

Université de La Rochelle

Pôle sciences, Avenue Michel Crépeau, 17000 LA ROCHELLE



Mémoire de fin d'étude  
Pour l'obtention du diplôme de  
**Licence Professionnelle**  
**« Aquaculture et relations avec l'environnement littoral »**

Evaluation et distribution du stock du bivalve *Cerastoderma edule* en baie de Somme

*De Moura Léa*

*Etude réalisée au sein de l'association Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL)*

*Adresse : 115 quai Jeanne d'Arc, 80230 Saint-Valery-sur-Somme*

*Email : [contact@gemel.org](mailto:contact@gemel.org)*

*Site internet : [www.gemel.org](http://www.gemel.org)*

*Sous la responsabilité de : Rocroy Mélanie, chargée d'études au GEMEL*

## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier l'Université de La Rochelle pour m'avoir permis de réaliser ce stage sur une belle durée de quatre mois. Je remercie par ailleurs tous mes enseignants pour toutes les connaissances qu'ils m'ont inculquées durant cette année et que j'ai pu mettre en valeur lors de ce stage.

Mes remerciements à M. Denis Fichet, responsable de la licence professionnelle AQUAREL, pour sa disponibilité pendant le stage et son accompagnement tout au long de l'année.

J'adresse mes sincères remerciements au GEMEL et à la directrice Mme Céline ROLET, de m'avoir accueillie. Je souhaiterais également remercier mes collègues pour leur bienveillance et le partage de connaissances.

Mes plus doux remerciements reviennent à Mme. Mélanie Rocroy, ma maitre de stage, qui a su rendre ces quatre mois merveilleux grâce à sa gentillesse, son sourire et son goût du partage. Merci pour ses encouragements quotidiens et sa patience quand je perdais mon sens de l'orientation sur le terrain.

Je remercie très fort M. Romain Lattelais et Mme Julie Lemaire, bénévoles du GEMEL, pour leur bonne humeur et leur grande aide apportées sur le terrain.

Je remercie chaleureusement les pêcheurs et le personnel de la réserve naturelle de la baie de Somme qui nous ont chaleureusement véhiculé lors de certaines sorties sur le terrain.

Ceci a été une expérience professionnelle plus que parfaite grâce à cette belle équipe et au cadre de vie que nous offre la baie de Somme chaque jour.

Enfin, je remercie les français d'avoir respecté les restrictions sanitaires jusqu'à aujourd'hui, qui m'a ainsi permis de réaliser mon stage en présentiel du début à la fin.

## Liste des figures

Figure 1 : Organigramme du conseil d'administration (à gauche) et de l'équipe salariée (à droite) du GEMEL .....	6
Figure 2 : Axes des programmes du GEMEL .....	7
Figure 3 : Cartographie de la baie de Somme .....	10
Figure 4 : Classification de la coque commune Cerastoderma edule .....	11
Figure 5 : Schéma de l'anatomie externe (à gauche) et interne (à droite) d'une coque .....	12
Figure 6 : Coupe verticale du sol sur 20 cm de hauteur .....	12
Figure 7 : Schéma du cycle de vie de la coque Cerastoderma edule .....	13
Figure 8 : Individu C.edule de 1,8 mm à la loupe binoculaire avec une échelle graduée intégrée (à gauche). Recrutement d'individus de 2mm prélevé le 3 juin 2021 (à droite). .....	13
Figure 9 : Accumulation de phytoplancton (Phaeocystis) à la surface du sol (à gauche). Banc de coques mortes à droite) .....	14
Figure 10 : Surface de prélèvement d'une venette .....	16
Figure 11 : Disposition des coques avant le passage à l'étuve (à gauche) et rendu après 48 heures (à droite) .....	17
Figure 12 : Mesure de la longueur d'une coque à l'aide d'un pied à coulisse électronique.....	17
Figure 13 : Référentiel du GPS et DGPS .....	20
Figure 14 : Suivi mensuel d'avril (A), mai (B), juin (C) et juillet (D) 2021 pour les 3 points de la baie de Somme. ....	22
Figure 15 : Distribution de la densité de coques par classe de taille lors du suivi mensuel de CH'4 en mai 2021 .....	23
Figure 16 : Suivi de la croissance des coques entre juin et juillet 2021 sur le point 3 .....	24
Figure 17 : Indice de condition moyen sur les 3 points de gisements en baie de Somme .....	26
Figure 18 : Indice de condition sur les 3 points de gisements en baie de Somme. ....	27
Figure 19 : Cartographie des points de prélèvements sur les gisements de baie de Somme, 2021. ....	29
Figure 20 : Interpolation de la biomasse des coques supérieures à 27 mm sur les gisements du Centre (au Sud), Le Crotoy (au milieu), CH'4 et les Bouchots au 1 <sup>er</sup> juillet 2021 .....	30
Figure 21 : Densité des coques par classe de taille sur le gisement du Crotoy, le 5 mai 2021. 32	
Figure 22 : Densité des coques par classe de taille sur le gisement Centre, le 18 mai 2021....	32
Figure 23 : Densité des coques par classe de taille sur le gisement de CH'4, le 1 juillet 2021. 32	
Figure 24 : Représentation cartographique des transects réalisés au DGPS sur les gisements des Bouchots et CH'4 .....	33

Figure 25 : Répartition de la densité des coques sur le gisement de CH <sub>4</sub> en fonction de la topographie .....	33
Figure 26 : Comparaison des données topographiques entre le DGPS et les données du ROL sur les gisements des Bouchots et de CH <sub>4</sub> .....	34

### Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des tailles moyennes de chaque cohorte sur les trois points de suivi mensuel en baie de Somme .....	23
Tableau 2 : Densité des coques par mois pour chaque point de prélèvement de la baie de Somme.....	25
Tableau 3 : Répartition de la biomasse des coques supérieures à 27 mm en baie de Somme	31

## Sommaire

Présentation de la structure d'accueil .....	6
Place de l'étudiant dans la structure d'accueil .....	8
1. Principales missions autour de l'exploitation des coques. ....	8
2. Missions annexes.....	9
Introduction.....	10
1. Milieu d'étude .....	10
2. Biotope étudié .....	11
3. La coque commune .....	11
3.1. Anatomie.....	11
3.2. Reproduction.....	12
3.3. Croissance de la coque.....	13
3.4. Causes de mortalité de la coque .....	14
3.5. La coque, une ressource économique en baie de Somme.....	14
Méthodologie .....	16
1. Suivi mensuel.....	16
2. Evaluation de gisement .....	19
3. Topographie.....	20
Résultats .....	21
1. Suivi mensuel durant l'année 2021 en baie de Somme.....	21
2. Evaluation des gisements en baie de Somme.....	28
3. Topographie du milieu d'étude .....	33
Discussion .....	35
1. Etude du cycle de vie de la coque grâce au suivi mensuel .....	35
2. Evaluation du stock de coques .....	36
3. Distribution des coques selon la topographie .....	37
Conclusion .....	38
Bibliographie.....	39
ANNEXE.....	41

## Présentation de la structure d'accueil

Le Groupe d'Etudes des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL) est une association située à Saint-Valery-sur-Somme en baie de Somme, sur le littoral des Hauts-de-France. Elle contribue à améliorer les connaissances des écosystèmes estuariens et littoraux. Les études sont concentrées sur les baies de Somme, d'Authie et de Canche.

Cette association cherche à valoriser les échanges entre les scientifiques, les administrations et les usagers du littoral (pêcheurs à pied notamment).

Fondée en 1981, elle se compose aujourd'hui d'un conseil d'administration et d'une équipe de 5 salariés permanent (Figure 1). De plus, lors des périodes d'activités nécessitant beaucoup de main d'œuvre en particulier sur le terrain (printemps /été), le GEMEL ouvre des postes de technicien en Contrat à Durée Déterminée (CDD) et peut compter sur le soutien de ses bénévoles. L'association compte 34 adhérents en 2019. L'admission de stagiaires chaque année a aussi une importance dans la saison de développement d'activités.

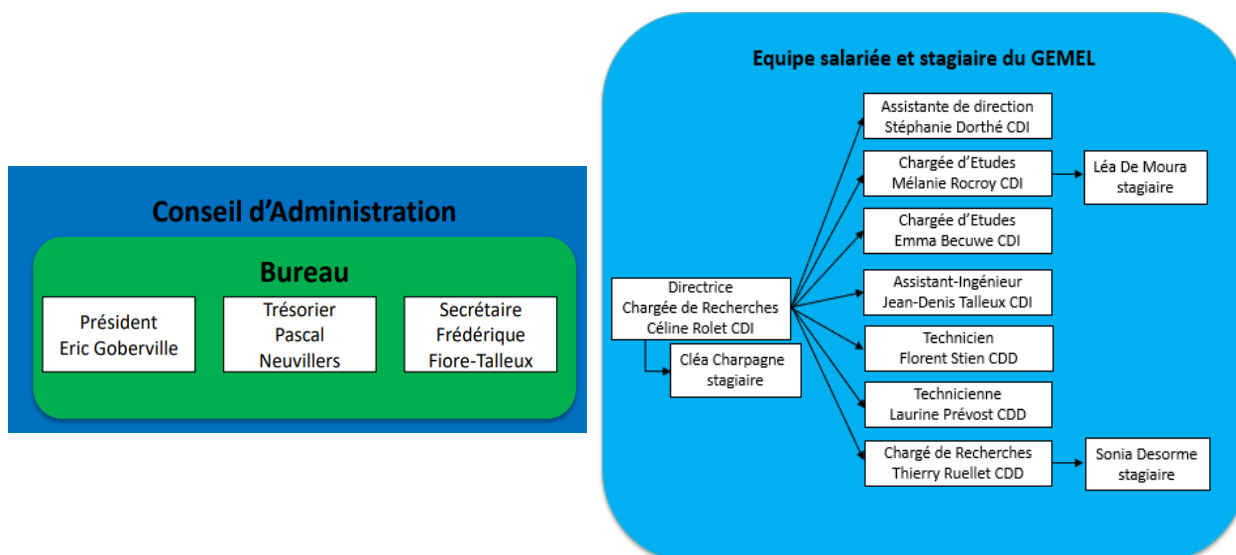


Figure 1 : Organigramme du conseil d'administration (à gauche) et de l'équipe salariée (à droite) du GEMEL

Le GEMEL collabore avec de nombreuses institutions telles que l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CRPMEM) des Hauts-de-France ou encore la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) de la Somme et du Pas de Calais. L'association développe ses activités dans le cadre de programmes qui s'organisent autour des six axes (Figure 2).

Participer à la surveillance écologique



Accompagner les pêcheurs à pied qui exploitent les ressources marines des estuaires et du littoral



Accompagner les éleveurs d'ovins prés salés



## AXES



Accompagner les acteurs gestionnaires des estuaires et du littoral



Favoriser l'émergence de nouvelles activités littorales



Contrôler l'évolution des espèces envahissantes préjudiciables aux activités estuariennes et littorales

Figure 2 : Axes des programmes du GEMEL

## Place de l'étudiant dans la structure d'accueil

Dans le cadre de mon stage, je participe aux activités liées aux axes suivants :

- ✓ Accompagner les pêcheurs à pied qui exploitent les ressources marines des estuaires et du littoral
- ✓ Accompagner les acteurs gestionnaires des estuaires et du littoral

Le GEMEL collabore avec différents partenaires dans ses projets scientifiques. Il est membre du conseil de gestion du Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale. Il crée un cercle de confiance avec d'autres acteurs gestionnaires de la baie comme « la réserve naturelle nationale de la baie de Somme » où une zone de gisement de coques est présente.

### 1. Principales missions autour de l'exploitation des coques.

Une première partie se déroule sur le terrain pour un suivi de la population de coques chaque mois où nous réalisons des prélèvements de coques sur trois points définis comme cœur de gisement. Cette mission a lieu en baie de Somme et en baie d'Authie. Le programme MOCOPREGE (étudiant la mortalité des coques : les causes, et la mise en place d'un système de prévention) a permis le suivi des populations de la baie de Somme. Et c'est l'étude financée par la Communauté d'Agglomération des 2 Baies en Montreuillois (CA2BM) qui a permis le suivi de la baie d'Authie. Une évaluation des cinq gisements de coques présents en baie de Somme se fait sur le terrain avant l'ouverture de la pêche. L'étude est réalisée dans le cadre de la convention pluriannuelle d'objectifs du GEMEL établie et financée par la région Hauts-de-France.

Je participe aux réunions d'organisation des sorties terrain et à la préparation du matériel. Lors des sorties, différentes tâches me sont confiées : ramasser les coques, guider un petit groupe vers les points de prélèvements à l'aide des coordonnées GPS, dessiner les contours de gisements potentiels, ou encore décrire l'environnement, transporter les prélèvements... Cependant, il est important de préciser qu'il est interdit de se déplacer en baie seul (pour des raisons de sécurité).

Au laboratoire, je réalise les mesures biométriques (mesures de longueur et de poids) en autonomie. Le traitement et analyse de données (sous tableur Excel et logiciel de cartographie QGIS) est effectué en parallèle entre Mélanie Rocroy et moi, puis nous vérifions nos résultats.

Je suis présente, à ma demande, aux commissions de pêche à pied qui ont lieu sur le terrain avant l'ouverture de la pêche avec les différents représentants de la pêche et du littoral, ainsi qu'à la réunion de bilan annuel qui a lieu dans les bureaux des Affaires Maritimes.

