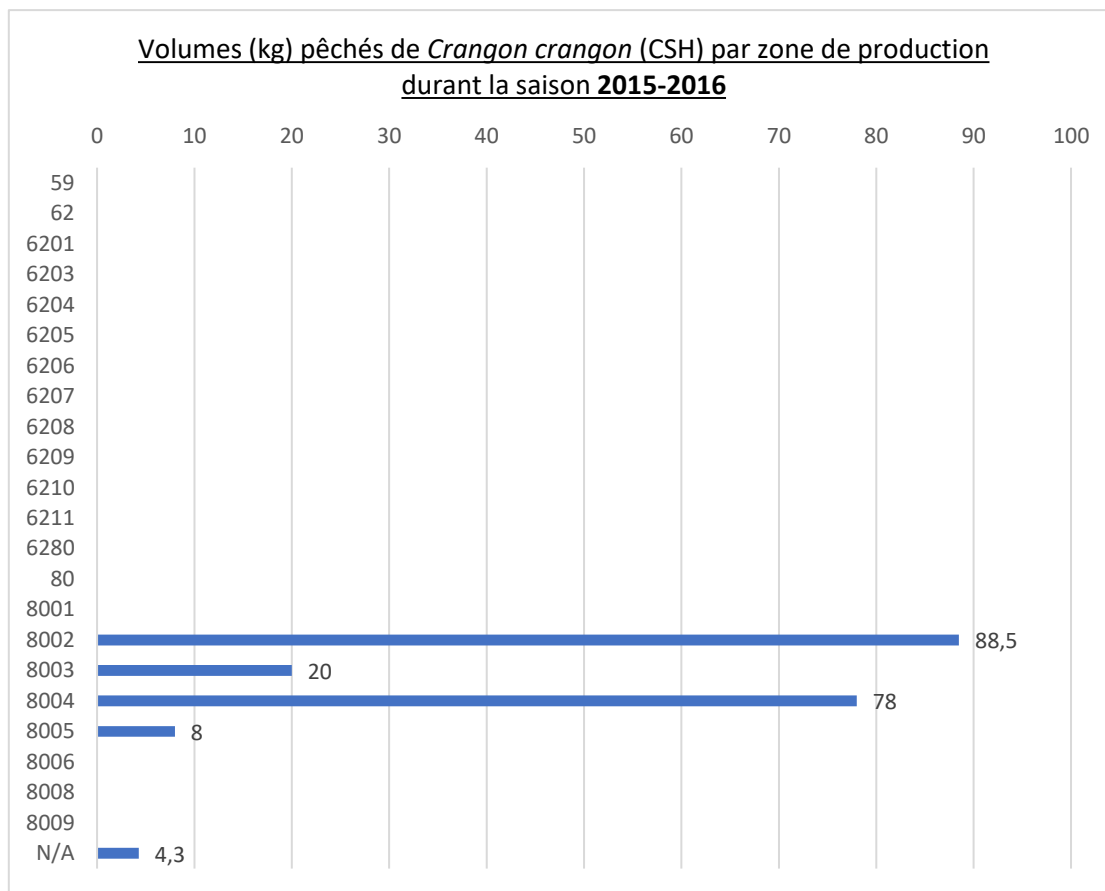


Figure 93 : Volumes pêchés de crevettes grises par zones de production (HDF) pendant la saison 2015-2016

De la même manière que la saison 2014-2015, les zones de production principales sont Quend-Plage (8002) et la Baie de Somme Sud (8004). La Baie de Somme Nord (8003) a est également été renseignée pour la première fois durant cette saison de pêche pour 20 kg de crevettes grises (Figure 71).

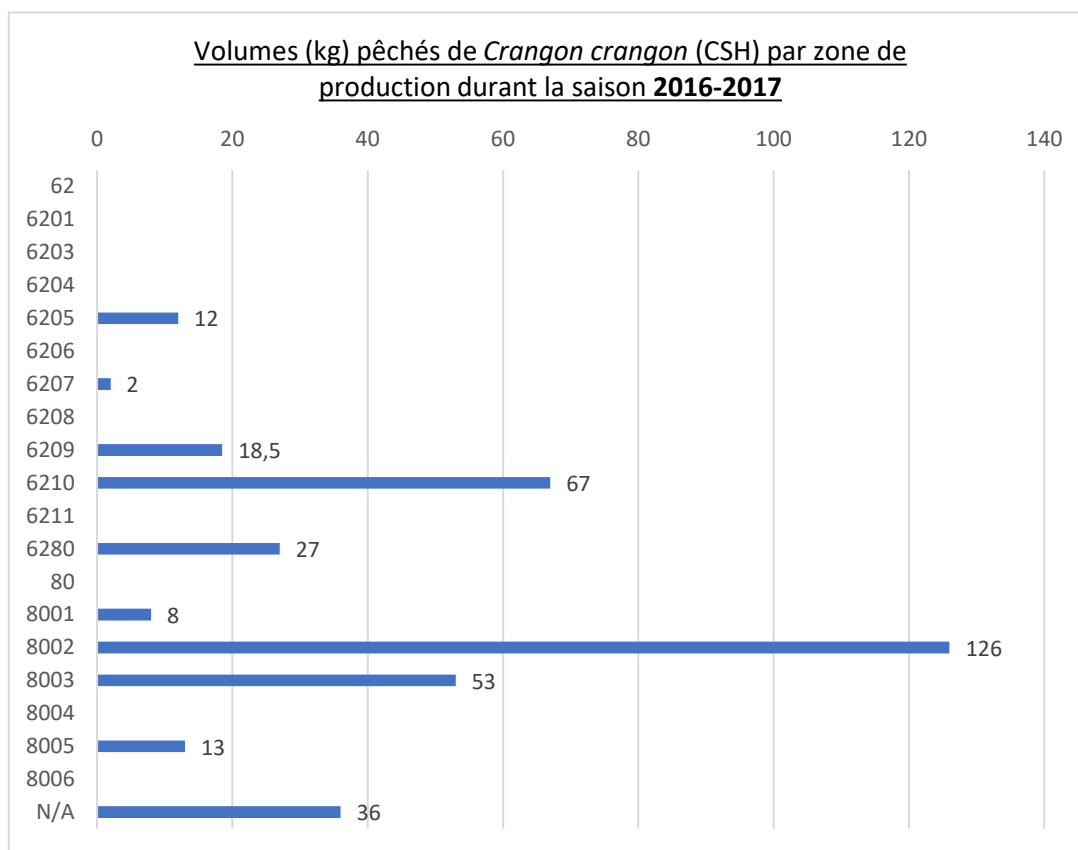


Figure 94 : Volumes pêchés de crevettes grises par zones de production (HDF) pendant la saison 2016-2017

A l'issue de la saison 2016-2017, la crevette grise a été pêchée notamment à Quend-Plage (8002). Les autres zones de production sont, par ordre d'importance : la Baie de Canche : Hardelot le Touquet (6210), la Baie de Somme Nord (8003) pour la deuxième fois consécutive, la Baie d'Authie (6280), le Portel Equihen (6209), Cayeux Ault Nord (8005) et Gris-Nez (6205). Contrairement à la saison 2015-2016, aucune pêche de crevettes grises en Baie de Somme Sud (8004) n'a été indiquée (Figure 72).

En conclusion, la pêche de la crevette grise s'effectue sur des zones de production similaires entre les saisons de pêche. La zone de production principale pour les quatre saisons est Quend-Plage et les zones de production secondaires varient d'une saison à l'autre : soit la Baie de Canche : Hardelot le Touquet (6210) soit la Baie de Somme Nord (8003) ou Sud (8004). La quantité pêchée sur les principaux gisements diminuent entre 2013-2014 et 2016-2017 mais, en 2016-2017, le nombre de zones de production exploitées pour la pêche à la crevette grise augmente. Cela permet d'obtenir un volume total de pêche sur la dernière saison de pêche aussi importante qu'en 2013-2014 ou 2014-2015.

L'araignée de mer (JCX), le tourteau (CRE) et le homard Européen (LBE), pêchés uniquement en 2016-2017, sont pêchés à Audresselles Ambleteuse (6206). Le bouquet commun (CPR) est, quant à lui, pêché à Gris-Nez (6205) et à Wimereux (6207).

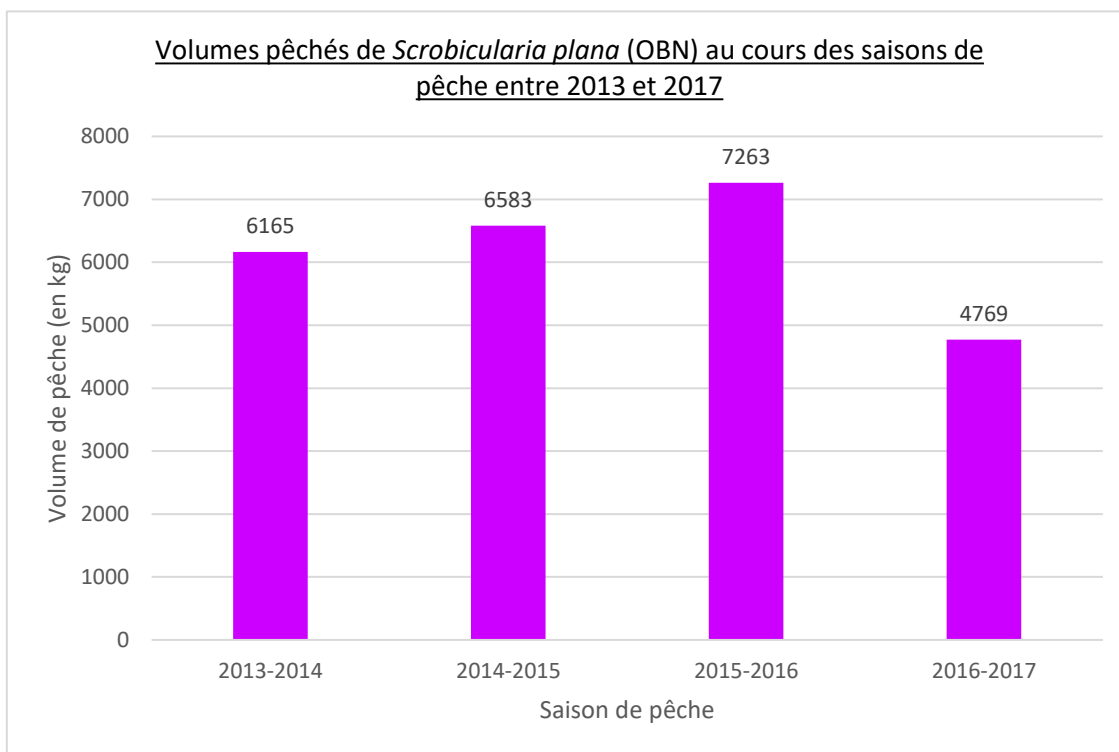


Figure 95 : Volumes pêchés de *Scrobicularia plana* (OBN) pendant les saisons de pêche, entre 2013 et 2017

La quantité pêchée de lavignons poivres (OBN) augmente constamment entre la saison 2013-2014 et 2015-2016 jusqu'à atteindre son maximum de 7 tonnes en 2015-2016. Néanmoins, en 2016-2017, la quantité de lavignons poivres diminue et atteint son minimum, parmi les 4 saisons de pêche soit 4,7 tonnes (Figure 73).

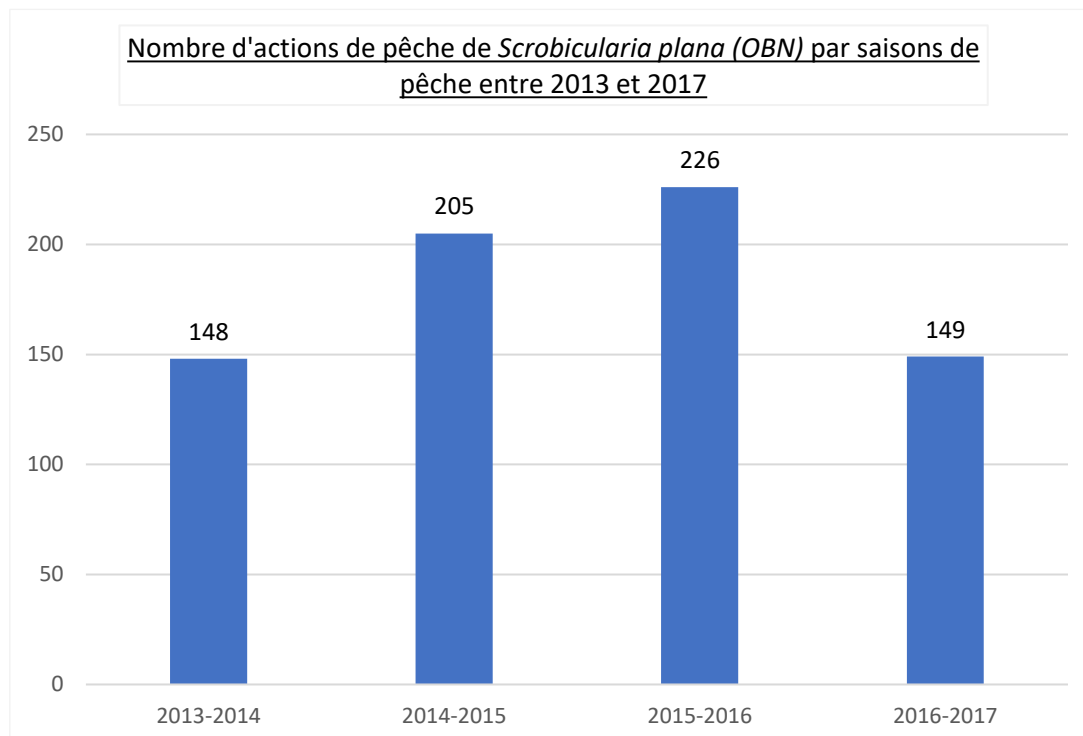


Figure 96 : Nombre d'actions de pêche de *Scrobicularia plana* (OBN) par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Au cours des quatre saisons de pêche représentées ci-dessus, le nombre d'actions de pêche de lavignons poivres évoluent de la même manière que la quantité de pêche avec l'atteinte d'un nombre d'action de pêche maximum égal à 226 en 2015-2016 et d'un nombre d'actions de pêche minimum égal à 149 en 2016-2017 (Figure 74).

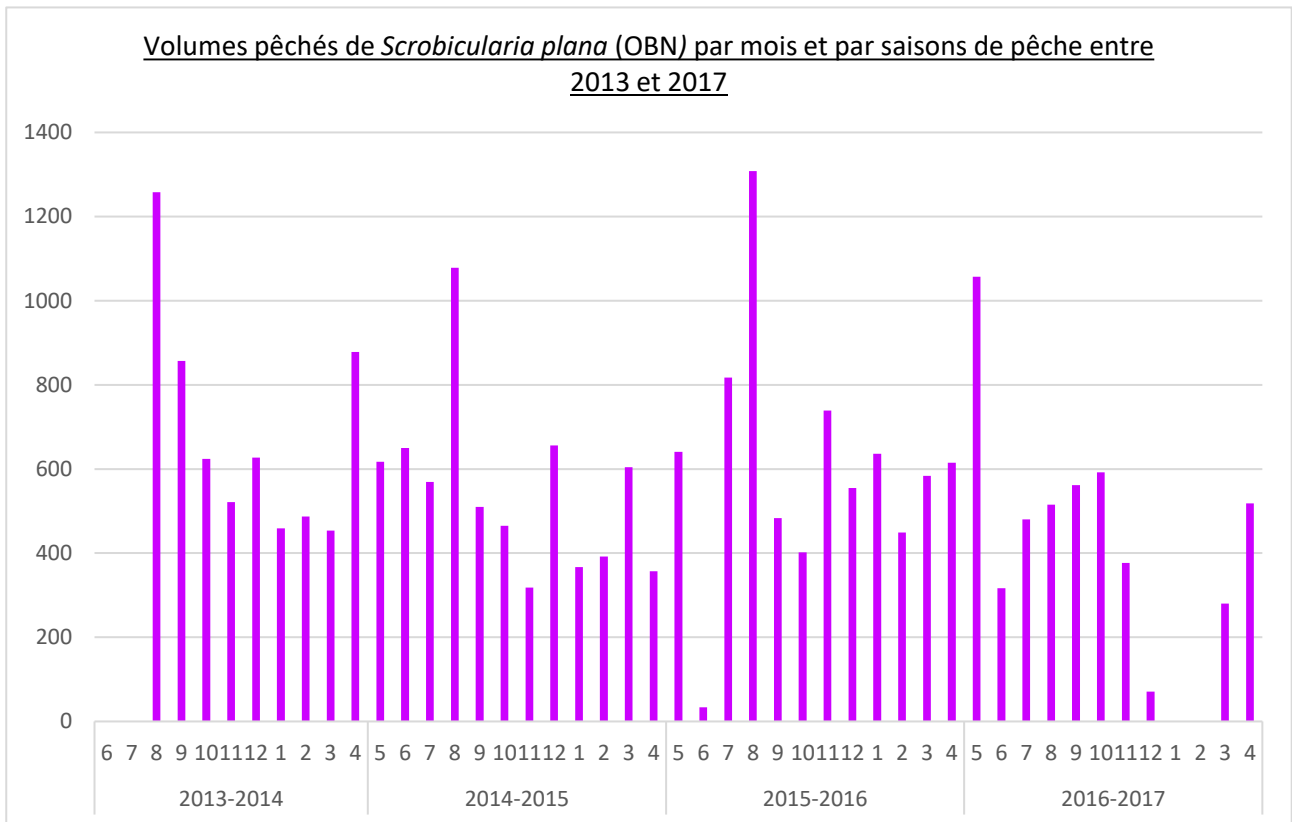


Figure 97 : Volumes pêchés de *Scrobicularia plana* (OBN) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Après comparaison des différentes saisons de pêche, les volumes pêchés de lavignons poivres semblent être plus importants lors des mois d'été avec un creux pendant l'hiver. En effet, la quantité de lavignons poivres atteint son maximal à trois reprises (2013-2014, 2014-2015 et 2015-2016) pendant le mois d'août sauf en 2016-2017 où celui-ci est atteint en mai. Néanmoins, il n'y a pas de saisonnalité très marquée puisque la pêche de lavignons a lieu plus ou moins toute l'année, pour chacune de ses saisons de pêche (Figure 75).

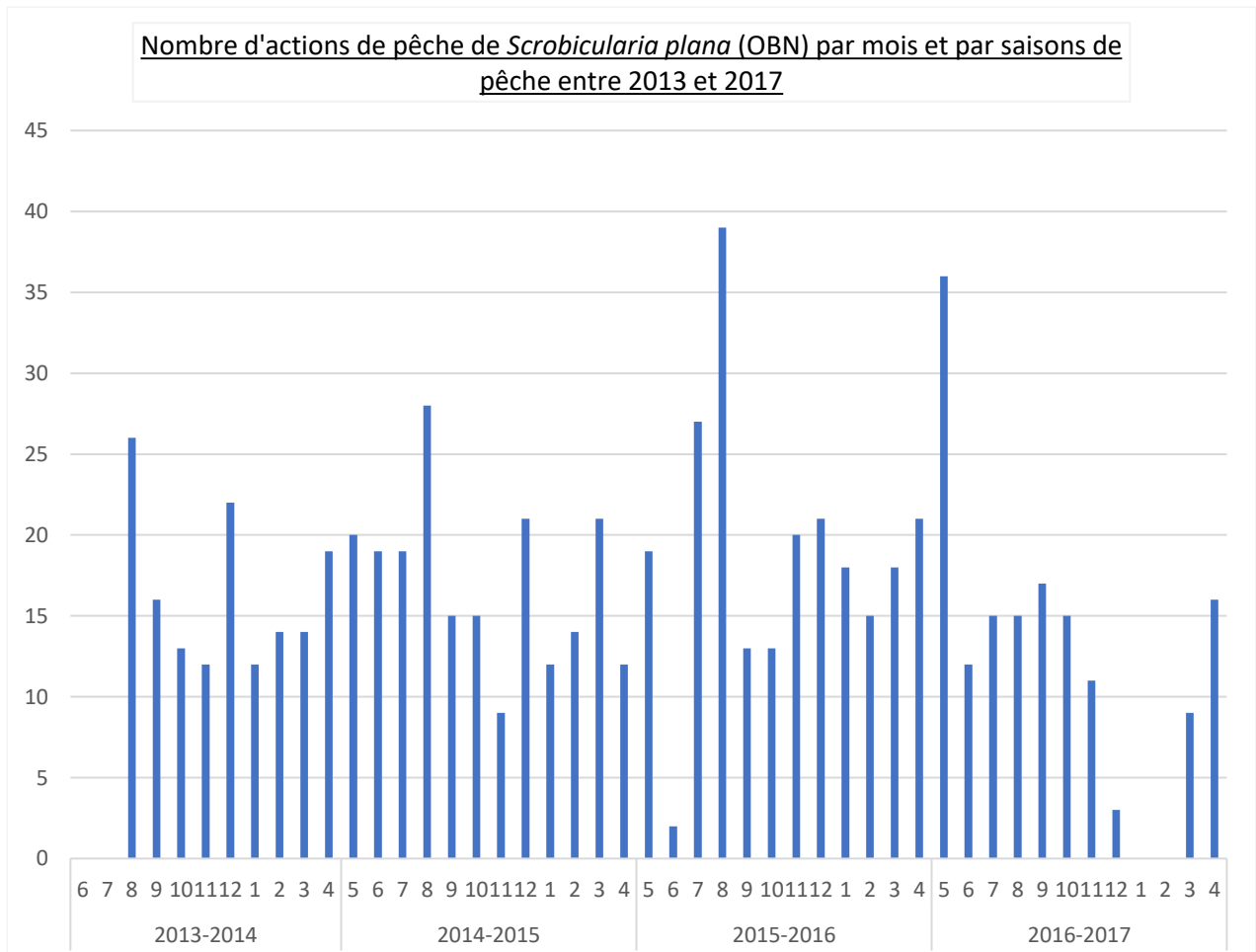


Figure 98 : Nombre d'actions de pêche de *Scrobicularia plana* (OBN) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017

Le nombre d'actions de pêche par mois de lavignons poivres suit la même évolution que celle du volume de pêche : les mois avec les valeurs extrêmes sont les mêmes pour chaque saison de pêche (Figure 76).

