



Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux

115 quai Jeanne d'Arc - 80230 SAINT-VALERY-SUR-SOMME

Tél. : 03 22 26 60 40 - E-mail : contact@gemel.org

Suivi de la mortalité des coques survenue en juin 2023

Gisements de la baie de Somme (nord de la Maye, sud de la Maye et Hourdel)



**Rapport du GEMEL n°23-023
21 décembre 2023**

Travail réalisé pour:



**Mélanie ROCROY
Marie-Anaïs LEPRETRE
Florent STIEN
Maxime SOUBITEZ
Et collaborateurs**

Suivi de la mortalité des coques survenue en juin 2023 – Gisements de la baie de Somme (nord de la Maye, sud de la Maye et Hourdel)



Responsable de l'étude : Mélanie Rocroy

Terrain :

GEMEL : Marie-Anaïs Leprêtre, Mélanie Rocroy, Florent Stien, Maxime Soubitez

Bénévoles : Julie Lemaire, Betty Missemer, Patrick

Pêcheurs : Camille Blaize, Sophie Derosiere

Biométries : Maxime Soubitez

Cartographie : Mélanie Rocroy

Analyses de données : Mélanie Rocroy

Rédaction : Mélanie Rocroy

Citation : Rocroy M., Leprêtre M.-A., Soubitez M., Stien F. (2023). Suivi de la mortalité des coques survenue en juin 2023 – Gisements de la baie de Somme (nord de la Maye, sud de la Maye et Hourdel). Rapport du GEMEL n°23-023 : 47 p.

TABLE DES MATIERES

I.	Introduction	7
II.	Chronologie des évènements	13
A.	Evaluation des stocks de coques par le GEMEL en baie de Somme – printemps 2023 13	
B.	Observation de zones de mortalité restreintes, de dépôts de vases et de blooms algaux 14	
C.	Point sur les évènements climatiques.....	14
D.	Suivis de la mortalité et visite de gisement	15
III.	Matériels et méthodes.....	17
A.	Choix des stations à suivre	17
B.	Prélèvements sur le terrain.....	20
C.	Mesures au laboratoire	20
D.	Analyses de données.....	21
1.	Conversion taille/poids	21
2.	Hypothèses de croissance	21
3.	Cartographie et modélisation du gisement	21
IV.	Résultats des prélèvements : comparaison des stations avant et après l'épisode de mortalité sur les 30 points choisis.....	23
A.	Evolution des densités de coques (taille ≥ 10 mm), avant et après l'épisode de mortalité (Figure 10, Figure 11).....	24
B.	Comparaison des biomasses de coques de taille exploitable (taille ≥ 27 mm), avant et après l'épisode de mortalité.....	27
C.	Comparaison de la répartition de la taille des coques.....	30
D.	Comparaison des populations de coques	33
1.	Baie de Somme Nord, nord de la Maye	33