Enfin, j'ai été une journée en baie de Somme pour faire des transects sur les gisements de coques à l'aide d'un GPS différentiel (DGPS). Il m'a permis de confronter les données d'altimétrie du terrain à nos résultats de densités de coques.



## 2. Missions annexes

Je suis venue deux fois sur le terrain pour aider Thierry Ruellet et sa stagiaire Sonia Desorme afin d'étudier les concessions de moules implantées à la pointe de Saint-Quentin-en-Tourmont (Figure 3). J'ai compté des rangs, mesurer des circonférences de pieux, et prélever des moules. Mon aide a permis d'avancer plus rapidement car les concessions sont visibles uniquement lors des coefficients de grande marée (plus rare) et sur une courte durée.

## Introduction

### 1. Milieu d'étude

Les estuaires sont une zone d'interaction, entre l'eau douce et l'eau salée, soumis aux phénomènes de marées. Ils abritent une faune et une flore spécifique, qui est tolérante à de grandes variations de salinité (Rocroy, 2014). Les milieux envasés sont riches en matière organique. La diversité biotique dans les sédiments marins de ces zones de transition est faible mais leur fonction est particulièrement importante (Levin *et al.*, 2001).

La baie de Somme est un estuaire traversé par deux fleuves, la Somme et la Maye, qui rejoignent la Manche (Figure 3). Elle est constituée de deux milieux : les zones de vasières (la slikke) recouvertes à chaque marée haute (notamment celles des mortes eaux) et les prés salés, zone végétalisée (le schorre), recouverte lors des marées hautes de vives eaux. La baie de Somme fait partie du parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale. La richesse écologique de ses milieux a permis de créer la réserve naturelle nationale de la baie de Somme. De plus, elle réunit deux sites Natura 2000 par la présence d'espèces végétales, animales et habitats fragiles et rares :

- Estuaires et littoral picards,
- Marais arrière-littoraux picards.

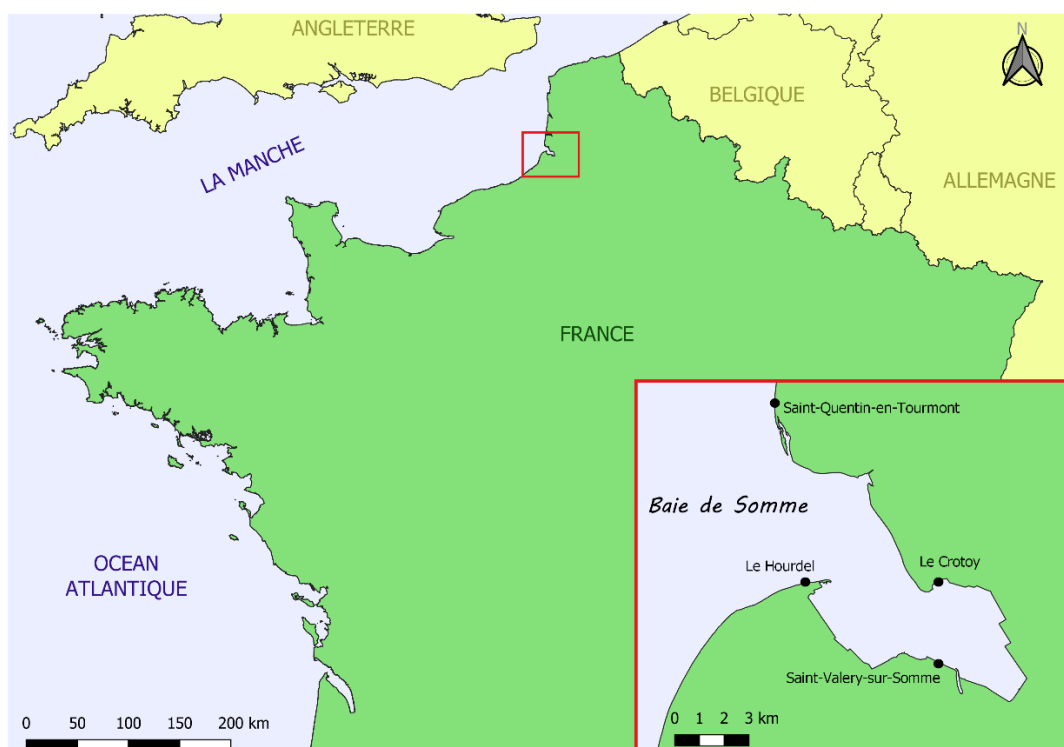


Figure 3 : Cartographie de la baie de Somme (source des couches de pays : DIVA-GIS ; Lambert 93)

## 2. Biotope étudié

Les territoires marins et riches d'interactions, tel que la baie de Somme, offrent des conditions d'accueil favorables aux oiseaux sédentaires et migrateurs. Ces derniers se nourrissent principalement d'invertébrés benthiques, considérés comme groupe essentiel au fonctionnement des estuaires (Flach, 1996).

Parmi eux, les mollusques bivalves, présents à l'interface entre l'eau et les sédiments. Ils permettent l'oxygénation du sol par leur déplacement et ainsi donnent lieu à l'installation à d'autres espèces (Flach, 1996). De plus, les bivalves ont un rôle important dans le réseau trophique. Consommateurs primaires, ils sont une ressource pour de nombreuses espèces. C'est le cas, de la coque commune (*Cerastoderma edule*), présente dans les estuaires en milieu sablo-vaseux. Elle vit sur une large proportion de la zone de balancement des marées, appelée « zone intertidale » (Dabouineau & Ponsero, 2009).

La répartition de la coque s'étend de la mer Baltique à l'Afrique de l'Ouest (FAO, 2021). En France, l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) déclare la présence de *C. edule* sur toute la côte (Atlantique, Manche et Méditerranée).

La coque, très courante en baie de Somme, est au centre de la chaîne alimentaire : l'huître pie (*Haematopus ostralegus*) est un de ses plus grands prédateurs (Sueur, 1987). Les coques juvéniles sont plutôt savourées par les crabes et les poissons plats. Ce rôle nourricier des populations de coques est donc crucial, et c'est pourquoi d'importantes mortalités de ces populations peuvent avoir de forts impacts sur les grands consommateurs (Beukema & Dekker, 2006). Par ailleurs, la baie de Somme est l'un des premiers sites français de production de coques avec une production supérieure à 1000 t de coques commercialisés (Dabouineau & Ponsero, 2009). Elles sont de fait devenues une ressource économique pour la pêche professionnelle et de loisir dans la région.

## 3. La coque commune

### 3.1. Anatomie

La coque, *Cerastoderma edule*, est défini par un corps mou protégé par une coquille à deux valves. En effet, la coque appartient à la classe des bivalves (Figure 4). Elle doit la forme de sa coquille, bombée et arrondie, à la famille des *Cardiidae*. Son nom d'espèce vient du latin « *edulis* » qui signifie « bon à manger ».

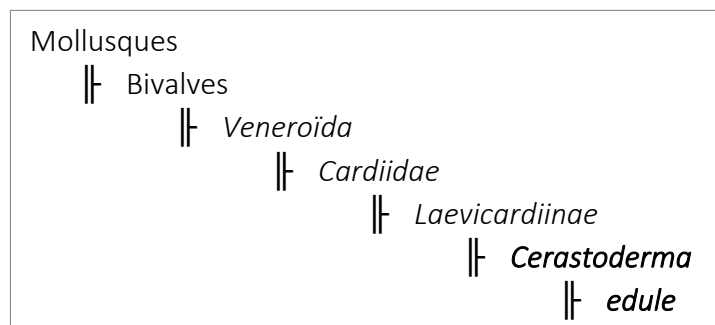


Figure 4 : Classification de la coque commune *Cerastoderma edule*

Le pied (Figure 5) est l'organe locomoteur, la coque s'en sert pour se déplacer et s'enfouir. Les muscles adducteurs permettent de contrôler l'ouverture de la coquille et aident l'enfouissement (Rocroy, 2020). Elle est constituée de deux siphons courts (spécificité de *Cerastoderma*), ce qui l'oblige à rester sur une petite profondeur de sable (3 cm au maximum). Cela permet de vivre dans la même niche écologique que d'autres bivalves car ils ne s'enfoncent pas à la même profondeur (Figure 6).

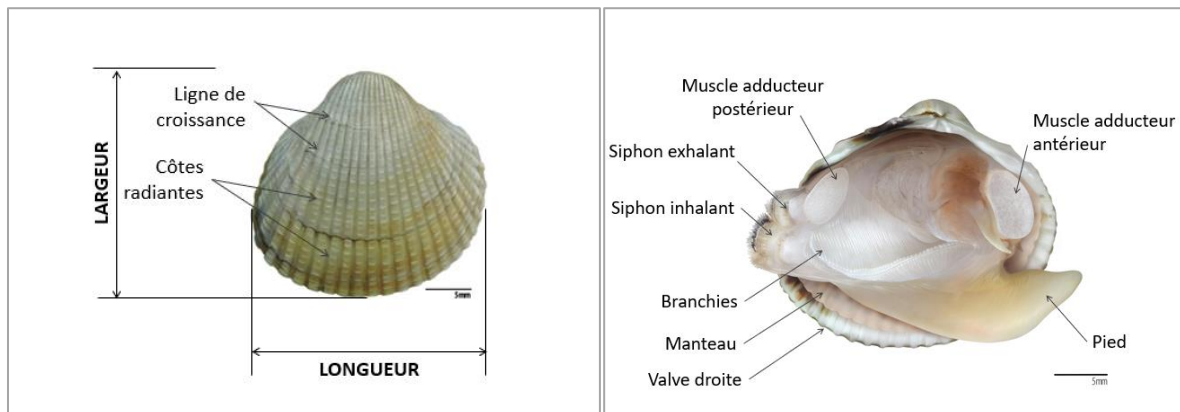


Figure 5 : Schéma de l'anatomie externe (à gauche) et interne (à droite) d'une coque (source : GEMEL, ©Fernando Correia)

Lorsque le mollusque est recouvert par la mer, l'eau entre par le siphon inhalant et ressort par le siphon exhalant. En effet, c'est un animal suspensivore actif qui récupère le plancton en suspension dans l'eau.

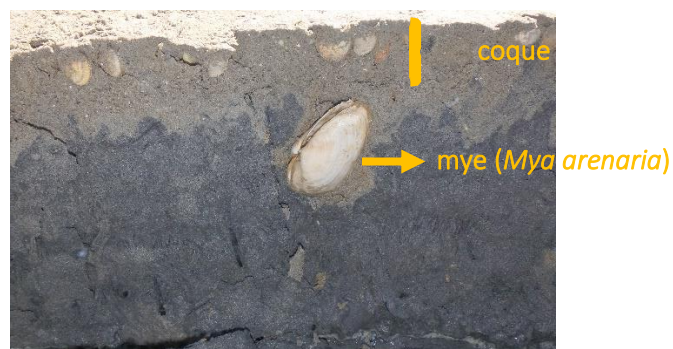


Figure 6 : Coupe verticale du sol sur 20 cm de hauteur

### 3.2. Reproduction

Les coques sont des bivalves gonochoriques (sexes séparés entre individus). Elles ont une stratégie de reproduction r (Cardoso *et al.*, 2009), c'est-à-dire que la maturité sexuelle est jeune, une préférence d'un grand nombre de descendant dont une grande partie va mourir et une ponte qui a lieu plusieurs fois dans l'année. Cela a été mis en évidence en baie d'Authie (sur le gisement de Fort-Mahon) où 3 pontes durant l'année 2019 ont été observées (Rocroy,

et al., 2020). La fécondation (externe) et le développement jusqu'au stade véligère (Figure 7) se fait en liberté dans la colonne d'eau.

La ponte est déclenchée par des chocs thermiques (augmentation rapide de la température). La température de l'air à 26 °C a été démontré expérimentalement comme le seuil thermique d'induction de ponte chez les coques (Ruellet, 2013).



Figure 7 : Schéma du cycle de vie de la coque *Cerastoderma edule* (source : GEMEL, ©Fernando Correia)

### 3.3. Croissance de la coque

Par ailleurs, la température de l'eau au moment du développement larvaire joue un rôle essentiel, présentant une corrélation positive avec la vitesse de maturation des larves ainsi que la production primaire dont les larves se nourrissent (Honkoop & Beukema, 1997). Cette phase larvaire est marquée par une sédentarisation de la véligère. Au bout de quatre semaines environ (Kingston, 1974), les coques atteignent environ 2 mm de diamètre, sédimentent sur le sable et commencent à s'enfouir, c'est le recrutement (Figure 8). Lorsque la coque atteint le stade adulte, elle peut mesurer jusqu'à 51 mm (observé en 2021 sur le gisement du Crotoy)

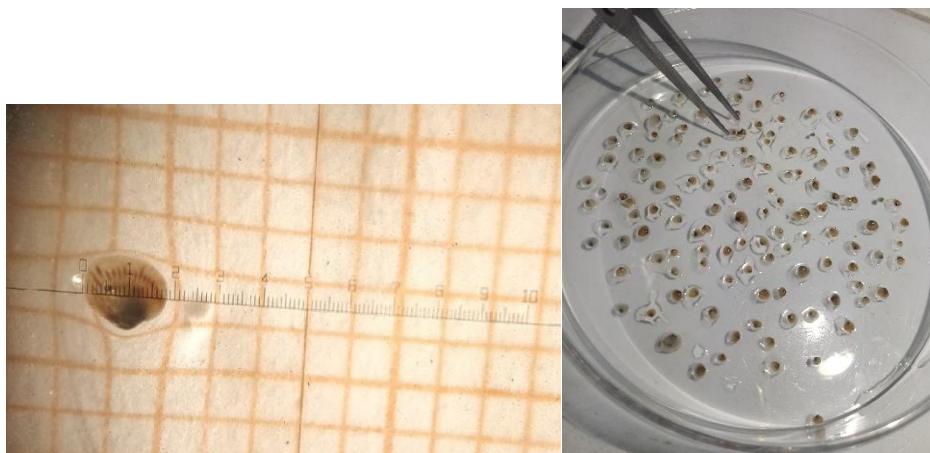


Figure 8 : Individu *C.edule* de 1,8 mm à la loupe binoculaire avec une échelle graduée intégrée (à gauche). Recrutement d'individus de 2mm prélevé le 3 juin 2021 (à droite).