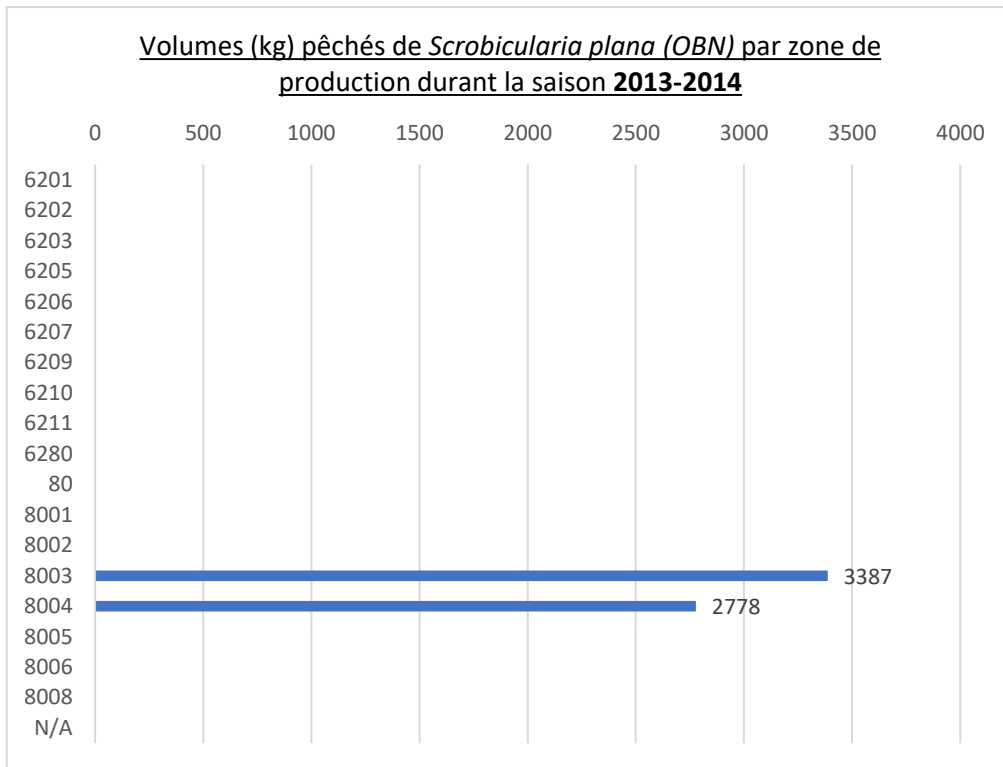


Figure 99 : Volumes pêchés de *Scrobicularia plana* (OBN) par zones de production pendant la saison 2013-2014

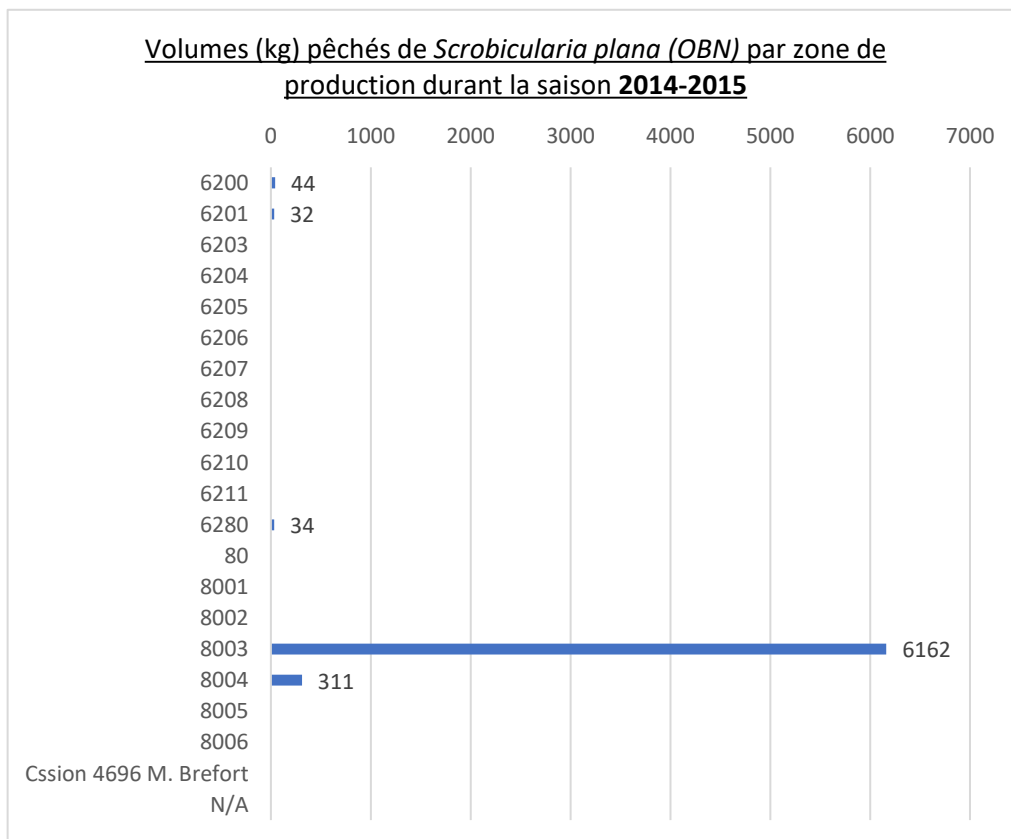


Figure 100 : Volumes pêchés de *Scrobicularia plana* (OBN) par zones de production pendant la saison 2014-2015

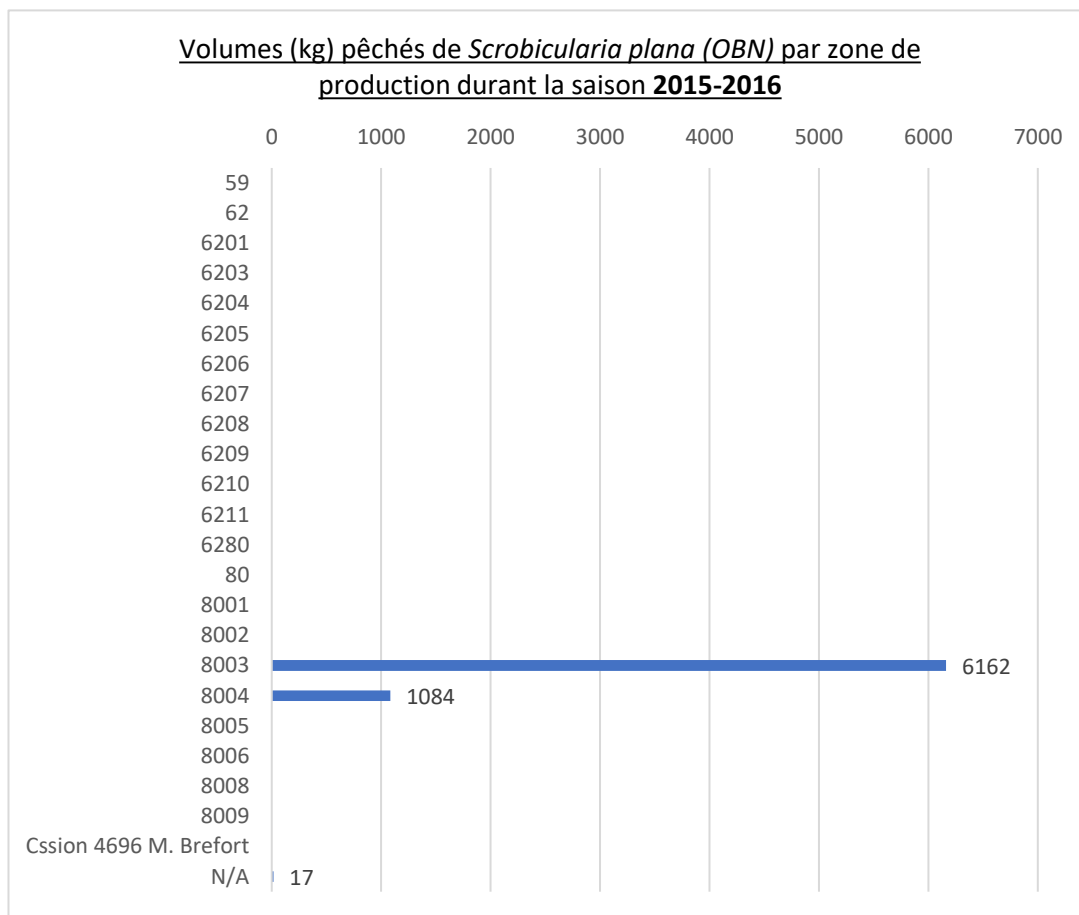


Figure 101 : Volumes pêchés de *Scrobicularia plana* (OBN) par zones de production pendant la saison 2015-2016

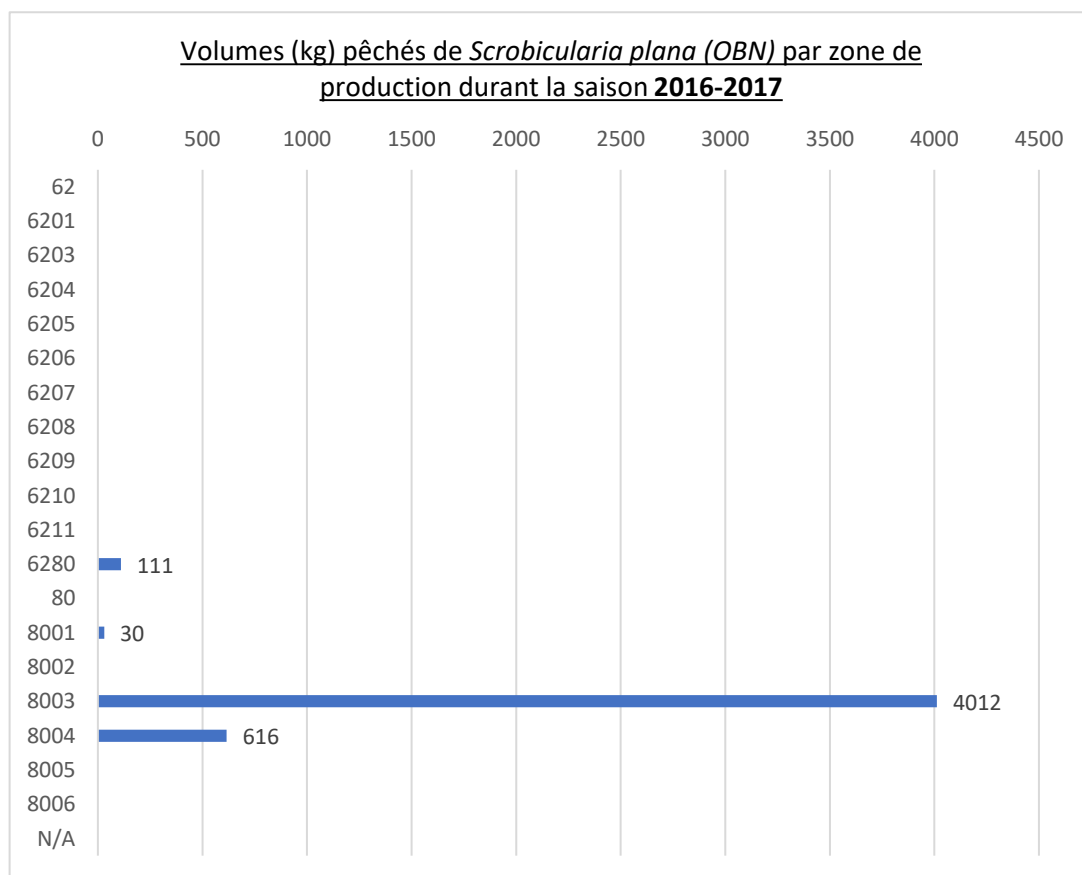


Figure 102 : Volumes pêchés de *Scrobicularia plana* (OBN) par zones de production pendant la saison 2016-2017

Durant les quatre saisons de pêche représentées ci-dessus, la zone de production de lavignons poivres principale est la Baie de Somme Nord (8003) avec environ 6 fois plus de volumes pêchés qu'en Baie de Somme Sud (8004) ; à l'exception de la saison 2013-2014 où les volumes étaient similaires sur ces deux zones de production. Quelques zones de production dans le Pas-de-Calais sont recensées, de manière ponctuelle selon les saisons, avec des quantités très faibles (Baie d'Authie, Oye-Plage Marck) (Figure 77, Figure 78, Figure 79, Figure 80).

Déclarations de pêche de poissons

Pour plus de lisibilité, les différentes espèces de poissons sont rassemblées en une seule catégorie nommée « Poissons ». Cela concerne le bar européen (BSS), la morue de l'Atlantique (COD), la plie d'Europe (PLE), le lieu jaune (POL), la roussette (SCL) et le merlan (WHG).

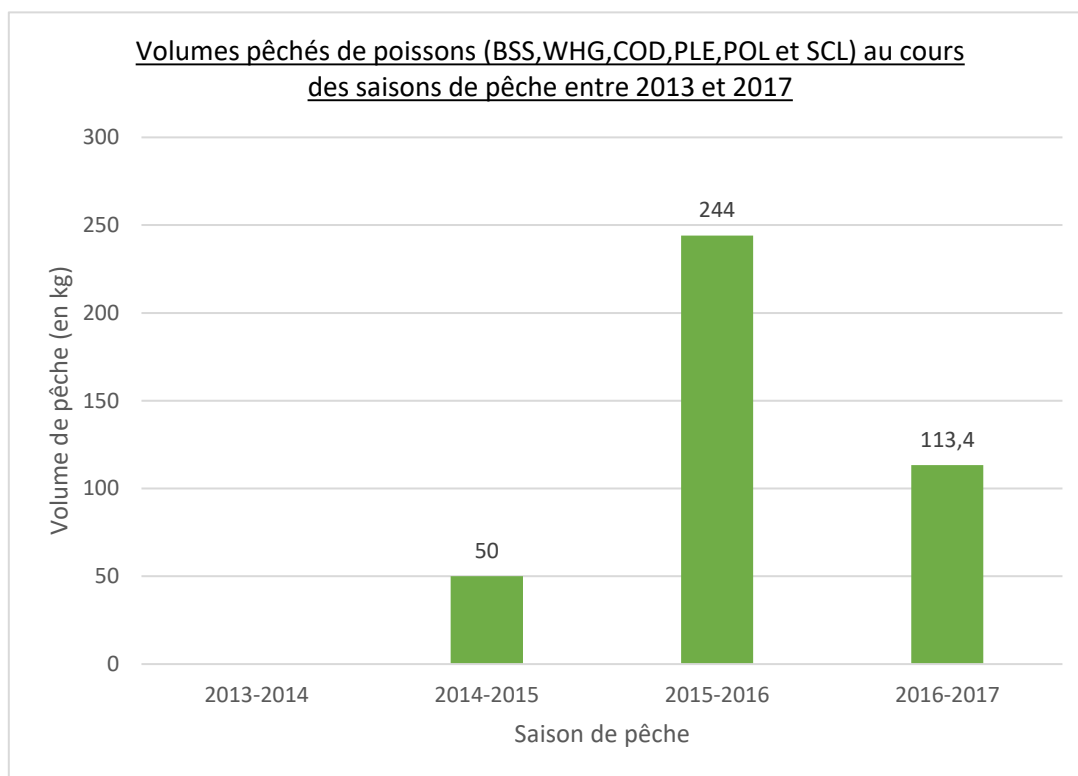


Figure 103 : Volumes pêchés de poissons (BSS, WHG, COD, PLE, POL et SCL) au cours des saisons de pêche entre 2013 et 2017

La pêche de poissons débute pendant la saison 2014-2015 et la quantité pêchée est multipliée par 5 en 2015-2016. Puis, elle diminue de moitié en 2016-2017 atteignant 100 kg (Figure 81). Or le nombre d'actions de pêche est en constante augmentation depuis la saison 2014-2015 atteignant 32 actions de pêche en 2016-2017 pour une quantité de pêche égale à 100 kg alors que pour 23 actions de pêche en 2015-2016, 244 kg de poissons ont été pêchés (Figure 82).