2.	Baie de Somme Nord, sud de la Maye	36
3.	Baie de Somme Sud, Le Hourdel	39
V.	Conclusions	42

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figures

<i>Figure 1 : Plan d'échantillonnage des gisements de coques en baie de Somme pour l'évaluation du stock, au printemps 2023.</i>	9
<i>Figure 2 : Interpolation de la biomasse (g/m²) des coques de taille exploitable (≥ 27 mm) en baie de Somme, au printemps 2023.</i>	10
<i>Figure 24 : Graphique de la température journalière maximale de l'air (°C) enregistrée par la station météorologique d'Abbeville du 1^{er} janvier 2023 au 15 septembre 2023. Les cercles rouges indiquent des pics de températures ayant pu déclencher une ponte chez les coques.</i>	15
<i>Figure 3 : Identification de la densité de coques par point et de la répartition selon 3 classes de taille : juvéniles, adultes non commercialisables et adultes commercialisables au Hourdel, le 12 juin 2023.</i>	17
<i>Figure 4 Identification de la densité de coques par point et de la répartition selon 3 classes de taille : juvéniles, adultes non commercialisables et adultes commercialisables au nord de la Maye en mai 2023 (à gauche) et au sud de la Maye en avril 2023 (à droite).</i>	18
<i>Figure 5 : Identification des points à suivre, pour estimer la mortalité des coques en baie de Somme, parmi les points prélevés pour les évaluations de gisement au printemps 2023.</i>	19
<i>Figure 6 : Prélèvements de terrain à l'aide d'une veinette modifiée (outil de travail des pêcheurs à pied de coques professionnels, sur laquelle un tamis d'1 cm de vide de maille est installé) et illustration du tamisage après rinçage.</i>	20
<i>Figure 7 : Mesure d'une coque selon l'axe antéro-postérieur.</i>	20
<i>Figure 8 : Identification des 30 points suivis lors du contrôle de la mortalité qui sont comparés avec les données récoltées avant la mortalité, lors des évaluations de gisement.</i>	23
<i>Figure 9 : Densité des coques de taille ≥ 10 mm sur les 30 points choisis, avant la mortalité de juin 2023.</i>	26
<i>Figure 10 : Densité des coques de taille ≥ 10 mm sur les 30 points choisis, après la mortalité de juin 2023.</i>	26
<i>Figure 11 : Biomasse des coques de taille ≥ 27 mm sur les 30 points choisis, avant la mortalité de juin 2023.</i>	28
<i>Figure 12 : Biomasse des coques de taille ≥ 27 mm sur les 30 points choisis, avant la mortalité de juin 2023.</i>	28
<i>Figure 13 : Biomasse des coques de taille ≥ 27 mm sur les 30 points choisis, après simulation de croissance au 25 septembre 2023 des coques encore en place (début juillet), après l'épisode de mortalité.</i>	29
<i>Figure 14 : Proportion de la densité de coques avant la mortalité, selon 3 classes de taille : en orange, les coques juvéniles ; en jaune, les coques adultes qui ne sont pas de taille marchande et en violet les coques de taille marchande (≥ 27 mm), au nord de la Maye (à gauche), au sud de la Maye (au centre) et au Hourdel (à droite).</i>	30

<i>Figure 15 : Proportion de la densité de coques après la mortalité, selon 3 classes de taille : en orange, les coques juvéniles ; en jaune, les coques adultes qui ne sont pas de taille marchande et en violet les coques de taille marchande (≥ 27 mm), au nord de la Maye (à gauche), au sud de la Maye (au centre) et au Hourdel (à droite).</i>	31
<i>Figure 16 : Répartition des coques par maturité sur les 30 points choisis, avant la mortalité de juin 2023</i>	32
<i>Figure 17 : Répartition des coques par maturité sur les 30 points choisis, après la mortalité de juin 2023</i>	32
<i>Figure 18 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au nord de la Maye, avant la mortalité de l'été 2023, au moment des évaluations de gisement de coques</i>	33
<i>Figure 19 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au nord de la Maye après la mortalité de l'été 2023.</i>	34
<i>Figure 20 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au sud de la Maye, avant la mortalité de l'été 2023, au moment des évaluations de gisement de coques</i>	36
<i>Figure 21 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au sud de la Maye, après la mortalité de l'été 2023.</i>	37
<i>Figure 22 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au Hourdel, avant la mortalité de l'été 2023, au moment des évaluations de gisement de coques.</i>	39
<i>Figure 23 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au Hourdel, après la mortalité de l'été 2023</i>	40

Tableaux

<i>Tableau 1 : Bilan des stocks de coques le jour des évaluations pour chaque gisement de la baie de Somme, avec à gauche les coques de taille [10-27[mm et à droite, les coques de taille ≥ 27 mm</i>	11
<i>Tableau 2 : Simulation de la croissance de chaque classe de taille millimétrique des coques prélevées début juillet, au 25 septembre de la même année</i>	27
<i>Tableau 3 : Identification de la taille moyenne (mm) de chaque cohorte et de la densité de coque pour chacune, avant (à gauche) et après (à droite) la mortalité de juin 2023, au Nord de la Maye (Baie de Somme Nord)</i>	34
<i>Tableau 4 : Bilan du pourcentage de mortalité au nord de la Maye pour chacune des cohortes</i>	35
<i>Tableau 5 : Identification de la taille moyenne (mm) de chaque cohorte et de la densité de coque pour chacune, avant (à gauche) et après (à droite) la mortalité de juin 2023, au sud de la Maye (Baie de Somme Nord)</i>	37
<i>Tableau 6 : Bilan du pourcentage de mortalité au sud de la Maye pour chacune des cohortes</i>	38
<i>Tableau 7 : Identification de la taille moyenne (mm) de chaque cohorte et de la densité de coque pour chacune, avant (à gauche) et après (à droite) la mortalité de juin 2023, au Hourdel (Baie de Somme Sud)</i>	40
<i>Tableau 8 : Bilan du pourcentage de mortalité au Hourdel pour chacune des cohortes</i>	41