### 3.4. Causes de mortalité de la coque

Les coques sont touchées par différents facteurs de mortalité comme la prédation (voir 2.), les maladies, ou les changements climatiques, mais elles connaissent aussi des mortalités naturelles comme le vieillissement (Rocroy, 2020).

L'une des problématiques, en baie de Somme, est liée à l'hydrodynamisme des estuaires. L'ensablement de la baie provoque l'assèchement des estrans et défavorise la reproduction des coques (Deschamps, 2016).

De plus, le pic de croissance a lieu au printemps, en même temps que le bloom de phytoplancton qui est la nourriture essentielle des coques (Bellamy *et al.*, 2009). Ceci provoque une couche épaisse à la surface de la vase et peut étouffer les coques (Figure 9). A l'inverse, la limitation de plancton empêche une bonne croissance des coques et le stock ne peut pas se renouveler convenablement (Kamermans, 1993)

Enfin, la densité est aussi une problématique parfois retrouvée en baie de Somme. Par manque d'espace à la surface, une zone d'anoxie se crée et empêche les nouvelles coques de s'implanter (De Montaudouin, 1996).



Figure 9 : Accumulation de phytoplancton (*Phaeocystis*) à la surface du sol (à gauche). Banc de coques mortes à droite)

### 3.5. La coque, une ressource économique en baie de Somme

Face à une très grande densité de coques, l'intervention des pêcheurs professionnels permet de réguler cette concentration. Ils récupèrent les plus grosses coques, ce qui aide les plus petites à grandir.

La pêche aux coques à pied se pratique depuis des siècles pour une alimentation personnelle, alors que la pêche professionnelle pour une commercialisation a commencé au XX<sup>ème</sup> siècle sur la côte Nord. C'est devenu une activité traditionnelle en baie de Somme. L'activité professionnelle s'est développée petit à petit et une réglementation a été mise en place. La taille minimale légale de pêche a donc été fixée à 30 mm (Lambert, 1943). A la suite d'une forte période de mortalité, en 2015, due à la prolifération du vers *Pygospio elegans* empêchant le développement des nouvelles pontes ainsi que la propagation du parasite *Vibrio aestuarianus*, certains gisements ont été inexploitablement (Ruellet *et al.*, 2015). De ce fait, la taille légale de pêche a été abaissée à 27 mm en 2016 (Rocroy, 2020). La quantité pêchée est aussi réglementée : le quota, pour les pêcheurs à pied de loisirs est actuellement fixé à 5 kg par jour

et par personne. Les pêcheurs professionnels sont titulaires d'une licence régionale de pêche à pied « coques », en 2021, 330 licences ont été accordées et pour eux, le quota varie selon la ressource.

La date et la durée d'ouverture des gisements se décident lors d'une commission de pêche à pied, qui a lieu sur le terrain en présence des Affaires Maritimes, de gardes pêche du CRPMEM, de pêcheurs professionnels et du GEMEL. La disponibilité de la ressource a été étudiée en amont par les scientifiques (GEMEL). Cette année, la première ouverture s'est faite le 14 juin 2021 en baie de Somme sur les secteurs du Centre et du Crotoy (Figure 19), avec un quota de 60 kg<sup>1</sup>. Ce quota pourra ensuite varier selon la croissance des coques. Cette décision est officielle et est inscrite dans un arrêté préfectoral.

Ce stage a donc pour but d'évaluer le stock vivant de la coque commune (*Cerastoderma edule*) et d'étudier sa distribution en baie de Somme pour l'ouverture de la pêche à pied. Nous étudierons les périodes de vie des coques (ponte, croissance, et mortalité) face aux conditions climatiques, ainsi que la distribution selon leur position sur l'estran.

---

<sup>1</sup> Arrêté n°075/2021

## Méthodologie

### 1. Suivi mensuel

Le suivi mensuel des coques se fait chaque début de mois sur 3 points différents dans la baie de Somme : CH'4, Crotoy et Maye, et sur 3 points en baie d'Authie : Groffliers, Fort-Mahon Nord, et Fort-Mahon Sud. La localisation des points a été déterminé au début du programme d'étude et ils correspondent à des cœurs de gisements, considérés comme représentatif des dites zones.

#### 1.1. Terrain

Le départ sur le terrain ne se fait pas sans un GPS dont le système de coordonnées est en Lambert 93 et en mètre, facilitant les déplacements sur zone (une unité = 1 mètre). Une fois sur le point, un premier prélèvement est réalisé à l'aide d'un crible rectangulaire (appelé venette) de 0,2794 m<sup>2</sup> (qui correspond à la surface de prélèvement) contenant un maillage de 10x10 mm pour récupérer les coques supérieures à 10 mm (Figure 10). Le deuxième prélèvement est fait à partir d'un tamis circulaire de 0,0302 m<sup>2</sup> avec un maillage de 500 µm permettant de récupérer les coques juvéniles qui s'implantent dans le sable après la reproduction et la phase larvaire. Enfin, un troisième prélèvement se fait sur un périmètre de 2 m autour du point de coordonnées, afin de ramasser les plus grosses coques (environ 40) qui servent à suivre la période de ponte et le taux de chair. Chaque prélèvement est fait en triplicat, afin d'obtenir des résultats robustes et de tenir compte de la variabilité de terrain.



Figure 10 : Surface de prélèvement d'une venette

#### 1.2. Laboratoire

Les coques qui servent à l'étude de l'indice de condition sont mises à dégorger dans de l'eau salée pendant 24 heures, puis elles sont ouvertes par un passage au micro-ondes, afin de séparer la chair de la coquille (Besse & Mazurié, 2003). Les coques sont ensuite mises à l'étuve à 60°C pendant au moins 48 heures afin de retirer les variations dues à l'eau (Figure 11).





Figure 11 : Disposition des coques avant le passage à l'étuve (à gauche) et rendu après 48 heures (à droite)

La coquille est mesurée au centième de millimètre puis pesée avec une balance au millième de gramme. La chair est juste pesée. Les données permettent ensuite de calculer l'indice de condition (IC) de Walne et Mann (1975) avec la formule suivante :

$$IC = \frac{\text{poids sec chair}}{\text{poids sec coquille}} \times 1000$$

Pour les autres sacs de prélèvements, les coques sont mesurées fraîches, dans leur longueur, à l'aide d'un pied à coulisse électronique (Figure 12).



Figure 12 : Mesure de la longueur d'une coque à l'aide d'un pied à coulisse électronique

### 1.3. Traitement de données

L'étude de la population des coques vise à estimer les gisements en termes de biomasse, de taille et de densité d'individus, le plus précisément possible. Les classes de taille peuvent varier spatialement (McLaughlin *et al.*, 2007). Il est donc nécessaire d'utiliser des outils géostatistiques afin de modéliser la répartition des populations.

Pour regrouper l'ensemble des données, un tableur sous Excel est utilisé.

- Une première page correspond à la feuille terrain où l'on retrouve le numéro de point, les coordonnées GPS (x et y en Lambert 93, en mètre), le nom des préleveurs, la date de prélèvement, les réplicats et une colonne remarques pour décrire le sol et des observations de terrain (sable, vase, limite du chenal, ensablement...).
- La deuxième page du tableur notée « *laboratoire* » est remplie sous forme de base de données : un point de prélèvement par ligne, ainsi les données peuvent être traitées et croisées plus facilement. Chaque colonne correspond : au numéro de point attribué sur le terrain, le lieu, le réplicat, la longueur, la longueur arrondie à l'unité, le nom de l'opérateur, la date de prélèvement, et la date de mesure. La longueur est arrondie au millimètre, sans décimale, après mesure de la coque car cela convient statistiquement afin de faire assez de classes de taille pour obtenir un histogramme représentatif.

Les valeurs des mesures sont ensuite traitées pour les ranger par classe de taille sur chaque point de prélèvement et calculer la densité de coques (nombre d'individus par mètre carré), la fréquence (en pourcentage), et la biomasse (en gramme par mètre carré) pour chaque classe de taille.

La biomasse est obtenue à partir de l'abaque réalisé en baie de Somme dans le cadre du programme « Cycle et Origine de la Matière Organique du Réseau trophique de l'Estuaire de la Somme » (COMORES) (Ruellet, 2013) :

$$\text{Poids Frais} = 2,78.10^{-4} \times \text{Longueur}^3$$

avec le poids frais en gramme et la longueur en millimètre

## 2. Evaluation de gisement

L'évaluation de gisement commence, chaque année, par une nouvelle délimitation des contours de gisement potentiel de coques car le sol est en constante évolution avec les tempêtes. Les points de prélèvements sont localisés avec une grille d'un pas d'espacement de 200 m sur le gisement.

### 2.1. Terrain

Les coques sont ramassées en trois réplcats sur la surface de la venette (0,2794 m<sup>2</sup>). Des points sont faits sur la bordure des contours de gisement où l'on ne trouve pas de coque ou lorsqu'une barrière géographique nous empêche de progresser (passage du chenal de la Somme, par exemple).

Lorsque les gisements sont importants que ce soit au niveau de l'étendue ou de la densité de coques, l'aide de pêcheurs et d'un tracteur pour nous transporter est approuvable.

### 2.2. Laboratoire

Les coques sont mesurées au pied à coulisse électronique. Un échantillon de 400 coques est jugé statistiquement représentatif de la population présente sur le point. De ce fait, lorsque les sacs de prélèvements ont de grosses quantités (plus de 400 coques environ), un seul réplcat est mesuré et les autres sont comptés.

### 2.3. Traitement de données

Les résultats sont traités sur un tableur Excel de la même façon que pour le suivi mensuel (une feuille de *laboratoire et terrain*). Le logiciel d'outil statistique FISAT permet ensuite de définir les cohortes à partir de l'histogramme de la densité des coques par classe de taille. Ceci permet de distinguer les classes de taille les plus denses au jour de prélèvement, par la formation d'une courbe de Gauss.

Un modèle de croissance est utilisé pour prédire la taille des coques pour un jour précis. En effet, il y a un temps de latence entre plusieurs jours de prélèvements et un autre délai jusqu'au jour de la commission de pêche à pied. Ce modèle permet d'homogénéiser les résultats à un jour précis et d'anticiper la variation de croissance dans l'année. Cet outil a un grand intérêt pour la décision d'ouverture de la pêche professionnelle. En effet, le GEMEL a le rôle du scientifique dans cette décision et peut la contredire si la densité des classes de tailles commercialisables (au-dessus de 27mm) sera plus intéressante à pêcher un mois après ou proposer une prochaine ouverture quelques mois plus tard.

Grâce à la disponibilité de l'application ArpentGIS sur les GPS emmené sur le terrain, la position des points ou encore les contours dessinés directement dessus peuvent être projetés sur le logiciel QGIS (logiciel de système d'information géographique) au bureau.

Les données obtenues sur tableur sont transférées sur QGIS pour visualiser les résultats et les considérer sur l'ensemble de la population du gisement. Pour cela, il existe une fonction d'interpolation linéaire sur QGIS. Elle crée une surface de triangle avec des sommets correspondant aux points de prélèvements. Ainsi, elle va estimer les valeurs à des positions inconnues pour couvrir une zone entière.

### 3. Topographie

Une première version de mesure de topographie a été réalisée avec un GPS différentiel (DGPS). Celui-ci indique le positionnement horizontal et vertical avec une précision centimétrique (

Figure 13). Le réseau d'observation du littoral de Normandie et des Hauts-de-France (ROL) a envoyé les données (mesurées par un capteur LIDAR avec une meilleure précision) de notre lieu d'étude (baie de Somme et baie d'Authie) datant de septembre 2020. Les données théoriques et celles obtenues sur le terrain (en avril 2021) seront comparées pour étudier la stabilité du milieu. De plus, l'altimétrie du sol va être confrontée aux résultats de densité et de taille de coques afin de voir s'il existe une corrélation avec la topographie.

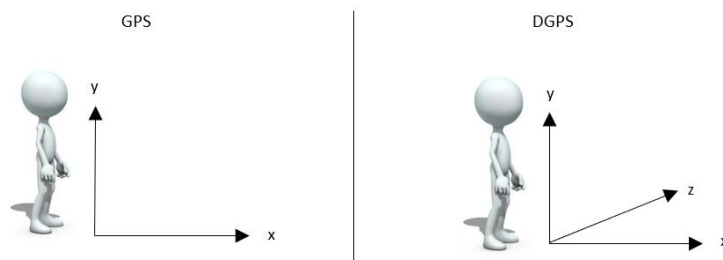


Figure 13 : Référentiel du GPS et DGPS

## Résultats

### 1. Suivi mensuel durant l'année 2021 en baie de Somme

Lors des quatre mois de stage, quatre suivis mensuels ont été effectués : avril, mai, juin et juillet. Le nombre d'individu par classe de taille, la densité et la biomasse ont été calculés chaque mois afin d'observer la croissance et la mortalité des coques durant cette période (Figure 14).