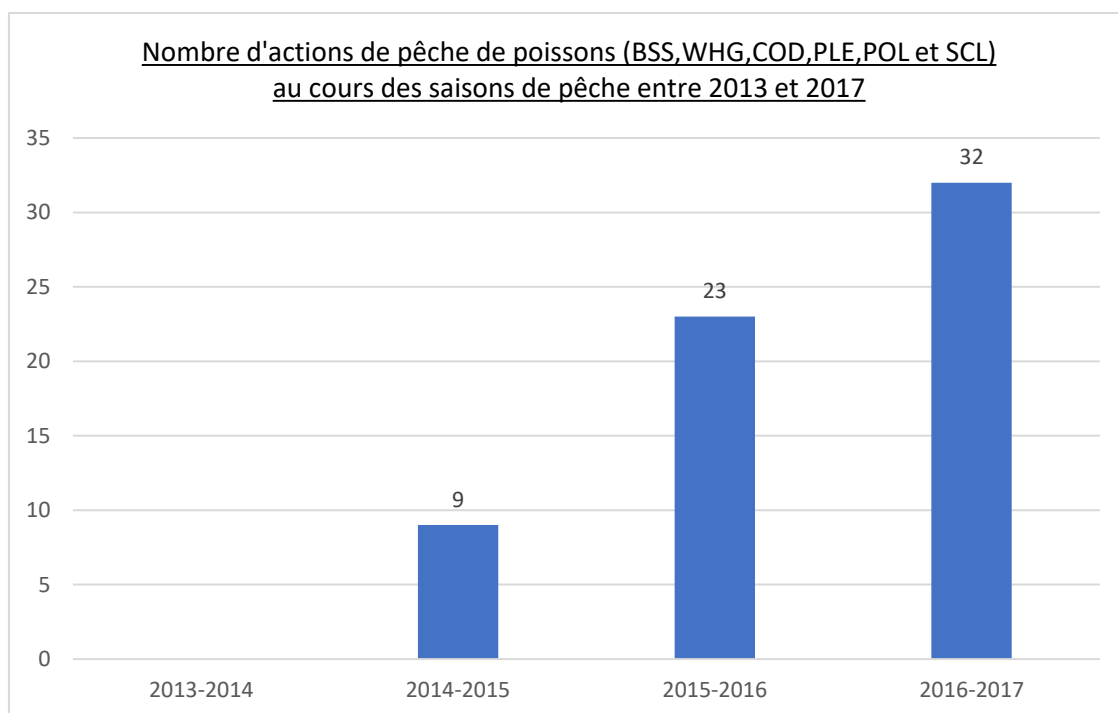


Figure 104 : Nombre d'actions de pêche de poissons par saison de pêche, entre 2013 et 2017

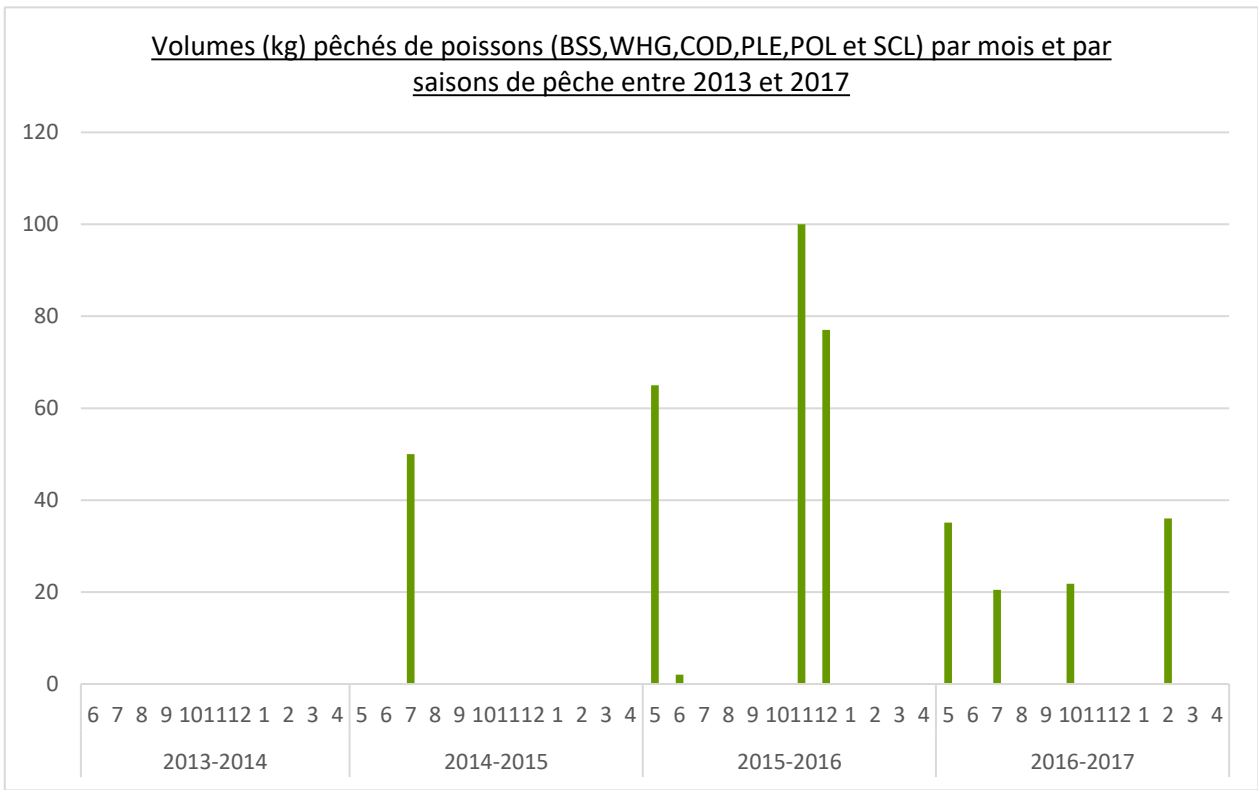


Figure 105 : Volumes pêchés de poissons par mois et par saison de pêche, entre 2013 et 2017

Les poissons sont pêchés toute l’année, sans distinction particulière en fonction des mois (Figure 83).

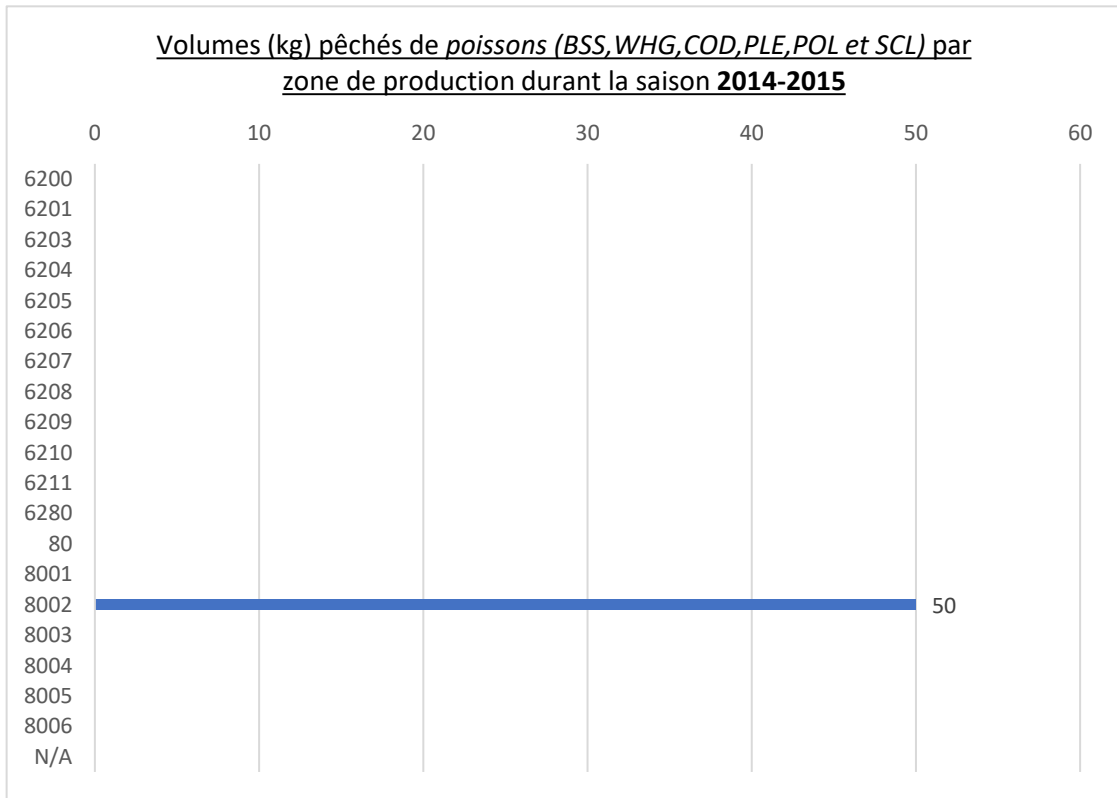


Figure 106 : Volumes pêchés de poissons par zones de production (HDF) pendant la saison 2014-2015

Les 50 kg de poissons pêchés en 2014-2015 proviennent d’une seule zone de production correspondant à Quend-Plage (8002) (Figure 84).

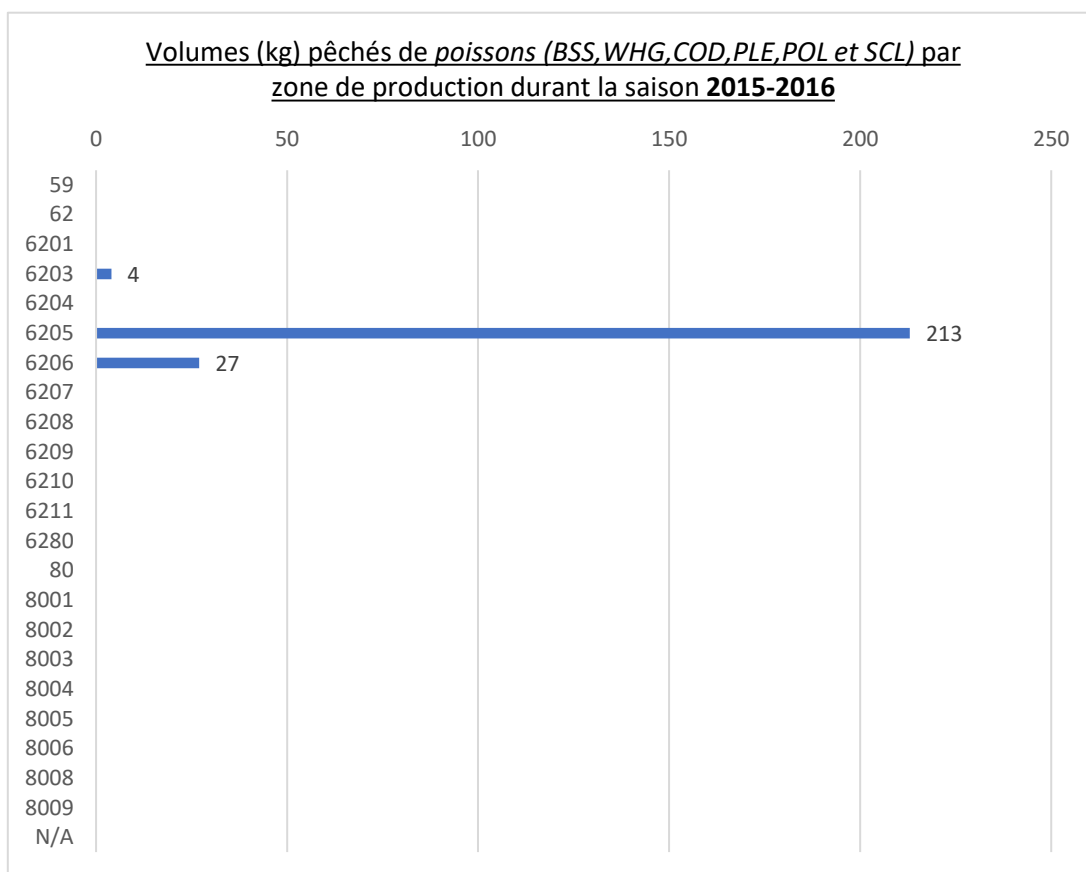


Figure 107 : Volumes pêchés de poissons par zones de production (HDF) pendant la saison 2015-2016

Au cours de cette saison, les poissons sont pêchés uniquement dans le Pas-de-Calais ; principalement sur le gisement Gris-Nez (6205) puis à Audresselles Ambleteuse (6206) et à Sangatte Blanc-Nez (6203) (Figure 85).

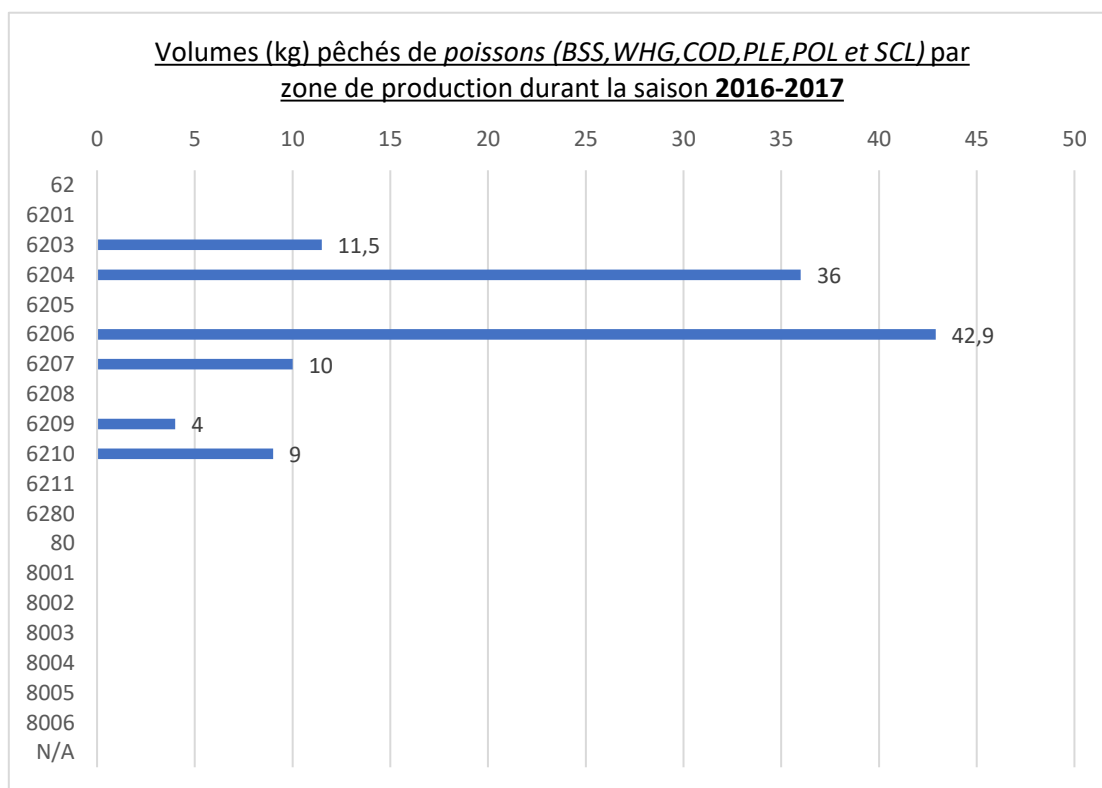


Figure 108 : Volumes pêchés de poissons par zones de production (HDF) pendant la saison 2016-2017

Lors de la saison 2016-2017, les poissons sont pêchés sur davantage de zones de production que les saisons précédentes. Ainsi, ils sont pêchés, en quantité équivalente, dans la Baie de Wissant (6204), à Audresselles

Ambleteuse (6206) puis à Sangatte Blanc-Nez (6203), à Wimereux (6207), en Baie de Canche : Hardelot le Touquet (6210) et au Portel Equihen (6209) (Figure 86).

En conclusion, les poissons ont été pêchés uniquement dans la Somme au cours des deux dernières saisons sur différentes zones de production. Les volumes de pêche étant assez faibles et compte tenu de la mobilité des espèces considérées, il est difficile de distinguer des zones de production en particulier.

Déclarations d'espèces absentes des licences délivrées par le CRPMEM HDF

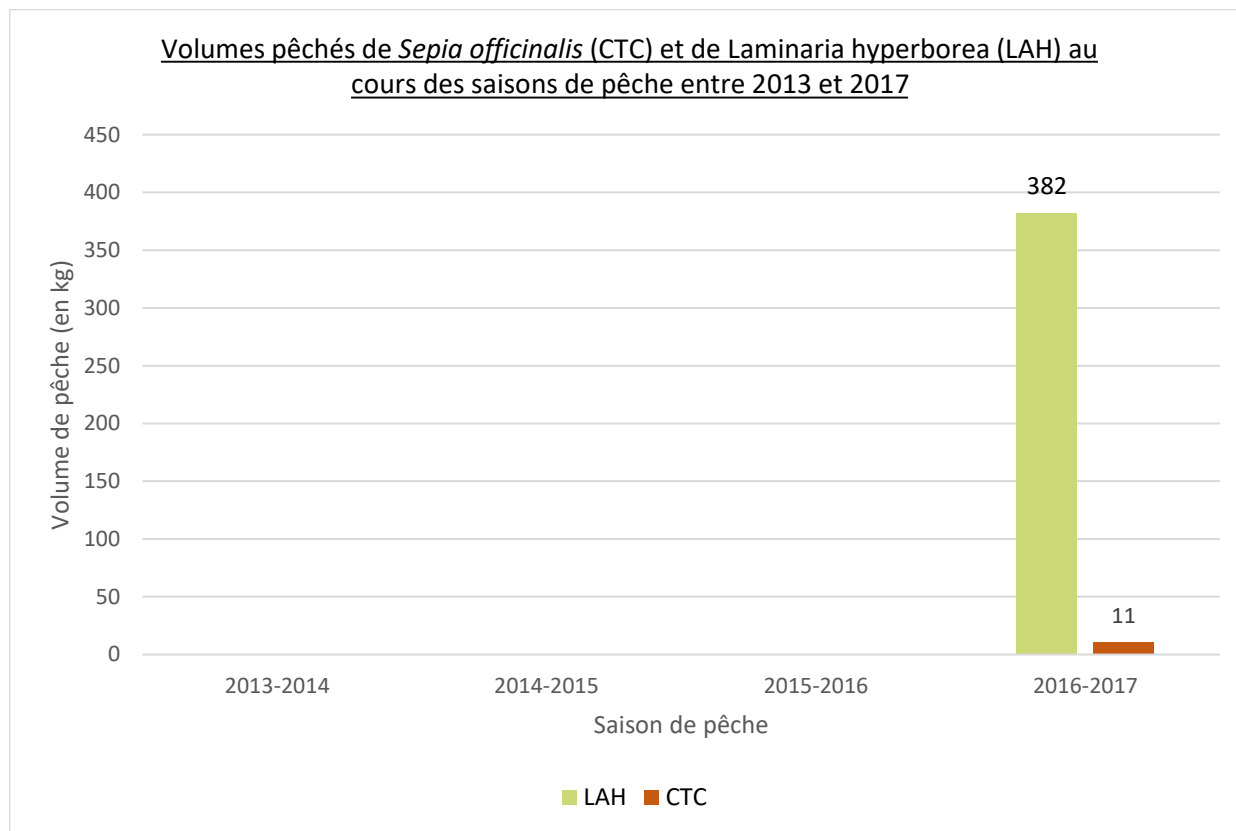


Figure 109 : Volumes pêchés de *Sepia officinalis* (CTC) et de *Laminaria hyperborea* (LAH) au cours des saisons de pêche entre 2013 et 2017

L'espèce *Sepia officinalis* (CTC), correspondant à la seiche commune, et l'espèce *Laminaria hyperborea* (LAH), correspondant au laminaire nordique, ont été déclarée pêchée uniquement lors de la saison 2016-2017 (Figure 87). Actuellement, la pêche de ces espèces ne nécessite pas de licences délivrées par le CRPMEM HDF.

Ces deux espèces ont été pêchées en fin de printemps-début de l'été. La pêche de la seiche commune implique 4 actions de pêche et celle de laminaires nordiques, 17 actions de pêche.

La pêche de seiche commune a été déclarée sur Audresselles Ambleteuse (6206) et la pêche de laminaires nordiques dans le département de la Somme (80).

V) Discussion

5.1) Analyse des résultats des enquêtes MOCOPREGE

La pêche professionnelle aux coques est une activité très locale avec, en 2020-2021, 222 pêcheurs résidents dans la Somme sur 337 licenciés coques et notamment 92 pêcheurs issus de la même commune : Le Crotoy. La moitié des pêcheurs aux coques ne possèdent que la licence coque dans les Hauts-de-France : ils sont donc très dépendants de l'état de la ressource sur les zones de production des Hauts-de-France. Parmi les pêcheurs possédant au moins deux licences coques, la majorité possède une licence en Normandie ce qui leur permet de s'adapter en cas d'épisodes de mortalité ou lorsque le prix de vente est plus intéressant en Normandie.

D'après la Figure 5 : Nombre de licences coques attribuées par année et par région

Figure 6 Figure 5, très peu de pêcheurs ont obtenu leur licence coques avant les années 2000 et c'est en 2003 et 2005 que le plus de licences coques ont été attribuées. Cette observation est à considérer avec précaution car il est possible qu'une majorité de pêcheurs aient répondu « 2003 », année où le CRPMEM a commencé à délivrer des licences, alors qu'ils possèdent une licence coque depuis plus longtemps. En effet, dès les années 80, des licences coques étaient délivrées par le préfet de région aux pêcheurs de coques.

Les pêcheurs professionnels de coques sont assez âgés avec un âge moyen égal à 50 ans. Pour 70% d'entre eux, ils sont pêcheurs professionnels depuis leurs 30 ans et pour 43%, depuis leurs 20 ans (figure 5). La majorité des pêcheurs professionnels ont débuté très jeunes par la pêche aux coques (<30 ans). Ils ont donc appris à faire cela depuis leur plus âge et ont poursuivi cette activité durant toute leur carrière professionnelle.

D'après la question sur la pluriactivité des pêcheurs aux coques, 10% des pêcheurs déclarent faire une autre activité professionnelle, principale ou non. Néanmoins, 24% des pêcheurs répondent se préparer aux épisodes de mortalité des coques en faisant un autre métier ou en voulant en faire un autre. Dans les deux cas, il s'agit principalement de métiers en lien avec l'exploitation des ressources halieutiques tels que mytiliculteur, marin-pêcheur, poissonniers. Il semblerait que les pêcheurs professionnels considèrent la pêche aux coques comme leur activité principale mais ont conscience de l'utilité d'avoir un autre métier sans le préciser clairement.

64% des pêcheurs ne souhaitent pas que leurs enfants fassent ce métier car c'est une activité fluctuante et incertaine, soumise à de nombreux aléas. Mais l'attractivité de la filière ne semble pas pâtir de l'incertitude de la ressource en coque. La demande de licence coques est si importante qu'il est possible d'attendre une dizaine d'année avant d'obtenir sa licence. Cela est due au processus de diminution du nombre de licences coques attribuées par le CRPMEM actuellement en cours afin d'abaisser le nombre de licences à un contingent de 250 licences coques dans la région.

Un autre inconvénient de la pêche aux coques est la difficulté du métier à l'origine de nombreux problèmes de santé chez les pêcheurs professionnels. Plus de la moitié des pêcheurs en ont, notamment au niveau du dos, des articulations et des muscles. Sachant que les pêcheurs sont principalement auto-entrepreneurs, la plupart d'entre eux ne souhaitent pas être s'arrêter lorsqu'ils sont malades car cela impacte directement leur salaire mais risque d'aggraver leurs maux. Il est possible que davantage de pêcheurs aient des soucis de santé mais ne l'ont pas indiqué pendant le questionnaire car ils considèrent cela comme faisant partie de leur travail.