Photographies

<i>Photographie 1 : zone d'accumulation de vases et d'anoxie sur lesquelles des coques mourantes remontent à la surface sur la zone de CH'4 en baie de Somme nord, au nord de la Maye.....</i>	<i>12</i>
<i>Photographie 2 : zoom sur une zone d'accumulation de coques mortes due à une mortalité massive.....</i>	<i>12</i>
<i>Photographie 3 : Illustration d'un prélèvement en baie de Somme Nord.....</i>	<i>13</i>
<i>Photographie 4 : zone d'accumulation de vases (à gauche) et de phytoplancton (à droite) sur lesquelles des coquilles de coques mortes sont observables.....</i>	<i>14</i>
<i>Photographie 5 : commission de visite de gisement de la baie de Somme Nord, au Sud de la Maye : observation, bilan de ce qui passe à travers l'engin de pêche professionnel et caractéristiques sédimentaires de la zone</i>	<i>14</i>
<i>Photographie 6 : Orage diluvien sur la commune du Crotoy qui a complètement inondé les rues.....</i>	<i>15</i>
<i>Photographie 7 : Zone vaseuse avec dépôt d'algues vertes signe d'eutrophisation au Hourdel (à gauche) et présence de naissain, dont chaque trou indique la présence d'une coque (à droite).....</i>	<i>16</i>
<i>Photographie 8 : Naissain toujours présent au Hourdel (à droite), dont une partie est mort (à gauche).....</i>	<i>16</i>
<i>Photographie 9 : Visite de gisement avec les membres de la commission en baie de Somme Nord (à gauche), présence de naissain (sur les 2 photographies de droite)</i>	<i>16</i>

Annexes

<i>Annexe 1 : Coordonnées des points suivis pour la mortalité des coques en Lambert 93, mètre.</i>	<i>44</i>
<i>Annexe 2 : Densité de chaque classe de taille de coques prélevées mi-juillet 2023, après l'épisode de mortalité de juin de la même année</i>	<i>45</i>
<i>Annexe 3 : Densité de chaque classe de taille de coques prélevées au moment des évaluations de gisement, avant l'épisode de mortalité de juin 2023.....</i>	<i>46</i>

I. INTRODUCTION

Les estuaires sont des écosystèmes originaux qui possèdent une productivité primaire nette très élevée (Teixeira *et al.*, 2014), notamment grâce aux vastes zones intertidales, qui sont alternativement immergées et exondées sous l'influence de la marée. L'estuaire de la Somme possède les plus grandes zones intertidales du littoral nord-ouest français (Loquet 2001) et permet à ce titre le support et la croissance de nombreux bivalves. 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 coque, *Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758) est un mollusque bivalve filtreur qui vit enfoui dans les sédiments des zones intertidales des estuaires, de la Norvège au Sénégal (Gam *et al.*, 2010). Cependant, au sein d'une même entité géographique, comme un estuaire, la répartition des coques est agrégative (Dabouineau & Ponsero, 2004). Les variations annuelles des facteurs abiotiques comme la température ou 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).

La baie de Somme est depuis de nombreuses années le premier site français de production de coques. On compte 330 licences de pêche à pied professionnelle pour cette espèce sur le littoral des Hauts-de-France. La commune du Crotoy représente à ce titre, la plus grosse communauté de pêcheurs à pied professionnels d'Europe avec environ 140 pêcheurs. Les quotas de pêche fixés chaque année intègrent notamment l'évaluation annuelle des ressources en coques effectuée par le GEMEL (Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux), qui suit également depuis 2012, la croissance, la maturité et la mortalité des coques tous les mois sur trois points de la baie de Somme et les épisodes de mortalité.