Les trois points ont une distribution bimodale sur les deux premiers mois.

A partir de juin, un troisième mode apparaît, centré sur les premiers millimètres. Cependant, les densités de coques entre le point 2 et les deux autres sont différentes : le point 3 est 1,4 à 3,7 fois plus dense que le point 2.

Les points 2 et 3 ont une croissance significativement similaire (test t ;  $p = 0,59$ ), la distribution se présente de la même façon pour les quatre mois. La cohorte principale a son mode centrée sur une longueur de 17 mm.

Le point 1 a une densité plus faible que les autres points (maximum 49 individus/m<sup>2</sup> contre 116 individus/m<sup>2</sup> sur le point 2) sur les deux premiers mois. Néanmoins, son mode principal se trouve autour de 29 mm, les coques sont donc beaucoup plus grandes. Son troisième mode est apparu en très forte densité en mai, 1794 individus /m<sup>2</sup> de 2 mm.

La croissance du point 1 sur les 4 mois n'est significativement pas différente des deux autres points (test t ;  $p = 0,13$  entre les points 1 et 3 ;  $p = 0,051$  entre les points 1 et 2).

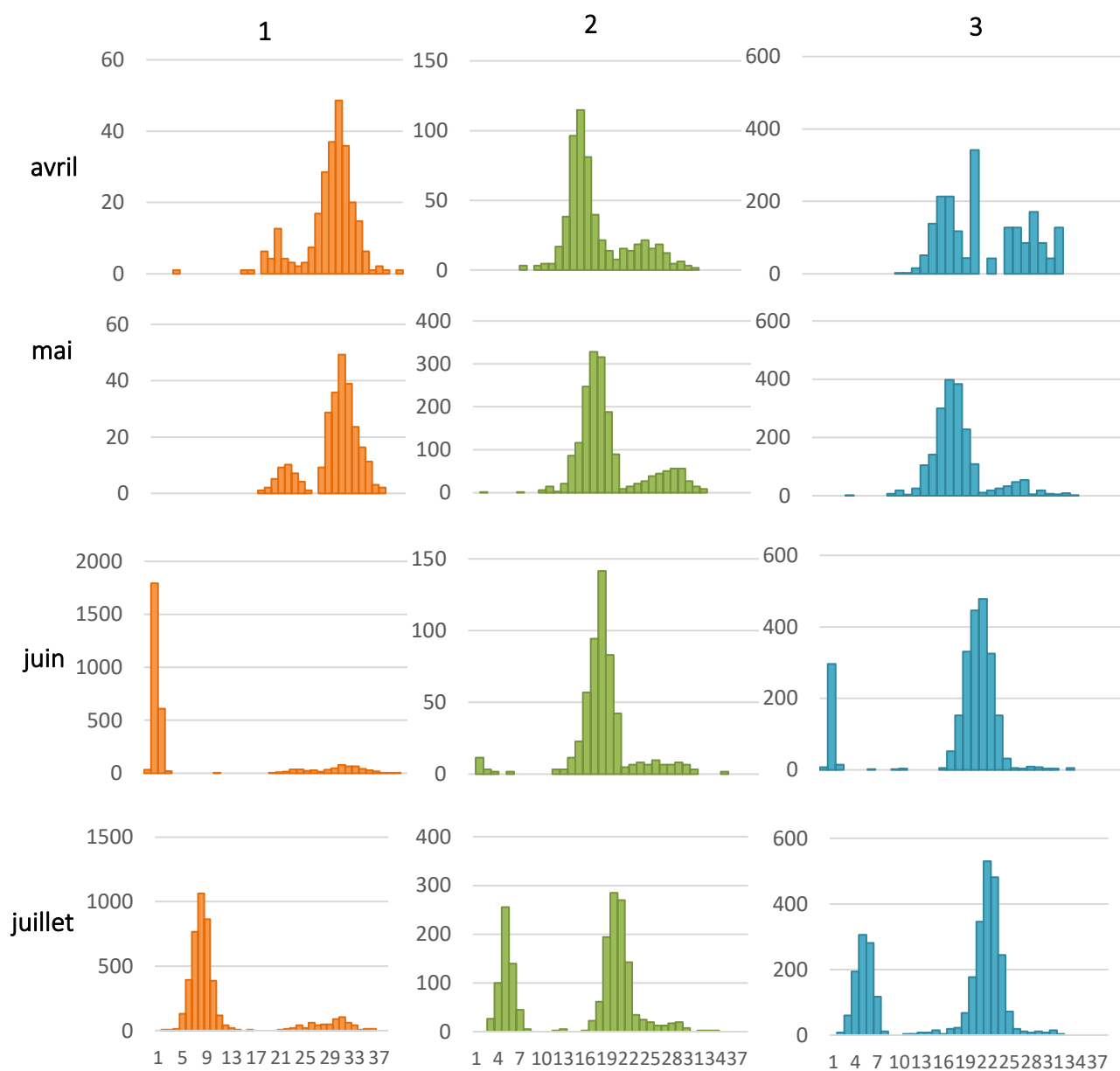


Figure 14 : Suivi mensuel d'avril (A), mai (B), juin (C) et juillet (D) 2021 pour les 3 points de la baie de Somme. La colonne 1 correspond au point 3, colonne 2 au point 2, colonne 3 au point 1. L'axe vertical correspond à la densité de coques (nombre d'individus/m<sup>2</sup>) et l'axe horizontal aux longueurs de coques par classe de taille (en millimètre)

Afin d'observer la croissance des coques au travers du suivi mensuel, il est intéressant de représenter la densité d'individu en fonction de la longueur de la coquille. La méthode statistique de Bhattacharya (utilisée via le logiciel FISAT) permet de distinguer les cohortes des gisements de coques (c'est-à-dire un ensemble d'individus ayant vécu un même événement au cours d'une même période) (résumé des résultats dans le Tableau 1). Le suivi mensuel de CH'4 en mai 2021 montre distinctement deux distributions dans le prélèvement (Figure 15). La première se trouve à une espérance de 21 mm, et représentée par la cohorte 2. La cohorte 1 a une espérance à 29 mm.

En comparant le nombre d'individus regroupés sur chaque cohorte, des évolutions ont eu lieu. Les coques centrées à 25 mm en avril sur le point 3 sont passés de 538 individus à 145 individus en mai, puis à 25 individus en juin et juillet.

D'autre part, sur le point 2, le nombre d'individus de la cohorte 2 passe de 404 en avril à 1046 individus en mai pour revenir à 452 individus au mois de juin.

Tableau 1 : Synthèse des tailles moyennes de chaque cohorte sur les trois points de suivi mensuel en baie de Somme

Cohorte	Point 1			Point 2			Point 3			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C4
t04 (avril)	28.9 ± 0,28	20 ± 0,28		29.2 ± 1,05	24.7 ± 0,41	16 ± 0,14	25.5 ± 0,13	17.4 ± 0,1		
t05 (mai)	29 ± 0,23	20.9 ± 0,49		26.7 ± 0,29	16.8 ± 0,08		25.1 ± 0,14	17.2 ± 0,08	10.9 ± 0,22	
t06 (juin)	30 ± 0,2	22.7 ± 0,21	2.5 ± 0,02	28 ± 0,52	17.6 ± 0,12		27.6 ± 0,42	20.5 ± 0,06	11.5 ± 0,68	2.1 ± 0,04
t07 (juillet)	30.8 ± 0,14	24 ± 0,17	8.1 ± 0,04	28.2 ± 0,3	20.2 ± 0,08	5.1 ± 0,09	30.8 ± 0,26	21.9 ± 0,07	14.8 ± 0,26	5.3 ± 0,07

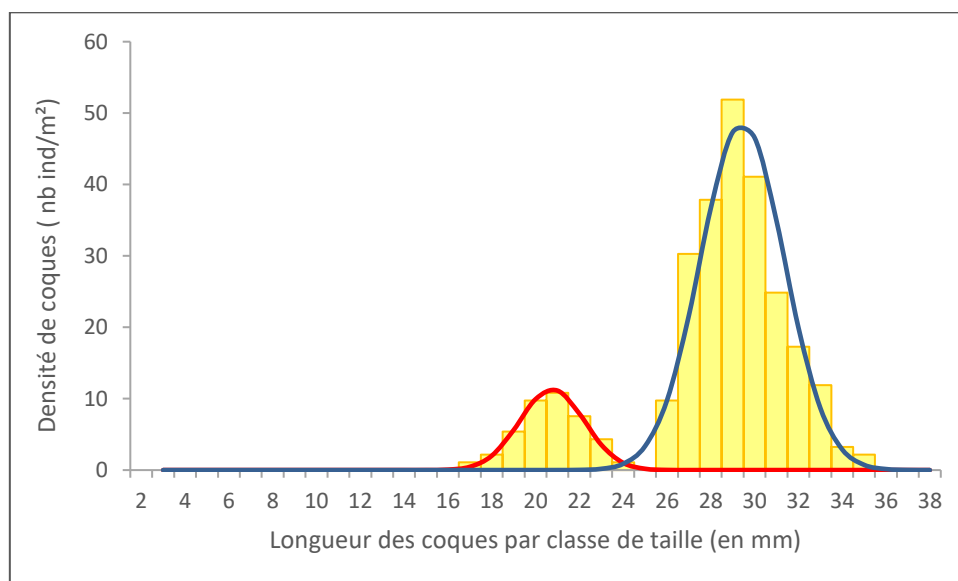


Figure 15 : Distribution de la densité de coques par classe de taille lors du suivi mensuel de CH'4 en mai 2021. La courbe rouge représente la cohorte 2, et la bleue correspond à la cohorte 1

De manière à illustrer la croissance des coques par classe de taille et l'arrivée d'une nouvelle génération, le point 3 a été choisi durant les mois de juin et juillet (période de croissance la plus importante pendant le suivi) (Figure 16). En effet, le recrutement des coques juvéniles a eu lieu à cette période. L'histogramme montre un décalage des modes entre juin à juillet. Les individus de coques, centrées à 20 mm en juin, ont grandi en un mois pour atteindre une moyenne de 22 mm en juillet. De même, les coques de 2 mm au mois de juin ont grossi de 3 mm jusqu'en juillet (mode centré à 5 mm).

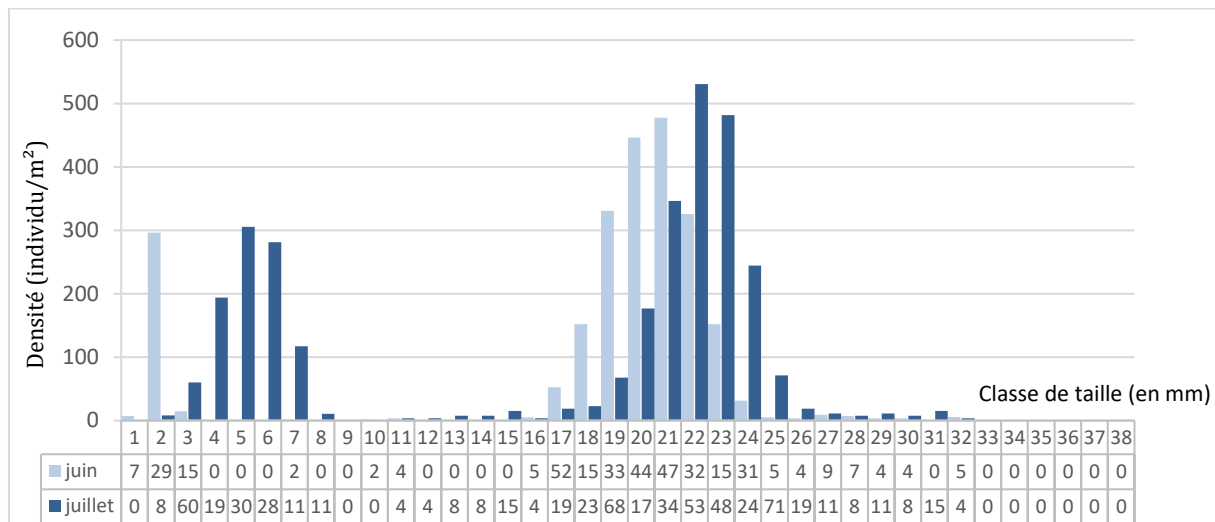


Figure 16 : Suivi de la croissance des coques entre juin et juillet 2021 sur le point 3



Les premières coques mesurables observées ci-dessus, sont apparues en juin en très grande quantité (Tableau 2) sur les trois points. En effet, la densité de coques inférieure à 10 mm est passée de 0 à 2457 individus/m<sup>2</sup> en un mois sur le point 1.

Tableau 2 : Densité des coques par mois pour chaque point de prélèvement de la baie de Somme (unité : individu/m<sup>2</sup>)

Point	Mois	Densité coques < 10mm	Densité coques ≥ 10 mm	Densité totale
1	t01	0	356	356
	t02	0	405	405
	t03	0	419	419
	t04	1	259	260
	t05	0	258	258
	t06	2457	565	3022
	t07	3247	1216	4463
2	t01	3	246	249
	t02	1	487	488
	t03	4	277	281
	t04	3	572	575
	t05	3	1785	1788
	t06	18	527	545
	t07	571	1138	1709
3	t01	0	2566	2566
	t02	0	664	664
	t03	0	2488	2488
	t04	0	1952	1952
	t05	2	1950	1952
	t06	320	2017	2337
	t07	977	2077	3054

L'indice de condition de Walne et Mann (IWM) a été calculé pour 36 individus sur chaque point de prélèvement. Il oscille dans l'année (Figure 17), l'indice de condition est significativement constant entre janvier et mars (test t entre février et mars ;  $p = 0,36$ ). Il augmente ensuite jusqu'à avril. Entre avril et juin, l'indice de condition est significativement différent (test t ;  $p = 0,00002$  entre avril et mai,  $p = 0,0005$  entre mai et juin). Il y a une diminution d'IWM jusqu'à mai puis une nouvelle augmentation.