D'après 85% des pêcheurs, la ressource en coques a toujours été très fluctuante. Dans un premier temps, il a été demandé aux pêcheurs d'indiquer, d'après leurs connaissances, les causes de mortalité des coques et de les classer par ordre d'importance. Cependant, lors de la reprise des enquêtes en octobre 2020, cette méthode n'était pas facile à mettre en œuvre sur le terrain à la fois par manque de temps et parce que les pêcheurs éprouaient des difficultés à se positionner. A plusieurs reprises, ils disaient ne pas savoir ou ne pas avoir suffisamment de connaissances pour répondre à cette question. La question a été transformée en une question ouverte afin que les pêcheurs se sentent légitimes de faire part de leurs connaissances. Ainsi, les causes de

mortalité les plus citées sont en rapport avec la météo notamment la chaleur et les orages. Les pêcheurs ciblent également les maladies et la pollution. 61% des pêcheurs considère qu'il est possible de prévenir des épisodes de mortalité lorsque de fortes chaleurs seules ou combinées avec des mortes-eaux sont à venir. L'absence de naissain peut également provoquer de mauvais épisodes.

Les pêcheurs considèrent qu'il est possible de gérer, à l'avance, les épisodes de mortalité en anticipant les ouvertures des gisements notamment l'été, en cas de fortes chaleurs et en gérant la densité des gisements. Les pêcheurs soulignent également l'importance de surveiller et d'analyser les coques toute l'année. Lorsque les épisodes de mortalité sont en cours, 32% des pêcheurs estiment qu'il est trop tard pour agir. Les solutions proposées par les pêcheurs consistent à sauver ce qui est possible en pêchant le plus rapidement possible et en augmentant les quotas.

52% des pêcheurs ont répondu qu'ils ne se préparaient pas aux épisodes de mortalité. Parmi ceux qui ont établi une stratégie professionnelle, cela passe pour 33% d'entre eux par une bonne gestion de son argent c'est-à-dire posséder des économies permettant de vivre lorsqu'il y a des années avec peu de coques et donc de faibles revenus. Ensuite, 26% des pêcheurs possèdent d'autres licences afin de diversifier leur activité de pêche et d'être plus résilients en cas d'épisodes de mortalité. Ces pêcheurs peuvent soit posséder des licences coques dans différentes régions soit avoir des licences de plusieurs espèces dans une même région.

En conclusion, les enquêtes MOCOPREGE ont permis de connaître le positionnement des pêcheurs face aux épisodes de mortalité des coques, de recenser leurs connaissances et d'obtenir des informations plus précises sur leurs stratégies. Néanmoins, les enquêtes ayant été réalisées par deux personnes différentes, il est certain que les questions n'aient pas été posées de la même façon et les réponses renseignées de la même manière.

Les épisodes de mortalité des coques semblent être multifactoriels pour les pêcheurs avec une prédominance de facteurs météorologiques pour lesquels il est impossible d'agir. Le contexte très incertain de cette pêche nécessite d'avoir un système de prévention efficace dans lequel les pêcheurs ont un rôle prépondérant à jouer.

5.2) Analyse des pêches déclarées sur les saisons de pêche, entre 2013 et 2017

L'analyse des déclarations de pêche, entre 2013 et 2017 permet d'identifier les principales espèces pêchées en termes de volumes de pêche (en kg) ainsi que d'identifier les saisons et les localisations des différentes espèces pêchées pendant cette période.

La coque est la première espèce pêchée en termes de quantité et du nombre d'actions de pêche. La saison 2014-2015 a été particulièrement exceptionnelle avec une multiplication par 4 de la quantité de coques habituellement pêchée lors des autres saisons. L'analyse des volumes de pêche par mois en 2014-2015 indique que c'est pendant le mois de septembre qu'il y a eu la plus importante quantité de coques pêchées. En effet, la pêche aux coques a lieu principalement entre septembre et novembre. Il s'agit également d'une pêche très localisée qui a lieu principalement dans la Somme bien que la Baie d'Authie soit devenue une zone de production importante à partir de 2014-2015.

Les moules et les salicornes sont les principales espèces pêchées après les coques. La production de moules atteint son maximum en 2015-2016 à la suite de la diminution importante de la quantité de coques pêchées cette saison-là. La pêche de moules ne semble pas saisonnière et, à l'inverse de celle des coques, elle est localisée principalement dans le Pas-de-Calais (Wimereux, Le Portel-Equihen, Audresselles Ambleteuse). La pêche de salicornes a été multipliée par deux en 2014-2015 puis les quantités pêchées lors des saisons suivantes sont restées relativement importantes. La comparaison, par saison, du nombre d'actions de pêche et des volumes de pêche semble indiquer qu'une plus importante quantité de salicornes pêchées ne dépend pas d'un nombre plus important d'actions de pêche. La pêche de salicornes est très saisonnière : les mois les plus propices sont les mois de juin, juillet et août. La Baie de Somme Nord et Sud sont les gisements les plus productifs. Le reste de la pêche de salicornes est éparpillée dans le Pas-de-Calais et dans la Somme sur des gisements divers en fonction des saisons.

Ensuite, pour les espèces présentes dans la licence Algues, il n'y a aucune déclaration sur la pêche d'ulves. C'est le *Fucus spp* (UCU) qui est principalement pêché ainsi que du goémon robert, en plus faible quantité comparativement au fucus. Le fucus est pêché en décembre et il n'y a pas de saison de pêche pour le goémon noir. La pêche de ces algues est très localisée sur deux sites durant toutes les saisons de pêche : Audresselles Ambleteuse et Wimereux.

Parmi les espèces présentes dans la licence Végétaux marins, il n'y a aucune déclaration sur la pêche d'obione faux pourpier. La pêche d'aster est multipliée par deux entre 2013-2014 et 2014-2015 et les quantités pêchées lors des saisons suivantes se stabilisent entre 28 à 35 tonnes. En comparaison, la soude est très peu pêchée avec une quantité de 690 kg en 2016-2017 et un peu moins de 2000 kg pendant les autres saisons. La pêche d'aster a lieu au printemps, en avril-mai, et la pêche de soude en juin, juillet et août. L'aster se pêche à la fois dans la Somme et dans le Pas-de-Calais tandis que la pêche de soude a lieu uniquement dans la Somme.

La licence vers permet la pêche d'arénicoles marins, de gravettes blanches, d'arénicoles noirs et de néréis multicolores mais aucune déclaration de pêche n'est indiquée pour ces deux derniers. La pêche d'arénicoles marins est plus importante (3 à 7 tonnes) que celle de gravettes blanches (1,2 à 2,7 tonnes). La localisation de la pêche de vers est variable selon les saisons mais de manière générale, les gravettes blanches sont pêchées en Baie de Somme Nord et Sud tandis que les arénicoles marins sont plutôt pêchés en Baie de Canche à Hardelot le Touquet et à Oye Plage Marck.

Les crustacés font également l'objet d'une licence pêche dans les Hauts-de-France mais, entre 2013 et 2017, seule la crevette grise a été pêchée pendant les quatre saisons de pêche. La pêche de la crevette de grise a lieu sur une zone de production principale : Quend-Plage et sur des zones de production secondaires qui varient selon les saisons. En effet, la crevette grise est parfois pêchée sur un plus grand nombre de gisements secondaires mais en moindre quantité ou inversement. De plus, la crevette grise semble être pêchée toute l'année, indifféremment des saisons.

Les lavignons noirs sont également pêchés toute l'année mais avec une diminution de la quantité pêchée en hiver et une augmentation de celle-ci en été. Les volumes de pêche sont compris entre 5 à 7 tonnes. Cette pêche a lieu uniquement en Baie de Somme notamment en Baie de Somme Nord.

La pêche de poissons a débuté en 2014-2015 ; il y a eu un nombre important d'action de pêche en 2016-2017 mais pour un volume de pêche (en kg) plus faible qu'en 2015-2016. D'autres espèces, absentes des licences de pêche délivrées par le CRPMEM HDF, ont été pêchées ponctuellement en 2016-2017 telles que la seiche commune et le laminaire nordique.

Le CRPMEM des Hauts-de-France compte 12 licences catégorisant chacune soit une espèce en particulier soit plusieurs espèces regroupées ensemble. Lors de la déclaration des pêcheurs, ces derniers indiquent le type d'espèce pêchée à l'aide du code FAO. Ce code a permis, pour plus de lisibilité, d'organiser l'analyse des déclarations de pêche par licence de pêche. Néanmoins, certaines espèces présentes dans les licences de pêche ne disposent pas de code FAO donc il est impossible d'évaluer leur volume de pêche, le nombre d'actions de pêche, les principales zones de production etc. Les espèces concernées sont les ulves présentes dans la licence algues, l'obione faux pourpier présente dans la licence autres végétaux, les néréis multicolores présents dans la licence vers et l'étrille présente dans la licence crustacés [7]. A l'inverse, certaines espèces présentes dans les licences de pêche du CRPMEM HDF, disposent d'un code FAO mais n'ont jamais été renseignées sur les déclarations de pêche, entre 2013 et 2017. Les espèces concernées sont l'arénicole noir (RCZ) de la licence vers, le crabe vert d'Europe (CRG) de la licence crustacés, la telline (DNI) et le couteau (EQX) de la licence autres bivalves [7].

L'utilisation des déclarations de pêche pour évaluer les pêcheries est donc limitée car de nombreuses erreurs dans le renseignement des informations sont possibles mais elles permettent d'obtenir une évaluation des pêcheries, entre 2013 et 2017, facile à mettre en œuvre et à analyser.

Conclusion personnelle

J'ai effectué ce stage afin de découvrir les travaux menés au sein d'un comité régional des pêches, l'organisation de cette structure et de comprendre réellement son rôle auprès des pêcheurs professionnels. Ayant déjà eu l'opportunité de travailler sur la pêche embarquée en Méditerranée lors d'un précédent stage, j'ai beaucoup apprécié découvrir un autre pan de la pêche maritime française : la pêche à pied professionnelle. Ce stage a été très enrichissant car je n'avais jamais abordé la pêche à pied professionnelle dans mes études et j'ai pu la découvrir de la meilleure des façons : auprès des professionnels qui sont les pêcheurs à pied et les gardes-jurés. J'ai apprécié partager le travail de terrain des gardes-jurés ; la double casquette de chargé de mission « Pêche à pied » et de garde-juré de mon maître de stage, Antoine Meirland m'a montré l'importance d'être en lien avec les pêcheurs afin de défendre, au mieux, leurs intérêts. De plus, il fût très intéressant de travailler sur la pêche à pied professionnelle car c'est une profession récente qui doit relever de nombreux défis en termes d'organisation de son activité, de protection des pêcheurs à pied, de gestion et de valorisation des ressources pêchées etc. J'ai découvert des outils d'aide à la gestion de la pêche à pied professionnelle avec leurs avantages et leurs inconvénients.

Néanmoins, il s'agissait d'un stage de césure dont la durée ne permettait pas de mener un projet dans son intégralité. J'ai eu des difficultés, en début de stage, à prendre en main les différentes problématiques sur lesquelles je pouvais travailler et à comprendre les objectifs de mon stage. C'était à la fois un avantage et un inconvénient car je disposais de plus de liberté qu'un stage de fin d'étude. Je remercie mes collègues de travail, Anaïs Roussel et Dimitri Collard pour leur disponibilité à me faire découvrir leur travail.

D'un point de vu général, j'en retiens d'intéressantes discussions sur les structures travaillant en lien avec les pêcheurs professionnels, des connaissances sur la pêche à pied professionnelle et les différentes ressources pêchées en Hauts-de-France ainsi que de nombreuses réflexions sur mes envies professionnelles à venir.

Bibliographie

- [1] GOUJON, Roland, GUÉZENNEC, Loïc, MEYER, Robert et ROMANA, Louis-Alexandre. *Seine-Aval : un estuaire et ses problèmes*. [S. l.] : Editions Quae, octobre 1999. ISBN 978-2-84433-026-0
- [2] JANSON, Anne-Laure. *Evolution de la biodiversité benthique des vasières subtidales de l'estuaire de la Seine en réponse à la dynamique sédimentaire. De l'approche descriptive à l'approche fonctionnelle*. [s. d.], p. 346
- [3] MEIRLAND, Antoine, RICARD, Morgane, DE LAAGE, Pierre, LAURENT, Anouk, YVART, Julien, ROCROY, Mélanie et RIERA, Fabien. *MOCOPREGE : Mortalité des Coques : causes, PREvention et GEstion*. Rapport intermédiaire au 31 octobre 2020.
- [4] LOARER, AM Melaine. *LA PECHE A PIED PROFESSIONNELLE MÉMENTO*.
- [5] ROY, Agnès. *LA PECHE A PIED PROFESSIONNELLE*. Revue juridique NEPTUNUS.
- [6] DE LAAGE, Pierre. *La pêche à pied professionnelle dans la région Hauts-de-France : enquêtes auprès des pêcheurs et éléments de réponses aux enjeux de la filière*. Mémoire de fin d'étude, 2019-2020.
- [7] *FAO Fisheries & Aquaculture - Fishery fact sheets collections - La liste ASFIS des espèces pour les besoins des statistiques des pêches* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 10 janvier 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.fao.org/fishery/collection/asfis/fr>
- [8] *Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CRPMEM) Hauts de France* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 22 décembre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.comitedespeches-hautsdefrance.fr/peche-professionnelle/peche-a-pied-professionnelle/lactivite/>
- [9] *Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CNPMEM)* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 22 décembre 2020]. Disponible à l'adresse : [Le CNPMEM - Comité National des Pêches Maritimes et des Élevages Marins \(comite-peches.fr\)](http://www.comite-peches.fr)
- [10] Les estuaires, lagunes et deltas. Dans : *Eaufrance* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 2 janvier 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.eaufrance.fr/les-estuaires-lagunes-et-deltas>
- [11] *PNM_ 3estuaires_Voll_richesses de la mer.pdf* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 27 décembre 2020]. Disponible à l'adresse : http://www.eptb-bresle.com/userfiles/files/PNM_%203estuaires_Voll_richesses%20de%20la%20mer.pdf
- [12] Repères HDF n°8 - La façade maritime : un atout majeur pour notre région. Dans : *Hauts-de-France 2040* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 22 décembre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://2040.hautsdefrance.fr/download/reperes-hdf-facade-maritime-strategies/>
- [13] *Sous-section 2 : Pêche maritime à pied à titre professionnel (Articles D921-67 à R921-75) - Légifrance* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 22 décembre 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGIARTI000029978073/2015-01-01/>

Liste des figures

Figure 1 : Carte du littoral des Hauts-de-France	8
Figure 1 : Carte du littoral des Hauts-de-France	8
Figure 2 : Répartition des pêcheurs professionnels de coques par tranches d'âge (pour la saison 2020-2021).....	22
Figure 3Figure 2 : Répartition des pêcheurs professionnels de coques par tranches d'âge (pour la saison 2020-2021).....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 3 : Répartition des pêcheurs professionnels de coques par département (pour la saison 2020-2021) .	22
Figure 4Figure 3 : Répartition des pêcheurs professionnels de coques par département (pour la saison 2020-2021).....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 4 : Histogramme de l'âge des pêcheurs enquêtés dans le cadre du projet MOCOPREGE.....	23
Figure 5Figure 4 : Histogramme de l'âge des pêcheurs enquêtés dans le cadre du projet MOCOPREGE	23
Figure 5 : Nombre de licences coques attribuées par année et par région.....	24
Figure 6Figure 5 : Nombre de licences coques attribuées par année et par région	24
Figure 6 : Répartition des pêcheurs en fonction de leurs âges de début de carrière dans la pêche à pied professionnelle et dans la pêche aux coques professionnelle	25
Figure 7Figure 6 : Répartition des pêcheurs en fonction de leurs âges de début de carrière dans la pêche à pied professionnelle et dans la pêche aux coques professionnelle	25
Figure 7 : Répartition des pêcheurs exerçant une autre activité professionnelle que la pêche aux coques	26
Figure 8Figure 7 : Répartition des pêcheurs exerçant une autre activité professionnelle que la pêche aux coques.....	26
Figure 8 : Réponse des pêcheurs à la question : "Est-ce que vous souhaitez que vos enfants fassent le même métier que vous ?"	26
Figure 9 : Détails des réponses à l'affirmation : "Les coques, il y a toujours eu des années avec et des années sans".....	26
Figure 8 : Réponse des pêcheurs à la question : "Est-ce que vous souhaitez que vos enfants fassent le même métier que vous ?"	26
Figure 9 : Détails des réponses à l'affirmation : "Les coques, il y a toujours eu des années avec et des années sans".....	28
Figure 10 : Réponses obtenues à la question : "Classer par ordre d'importance, les causes des épisodes de mortalité".....	28
Figure 9 : Détails des réponses à l'affirmation : "Les coques, il y a toujours eu des années avec et des années sans"	28
Figure 10 : Réponses obtenues à la question : "Classer par ordre d'importance, les causes des épisodes de mortalité"	29
Figure 11Figure 10 : Réponses obtenues à la question : "Classer par ordre d'importance, les causes des épisodes de mortalité".....	29
Figure 11 : Nuage de mots indiquant les causes de mortalité des coques mentionnées par les pêcheurs	30
Figure 12Figure 11 : Nuage de mots indiquant les causes de mortalité des coques mentionnées par les pêcheurs.....	30
Figure 12 : Réponses obtenues à la question : "Existe-il des signes qui préviennent d'un mauvais épisode ?"	31
Figure 13Figure 12 : Réponses obtenues à la question : "Existe-il des signes qui préviennent d'un mauvais épisode ?"	31
Figure 13 : Nuage de mots représentant les signes prémonitoires de mauvais épisodes, mentionnés par les pêcheurs.....	31
Figure 14Figure 13 : Nuage de mots représentant les signes prémonitoires de mauvais épisodes, mentionnés par les pêcheurs	31
Figure 14 : Réponses des pêcheurs à la question sur la gestion en amont des épisodes de mortalités des coques.....	32
Figure 14 : Réponses des pêcheurs à la question sur la gestion en amont des épisodes de mortalités des coques.....	32
Figure 15 : Réponses à la question sur la gestion en direct des épisodes de mortalité des coques	33

Figure 16 : Réponses obtenues à la question : "Pensez-vous que les épisodes de mortalité vont augmenter à l'avenir ?"	33
Figure 17 : Réponses obtenues à la question : "Vous préparez-vous à ces épisodes de mortalité ?"	34
Figure 18 : Réponses obtenues à la question : "Comment vous préparez-vous aux épisodes de mortalité des coques ?".....	34
Figure 19 : Licences demandées par les pêcheurs à la suite des épisodes de mortalité.....	35
Figure 20 : Volumes pêchés de coques au cours des saisons de pêche entre 2013 et 2017	36
Figure 21 : Nombre d'actions de pêche aux coques par saison de pêche entre 2013 et 2017	36
Figure 22 : Volumes pêchés de coques par mois et par saison de pêche de 2013 à 2017	37
Figure 23 : Nombre d'actions de pêche aux coques par mois au cours des saisons de pêche, entre 2013 et 2017	38
Figure 24 : Volumes de coques pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2013-2014	38
Figure 25 : Volumes de coques pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2014-2015	39
Figure 26 : Volumes de coques pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2015-2016	39
Figure 27 : Volumes de coques pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2016-2017	40
Figure 28 : Volumes pêchés de moules au cours des saisons de pêche, entre 2013 et 2017	41
Figure 29 : Nombre d'actions de pêche aux moules par saison de pêche, entre 2013 et 2017	41
Figure 30 : Volumes pêchés de moules par mois et par saison de pêche de 2013 à 2017.....	42
Figure 31 : Nombre d'actions de pêche aux moules par mois au cours des saisons de pêche, entre 2013 et 2017	42
Figure 32 : Volumes de moules pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2013-2014.....	43
Figure 33 : Volumes de moules pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2014-2015	43
Figure 34 : Volumes de moules pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2015-2016.....	44
Figure 35 : Volumes de moules pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison de pêche 2016-2017	45
Figure 36 : Volumes pêchés de salicornes au cours des saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	46
Figure 37 : Nombre d'actions de pêche de salicornes par saisons de pêche, entre 2013 et 2017	46
Figure 38: Volumes pêchés de salicornes par mois et par saison de pêche, entre 2013 et 2017	47
Figure 39 : Nombre d'actions de pêche de salicornes par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017..	47
Figure 40 : Volumes de salicornes pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison 2013-2014.....	48
Figure 41 : Volumes de salicornes pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison 2014-2015.....	48
Figure 42 : Volumes de salicornes pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison 2015-2016.....	49
Figure 43 : Volumes de salicornes pêchées par zone de production (HDF) pendant la saison 2016-2017.....	50
Figure 44 : Volumes pêchés de Fucus vesiculosus (FUV), de Fucus spp (UCU) et d'Ascophyllum nodosum (ASN) pendant les saisons de pêche, entre 2013 et 2017	51
Figure 45 : Volumes pêchés de Fucus spp (UCU) et d'Ascophyllum nodosum (ASN) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017	51
Figure 46 : Nombre d'actions de pêche de Fucus vesiculosus (FUV), de Fucus spp (UCU) et d'Ascophyllum nodosum (ASN) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	52
Figure 47 : Volumes pêchés de Fucus vesiculosus (FUV), de Fucus spp (UCU) et d'Ascophyllum nodosum (ASN) par zones de production (HDF) pendant la saison 2013-2014.....	53
Figure 48 : Volumes pêchés de Fucus vesiculosus (FUV), de Fucus spp (UCU) et d'Ascophyllum nodosum (ASN) par zones de production (HDF) pendant la saison 2014-2015.....	53