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 campagnes d'évaluations printanières de la ressource en coques des gisements de la baie de Somme ont été menées du 25 au 28 avril 2023 en baie de Somme nord, au nord de la Maye ; du 10 au 13 mai 2023 en baie de Somme nord, au sud de la Maye ; les 12 et 13 juin 2023 en baie de Somme sud, au Hourdel.

Les campagnes permettent d'évaluer :

- La répartition spatiale de la coque
- Les densités de coques par mètre carré
- La distribution en tailles et âges
- Les biomasses en place, donc le stock exploitable

Après avoir délimité les zones favorables à la survie des coques, **341 stations ont été suivies** (Rocroy *et al.*, 2023). Avec 125 stations au nord de la Maye pour 412 ha favorables, 168 stations au sud de la Maye pour 563 ha favorables et 48 stations au Hourdel pour 86 ha favorables ; Figure 1).

Un bilan de l'évaluation du stock de coques en place au moment des prélèvements est présenté Tableau 1 et la répartition des coques à la taille de pêche est illustrée sur la Figure 2. Ainsi, il y a le jour des prélèvements, un total de **2196 tonnes de coques exploitables en baie de Somme avec une biomasse supérieure à 500 g/m²** (biomasse qui permet à l'ensemble des pêcheurs à pied, peu importe leur condition physique, de réaliser leur quota en une marée). Ce stock est suffisant pour ouvrir les gisements à la pêche à pied professionnelle.