Un premier pic visible au début du mois d'avril (IWM = 80) et un deuxième, plus important, apparaît en juillet (IWM au 01/07/2021 = 103). Parallèlement, deux pics de chaleur sont observés quelques semaines avant (25 et 31°C atteint respectivement le 31/03/2021 et 16/06/2021).

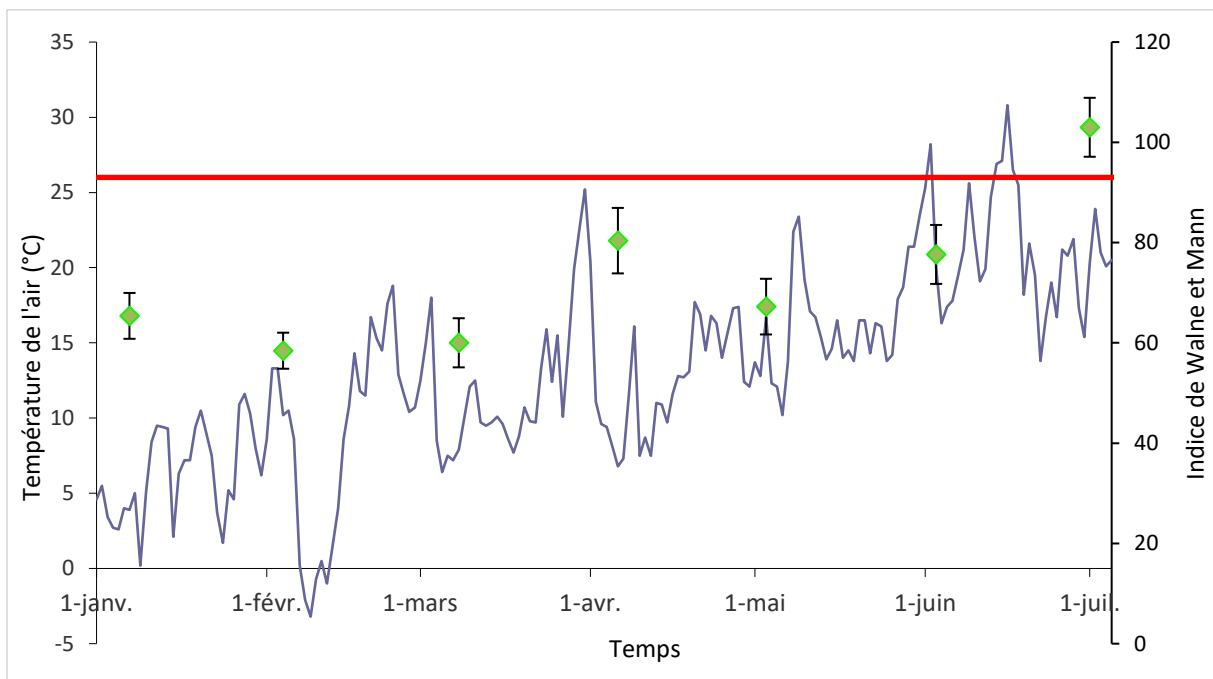


Figure 17 : Indice de condition moyenn sur les 3 points de gisements en baie de Somme. Le seuil thermique de 26°C (en rouge) ; indice de Walne et Mann (en vert) ; courbe de température maximale de l'air à Abbeville (en bleu)

En dissociant les 3 points (Figure 18), il existe une différence sur l'évolution de l'indice de condition chaque mois. Le point 3 a une évolution de l'IWM significativement différente des deux autres points sur les mois d'avril, et juin. En février, le point 3 a un indice de condition significativement différent du point 2 (test t ;  $p = 0,008$ ). En juillet, le point 3 se différencie significativement du point 1 (test t ;  $p = 0,009$ ).

Les pics maximaux d'avril et juillet sont plus fort pour le point 1, respectivement IWM à 94 puis à 114 (soit + 17 % et + 11 % de la moyenne d'IWM sur ces deux mois).

Le point 3 a une évolution plus linéaire de janvier à juin (variation de l'IWM entre 54 et 64) puis augmente jusqu'à un IWM = 90 en juillet.

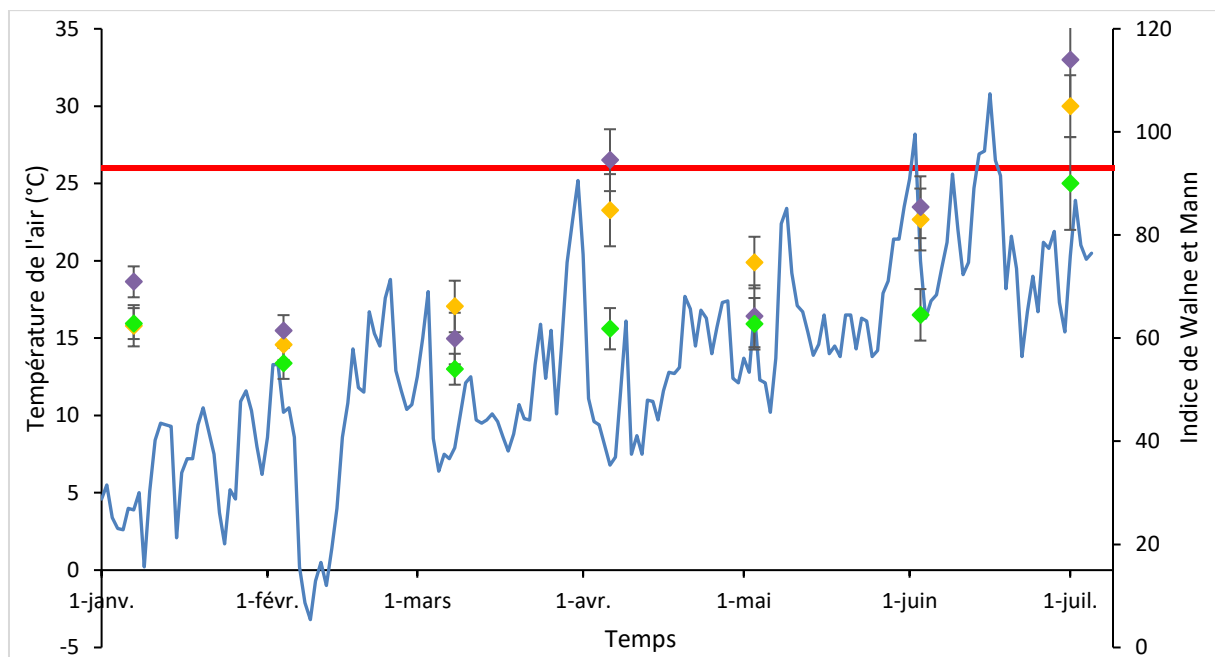


Figure 18 : Indice de condition sur les 3 points de gisements en baie de Somme. Le seuil thermique de 26°C (en rouge) ; indice de Walne et Mann : en orange pour le point 1, en violet pour le point 2, en vert pour le point 3 ; courbe de température maximale de l'air à Abbeville (en bleu)

## 2. Evaluation des gisements en baie de Somme

Cinq gisements ont été suivis pendant le stage, sur lesquels nous avons effectué 307 points de prélèvements (Figure 19) qui englobent une totalité de 119 410 coques prélevées. Ces coques sont supérieures à 10 mm en raison du maillage de la venette permettant d'avoir que des coques adultes.

- Hourdel : 17 points pour 21 177 coques ;
- Centre : 44 points pour 18 074 coques ;
- Le Crotoy : 132 points pour 66 577 coques ;
- CH'4 : 95 points pour 13 397 coques ;
- et les Bouchots : 19 points pour 185 coques.

Ces prélèvements, réalisés à partir d'une grille de 200x200 m, sont représentatifs de la population de coques présentes sur la zone à l'instant T du prélèvement. Ils nous permettent ensuite d'étendre les résultats à l'ensemble de la population du gisement par interpolation linéaire (Figure 20). Le Hourdel, petit gisement non exploité cette année, est un terrain très difficile par ces grandes zones fortement envasés. La grille des 200 m entre chaque point de prélèvement ne peut pas être appliquée.

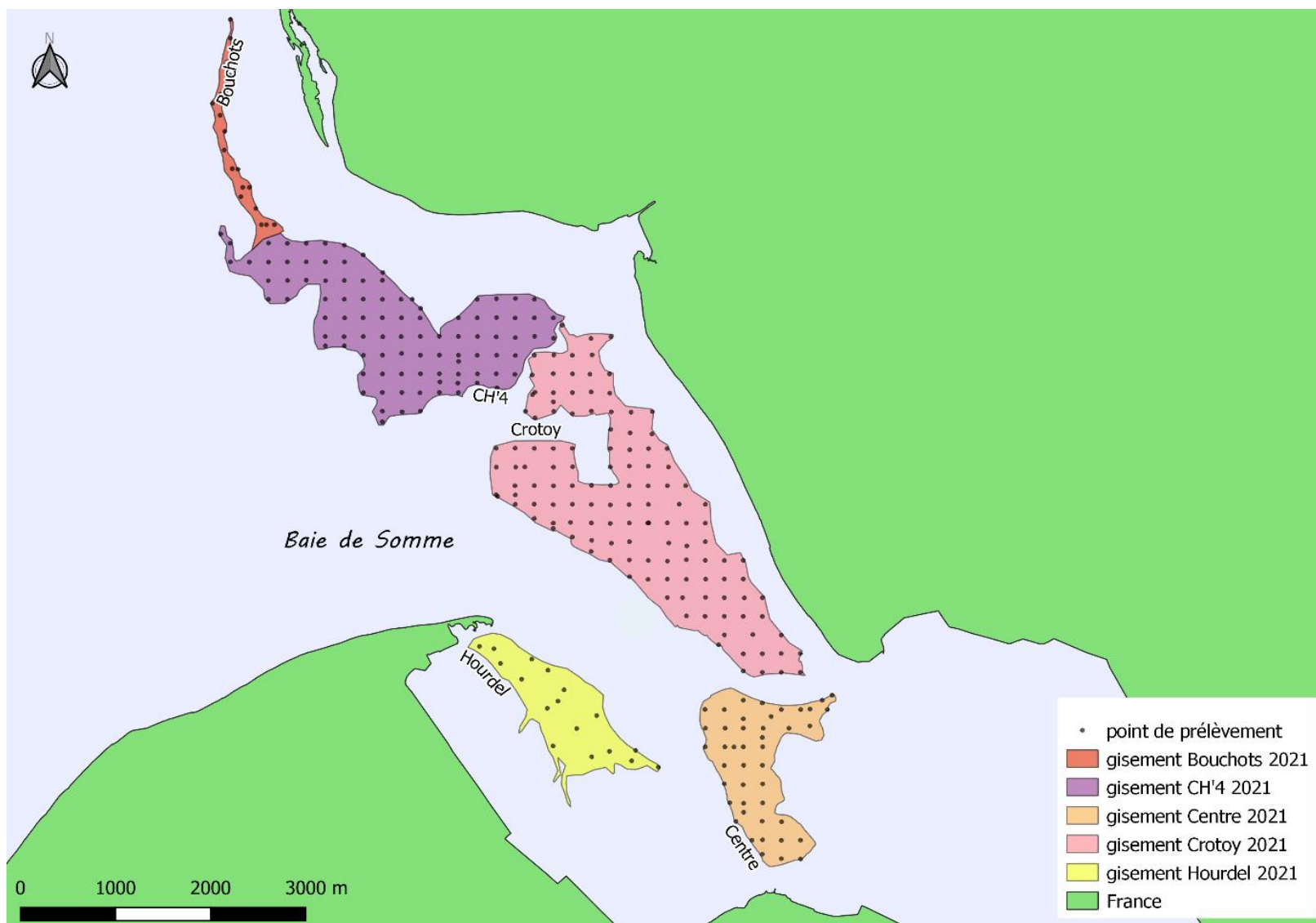


Figure 19 : Cartographie des points de prélèvements sur les gisements de baie de Somme, 2021. Réalisé sur QGIS 3.10 ; source du polygone de France : GeoPortail