Figure 49 : Volumes pêchés de <i>Fucus vesiculosus</i> (FUV), de <i>Fucus</i> spp (UCU) et d' <i>Ascophyllum nodosum</i> (ASN) par zones de production (HDF) pendant la saison 2015-2016.....	54
Figure 50 : Volumes pêchés de <i>Fucus vesiculosus</i> (FUV), de <i>Fucus</i> spp (UCU) et d' <i>Ascophyllum nodosum</i> (ASN) par zones de production (HDF) pendant la saison 2016-2017.....	54
Figure 51 : Volumes pêchés d' <i>Aster tripolium</i> (ZZW) et de <i>Suaeda maritima</i> (ZZX) par saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	55
Figure 52 : Nombre d'actions de pêche d' <i>Aster tripolium</i> (ZZW) et de <i>Suaeda maritima</i> (ZZX) par saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	55
Figure 53 : Volumes pêchés d' <i>Aster tripolium</i> (ZZW) et de <i>Suaeda maritima</i> (ZZX) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	56
Figure 54 : Nombre d'actions de pêche d' <i>Aster tripolium</i> (ZZW) et de <i>Suaeda maritima</i> (ZZX) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	57
Figure 55 : Volumes pêchés d' <i>Aster tripolium</i> (ZZW) et de <i>Suaeda maritima</i> (ZZX) par zones de production (HDF) pendant la saison 2013-2014.....	57
Figure 56 : Volumes pêchés d' <i>Aster tripolium</i> (ZZW) et de <i>Suaeda maritima</i> (ZZX) par zones de production (HDF) pendant la saison 2014-2015.....	58
Figure 57 : Volumes pêchés d' <i>Aster tripolium</i> (ZZW) et de <i>Suaeda maritima</i> (ZZX) par zones de production (HDF) pendant la saison 2015-2016.....	58
Figure 58 : Volumes pêchés d' <i>Aster tripolium</i> (ZZW) et de <i>Suaeda maritima</i> (ZZX) par zones de production (HDF) pendant la saison 2016-2017.....	59
Figure 59 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) pendant les saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	60
Figure 60 : Nombre d'actions de pêche d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) pendant les saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	60
Figure 61 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	61
Figure 62 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) par zones de production (HDF) pendant la saison 2013-2014.....	62
Figure 63 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) par zones de production (HDF) pendant la saison 2014-2015.....	62
Figure 64 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) par zones de production (HDF) pendant la saison 2015-2016.....	63
Figure 65 : Volumes pêchés d'arénicoles marins (ARM) et de gravettes blanches (NEH) par zones de production (HDF) pendant la saison 2016-2017.....	64
Figure 66 : Volumes pêchés de <i>Maja</i> spp (JCX), de <i>Crangon crangon</i> (CSH), de <i>Palaemon serratus</i> (CPR), d' <i>Homarus gammarus</i> (LBE) et de <i>Cancer pagurus</i> (CRE) par saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	65
Figure 67 : Volumes pêchés de <i>Crangon crangon</i> (CSH) par mois et par saison de pêche, entre 2013 et 2017.....	66
Figure 68 : Nombre d'actions de pêche de <i>Crangon crangon</i> (CSH) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	66
Figure 69 : Volumes pêchés de crevettes grises par zones de production (HDF) pendant la saison 2013-2014.....	67
Figure 70 : Volumes pêchés de crevettes grises par zones de production (HDF) pendant la saison 2014-2015.....	67
Figure 71 : Volumes pêchés de crevettes grises par zones de production (HDF) pendant la saison 2015-2016.....	68
Figure 72 : Volumes pêchés de crevettes grises par zones de production (HDF) pendant la saison 2016-2017.....	69
Figure 73 : Volumes pêchés de <i>Scrobicularia plana</i> (OBN) pendant les saisons de pêche, entre 2013 et 2017.....	70

Figure 74 : Nombre d'actions de pêche de <i>Scrobicularia plana</i> (OBN) par saisons de pêche, entre 2013 et 2017	70
Figure 75 : Volumes pêchés de <i>Scrobicularia plana</i> (OBN) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017	71
Figure 76 : Nombre d'actions de pêche de <i>Scrobicularia plana</i> (OBN) par mois et par saisons de pêche, entre 2013 et 2017	71
Figure 77 : Volumes pêchés de <i>Scrobicularia plana</i> (OBN) par zones de production pendant la saison 2013-2014	72
Figure 78 : Volumes pêchés de <i>Scrobicularia plana</i> (OBN) par zones de production pendant la saison 2014-2015	72
Figure 79 : Volumes pêchés de <i>Scrobicularia plana</i> (OBN) par zones de production pendant la saison 2015-2016	73
Figure 80 : Volumes pêchés de <i>Scrobicularia plana</i> (OBN) par zones de production pendant la saison 2016-2017	73
Figure 81 : Volumes pêchés de poissons (BSS, WHG, COD, PLE, POL et SCL) au cours des saisons de pêche entre 2013 et 2017	75
Figure 82 : Nombre d'actions de pêche de poissons par saison de pêche, entre 2013 et 2017	75
Figure 83 : Volumes pêchés de poissons par mois et par saison de pêche, entre 2013 et 2017	76
Figure 84 : Volumes pêchés de poissons par zones de production (HDF) pendant la saison 2014-2015	76
Figure 85 : Volumes pêchés de poissons par zones de production (HDF) pendant la saison 2015-2016	77
Figure 86 : Volumes pêchés de poissons par zones de production (HDF) pendant la saison 2016-2017	77
Figure 87 : Volumes pêchés de <i>Sepia officinalis</i> (CTC) et de <i>Laminaria hyperborea</i> (LAH) au cours des saisons de pêche entre 2013 et 2017.....	78

Liste des annexes

Annexe 1 : Groupes créés pour obtenir le nuage de mots sur les causes de mortalité des coques

Annexe 2 : Groupes créés pour obtenir le nuage de mots sur les signes prémonitoires des mauvais épisodes

Annexe 3 : Groupes créés à partir des réponses obtenues à la question : " Comment pensez-vous possible de gérer les épisodes de mortalité **avant** qu'ils ne surviennent ? »

Annexe 4 : Groupes créés à partir des réponses obtenues à la question : " Comment pensez-vous possible de gérer les épisodes de mortalité **pendant** qu'ils sont en cours ? »

Annexe 5 : Groupes créés à partir des réponses obtenues à la question : "Comment vous préparez-vous à ces épisodes de mortalité ? »

Groupes	Réponses des pêcheurs	Nombre de mentions
Chaleurs	Chaleurs Grosses chaleurs Coups de chaleur en été	15
Maladie (bactérie, virus)	Bactérie Vibrio Vibrio amené par les moules Virus Maladie (bactérie)	7
Pollution	Pollution Pollution Baie de Somme	6
Pollution agricole	Pollution agricole	2
Ensablement de la baie	Ensablement de la baie	5
Orages	Gros orages Orages l'été Pluie d'orages Orages	5
Mortalités naturelles	C'est la nature avec des cycles de 5-6 ans La mortalité est un phénomène naturel Faut pas chercher à comprendre Naturel Mortalités naturelles	5
Chaleurs + petites marées	Chaleurs + petites marées	5
Météo	Climat Météo Temps	4
Absence de naissain	Absence de naissain	2
Chaleurs + orages + marées de mortes-eaux	Chaleurs + orages + marées de mortes-eaux	1
Disparition du plancton	Disparition du plancton	1
Eaux de sortie de l'usine des moules	Eaux de sortie de l'usine des moules	1
Huiles sur marées descendantes	Huiles sur marées descendantes	1
Orages + mortes-eaux	Orages + mortes-eaux	1
Densité du gisement	Quantité de coques trop importante sur le même site Trop de naissain qui chasse les grosses coques	2
Vers de mai	Vers de mai	1

Groupes	Nombre de mentions
Chaleurs + petites marées	18
Chaleurs	20
Absence de naissain	14
Grands froids	1
Chaleurs + orages	6
Chaleurs + orages + petites marées	3
Coques ouvertes sur les gisements	7
Dépôts en mer qui se déposent dans la baie	1
Dragage	1
Huiles	2
Les coques se terrent	1
Marées de mortes-eaux	8
Météo	5
Odeurs	2
Orages	3
Orages + petites marées	4
Printemps pluvieux	1
Réchauffement climatique	1
Sécheresse	1
Station de purification des moules	1
Taches blanches et présence de coquilles	1
Tempêtes	2
Surpopulation de coques	2
Manque d'eau douce	1

Annexe 3 : Groupes créés à partir des réponses obtenues à la question : " Comment pensez-vous possible de gérer les épisodes de mortalité *avant* qu'ils ne surviennent ? »

Groupes	Réponses des pêcheurs
Gestion des quotas	Liquider le gisement avant qu'elles meurent Augmenter le quota Gestion des quotas aide à gérer les impacts de la mortalité mais la mortalité elle-même est impossible à gérer Faire tout avant qu'elles meurent Les faire avant
Surveillance et analyse des gisements	Signaler les problèmes. S'il y en a trop, elles meurent car elles sont serrées et ne peuvent pas pousser. Suivre les changements Surveiller, prévenir les industries et les usines Surveillance, état de santé de l'eau. Dépends du type de mortalité Tirer la sonnette d'alarme Complicé, surveiller Dépends des analyses Faire des analyses Faire des contrôles régulièrement Faire des prélèvements
Anticiper les ouvertures en fonction de la météo et de la densité des gisements	Ouvrir la pêche l'été, surveiller le naissain et dédoubler si besoin Travailler avant les grosses chaleurs Travailler les coques en été pour les désépaissir Travailler les coques et ouvrir les gisements plus tôt Pêcher plus tôt. Anticiper les phénomènes de chaleurs et de mortes-eaux Y aller quand il fait chaud Pas attendre 6 mois les affaires maritimes
Attaquer ceux qui polluent	Attaquer ceux qui polluent
Fait confiance aux autorités compétentes	Ce n'est pas mon domaine Le comité s'en occupe Voir avec les gardes
Phénomène naturel, aléatoire et ingérable	Il faudrait connaître les causes Il n'y a pas grand-chose à faire avec la nature Impossible Impossible d'agir car trop aléatoire Impossible de gérer les mortalités car c'est trop rapide Ingérable Je sais pas, c'est dur J'en sais rien, ça peut venir de tellement de causes La nature c'est la nature La nature est complexe Phénomène naturel Trop fluctuant
Repiquage	Ensemencer les gisements avec du naissain Repiquage
Gestion des eaux usées	Disparition du plancton
Lutter contre l'ensablement de la baie en curant le bassin de chasse dans le port de pêche	Lutter contre l'ensablement de la baie en curant le bassin de chasse dans le port de pêche
Ne sait pas	Ne sait pas Ne sait pas, faut demander aux anciens

Annexe 4 : Groupes créés à partir des réponses obtenues à la question : " Comment pensez-vous possible de gérer les épisodes de mortalité pendant qu'ils sont en cours ? »

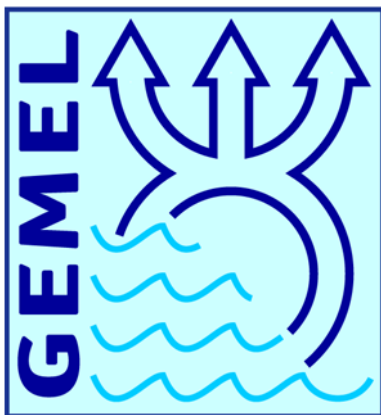
Groupes	Réponses des pêcheurs
Discuter avec les agriculteurs pour le traitement aux pesticides	A voir au cas par cas, année par année. Voir avec les agriculteurs pour les pesticides.
Pêcher au plus vite	<p>Agir vite</p> <p>Il faut ramasser si c'est possible</p> <p>La solution c'est pêcher. Sauver ce qu'on peut</p> <p>Retirer un maximum de marchandise avant qu'elles crèvent</p> <p>Ramasser aux endroits où ce n'est pas atteint</p> <p>Ramasser avant que ça meurt</p> <p>Ramasser le plus possible</p> <p>Si les coques font la taille, il faut les faire</p> <p>Travailler pour laisser de la place. C'est comme un jardin</p> <p>Travailler tout de suite avant de perdre la totalité</p> <p>Ouverture exceptionnelle pour ramasser les coques</p> <p>Ouvrir au plus vite</p> <p>Ouvrir tout de suite les gisements</p> <p>Ouvrir les gisements pour en enlever une bonne partie et stopper la mortalité. Cela permet d'aérer un peu le banc et sauver ce qui est sauvable</p> <p>Pêcher pour sauver le peu qu'on a encore vivantes.</p> <p>Si vous ne pêchez pas, vous ne sauvez rien</p>
Aller voir sur le terrain	Aller voir sur le terrain
Augmenter les quotas	<p>Pouvoir augmenter les quotas. Prendre ce qui est à prendre.</p> <p>Quotas plus élevés</p> <p>Réagir très vite. Mettre des quotas très élevés.</p> <p>Quand on désépaisse, il y a plus d'oxygène pour les coques</p> <p>Mortalités fulgurantes donc augmenter les quotas s'il y a un épisode de mortalité</p> <p>Mettre des gros quotas</p> <p>Il faut des grandes marées. Gros quotas pour en enlever le plus possible avant que ça crève.</p> <p>Gros quotas. Sauver ce qu'on peut sauver</p> <p>Faire des plus gros quotas</p> <p>Enormes quotas. 200 kilos, minimum 6-7 sacs</p> <p>Augmenter les quotas</p>
Impossible d'agir	<p>Ce n'est pas possible</p> <p>C'est trop tard à partir de ce moment-là</p> <p>C'est trop tard</p> <p>Impossible d'agir</p> <p>Je pense que ce n'est pas possible</p> <p>Non c'est la nature</p> <p>Non, pas de miracle</p> <p>On ne peut pas faire grand-chose</p> <p>On ne peut pas</p> <p>On ne peut rien faire contre la nature</p> <p>On ne peut rien faire, c'est la nature</p> <p>On ne peut rien y faire</p> <p>Oui et non. Parfois avec les bactéries on ne peut</p>

	rien faire Quand la mortalité a commencé, c'est trop tard Si c'est une maladie, c'est foutu Trop tard Une fois que c'est parti, c'est parti
Aux autorités compétentes d'agir	C'est au comité de gérer cela Pas à nous de décider
Ne sait pas	Difficile à dire Je ne sais pas
Faire de la prévention aux plaisanciers	Faire de la prévention aux plaisanciers
Il faut trouver la cause	Il faut trouver la cause
Jamais vu un épisode en cours	Jamais vu un épisode en cours
Les dédoubler, les mettre ailleurs	Les dédoubler, les mettre ailleurs
Les faire si les coques font la taille	Les faire si les coques font la taille
Nettoyage par les grandes marées	Nettoyage par les grandes marées
Pêcher avant dès que la taille est adéquate	Pêcher avant dès que la taille est adéquate

Groupes	Réponses des pêcheurs
Autre métier	<p>A un autre métier Achat d'un bateau pour aller aux crevettes et poisson de ligne (ikejim) Autre activité professionnelle démarrée à contre-cœur Autre activité quand il n'y a pas de coques Avoir un autre emploi C'est pour cela que j'ai deux métiers Marin Recherche un autre métier Je navigue. Je reprends un bateau et je pars en mer Moules Pêcheur Travail en tant qu'ouvrier pour les moules de Bouchot, complément de sa retraite de marin Travailler ailleurs. Pas le choix, ceux qui n'ont pas eu les coques, je ne sais pas comment ils font pour survivre C'est dur mais je fais les moules à la place Les moules sont mon activité principale Huîtres Activité de marin-pêcheur et souhaite prendre d'autres licences Gestion financière, autres licences et autre métier Mettre de l'argent de côté et faire un autre métier l'été Se diversifier : licences dans d'autres régions et projet de concession de moules</p>
Autres licences	<p>Activité de marin-pêcheur et souhaite prendre d'autres licences Avoir une variété de timbres et ne pas hésiter à bouger Economies. Plus actif sur d'autres licences Faire attention à ses dépenses et diversification des licences Gestion financière, autres licences et autre métier Licence salicornes, va aux vers et mettre de l'argent de côté On fait avec. Un gisement nous sauve grâce aux autres licences Se diversifier : licences dans d'autres régions et projet de concession de moules</p>
Bonne gestion de son argent	<p>Bien géré son argent En gardant un maximum d'argent de côté Gérer l'argent qu'on gagne Gestion de son argent Je garde toujours de l'argent de côté Mettre de l'argent de côté Mettre des sous de côté On garde de l'argent On gère comme il faut notre budget On met de l'argent de côté Prévoir de l'argent Investissement immobilier</p>

	<p>On anticipe. On met de l'argent de côté On attends et on met de l'argent de côté Economies. Plus actif sur d'autres licences Faire attention à ses dépenses et diversification des licences Gestion financière, autres licences et autre métier Licence salicornes, va aux vers et mettre de l'argent de côté Mettre de l'argent de côté et fait un autre métier l'été On met de l'argent de côté pour pouvoir tenir. Pour les jeunes c'est difficile. Il leur faut des licences un peu partout</p>
Fait partie intégrante du métier	<p>C'est le métier. Impossible de prévoir. Parfois c'est la nature Je prépare ma retraite. Toujours eu des périodes avec et des périodes sans Les coques c'est aléatoire. Ne pas compter que sur la saison des coques. Il faut savoir travailler autre part. Il y a des bonnes et des mauvaises saisons On a pas le choix On est habitué On est obligé. Les coques reviennent tout le temps On ne peut pas prévoir ça à l'avance. On voit quand ça arrive On se dit que ça ne sera pas tout le temps comme ça. Il y a des belles années On fait avec. Un gisement nous sauve grâce aux autres licences</p>
Travail du conjoint	Travail du conjoint
Suivre les instructions du comité	Suivre les instructions du comité
On observe les signes	On observe les signes
Mentalement	Mentalement
Pêcher ce qui est pêchable	Pêcher ce qui est pêchable
Travailler au mois de juin	Travailler au mois de juin si ça démarre

Annexe 11 : Rocroy, M., Prevost, L., 2021. Tests de vitalité in situ de la coque (C. edule) - Dans le cadre du projet MOCOPREGE. 22p.



Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux

115, quai Jeanne d'Arc
80230 Saint-Valery-sur-Somme
03-22-26-60-40
www.gemel.org

Tests de vitalité *in situ* de la coque (*C. edule*)

Dans le cadre du projet MOCOPREGE

Rapport du GEMEL n°21-005
18 juin 2021



Travail réalisé avec le soutien financier de :



Mélanie ROCROY
Laurine PREVOST

Contenu

Introduction.....	1
La coque selon les tests.....	3
Vitesse d'enfouissement	3
Force musculaire	3
Résistance de la coquille	4
Indice de condition	4
Protocole des tests physiologiques	5
Prélèvements, conservation.....	5
Temps d'enfouissement.....	6
Force musculaire d'adduction intervalvaire et force de compression.....	7
Indice de conditions	9
Résultats des tests.....	10
Discussion et conclusions.....	20

Introduction

Au sein du benthos, les mollusques bivalves constituent une composante importante de l'écosystème marin benthique, et est plus particulièrement une ressource alimentaire essentielle pour les juvéniles de poissons plats ou de crustacés mais surtout pour un certain nombre d'espèces de limicoles (Moreira, 1995). Par ailleurs, certaines espèces de bivalves sont une ressource économique importante, exploitées par les pêcheurs dans le cadre de la pêche professionnelle ou de loisir (van Gils *et al.*, 2006). C'est le cas notamment de *Cerastoderma edule* (la coque) qui est souvent présente en grande quantité dans les zones côtières, les baies et les estuaires sableux (Tebble, 1966 ; Reise, 2003). La baie de Somme est depuis de nombreuses années le premier site français de production de coques et compte 337 licences de pêche à pied professionnelle pour cette espèce.