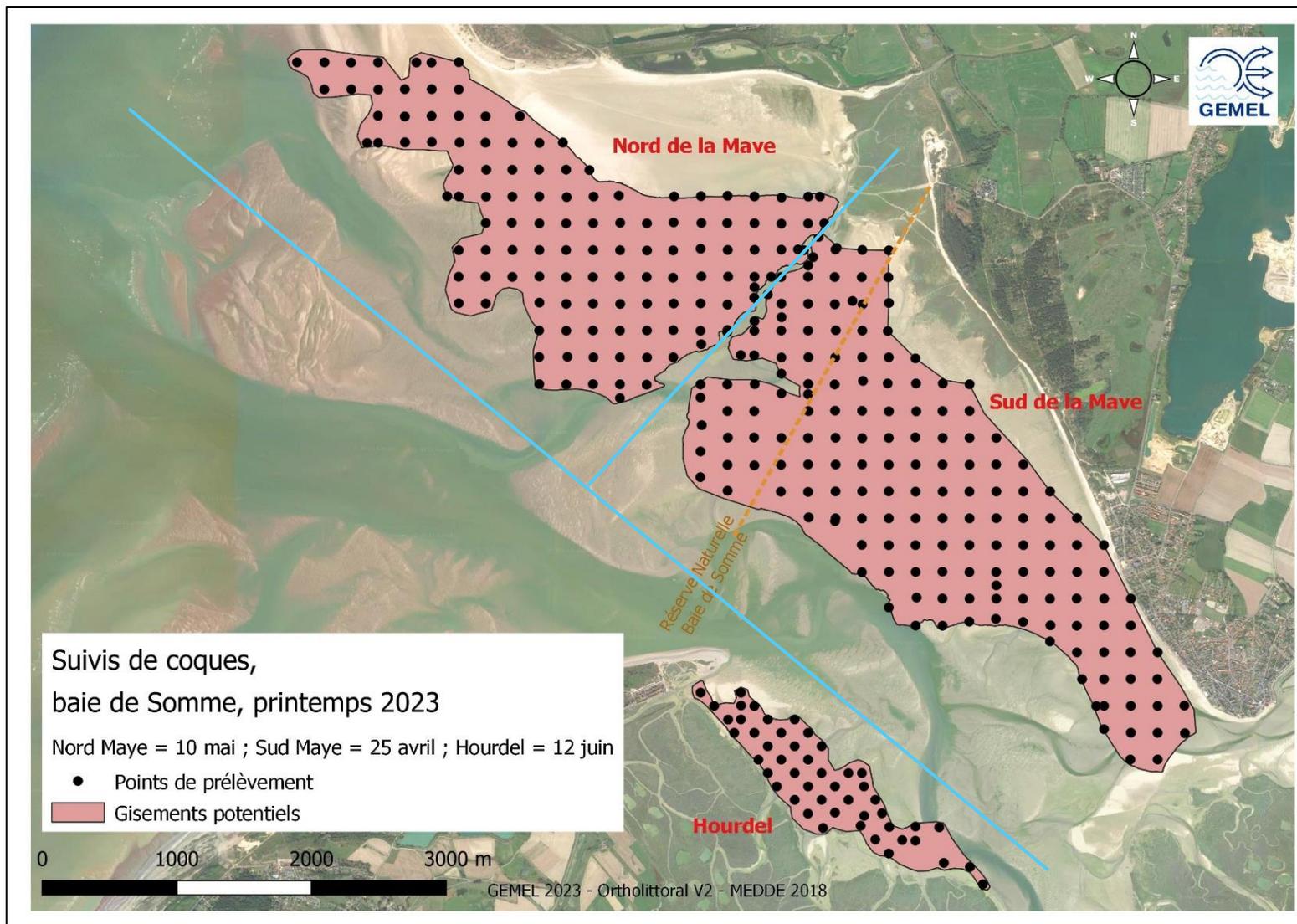


Figure 1 : Plan d'échantillonnage des gisements de coques en baie de Somme pour l'évaluation du stock, au printemps 2023.