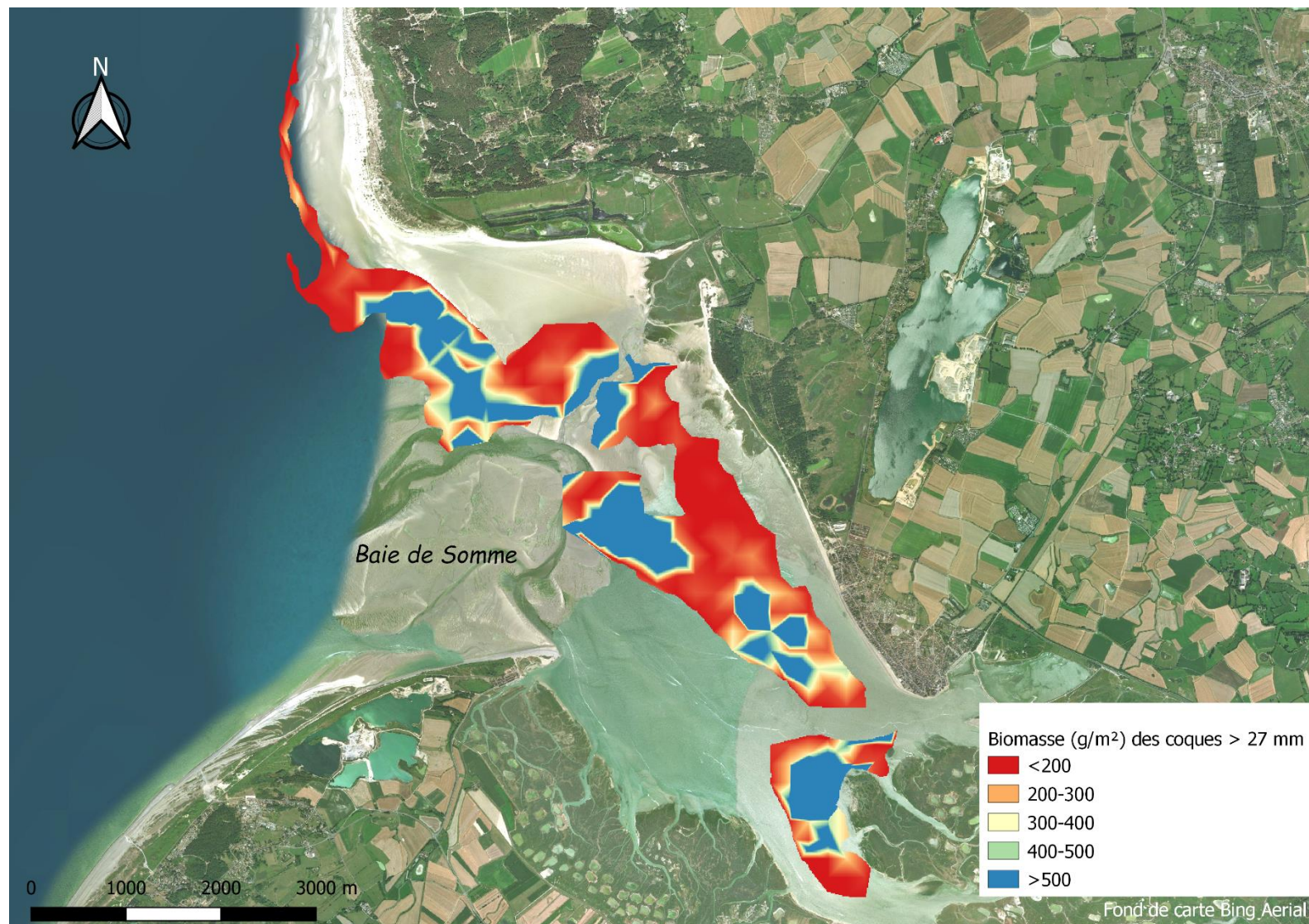


Figure 20 : Interpolation de la biomasse des coques supérieures à 27 mm sur les gisements du Centre (au Sud), Le Crotoy (au milieu), CH'4 et les Bouchots au 1<sup>er</sup> juillet 2021

Grâce à la méthode d'interpolation, QGIS permet de connaître la biomasse et la surface de la zone de gisement étudiée. Une simulation de croissance au 1<sup>er</sup> juillet a été faite sur les gisements de baie de Somme Centre et du Nord pour l'ouverture de la pêche à pied. Le plus grand gisement de la baie de Somme, en termes de surface, est celui du Crotoy avec 344 ha exploitable (Tableau 3). Il correspond aussi au plus massif, avec une biomasse de coques pêchables (taille supérieure à 27 mm) de 1442 t le 1<sup>er</sup> juillet 2021.

Les gisements du Hourdel et des Bouchots ont une biomasse de coques beaucoup plus faible que les autres gisements. En effet, ils sont à environ 1 t de coques/ha, contre 4 t/ha pour CH'4 et le Crotoy, voire 8 t/ha pour le Centre.

Tableau 3 : Répartition de la biomasse des coques supérieures à 27 mm en baie de Somme

Nom du gisement	Biomasse (en tonne)	Surface (en hectare)	Date
<b>Hourdel</b>	125	110	20/04/2021
<b>Centre</b>	777	94	01/07/2021
<b>Crotoy</b>	1442	344	
<b>CH'4</b>	955	235	
<b>Bouchots</b>	30	20	

La biomasse étant calculé en gramme par mètre carré, elle ne permet pas de savoir si les surfaces étudiées sont denses en coques mais simplement de se rendre compte du poids des coques présentes. Il est possible de faire une interpolation à partir des densités de coques supérieures à 10 mm. Cependant, le calcul de la biomasse en tonnes est destiné à la décision d'ouverture de la pêche à pied, les pêcheurs ayant un quota au kilo à respecter.

En étudiant la densité des coques, plusieurs schémas se sont présentés :

- de très grosses coques (liée à une grande taille, c'est-à-dire au-dessus de 30 mm) mais en petite quantité,
- ou une grande densité de coques à une taille plus petite (autour de 15 mm).

Pour connaître la situation à laquelle nous sommes placés, la densité de coques est représentée par classe de taille à travers un histogramme. Seuls les résultats du gisement Centre, Crotoy et CH'4 sont représentés. Ils ont une quantité de coques plus importantes que le gisement du Hourdel et des Bouchots, ainsi le graphique sera plus juste et fidèle.

Pour le gisement du Centre (annexe 2), le pic de densité maximale (38 individus/m<sup>2</sup>) se trouve sur la classe de taille de 19 mm (Figure 22). 82 % (4044/4952 coques mesurées) des coques mesurées sont inférieures à la taille légale de pêche (27 mm). Cette majorité de coques inférieures à 27 mm est retrouvée aussi pour les deux autres gisements ci-dessous (Figure 21 ; Figure 23) avec un pourcentage de 94 % (23 467 / 24 923 coques) pour le Crotoy et 62 % (4 962/8003 coques) pour le gisement de CH'4.

L'évaluation du gisement de CH'4 a été réalisée sur plusieurs semaines (en raison des intempéries). Le modèle de croissance a alors été utilisé pour homogénéiser les données sur un seul jour : le 1<sup>er</sup> juillet (Figure 23).

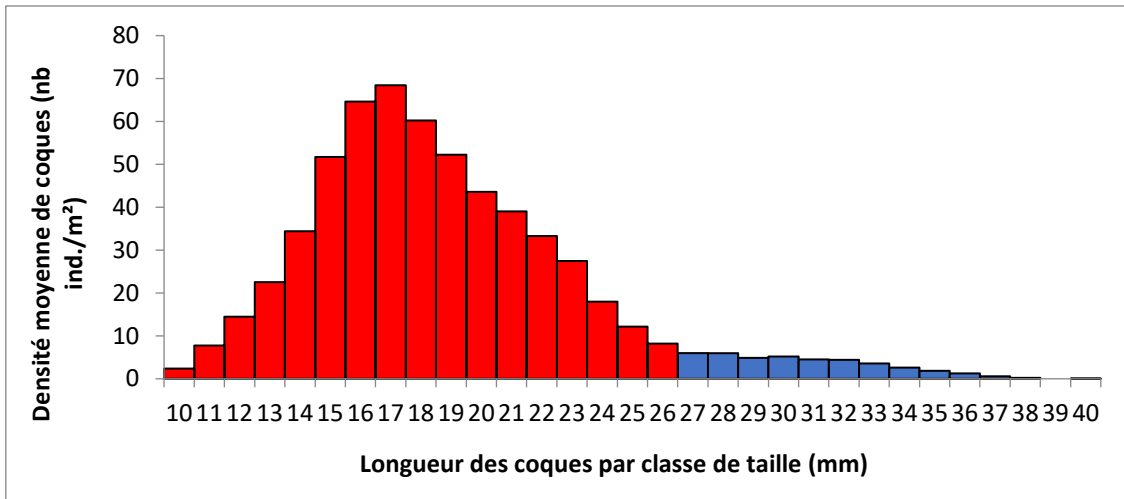


Figure 21 : Densité des coques par classe de taille sur le gisement du **Crotoy**, le **5 mai 2021**. En rouge, les coques inférieures à 27 mm interdites à la pêche et en bleu celles au-dessus de 27 mm, taille minimale de pêche.

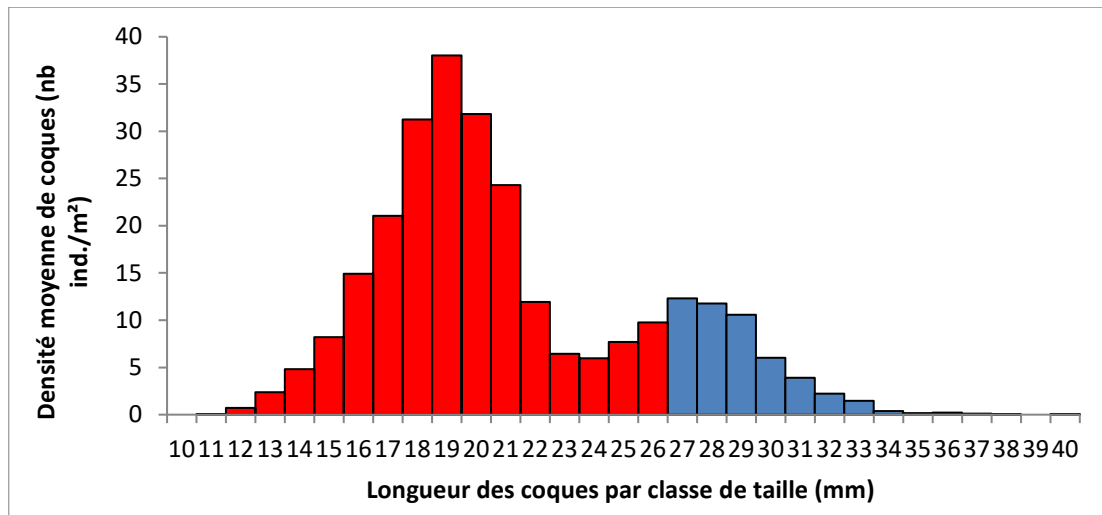


Figure 22 : Densité des coques par classe de taille sur le gisement **Centre**, le **18 mai 2021**. En rouge, les coques inférieures à 27 mm interdites à la pêche et en bleu celles au-dessus de 27 mm, taille minimale de pêche.

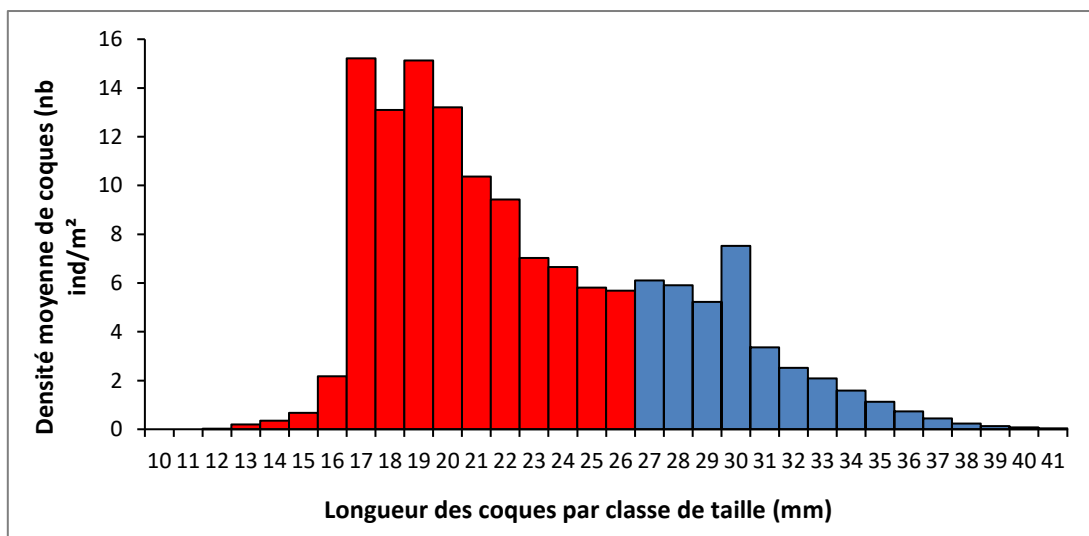


Figure 23 : Densité des coques par classe de taille sur le gisement de **CH'4**, le **1 juillet 2021**. En rouge, les coques inférieures à 27 mm interdites à la pêche et en bleu celles au-dessus de 27 mm, taille minimale de pêche.



### 3. Topographie du milieu d'étude

Premièrement, les mesures d'altimétrie d'une partie de la baie de Somme ont été réalisées sur le terrain avec le DGPS, où un point a été enregistré tous les 10 m sur une ligne horizontale passant par le gisement de CH<sub>4</sub> et trois lignes sur le gisement des Bouchots (Figure 24).