En baie de Somme, l'évolution des gisements de coques, étudiée par le GEMEL depuis 1985, connaît d'importantes fluctuations en termes de dynamique de population, passant par des épisodes de mortalités attribués à différents facteurs selon les années (maladie, anoxie, fortes chaleurs, surpopulation,...). En conséquence, il est manifestement nécessaire de disposer d'outils pour estimer quantitativement la condition physiologique ou l'état de santé de ces bivalves.

Un individu stressé doit dépenser davantage d'énergie pour maintenir son équilibre interne, ce qui en laisse moins pour ses propriétés vitales. En effet, le stress peut causer un ralentissement de la croissance, une diminution de l'effort reproducteur et une augmentation de la sensibilité face à des facteurs de stress supplémentaires comme une température élevée, une attaque par un prédateur,... A l'extrême, le bivalve n'est pas en mesure de résister à un stress additionnel ce qui entraîne sa mort. C'est souvent une combinaison de plusieurs facteurs qui cause un stress trop important pour permettre sa survie.

Le stress est la réponse de l'organisme à des agressions. Les épreuves ou facteurs de stress peuvent être exogènes et d'origine naturelle (variations de température, de salinité, de concentration en oxygène,...), endogènes (gamétogenèse,...) ou anthropiques (manipulations, transport, introduction de polluants dans le milieu, ...). Le stress peut induire une mortalité totale ou partielle du stock de bivalves, mais peut aussi passer inaperçue lorsque les individus ont pu récupérer. Ainsi, les facteurs de stress jouent sur la vitalité des organismes. Si la vitalité est mesurée, elle peut permettre d'éviter ou d'anticiper un épisode de mortalité massif de la population.

La vitalité est définie comme l'ensemble des propriétés vitales, les expressions ou la manifestation de la vie (croissance, résistance aux agents extérieurs, énergie, mobilité, fertilité,...) qui proviennent d'une série d'aptitudes innées ou acquises pour répondre à différentes agressions courantes ou occasionnelles (Fleury et Mazurié, 2003). **On mesure donc les manifestations de la vitalité et non la vitalité elle-même afin de caractériser l'état général des coques** (par exemple sous l'effet d'une hausse des températures, d'une pollution,...).

Ces manifestations peuvent être mesurées au niveau de la population (abondance, structure d'âge,...), au niveau de l'individu (croissance, morphologie, comportement, taux de filtration,...), au niveau tissulaire ou organique (taille de l'ensemble des cellules épithéliales digestives, épaisseur de la coquille,...), au niveau cellulaire (phagocytose, nombre d'hémocytes,...) et au niveau moléculaire (charge énergétique, HSP, enzymes, ADN,...).

Pour avoir un bon indice de vitalité, il faut qu'il soit **pertinent** (organe analysé adapté à l'agent stressant que l'on veut mesurer, en bon état physiologique au repos ou lors d'un test d'effort), **fiable** (reproductible sur des lots identiques), **sensible** (détecter des variations chez des lots en conditions différentes), **applicable *in situ***, **mesurable** sur l'individu et sur la population, mais aussi qu'il prenne en compte l'allométrie et donc l'âge des individus.

Une autre caractéristique essentielle recherchée est la simplicité des mesures : nécessitant un équipement peu sophistiqué, elles pourront être mises en œuvre par tout laboratoire non spécialisé et éventuellement par certains pêcheurs eux-mêmes. Enfin, les méthodes étudiées doivent être rapides, pour renseigner immédiatement sur l'état de santé des bivalves. Ainsi, une fois mis au point, ces outils, ou tests physiologiques, pourraient être appliqués dans le cadre de réseaux de suivi, mais aussi de manière plus ponctuelle lorsqu'un problème est constaté (ex : placage de sable, déchaussement,...). Ils permettraient alors de juger immédiatement de la vitalité des coques, de réagir pour anticiper une mortalité massive éventuelle du gisement et de prendre des décisions de gestion afin d'éviter sa perte.

Dans cette étude, l'accent est mis sur des outils susceptibles de refléter l'état général des coques *Cerastoderma edule*. Les méthodes expérimentées s'intéressent prioritairement à des fonctions globales de l'organisme. Ces fonctions peuvent être évaluées en conditions normales (non stressantes) comme c'est le cas ici, mais aussi en conditions extrêmes où les ressources vitales sont mobilisées ; l'état physiologique de l'animal détermine alors son aptitude à supporter plus ou moins longtemps un environnement défavorable. Attention les facteurs de stress peuvent varier selon la phase du cycle de vie, l'âge de l'animal, mais aussi selon la saison.

L'objectif ici est donc de trouver des indicateurs physiologiques et comportementaux pour diagnostiquer l'état de vitalité des coques et ainsi estimer leurs probabilités de survie face à des facteurs de stress.

La coque selon les tests

Vitesse d'enfouissement

Les coques sont des bivalves endobenthiques c'est-à-dire qu'ils s'enfouissent dans le substrat pour vivre. Toutefois, on peut trouver des coques vivantes, à la surface du sédiment. Elles représentent en général une proportion assez faible de la population. Ces coques sont remontées à la surface d'elles-mêmes ou ont été victimes d'un déchaussement, c'est-à-dire d'un déplacement du sédiment dû, par exemple, au changement de parcours d'une filière. Ces coques sont souvent très affaiblies et ont perdu leur capacité à s'enfouir qui nécessite un apport énergétique trop important.

Pour la coque, la capacité à s'enfouir dans le sédiment est donc un indicateur comportemental assez simple qui témoigne de sa vitalité. Si l'énergie nécessaire pour l'enfouissement est déjà utilisée par la coque pour compenser un stress de l'environnement, alors elle ne sera plus disponible pour ce comportement. En jugeant de la capacité d'enfouissement des coques, il serait donc possible de différencier des individus "en forme" des individus "affaiblis", les individus en forme étant *a priori* capables de s'enfouir plus rapidement que les individus stressés.

Force musculaire

Les muscles adducteurs, permettent de contrôler l'ouverture la fermeture des valves. Ils sont d'une importance primordiale pour les bivalves parce qu'ils sont impliqués dans de nombreux processus vitaux tels que la filtration, la ponte et l'excrétion. Nécessaire à la fermeture des valves, ils assurent *de facto* la protection des bivalves contre l'attaque de prédateurs, et les protègent de la dessiccation.

La majorité des bivalves ont deux muscles adducteurs, le postérieur et l'antérieur, comme c'est le cas pour la coque *Cerastoderma edule* (Figure 1), tandis que d'autres espèces (dites monomyaires) comme la coquille Saint-Jacques n'en possèdent qu'un seul. Les muscles sont composés de 2 parties distinctes : le muscle strié, responsable des contractions fortes mais brèves (dites phasiques), et le muscle lisse, responsable des contractions longues (dites toniques) (Chantler, 2006).

La force musculaire des coques est la force de rapprochement des valves induite par deux muscles adducteurs qui s'opposent à l'action d'ouverture du ligament élastique de la charnière. Quand les coques s'affaiblissent, les muscles ne parviennent plus à maintenir les valves fermées. La force musculaire peut donc être un indicateur de la vitalité des coques, comme pour d'autres bivalves. Cependant, la force musculaire varie en fonction de la taille des muscles et donc de la taille de l'animal entier. Pour corriger cet effet de la croissance, il est nécessaire d'établir une relation allométrique entre la force et la taille des individus pour obtenir un indice de force.

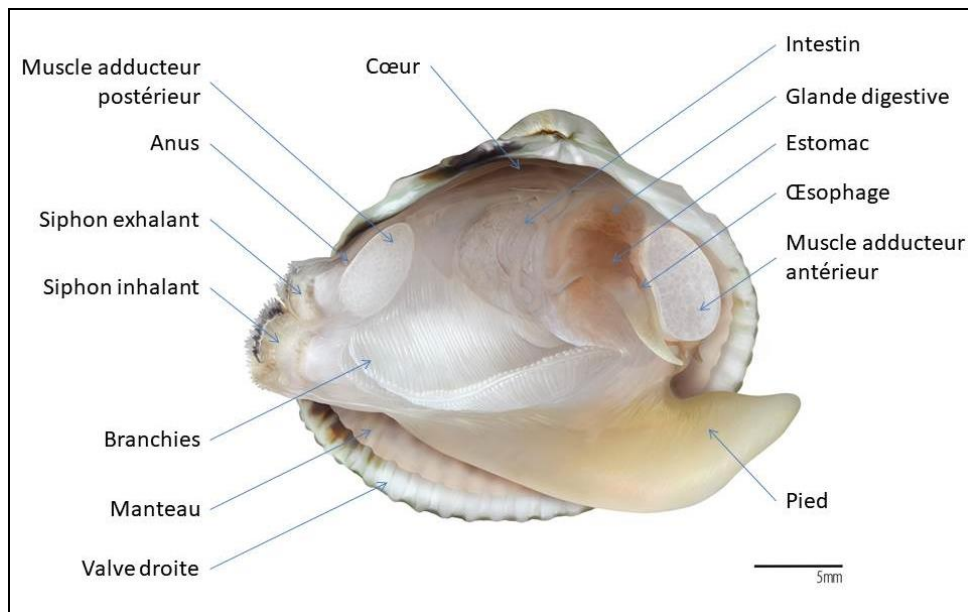


Figure 1 : Anatomie interne de *Cerastoderma edule*

Résistance de la coquille

La coquille des coques est composée pour 95 % d'une fraction minérale et pour 5 % d'une fraction organique (Jacob *et al.*, 2008). Elle s'organise en 3 principales couches : le périostracum, l'ostracum et l'hypostracum élaborés dans différentes régions du manteau (Richardson *et al.*, 1980). Le calcium utilisé pour la sécrétion de la coquille n'est ni retrouvé dans la glande digestive, ni dans le manteau, il proviendrait donc directement de l'environnement et ne serait pas d'origine alimentaire (Richardson *et al.*, 1980). De plus, l'épaisseur de la coquille est inversement proportionnelle à la salinité (Neri *et al.*, 1979), c'est-à-dire que plus la salinité est grande, plus la coquille est fragile et fine.

Un test de compression de la coquille des coques, qui correspond à la force nécessaire pour la casser pourrait mettre en évidence un problème de calcification. De la même manière que le test d'étirement des muscles, l'épaisseur de la coquille dépend de l'âge de la coque.

Indice de condition

Face à un agent stressant, certaines caractéristiques physiologiques peuvent être modifiées (croissance, taux de filtration, consommation d'oxygène, taux de respiration, excrétion, développement des gonades, etc.). L'indice de condition a aussi été mis au point dans le but de renseigner sur l'état de l'individu, de la population ou de la communauté et d'identifier des anomalies de croissance et de reproduction.

Une coque peut être divisée en 3 parties distinctes : la coquille, l'eau inter-valvaire et la chair. Pour avoir des informations sur la physiologie de la coque, la proportion de chair par rapport à l'animal entier est mesurée donnant ainsi un taux de remplissage. C'est l'indice de Walne et Mann qui est égal à 1000 fois le ratio du poids sec de chair sur le poids sec de coquille qui est utilisé parce que moins soumis aux aléas de perte d'eau intervalvaire.

Il permet de suivre la constitution des réserves puis, combiné au suivi de la température, à détecter les périodes de ponte et donc de perte énergétique.

Protocole des tests physiologiques

Pour mettre au point les indices de vitalité, plusieurs questions se posent :

- Y a-t-il une différence entre la taille des coques testées des différents prélèvements ?
- La force de compression de chaque valve d'une même coque est-elle identique ?
- Y a-t-il une corrélation entre la taille et la force de compression de la coquille complète d'une coque ?
- Y a-t-il une corrélation entre la taille et la force d'étirement des muscles ?
- S'il n'y a pas de différence significative entre la taille des coques testées, existe-t-il une différence entre la force d'étirement et de compression de ces coques entre les sites et/ou entre les dates de prélèvements ?
- Y a-t-il une relation entre le temps d'enfouissement de la coque et la force d'étirement ?
- Y a-t-il une corrélation entre les indices de conditions et la vitesse d'enfouissement et la force d'étirement des coques ?
- Y a-t-il une différence entre les indices de conditions au cours des mois et entre les sites ?

Prélèvements, conservation

Pour réaliser les tests, des coques sont prélevées en amont sur 5 sites : Quend plage, CH4, le Crotoy, la Maye (Baie de Somme Nord) et le Hourdel (Baie de Somme Sud) et à 3 dates différentes : octobre 2019, janvier 2020 et mars 2020 (Tableau 1). Les indices de conditions sont suivis tous les mois durant l'année 2020 en baie de Somme Nord sur les sites de CH4, du Crotoy et de la Maye.

Tableau 1 : Nombre de coques utilisé selon le test, le lieu et la date de prélèvement (attention, une même coque a pu subir différents tests)

Nombre d'individus testés test réalisés	Sites de prélèvement	Dates de prélèvement		
		10-2019	1-2020	3-2020
enfouissement	<i>Crotoy</i>	-	14	79
	<i>Hourdel</i>	-	-	75
	<i>Maye</i>	-	15	-
	<i>Quend</i>	30	-	-
compression coque entière	<i>Ch4</i>	-	24	-
	<i>Crotoy</i>	-	24	476
	<i>Hourdel</i>	-	-	226
	<i>Maye</i>	-	24	-
compression de chaque valve de la coquille	<i>Ch4</i>	-	20	-
	<i>Crotoy</i>	-	20	122
	<i>Hourdel</i>	-	-	74
	<i>Maye</i>	-	15	-
étirement du muscle	<i>Ch4</i>	-	20	-
	<i>Crotoy</i>	-	20	233
	<i>Hourdel</i>	-	-	100
	<i>Maye</i>	-	15	-
	<i>Quend</i>	30	-	-

Au moment des prélèvements, les coques utilisées pour les expériences étaient toutes enfouies dans le sable et réactives à la fermeture. Comme les tests n'ont pas pu avoir lieu tous en même temps, les coques ont été conservées hors de l'eau dans un milieu frais (6°C). Leur capacité de survie dans de telles conditions est d'au moins une semaine. Cependant, il est précisé que cette exondation peut constituer un facteur de stress supplémentaire pour l'animal déjà retiré de son environnement naturel et soumis à des manipulations.

Le postulat de départ est que les coques testées sont dans un bon état de vitalité et que les manipulations ou conservation au frais ne vont pas impacter les tests.

Temps d'enfouissement

Pour ce test, des coques provenant de Quend, du Crotoy, du Hourdel et de la Maye aux 3 dates suivies ont été utilisées.

Pour chronométrer le temps d'enfouissement des coques, il faut reproduire les conditions de vie naturelle au plus près. Pour cela, l'aquarium utilisé est aux dimensions suivantes : 18 cm de large, 23 cm de haut et 45 cm de long. Il est rempli avec 7 cm de sédiment et 10 cm d'eau de mer (Figure 2). Le sédiment et l'eau de mer sont prélevés directement en baie de Somme et constituent le milieu de vie adéquate pour ces coques. Afin d'éviter une asphyxie potentielle, l'eau est aérée avec un bulleur, mais sans circulation pour éviter une remise en suspension du sable qui rend l'observation impossible. La température de l'eau est également suivie au cours des expériences.



Figure 2 : Début de l'expérience, les coques numérotées sont déposées sur le sable dans l'aquarium oxygéné

Environ 25 coques (> à 20 mm) peuvent être testées simultanément dans l'aquarium. Elles sont toutes mesurées avec un pied à coulisse au millimètre près et identifiées à l'aide d'un numéro sur la coquille. Puis elles sont déposées sur le sable, dans la même position et à équidistance.

Le chronométrage de l'expérience débute au moment où les coques sont déposées sur le sable. A chaque fois qu'une coque commence à s'enfouir, le temps est relevé, ainsi que lorsqu'une coque est totalement enfouie (Figure 3) (c'est-à-dire lorsque sa coquille n'est plus visible et que seuls ses deux siphons dépassent de la surface du sable). **La durée d'observation est réduite à 2 heures** à l'issue des résultats du premier test.



Figure 3 : Illustration de l'enfouissement des coques : à gauche, seul les siphons sont visibles (la coque est enfouie), à droite, les coques se sont redressées mais ne sont pas enfouies

Force musculaire d'adduction intervalvaire et force de compression

Une partie des coques utilisées pour les tests d'enfouissement sont ensuite utilisées pour les tests d'étirement du muscle et de compression des valves de la coquille. Au total c'est 1025 coques qui ont subies la compression, (seulement pour les prélèvements de janvier et mars 2020 et pour les sites de la baie de Somme (CH4, Crotoy, Maye et Hourdel)) et 418 coques qui ont subies l'étirement (réparties sur les 5 sites et testées pour les 3 dates).

Les mesures se font au moyen d'un dynamomètre, qui indique la force maximale nécessaire pour ouvrir la coque ou briser la coquille. Les résultats sont donnés en Newton (N ; 1 kgf = 9,81 N). Le dynamomètre employé a une portée de 250 Newton et une précision de 0,1 N (certification ISO). Il est fixé sur un banc d'essais manuels qui permet la mesure de traction et de compression (Figure 4).



Figure 4 : Montage du dynamomètre utilisé pour l'expérience de compression d'une valve de coque

Le 1^{er} test consiste à mesurer la force d'adduction intervalvaire des coques. Il est nécessaire d'introduire dans l'animal les crochets de l'appareil de mesure. Pour les coques, cette insertion est faite soit en insérant les crochets dans la coque si c'est possible (Figure 5), soit en meulant légèrement les 2 valves, afin de faire un trou dans la coquille pour rendre possible l'insertion des crochets.

Ensuite, les valves de l'animal sont écartées lentement jusqu'à l'obtention d'une force maximale. Ce pic correspond aux premiers déchirements musculaires, et comprend à la fois une réaction active contre l'écartement (force d'adduction valvaire) et la résistance physique des fibres musculaires. Il arrive aussi que la force brise la coquille avant le muscle, auquel cas l'animal est remplacé.

Le 2nd test consiste à mesurer la force de compression et donc la résistance de la coquille. Ce test est réalisé sur des coques entières, mais aussi sur la valve gauche et droite d'une même coque (pour voir d'éventuelles variations). Les individus utilisés sont ceux qui ont subi le test d'étirement.



Figure 5 : Montage d'une coque sur les crochets nécessaires au test d'étirement des muscles

Une relation entre la taille des coques et les forces (compression et étirement) est établie pour calculer un indice de force. Il est défini comme le rapport force/taille et permet de comparer les sites et les dates des épreuves entre elles.

Indice de conditions

Afin de calculer cet indice, une fois par mois, sur 3 sites en baie de Somme Nord (CH4, Crotoy, Maye), une trentaine d'individus adultes sont prélevés puis mesurés au millimètre près. Ils sont ouverts pour séparer la chair de la coquille. Après passage dans une étuve à 60 °C pendant 48 h, les poids sec de coquille et poids sec de chair sont pesés avec une balance de précision au 10^{ème} de mg près (Figure 6).



Figure 6 : Pesées de la chair et de la coquille des coques après étuvage et mesure pour calculer l'indice de condition de Walne et Mann

Résultats des tests

Y a-t-il une différence entre la taille des coques des différents prélèvements ?

Les prélèvements de coques se sont déroulés de façon aléatoire. Ainsi, selon les sites et les dates d'échantillonnage, il peut y avoir une différence sur la taille moyenne des cohortes. Pour visualiser les résultats, une Boîte à moustache de la taille (en mm) des échantillons par site et par date est réalisé (Figure 7).