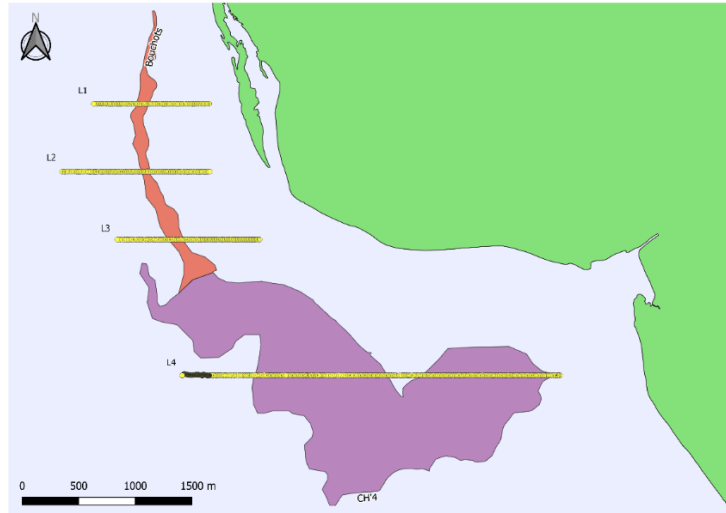


Figure 24 : Représentation cartographique des transects réalisés au DGPS sur les gisements des Bouchots et CH<sub>4</sub>

Les points de prélèvements présents sur le transect du gisement CH<sub>4</sub> ont été choisis pour représenter graphiquement les résultats. C'est le nombre de point et l'importance du gisement de CH<sub>4</sub> qui a orienté ce choix par rapport à celui des Bouchots. La densité des individus de coques est superposée à la topographie du gisement (Figure 25). Les plus grandes densités (supérieures à 100 individus/m<sup>2</sup>) sont présentes sur une altitude entre 1,5 et 3 m. La zone atteignant les 4 m correspond à une dune qui n'est pas propice à la présence des coques et ceci est prouvé par la faible densité de coques (inférieure à 30 individus/m<sup>2</sup>).

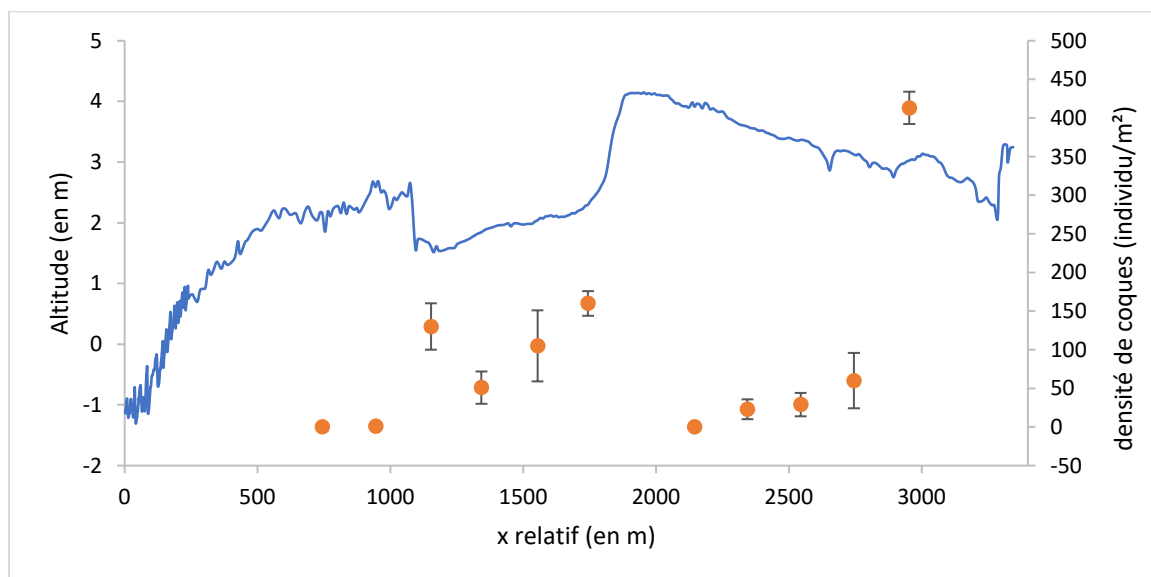


Figure 25 : Répartition de la densité des coques sur le gisement de CH<sub>4</sub> en fonction de la topographie

Parallèlement, les fichiers reçus par le ROL étant en raster, ils ont été affichés sous QGIS. Afin de comparer avec nos valeurs, nous avons dessiné les transects à l'aide de l'outil « terrain profil ».

Les valeurs ont été reportées sur un fichier Excel afin d'observer si les données topographiques ont évolué entre les mesures pratiques d'avril 2021 (avec le DGPS) et les mesures théoriques de septembre 2020 du ROL (Figure 26).

Le tracé topographique effectué avec le DGPS est très similaire à celui des données raster du ROL, en particulier pour le transect 4 sur le gisement de CH'4. Un décalage des oscillations sur les transects 1 à 3 est visible sur les 600 premiers mètres correspondant aux mégarides.

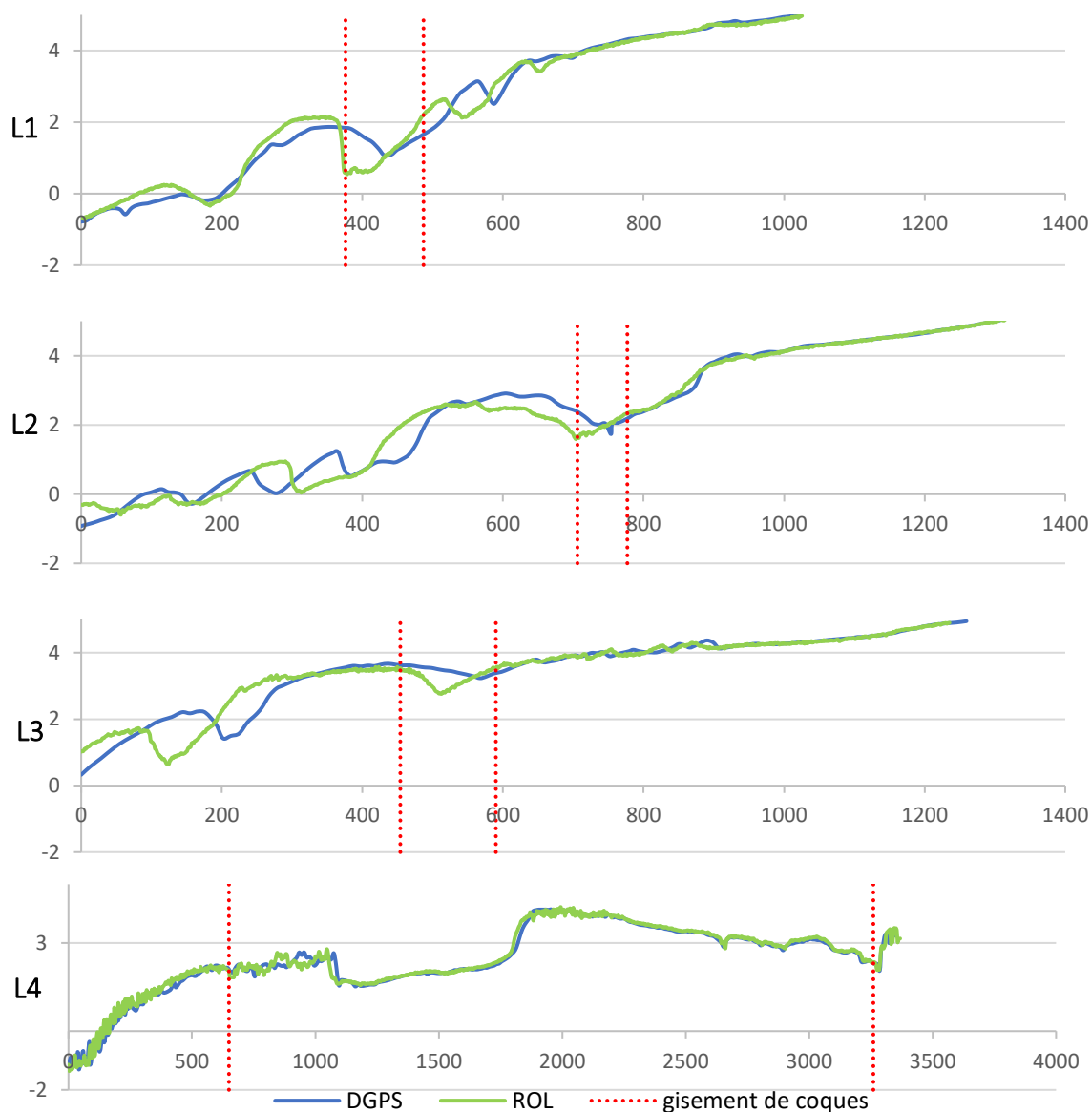


Figure 26 : Comparaison des données topographiques entre le DGPS et les données du ROL sur les gisements des Bouchots et de CH'4 (délimités en pointillé rouge). L'axe vertical correspond à l'altitude (en m) et l'axe horizontal à la distance parcourue à partir du premier point (niveau de la mer)

## Discussion

### 1. Etude du cycle de vie de la coque grâce au suivi mensuel

L'augmentation de l'indice de condition traduit une constitution de réserves destinées à la ponte. Les réserves doivent être suffisantes pour qu'une ponte ait lieu.

La chute de l'indice de Walne et Mann, qui suit un choc thermique, traduit la libération des gamètes (Ruellet, 2013).

Les chaleurs n'ont pas encore été très forte jusqu'en juin, mais une ponte précoce (de mars/avril) a eu lieu. Le taux de chair en avril a augmenté illustrant la constitution des réserves pour la ponte. En mai, le taux a diminué, il y a donc eu une ponte entre les deux dates de suivi. Celle-ci a été déclenchée par un pic de chaleur apparu autour du 1<sup>er</sup> avril. Environ un mois est compté après la ponte, et correspond au développement larvaire dans la colonne d'eau. Le recrutement de ces coques, nées en avril, a été observé en juin avec une taille de 2 mm.

En comparant le modèle de simulation de croissance créé en 2013 (annexe 1) et le suivi mensuel de CH'4 pour les quatre mois de stage, les coques perpétuent en général leur vitesse de croissance. La croissance des coques est plus rapide à partir de juin. Les coques inférieures à 14 mm grandissent de 3 mm en l'espace d'un mois (du 3 juin au 3 juillet) alors qu'elles n'augmentaient que d'1 mm par mois jusqu'en avril.

Les coques autour de 20 mm ont une tendance à croître plus rapidement aujourd'hui par rapport au modèle de croissance de 2013. Il serait bien d'actualiser les paramètres du modèle de croissance. Celui-ci est calculé en partie grâce à un coefficient de mortalité naturelle, et de la vitesse de croissance.

Pour perfectionner ce modèle de croissance, la mortalité est contrôlée par le suivi mensuel. La densité des coques ne devrait pas évoluer sauf si un recrutement a lieu ou, justement, un épisode de mortalité. Ceci a été observé sur le point 3 dès le mois de mai pour les coques atteignant la taille minimale de pêche légale. Cette diminution de la quantité de coques peut s'expliquer par l'ouverture de la pêche, sur ce gisement, à partir du 14 juin.

Il est important de prendre du recul sur les données et de les confronter à la feuille terrain. Le décalage du point de prélèvement n°2 (23 m plus loin) au mois de mai s'est remarqué sur la cohorte 2. Cette génération est centrée à 17 mm, il devrait y avoir le même nombre d'individus chaque mois car la génération spontanée n'existe pas chez les coques. Un déplacement du chenal ou l'ensablement progressif du point pourrait aussi expliquer une variation de résultats entre deux mois. Mais le fait de revenir à un résultat similaire en juin témoigne ici d'un problème d'échantillonnage.

## 2. Evaluation du stock de coques

Les estuaires sont des milieux avec beaucoup de variations du sol en raison des conditions climatiques (les tempêtes notamment). De ce fait, les gisements de coques ont aussi une tendance à se déplacer, ils peuvent donc s'agrandir ou se rétrécir. Ceci est visible d'année en année.

Prenons l'exemple du gisement des Bouchots, à la pointe de Saint-Quentin-en-Tourmont, qui se trouve autour d'une veine d'eau qui change avec l'ensablement de la zone. La zone propice à la croissance des coques a rétrécie d'un tiers de sa surface totale de 2020 (Rocroy, *et al.*, 2020).

La densité de coques a diminué dans plusieurs gisements de la baie de Somme entre l'année 2020 et 2021. La zone des Bouchots a perdu 15 % de sa densité de coques pour la même date (1<sup>er</sup> juillet). De même, CH'4 connaît une chute de sa densité moyenne de coques de 43 %. Pour autant, la répartition des coques en fonction de leur taille est semblable (environ 35 % des coques sont supérieures à 27 mm) (Rocroy,*et al.*, 2020). Les périodes de ponte étant contrôlées indirectement par la température de l'air, la ponte principale se retrouvent chaque année au printemps, qui correspond aussi à la saison des blooms de phytoplancton (Bellamy *et al.*, 2009). Il y a donc plutôt un grand pourcentage de coques jeunes adultes à partir de juillet (autour de 15 mm).

S'il on compare les tonnages de coques supérieures à 27 mm entre le gisement du Crotoy et de CH'4, on pourrait croire que le Crotoy est plus important. Or, en rapportant le tonnage à l'hectare, les deux gisements sont à 4 t/ha. Pourtant, les densités sont plus faibles sur le gisement de CH'4. En effet, la quantité de coques sur ce gisement est moindre qu'au Crotoy. La taille fait varier le nombre d'individus au mètre carré mais le poids au mètre carré reste similaire.

Très peu de points ont été faits sur le gisement du Hourdel car il se divise en plusieurs entités morphologiques très distinctes (formation de zone végétalisée, zone de sable, de vase, ou encore création de filandres). La surface et la biomasse ont été calculées par entités, les résultats sont donc plus rigoureux que sur les gisements plus grands et plus homogènes.

Grâce aux interpolations de biomasse de coques, il est possible de déterminer les gisements les plus propices à l'ouverture de la pêche professionnelle. Une pêche faisable pour tout type de conditions physiques des professionnels correspond à une biomasse de minimum 500 g/m<sup>2</sup> de coques de taille légale de pêche (supérieure à 27 mm). Ces zones ne sont pas très grandes face à l'entièreté du gisement car il est trop tôt. En simulant la croissance pour quelques mois plus tard (par exemple en septembre), il y a déjà une surface pêchable plus intéressante pour une ouverture de la pêche. Pour autant, les coques déjà supérieures à 27 mm (non présente en grande quantité) sont très grandes (30 à 35 mm en moyenne pour CH'4 et le Crotoy). Il est donc important de faire une première ouverture de la pêche (admis à 60 kg/j/pers.) pour désépaissir le gisement et laisser la place aux plus petites coques de se développer.

### 3. Distribution des coques selon la topographie

La représentation des densités de coques face à la topographie a été présentée sur un seul transect horizontal de la baie de Somme. Pour observer une relation plus robuste, il faudrait faire cette représentation graphique sur une multitude de transects, en utilisant notamment les données du ROL qui sont montrées fidèles aux observations enregistrées en avril au DGPS, malgré les variations observées entre septembre et avril. Elles se trouvent essentiellement vers les zones les plus proches de la mer, dans les zones de mégarides qui sont des formations sédimentaires très mobiles.

De plus, il est important de prendre en compte d'autres paramètres comme la granulométrie, l'impact anthropique (zones accessibles pour la pêche à pied), la proximité de l'eau (équilibre d'immersion des coques dans l'eau), ou encore la taille des coques afin de déterminer une potentielle corrélation. Ces paramètres ont aussi un impact sur la distribution des coques, il est donc nécessaire de les fixer à une constante afin de faire varier un unique paramètre (la topographie) pour observer une potentielle corrélation.

## Conclusion

*Cerastoderma edule* (coque commune) est un bivalve qui a une grande valeur économique au sein de la baie de Somme. En effet la pêche à pied est une activité traditionnelle de la région. Les estuaires tels que la baie de Somme sont propices au gisement de coques par leur sol sablo vaseux et l'apport en matière organique riche dû aux zones végétalisées. Malheureusement, c'est aussi un milieu soumis à un régime tidal important, où le flot (marée montante) est beaucoup plus rapide que le jusant (marée descendante). Ceci explique le colmatage qui a lieu sur cette étendue estuarienne. Le fort hydrodynamisme, par la morphologie de la baie, apporte aussi une variation constante du sol avec la formation de mégarides en perpétuel déplacement. Ces évènements diminuent la surface favorable au développement de coques.

Le suivi mensuel en baie de Somme a permis de voir la première ponte de l'année, en avril, avec un recrutement en juin.

L'indice de condition a atteint 103 en moyenne sur les 3 points pour le mois de juillet. Il va possiblement continuer à augmenter en août, pour avoir une belle ponte en septembre.

L'évaluation de gisement de coques en baie de Somme a été réalisée sur cinq gisements, avec un total de 307 points de prélèvement pour 119 410 coques supérieures à 10 mm. Une première saison de pêche a été donnée le 14 juin avec un quota à 60 kg/j pour les pêcheurs à pied professionnels. L'année est encore une fois propice aux coques avec des biomasses atteignant 1 442 t sur le Crotoy et 955 t sur CH'4 au 1<sup>er</sup> juillet 2021, mais avec des densités qui vont encore augmenter pour une ouverture de pêche à un quota plus élevé en automne.

Les données de topographie de septembre 2020, reçues par le ROL, sont similaires aux données obtenues sur le terrain avec le DGPS en avril 2021. Elles vont donc servir pour la recherche d'une potentielle corrélation entre la distribution des coques et leur position sur l'estran.

## Bibliographie

- Bellamy, E., Lefebvre, A., Mahé, K., & De Rafélis, M. (2009). *Croissance de la coque (Cerastoderma edule) en baie de Somme: Morphométrie et Marquage*. 54.
- Besse, T., & Mazurié, J. (2003). *Mise au point d'un protocole standard utilisant la cuisson au four à micro-ondes pour la mesure d'un indice de condition de moules*.
- Beukema, J. J., & 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 (March), 189–204. <https://doi.org/10.3354/meps309189>
- Cardoso, F. M. . J., Witte, J. I., & van der Veer, H. W. (2009). Differential reproductive strategies of two bivalves in the Dutch Wadden Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84(1), 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.05.026>
- Dabouineau, L., & Ponsero, A. (2009). *Synthèse sur la biologie des coques Cerastoderma edule*. 1–23.
- De Montaudouin, X. (1996). Factors involved in growth plasticity of cockles *Cerastoderma edule* (L.), identified by field survey and transplant experiments. *Journal of Sea Research*, 36(3–4), 251–265. [https://doi.org/10.1016/s1385-1101\(96\)90794-7](https://doi.org/10.1016/s1385-1101(96)90794-7)
- Deschamps, G. (2016). *La pêche à pied; Histoire et techniques* (Quae). <http://www.cdpmem56.fr/la-peche-a-pied/>
- Flach, E. C. (1996). The Influence of the Cockle, *Cerastoderma edule*, on the Macrozoobenthic Community of Tidal Flats in the Wadden Sea. *Marine Ecology*, 87–98. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.1996.tb00492.x>
- Honkoop, P. J. C., & Beukema, J. J. (1997). Loss of body mass in winter in three intertidal bivalve species: An experimental and observational study of the interacting effects between water temperature, feeding time and feeding behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 212(2), 277–297. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(96\)02757-8](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(96)02757-8)
- 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(1), 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(2), 309–317.
- Lambert, L. (1943). *LA COQUE ( Cardium edule L )* (1).
- Levin, L. A., Boesch, D. F., Covich, A., Dahm, C., Erséus, 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*, 4(5), 430–451. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0021-4>
- McLaughlin, E., Portig, A., & Johnson, M. P. (2007). Can traditional harvesting methods for

cockles be accommodated in a Special Area of Conservation? *ICES Journal of Marine Science*, 64(2), 309–317. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsl037>

Rocroy, M. (2014). Evaluation des incidences Natura 2000 dans le cadre des AOT de pâturage en baie de Somme. *Rapport du GEMEL 14-020*. 181.

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 MOCOPREGE. *Rapport du GEMEL 20-010*. 44.

Rocroy, M., Darras, J.-C., & Talleux, J.-D. (2020). Evaluation initiale des gisements de coques (*C. edule*) de la baie d'Authie (Fort Mahon et Groffliers) Avant les travaux de dragage et de ré-ensablement du Bois de Sapins par CA2BM, année 2019. *Rapport du GEMEL 20-002*. 24

Rocroy, M., Delforge, J., Lattelais, R., Lemaire, J., Cerisier, H., Muller, J., Prevost, L., Ruellet, T., & Talleux, J.-D. (2020). Evaluation de la ressource en coques *Cerastoderma edule*, juin 2020 & Prévisions de croissance au 15 août 2020 Gisements de CH'4 et des bouchots (baie de Somme Nord, Nord de la Maye). *Rapport du GEMEL 20-017*. 30.

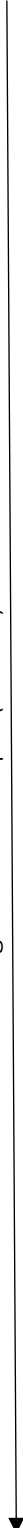
Ruellet, T. (2013). Contribution à la dynamique de population de *Cerastoderma edule* en baie de Somme dans le cadre du projet COMORES. *Rapport du GEMEL 13-025*. 87.

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*. 14.



## ANNEXE

*Annexe 1 : Croissance des coques selon le modèle de croissance (2013) entre deux mois*

Longueur de la coque (en mm) 	03/04	03/05	03/05	03/06	03/06	03/07
	2	3	2	5	2	6
	3	4	3	5	3	7
	4	5	4	6	4	8
	5	6	5	7	5	9
	6	7	6	8	6	9
	7	8	7	9	7	10
	8	9	8	10	8	11
	9	10	9	11	9	12
	10	11	10	12	10	13
	11	12	11	13	11	14
	12	13	12	14	12	15
	13	14	13	15	13	16
	14	15	14	16	14	17
	15	15	15	17	15	17
	16	16	16	17	16	18
	17	17	17	18	17	19
	18	18	18	19	18	20
	19	19	19	20	19	21
	20	20	20	21	20	22
	21	21	21	22	21	23
	22	22	22	23	22	24
	23	23	23	24	23	25
	24	24	24	25	24	25
	25	25	25	26	25	26
	26	26	26	27	26	27
	27	27	27	28	27	28
	28	28	28	29	28	29
	29	29	29	30	29	30
	30	30	30	30	30	31
	31	31	31	31	31	32

Annexe 2 : Densité (nombre de coques par m<sup>2</sup>) par classe de taille sur le gisement du Centre, le 18/05/21 (en bleu, coques de taille exploitable)

Point	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	D40	D41	D< 27	D> 27	Dtotal
1	0	0	0	4	10	32	92	140	141	92	24	13	8	2	6	10	10	7	17	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	559	559	1119
2	0	0	1	0	0	0	5	8	8	5	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	30
3	0	0	0	0	1	6	10	18	25	26	12	4	1	0	4	1	4	5	8	8	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	99	27	126	
4	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	
5	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	
6	0	0	0	0	0	0	7	14	27	72	85	68	39	17	16	4	0	1	1	1	2	4	0	5	0	1	1	1	0	0	1	0	264	19	283
7	0	0	0	0	0	11	205	399	1105	1071	843	570	194	68	11	11	11	0	0	0	11	34	11	0	0	0	0	0	0	0	0	3658	57	3715	
8	0	0	0	0	0	0	94	281	726	1311	1148	761	222	47	70	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3513	23	3536	
9	0	1	0	0	0	0	0	4	20	42	60	29	11	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	110	5	115	
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5	2	7	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
12	0	0	0	1	0	1	0	2	13	26	18	27	26	18	7	0	1	1	5	4	4	4	2	4	0	0	0	0	0	0	0	124	23	147	
13	0	0	0	0	4	4	1	12	17	18	17	7	5	4	0	7	18	23	20	17	7	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	95	72	167	
14	0	0	0	11	7	7	79	97	136	240	157	122	57	29	29	25	29	39	25	43	32	29	18	0	0	0	0	0	0	0	0	866	186	1052	
15	0	0	0	0	0	3	12	25	55	129	184	260	123	61	21	31	64	80	107	92	40	25	9	3	0	0	0	0	0	0	0	784	355	1139	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	10	14	10	23	11	4	1	0	1	2	2	6	6	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	64	23	87	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	8	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	14	11	7	7	8	12	1	0	1	0	0	0	0	0	8	62	70		
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
23	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4	7	8	24	27	12	14	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	64	111	
24	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	7	10	11	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	35	54	
25	0	0	0	0	16	16	22	34	31	53	40	25	22	16	19	137	143	190	155	106	53	22	12	12	0	0	0	0	0	0	0	532	550	1082	
26	0	0	20	51	107	139	135	99	107	131	174	75	67	67	99	75	83	32	48	40	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1256	131	1386	
27	0	0	0	4	6	5	18	43	62	65	44	13	7	4	2	1	4	6	9	11	13	9	5	2	0	0	0	0	0	0	234	55	289		
28	0	0	66	233	399	676	731	521	465	166	66	66	11	66	78	177	111	166	244	122	33	22	11	0	0	0	0	0	0	0	3768	598	4367		
29	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	2	0	0	0	1	4	5	11	2	12	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	35	50	
30	0	0	0	0	0	3	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	1	4	1	5	3	8	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	27	
33	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	4	0	1	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	5	13	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	9	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	8	
36	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5	9	13	7	3	8	0	1	1	4	8	9	8	8	9	4	0	3	1	0	0	0	43	56	99	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	1	1	5	3	7	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	19	27	
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	7	
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	7	1	0	0	1	9	4	8	3	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	21	21	43	

## Résumé

La pêche à pied du bivalve *Cerastoderma edule* a une importance économique dans les Hauts-de-France. Le stock de la coque, ainsi que sa distribution sur l'estran, est étudié en baie de Somme. Tout d'abord, une évaluation du gisement permet d'estimer la population présente et de suivre la ressource face à la pêche à pied. Ensuite, un suivi réalisé chaque mois permet de surveiller la croissance et la mortalité des coques. A partir de ce suivi mensuel, l'indice de condition de Walne et Mann indique les périodes de ponte. Enfin, la topographie du milieu est observée. L'objectif est de voir s'il existe une corrélation entre la distribution de la coque et l'altitude du terrain. Une totalité de 3 330 tonnes de coques supérieures à la taille minimale autorisée de capture (27 mm) est disponible sur le gisement de la baie de Somme le 1<sup>er</sup> juillet 2021. La première ponte de l'année 2021 a été observée au début du mois d'avril. Une belle saison propice aux coques s'installe pour les pêcheurs si aucun épisode de mortalité ne se produit.

## Summary

The *Cerastoderma edule* bivalve fishery is an economic importance in the Hauts-de-France region. The cockle stock, as well as its foreshore distribution, is studied in «baie de Somme». First, an assessment of the stock enables the present population to be estimated and the resource to be follow in relation to fishing. Then, a follow-up is carried out each month for cockles' growth and mortality controlling. Based on this monthly monitoring, the Walne and Mann condition index is used to observe spawning periods. Finally, the environment topography is observed. The objective is to see if there is a correlation with cockles' distribution according to the altitude of the land. A total of 3,330 tonnes of cockles larger than the minimum authorised catch size (27 mm) are available on «baie de Somme» on 1 July 2021. The first spawning of the year 2021 was observed at the beginning of April. A good season for cockles is in prospect for fishermen if no mortality events occur.