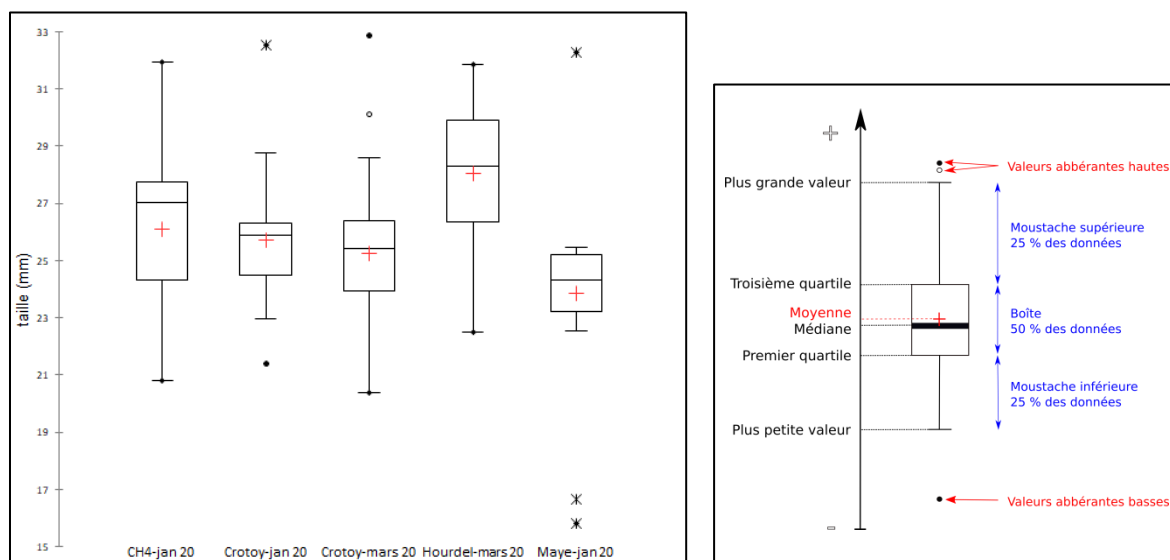


Figure 7 : Répartition de la taille des coques prélevées sur chaque site aux différentes dates à gauche et légende des éléments constituant la boîte à moustache à droite.

Afin de vérifier et de valider l'hypothèse, que la taille des coques est identique selon le site et selon la date de prélèvement, un test de Kruskal-Wallis est appliqué (il permet de comparer les échantillons entre eux). La p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle et retenir l'hypothèse alternative. Ainsi, la taille des coques prélevées est différente selon le site et la date d'échantillonnage.

Pour savoir quel échantillon est significativement différent des autres, une comparaison multiple par paire suivant la procédure de Dunn est choisie. Les résultats sont donnés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : synthèse de la p-value suite au test de Dunn : non > 0,05 = différence non significative ; oui < 0,05 = différence significative

	CH4-jan 20	Crotoy-jan 20	Crotoy-mars 20	Hourdel-mars 20	Maye-jan 20
CH4-jan 20	Non	Non	Non	Non	Non
Crotoy-jan 20	Non	Non	Non	Oui	Non
Crotoy-mars 20	Non	Non	Non	Oui	Non
Hourdel-mars 20	Non	Oui	Oui	Non	Oui
Maye-jan 20	Non	Non	Non	Oui	Non

Mis à part pour CH4 en janvier, les prélèvements du Hourdel de mars sont significativement différents des autres. Les coques prélevées y sont en moyenne plus grosses.

La force de compression de la valve gauche et droite d'une même coque est-elle identique ?

Un test de Wilcoxon des rangs signés pour la comparaison de 2 échantillons appariés est appliqué entre la force de compression de la valve gauche et de la valve droite d'une même coque (Figure 8), 248 individus sont testés (p-value = 0,003). **Une différence significative entre la force de compression des deux valves est mise en évidence.**

De plus, le coefficient de détermination de Pearson $r^2 = 0,45$ montre une corrélation assez faible entre la force de compression de la valve droite et de la valve gauche.

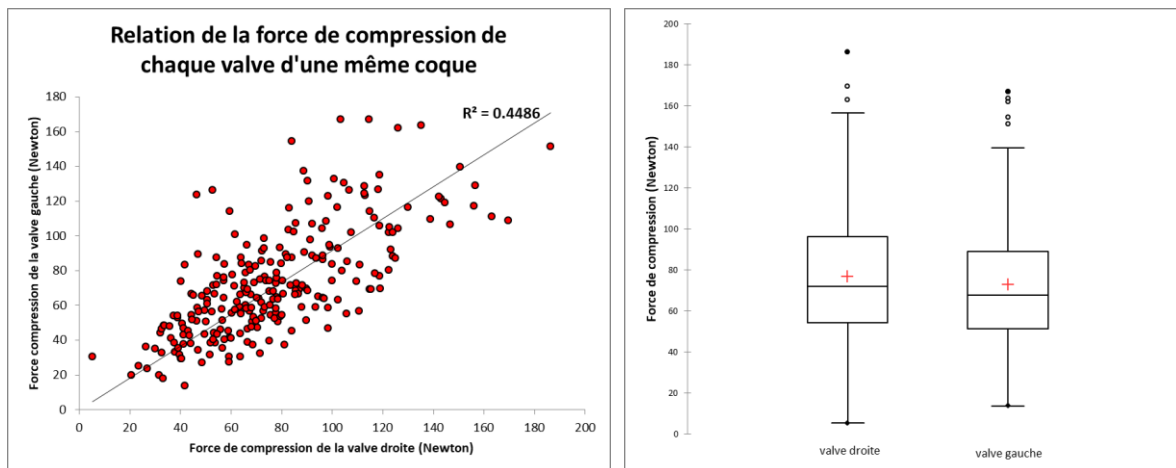


Figure 8 : Relation entre la force de compression de la valve droite et gauche des 248 coques testées pour voir la corrélation ($r^2 = 0,45$) à gauche et statistiques descriptives sous forme de boîte à moustache à droite.

Y a-t-il une corrélation entre la taille des coques et la force d'étirement des muscles ou la force de compression de la coquille ?

D'abord, un test de corrélation de Pearson est appliqué entre la taille de coques et la force d'étirement, puis entre la taille des coques et la force de compression (Figure 9). Il en ressort une forte corrélation positive entre la taille des coques et la force de compression des valves $r^2 = 0,62$ ainsi qu'entre la taille des coques et la force d'étirement $r^2 = 0,76$.

Ensuite, une Analyse en Composante Principale est utilisée afin de voir s'il existe des corrélations entre les 3 variables et les facteurs (Figure 10). Les 2 axes (F1 et F2) représentent 92,98 % de la variabilité et les 3 variables sont loin du centre du graphique, ce qui est adéquat pour les interpréter. Comme la force d'étirement et la taille sont proches (angle aiguë), la corrélation positive est significative, c'est-à-dire que **plus la taille de la coque est élevée, plus la force d'étirement nécessaire à l'ouverture sera grande, comme pour la force de compression.**

Grâce à ces corrélations, il est maintenant possible de pondérer la force d'étirement et de compression des individus par leur taille. L'objectif étant d'obtenir des indices de force qui permettront de faire des comparaisons entre les sites et les dates de prélèvements.

Afin d'illustrer l'évolution des indices entre les sites et/ou entre les dates de prélèvements, les boîtes à moustache sont utilisées.

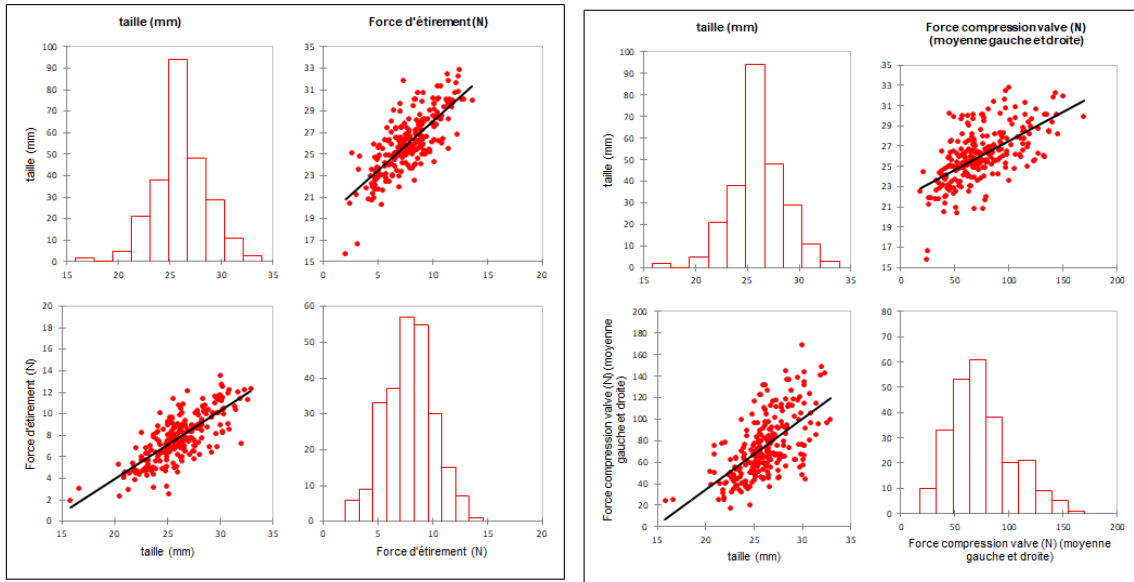


Figure 9 : Corrélations entre taille et force d'étirement (à gauche) puis entre la taille et la force de compression (à droite)

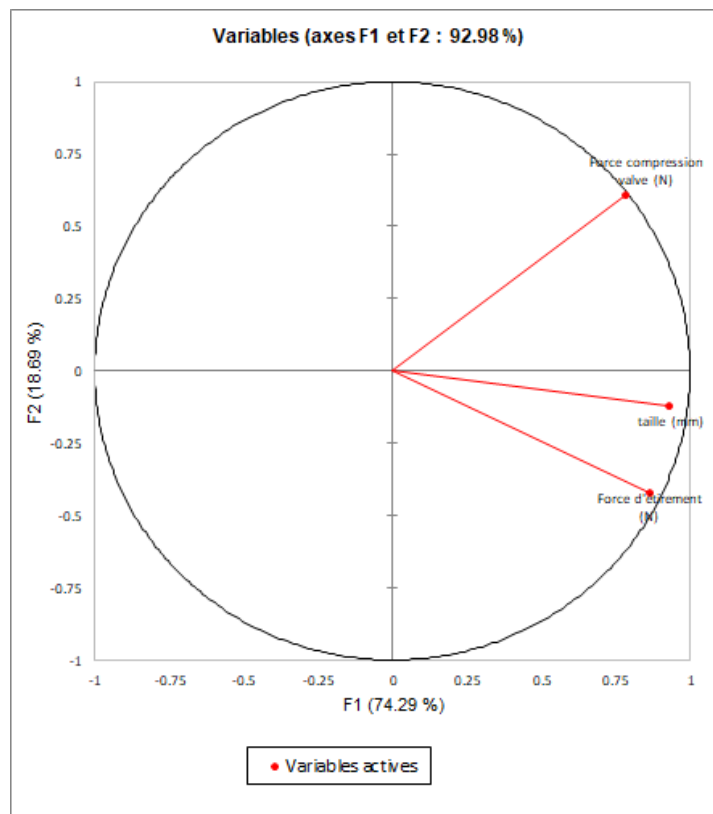


Figure 10 : Corrélations entre les variables taille, force de compression et force d'étirement représentées par une ACP

Y a-t-il une différence entre l'indice de compression des coquilles de coques entières prélevées à la même date mais sur 2 sites différents ?

Le test kruskal wallis appliqué sur l'indice de compression des coquilles de coques entières met en évidence une différence significative (p -value $< 0,05$) entre les individus provenant du Hourdel et ceux du Crotoy pour un échantillonnage en mars 2020.

Les coquilles des coques du Hourdel sont 1,5 fois plus résistantes que celle du Crotoy : indice moyen de 4,3 N au Hourdel contre 2,8 N au Crotoy (Figure 11).

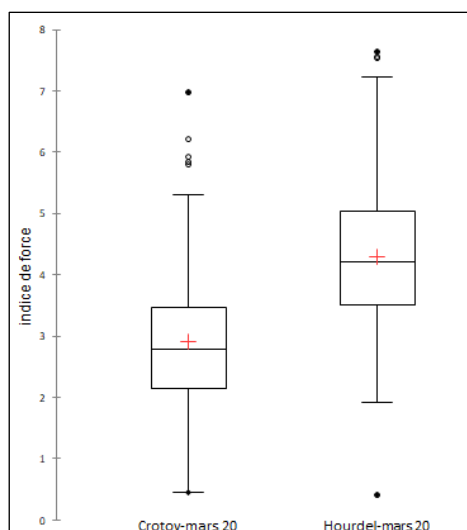


Figure 11 : Différences de l'indice de compression des coquilles entières de coques selon 2 sites prélevés à la même date

Y a-t-il une différence entre les sites et dates de prélèvements sur les indices de force de compression des valves des coques ?

Pour savoir si les variations observées sont significativement différentes entre les sites et/ou dates de prélèvements, un test de Kruskal-Wallis est appliqué. Elles sont résumées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Synthèse des différences entre les sites et dates de prélèvements pour l'indice de force de compression des valves de la coquille (oui = il existe une différence significative ; non = la différence n'est pas significative)

	CH4-jan 20	Crotoy-jan 20	Crotoy-mars 20	Hourdel-mars 20	Maye-jan 20
CH4-jan 20	Non	Non	Oui	Non	Oui
Crotoy-jan 20	Non	Non	Non	Non	Non
Crotoy-mars 20	Oui	Non	Non	Oui	Non
Hourdel-mars 20	Non	Non	Oui	Non	Oui
Maye-jan 20	Oui	Non	Non	Oui	Non

L'indice de compression est significativement différent entre les sites du Hourdel et du Crotoy pour les prélèvements de mars, comme démontré précédemment avec la force de compression de la coquille entière. Ici, les valves des coquilles sont 1,2 fois plus résistantes que celles du Crotoy. La différence entre les 2 sites est moins marquée sur les valves que lors du test sur la coquille entière.

Pour les prélèvements de janvier, on observe une différence significative entre le site de CH4 qui a une coquille 1,7 fois plus résistante qu'à la Maye.

Sur un même site, au Crotoy, il n'y a pas de différence significative de résistance de la coquille entre les prélèvements de janvier et de mars (Figure 12).

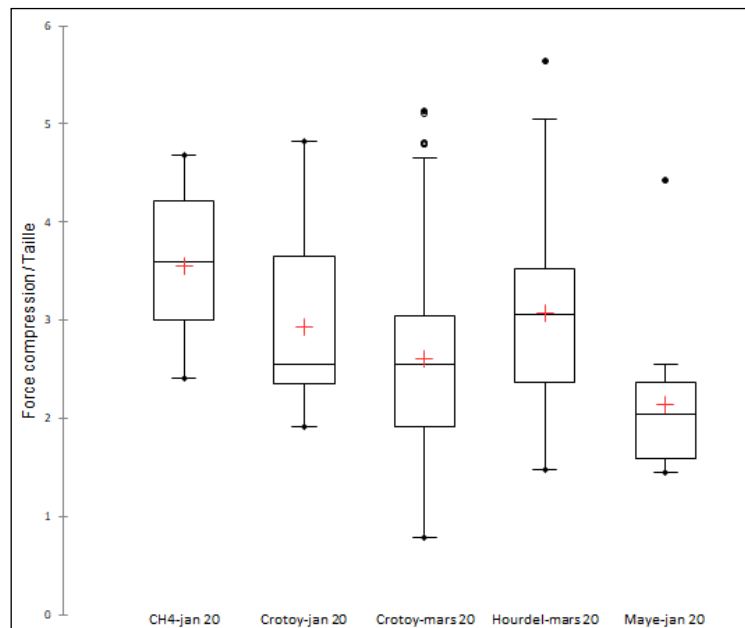


Figure 12 : Variations de l'indice de compression des valves (moyenne de la force de compression de la valve gauche et de la valve droite) des coques selon 4 sites et 2 dates de prélèvements

Y a-t-il une différence entre les sites et dates de prélèvements sur les indices de force d'étirement des muscles des coques ?

Pour savoir si les variations observées sont significativement différentes entre les sites et/ou dates de prélèvements, un test de Kruskal-Wallis est appliqué. Elles sont résumées dans le Tableau 4. Le test d'étirement des muscles adducteurs des coques met en avant une différence significative pour le site du Crotoy entre les prélèvements de janvier et de mars. Il apparaît que les coques prélevées en janvier sont 1,2 fois plus résistantes que celle de mars.

Il n'y a pas de différence significative entre les sites de CH4, du Crotoy, de la Maye prélevés en janvier. Contrairement aux sites du Hourdel et du Crotoy prélevés en mars 2020.

Tableau 4 : Synthèse des différences entre les sites et dates de prélèvements pour l'indice de force d'étirement des muscles (oui = la différence est significative ; non = la différence n'est pas significative)

	CH4-jan 20	Crotoy-jan 20	Crotoy-mars 20	Hourdel-mars 20	Maye-jan 20
CH4-jan 20	Non	Non	Non	Oui	Non
Crotoy-jan 20	Non	Non	Oui	Non	Non
Crotoy-mars 20	Non	Oui	Non	Oui	Oui
Hourdel-mars 20	Oui	Non	Oui	Non	Non
Maye-jan 20	Non	Non	Oui	Non	Non

Les muscles des coques prélevées au Hourdel en mars sont 1,5 fois plus résistants que ceux des coques du Crotoy de mars (Figure 13). Une grande variabilité de l'indice de force d'étirement est observée dans la population de coques notamment au Crotoy en mars (valeur allant 10,35 à 44,64).

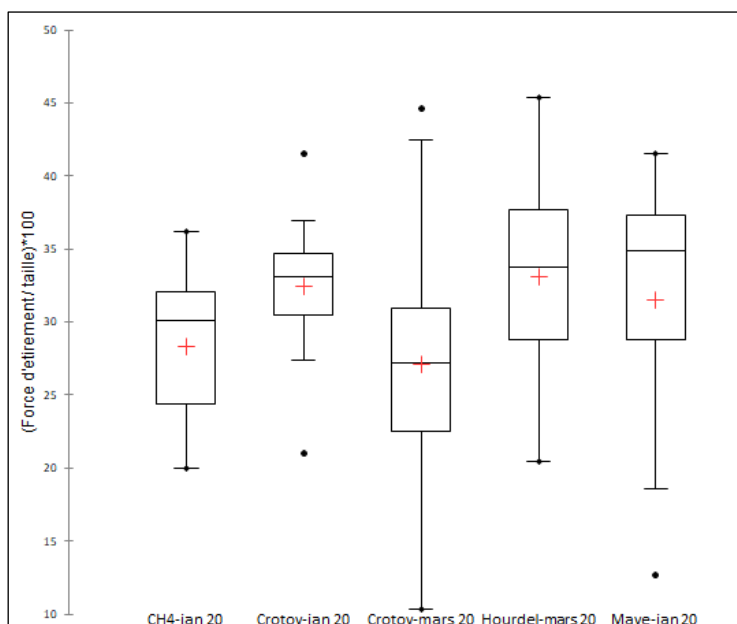


Figure 13 : Variations de l'indice d'étirement des muscles des coques selon 4 sites et 2 dates de prélèvements

Y a-t-il une différence entre les sites et dates de prélèvements sur l'enfouissement des coques ?

Pour les tests d'enfouissement, une variable qualitative est utilisée. La réponse est de type binaire : enfouissement de la coque au bout de 2 h ou pas d'enfouissement. 5 sites sont testés : Le Hourdel, Quend, la Maye, le Crotoy et CH'4 à 3 dates différentes (novembre, janvier et mars). (Tableau 5). Sur l'ensemble des individus testés (343 individus), 200 ne sont pas enfouis au bout de 2h (soit 58,3 % de la population).

Afin de savoir si la fréquence d'enfouissement des coques est différente entre site et date, comme les échantillons sont indépendants entre eux et que certains effectifs sont inférieurs à 5, un test exact de Fisher est appliqué.

Tableau 5 : Synthèse des conditions d'enfouissement testées : date, site, nombre de coques et pourcentage d'enfouissement

date	site	nombre de coques testé	enfouissement avant 2 h		Pourcentage de coques non enfouies
			non	oui	
nov-19	Quend	30	4	26	13%
janv-20	CH4	20	14	6	70%
	Crotoy	20	8	12	40%
	Maye	15	10	5	67%
mars-20	Crotoy	183	142	41	78%
	Hourdel	75	22	53	29%

Il en ressort une différence significative au seuil $\alpha = 0,05$ entre l'enfouissement des coques au bout de 2h à Quend en novembre 2019, au Crotoy et au Hourdel en mars 2020. En ce qui concerne les coques de CH'4, du Crotoy et de la Maye de janvier 2020, la différence d'enfouissement des coques n'est pas significative, peut être que le nombre d'individus testés (20, 20 et 15 respectivement) est trop faible entraînant une sous interprétation.

Il existe grande variation entre la fréquence d'enfouissement des coques sur les sites pour les différentes dates. Il en découle une différence significative entre les échantillons, mais on ne peut pas affirmer pour autant qu'elle est représentative de la population.

On peut simplement dire qu'il n'y a pas d'arguments pour exclure cette hypothèse. En effet, les coques utilisées semblaient être dans un bon état vital au moment des prélèvements (enfouies dans le sables et très réactives à un stimulus) et aucune corrélation entre l'indice de force d'étirement et l'enfouissement des coques n'a pu être mis en évidence.

Y a-t-il des différences sur l'indice de condition de Walne et Mann entre les sites de prélèvements et comment évolue-t-il ?

Un échantillonnage mensuel durant 1 an, sur 3 points (CH'4, La Maye et le Crotoy) en baie de Somme Nord a permis de suivre l'évolution du cycle de reproduction de la coque *Cerastoderma edule*.

L'étude de l'évolution de la condition des coques est effectuée en suivant les variations de l'indice de condition de Walne et Mann. Pour rappel, seul des coques de taille mature sont testées. L'évolution saisonnière est étudiée séparément sur les 3 points (Figure 14, Figure 15 et Figure 16). Elle suit la même tendance sur les 3 points pendant la période du suivi : une diminution de l'indice en février (valeur la plus faible de l'année) puis une augmentation progressive au printemps qui correspond à la phase de maturation, ensuite, il y a une phase de ponte. Elle s'étend de juin à août et c'est sur les zones du Crotoy et de la Maye entre août et septembre qu'elle est la plus visible grâce à une nette diminution qui se poursuit ensuite les quatre derniers mois de l'année 2020.

Cependant, des pontes secondaires peuvent avoir lieu selon les conditions du milieu : la première en mai et la seconde entre septembre et octobre (fin de l'automne). Les pontes secondaires sont moins intenses parce qu'elles ne concernent pas l'ensemble des coques matures. Mais elles sont visibles lorsque les boxplots sont très étendus comme sur le point de La Maye en mai ou sur CH'4 entre octobre et novembre (diminution nette).

La phase de repos sexuel n'est pas très nette puisqu'elle est limitée dans le temps : décembre-janvier. Il faut rappeler qu'une ponte est toujours possible tant que l'indice de Walne et Mann ne descend pas en dessous de 80.

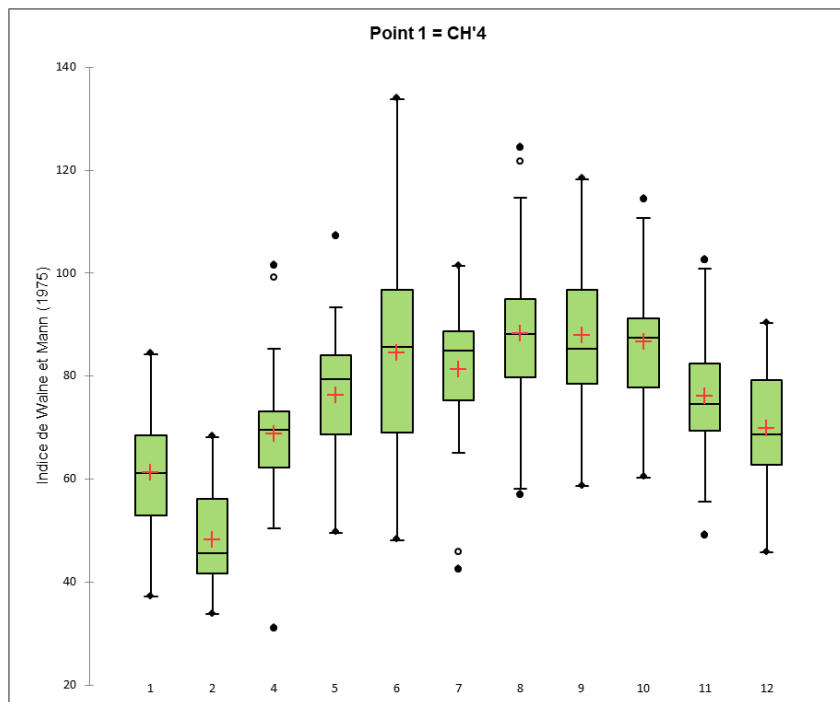


Figure 14 : Evolution de l'indice de condition de Walne et Mann chaque mois (1 à 12) durant l'année 2020 sur le site de CH'4 (le mois 3=mars n'a pas pu être prélevé à cause de la situation sanitaire en France)

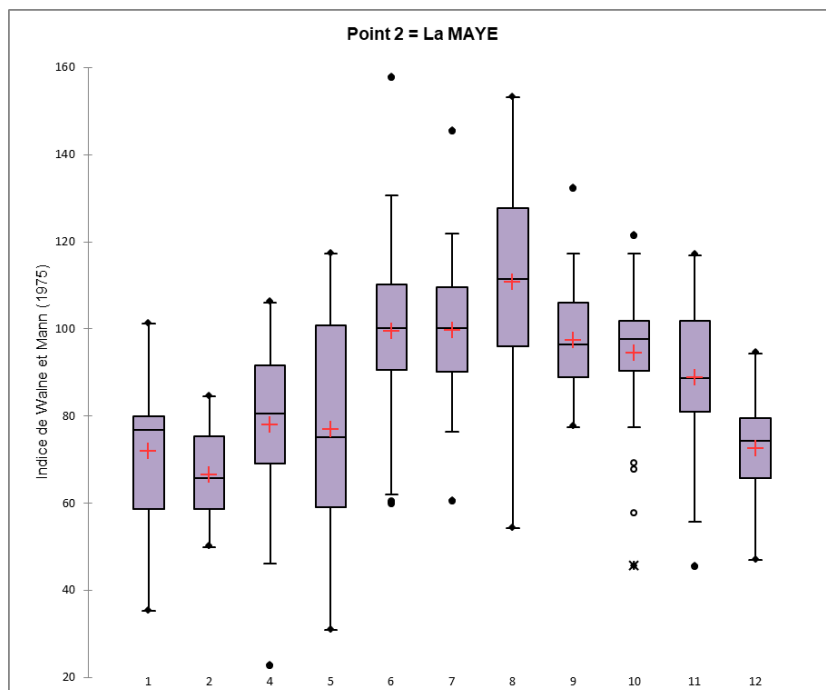


Figure 15 : Evolution de l'indice de condition de Walne et Mann chaque mois (1 à 12) durant l'année 2020 sur le site de La Maye (le mois 3=mars n'a pas pu être prélevé à cause de la situation sanitaire en France)

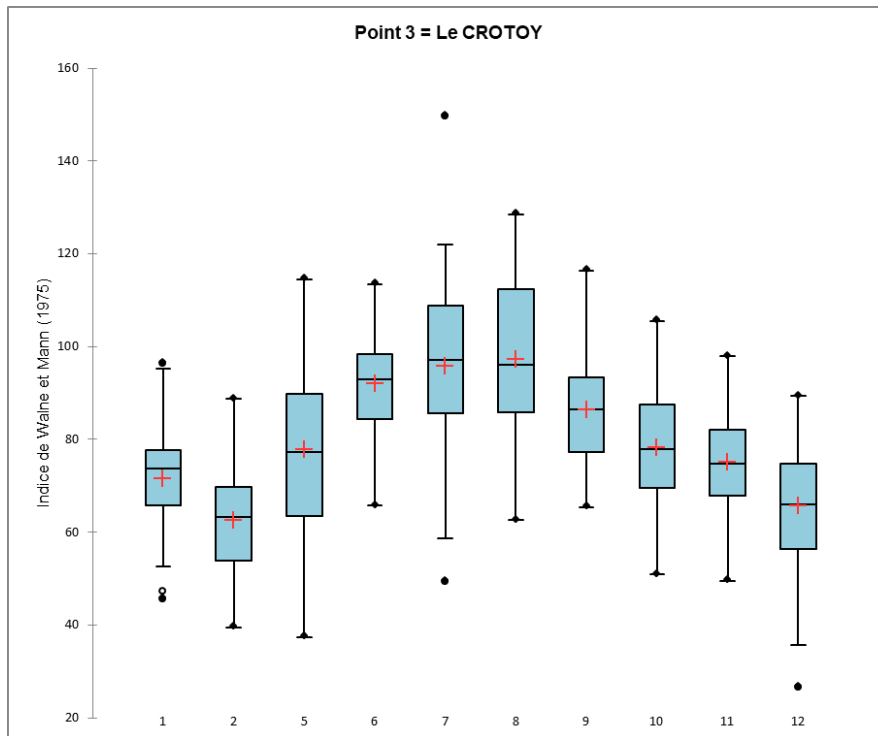


Figure 16 : Evolution de l'indice de condition de Walne et Mann chaque mois (1 à 12) durant l'année 2020 sur le site du Crotoy (les mois 3 et 4 n'ont pas pu être prélevés à cause de la situation sanitaire en France)

Dans le cas des animaux à sang froid, comme les coques, la température est le facteur environnemental majeur qui contrôle le métabolisme et agit sur le déroulement du cycle de reproduction. A température faible la plupart des processus physiologiques sont lents. *A contrario*, ils accroissent de façon notable quand la température augmente. Lorsque les individus sont matures, le suivi de l'évolution thermique de l'air et du cycle sexuel (via l'indice de Walne et Mann) permet la mise en évidence d'une ponte. Elle est souvent déclenchée lorsque la température dépasse 26°C (Figure 17) constituant une valeur seuil en baie de Somme en dessous de laquelle l'émission de gamètes est plus difficile. Pour rappel, des températures supérieures à 36°C deviennent stressantes, ou même létales si elles sont combinées à d'autres conditions non optimales comme de faibles concentrations en oxygène, en sel, ou en nourriture (Kristensen, 1958).

Une vague de chaleur est observée entre le 5 et le 13 août 2020, atteignant 36,3°C. D'ailleurs la valeur de l'indice de condition sur les sites du Crotoy et de la Maye diminue dès le mois suivant, illustrant une ponte. Des épisodes de mortalité ont été observés durant cette période en baie de Somme, mais sur des zones assez localisées. Ces dates correspondent à des marées de vives eaux, ainsi sur le littoral des Hauts-de-France, les basses mers se trouvent être en début de matinée (entre 8h et 11h) et en fin de journée (entre 21h et 23). C'est peut être grâce à cela qu'une mortalité massive des gisements a été évitée.

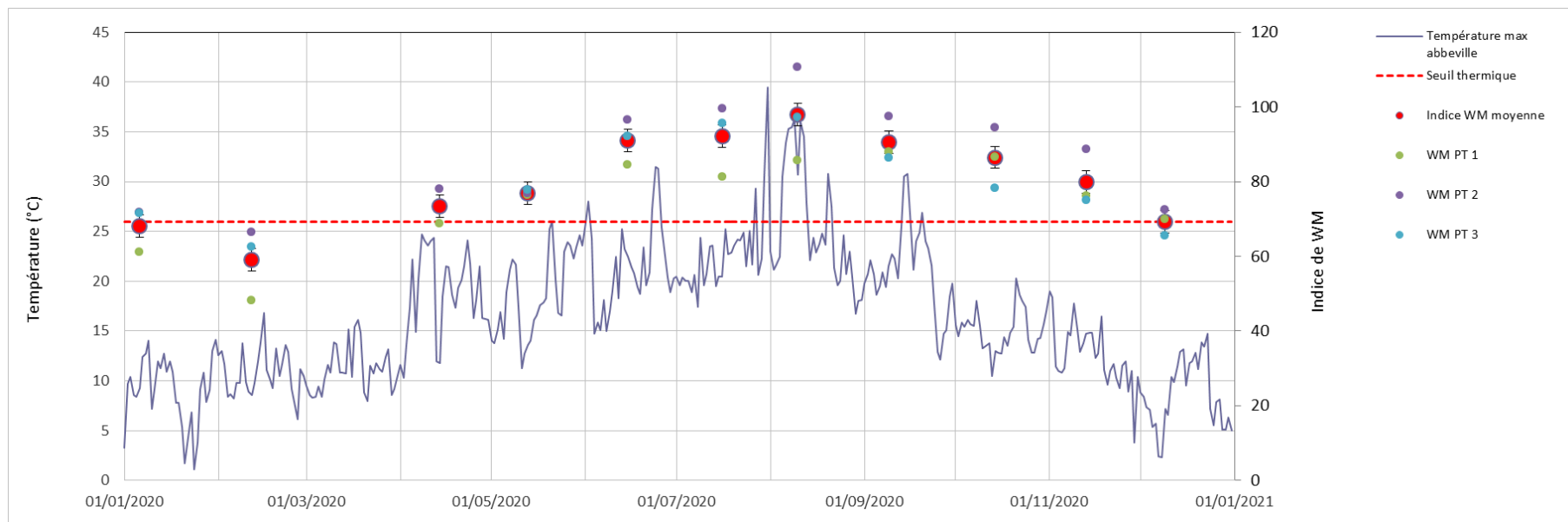


Figure 17 : Evolution durant l'année 2020 de la température maximale de l'air (station météorologique d'Abbeville) et de l'indice de condition de Walne et Mann sur les 3 points suivis ainsi que sur la moyenne de l'indice des 3 points

Discussion et conclusions

Une analyse critique du protocole expérimental doit être faite, ainsi qu'un bilan de ces essais.

Comme présumé, les tests mettent en évidence une corrélation positive forte entre la taille de la coque, la résistance de la coquille et la résistance du muscle à l'étirement. Plus les coques sont grandes, plus la force de compression pour casser la coquille et la force d'étirement pour rompre le muscle sont importantes. Un indice de compression et d'étirement est obtenu après pondération des forces par la taille des coques. C'est cet indice qui permet de comparer les coques selon les sites et les dates de prélèvements. Ces comparaisons mettent en évidence des variations entre les tests ayant chacun leur problème et domaine d'application.

La **force d'adduction intervalvaire** paraît moins adaptée pour différencier les coques que lors des tests menés pour évaluer la vitalité de coquilles Saint-Jacques (Fleury *et al.*, 2005). Ce test de force musculaire pourrait être plus limité (car moins sensible) sur des bivalves dimyaires (coque, moule) que sur des monomyaires (coquille Saint-Jacques, huître). En effet, le muscle chez les bivalves monomyaire joue un rôle plus important dans l'herméticité de la coquille face à l'environnement extérieur et comme réserve glucidique. La variabilité entre les coques est aussi apparue importante. Cette variabilité peut être en partie due à la force de déchirement du muscle qui s'ajoute à la force active réelle d'adduction valvaire.

La force utilisée ici se révèle une mesure peu sensible. L'utilisation de ce test implique donc son amélioration vers une mesure de la seule force d'adduction active du muscle, qui permettrait une mesure non létale et probablement plus sensible.

La **force de compression de la coquille** met en évidence une différence significative entre la force de compression de la valve gauche et droite d'une même coque. La calcification des 2 valves n'est donc pas identique. L'indice de compression et donc la calcification est différente entre les sites, ce qui peut expliquer qu'on retrouve des « cul cassés » (coques dont une partie de la coquille s'est rompue) au moment de la pêche des coques dans les veinettes. La coquille de la coque est plus épaisse et donc plus résistante lorsque la salinité est basse (Neri *et al.*, 1979), il faudrait vérifier la conductimétrie de l'eau pour vérifier la corrélation.

La **vitesse d'enfouissement** n'a pas permis d'observer de corrélation entre le temps d'enfouissement et l'indice de force d'étirement des coques. La vitesse d'enfouissement peut varier selon la taille des coques, la granulométrie du substrat, la température, la salinité, la saison, la présence de prédateurs, l'hypoxie, la répétition de l'expérience. Ainsi, même si le sédiment était le même entre les expériences pour limiter ce biais et que la salinité ainsi que la température étaient suivies, la mesure pouvait parfois être subjective. C'est le cas notamment lorsque l'enfouissement est intermédiaire, c'est-à-dire que les coques ont commencées à s'enfouir mais qu'elles ne le sont pas en totalité. Pour ce test encore une grande variabilité entre les coques est mise en évidence.

L'indice de condition a permis de suivre l'évolution des réserves chez les individus, mais aussi les périodes de pontes et donc les moments les plus à risque pour la survie des coques. En effet, c'est la synergie entre l'effort de reproduction et l'augmentation des températures (> 30 °C) souvent au moment des basses mers de mortes eaux sur le littoral des Hauts-de-France qui peuvent causer des épisodes de mortalité massifs. Ainsi, suite à la ponte principale printanière, les coques s'en trouvent affaiblies et sont plus sensibles aux variations de température qui causent un stress supplémentaire chez les individus pouvant causer leur mort.

Les indicateurs comportementaux sont des indices généralement faciles d'application et qui donnent des réponses rapides sans trop d'investissement financier. En revanche, il est nécessaire de bien connaître les variations liées aux cycles biologiques de l'espèce visée en condition normales (sans stress). En effet, de nombreux facteurs peuvent faire varier l'intensité de réponses des indicateurs comme l'âge, le sexe, l'état reproducteur, les caractéristiques génétiques et le stock d'origine (intertidal ou subtidal). Mais, il existe également des facteurs non quantifiables entraînant des variations propres à chaque individu pouvant correspondre d'une certaine manière à leur humeur.

Ces tests de vitalité permettent de déterminer la vitalité au plus large spectre d'aptitudes possibles au détriment, par contre, d'une compréhension fine des facteurs de stress et de leurs effets sur l'organisme.

Ainsi, pour avoir un éventail juste de l'état de vitalité des organismes et de la qualité de leur environnement, des informations sur la nature des réponses suite à un stress seront requises telles que le seuil létal des agents stressants, le niveau de référence habituel, la variabilité intra et interspécifique ainsi qu'entre les saisons et les sites. Il faut désormais appliquer des facteurs de stress additionnel aux tests de vitalité mis en œuvres dans la présente étude pour vérifier la fiabilité et la sensibilité des résultats acquis. L'objectif étant de voir s'ils sont capables de mettre en évidence la baisse de vitalité d'animaux affaiblis. Cela permet de préciser que les tests physiologiques étudiés ne sont pas spécifiques d'un type de stress mais qu'ils peuvent différencier l'état de santé d'animaux ayant subi des stress d'origines diverses.

D'autres indices mériteraient d'être testés comme par exemple celui de la perte de sel intervalvaire en eau douce. En effet, comme expliqué précédemment, la capacité à s'isoler du milieu extérieur, quand celui-ci devient défavorable, est l'une des conditions de survie des mollusques bivalves. Outre la fermeture des deux valves de la coquille par contraction musculaire, il existe aussi une barrière supplémentaire interne par jointure des lobes du manteau. La mesure de perte en sel pourrait être réalisée en plongeant les coques à tester (nombre et poids mesurés) dans un volume d'eau douce connue et thermorégulée. Puis l'augmentation de la salinité serait enregistrée en continu avec un conductimètre. Grâce à cela, il serait possible de connaître la résistance des coques et leur état vital.

Bibliographie

- Chantler, P., 2006. Chapter 4 Scallop adductor muscles: Structure and function, in: *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*. pp. 229–316.
- Fleury, P.-G., Janssoone, X., Nadeau, M., Guderley, H., 2005. Force production during escape responses: sequential recruitment of the phasic and tonic portions of the adductor muscle in juvenile sea scallop, *Placopecten Magellanicus* (gmelin). *Journal of Shellfish Research* 24. pp. 905–911.
- Fleury, P.-G., Mazurié, J., 2007. Vitalité, stress et risque de mortalité : comment les définir et comment les mesurer chez les Mollusques bivalves ? in: *Atelier de Travail Indicateurs de Stress Chez Les Mollusques (2003)*. Québec (Canada). pp. 8–16.
- Jacob, D.E., Soldati, A.L., Wirth, R., Huth, J., Wehrmeister, U., Hofmeister, W., 2008. Nanostructure, composition and mechanisms of bivalve shell growth. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72. pp. 5401–5415.
- Kristensen, I., 1958. Differences in Density and Growth in a Cockle Population in the Dutch Wadden Sea. *Archives Néerlandaises de Zoologie* 12. pp. 351–453.
- Moreira, F., 1995. The winter feeding ecology of Avocets *Recurvirostra avosetta* on intertidal areas. I. Feeding strategies. *Ibis* 137. pp. 92–98.
- Neri, R., Schifano, G., Papanicolaou, C., 1979. Effects of salinity on mineralogy and chemical composition of *Cerastoderma edule* and *Monodonta articulata* shells. *Marine Geology* 30. pp. 233–241.
- Reise, K., 2003. Metapopulation structure in the lagoon cockle *Cerastoderma lamarcki* in the northern Wadden Sea. *Helgol Mar Res* 56. pp. 252–258.
- Richardson, C., Crisp, D., Runham, N., Gruffydd, L., 1980. The use of tidal growth bands in the shell of *Cerastoderma edule* to measure seasonal growth rates under cool temperate and sub-arctic conditions. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 60. pp. 977-989.
- Tebble, N., 1996. *British Bivalve Seashells a Handbook for Identification* by Tebble N - AbeBooks.
- Van Gils, J.A., Piersma, T., Dekinga, A., Spaans, B., Kraan, C., 2006. Shellfish Dredging Pushes a Flexible Avian Top Predator out of a Marine Protected Area. *PLOS Biology* 4. pp. 376.