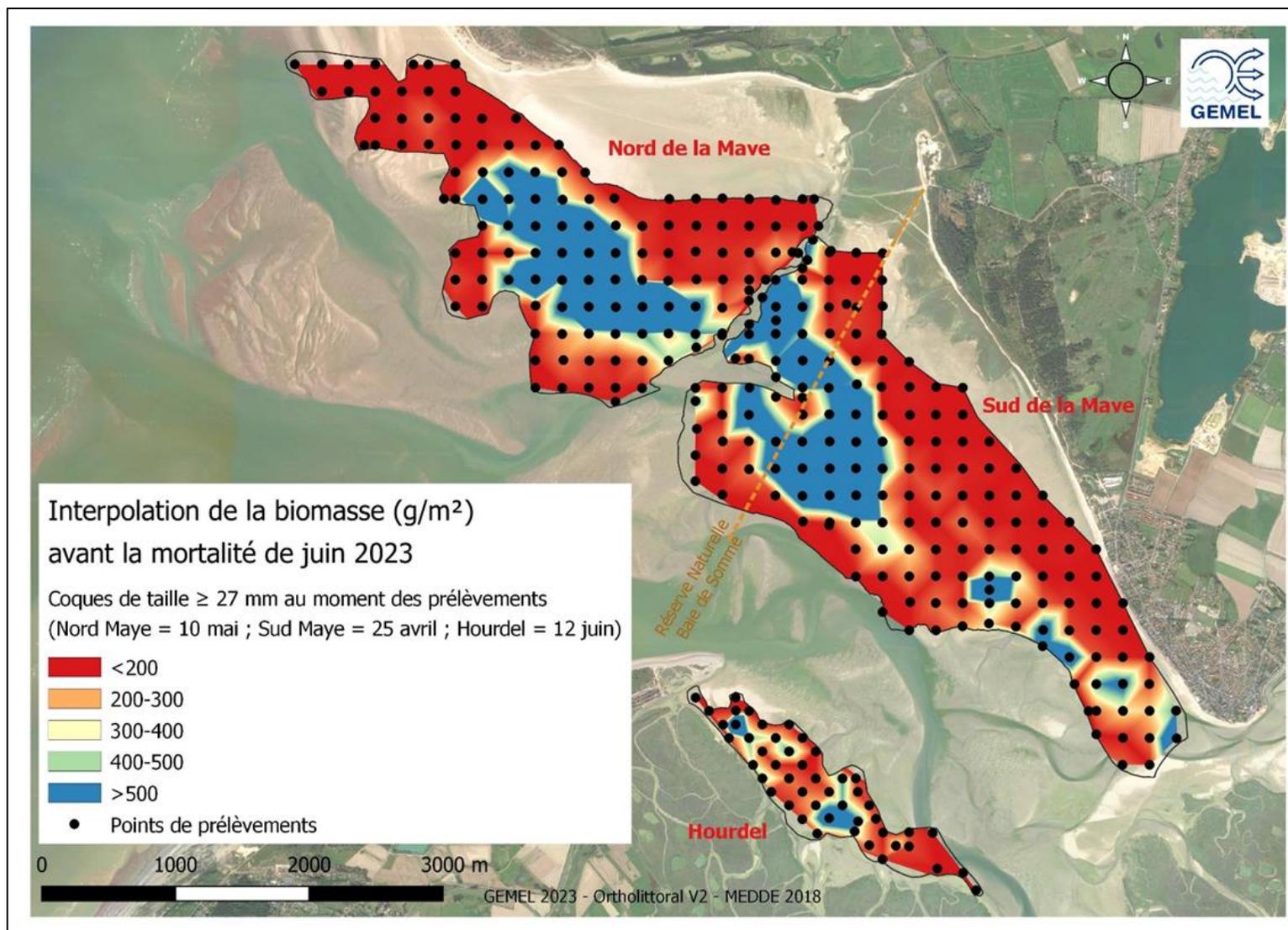


Figure 2 : Interpolation de la biomasse (g/m²) des coques de taille exploitable (≥ 27 mm) en baie de Somme, au printemps 2023.

Tableau 1 : Bilan des stocks de coques le jour des évaluations pour chaque gisement de la baie de Somme, avec à gauche les coques de taille [10-27] mm et à droite, les coques de taille ≥ 27 mm

Nord Maye, 10 mai 2023			Nord Maye, 10 mai 2023		
Taille comprise entre 10 mm et 27 mm			Taille supérieure à 27 mm		
Classe (g/m ²)	surface (ha)	tonnage	Classe (g/m ²)	surface (ha)	tonnage
<200	98.70	75.86	<200	99.80	71.43
200-300	20.23	49.71	200-300	20.79	51.74
300-400	14.85	51.75	300-400	20.17	70.63
400-500	13.71	61.54	400-500	14.27	63.72
>500	161.28	2984.53	>500	94.27	1206.87
Total	308.77	3223.38	Total	249.30	1464.39

Sud Maye, 25 avril 2023			Sud Maye, 25 avril 2023		
Taille comprise entre 10 mm et 27 mm			Taille supérieure à 27 mm		
Classe (g/m ²)	surface (ha)	tonnage	Classe (g/m ²)	surface (ha)	tonnage
<200	131.24	111.14	<200	178.72	126.10
200-300	39.81	99.11	200-300	40.62	100.97
300-400	29.96	104.01	300-400	31.42	108.68
400-500	22.13	99.06	400-500	23.15	104.16
>500	263.73	4864.69	>500	104.36	959.37
Total	486.87	5278.02	Total	378.27	1399.27

Hourdel, 12 juin 2023			Hourdel, 12 juin 2023		
Taille comprise entre 10 mm et 27 mm			Taille supérieure ou égale à 27 mm		
Classe (g/m ²)	surface (ha)	tonnage	Classe (g/m ²)	surface (ha)	tonnage
<200	142.44	121.81	<200	39.66	32.31
200-300	36.28	86.82	200-300	9.29	23.09
300-400	13.50	46.33	300-400	7.10	24.55
400-500	6.46	28.92	400-500	3.60	15.92
>500	9.16	56.75	>500	4.67	30.44
Total	207.84	340.63	Total	64.32	126.31

Ainsi, après une commission de visite de gisement de coques sur la baie de Somme nord, organisée le 9 juin 2023, il a été décidé via l'arrêté préfectoral n°108/2023 du 15 juin 2023 d'ouvrir la pêche à pied des coques du lundi 19 juin 2023 au vendredi 28 juillet 2023 inclus pour un quota fixé à 96 kg par jour et par pêcheur professionnel.

Après la mi-juin, un gros épisode de mortalité des coques a été observé sur l'ensemble de la baie de Somme (Photographie 1 et Photographie 2). Les gisements ont alors été fermés pour la pêche à pied le vendredi 30 juin 2023, n'ayant permis que 10 jours de pêche.

Après cet épisode de forte mortalité, une estimation de l'ampleur de la perte des gisements de coques a été initiée en baie de Somme par le GEMEL. Les prélèvements ont eu lieu entre le 10 et le 13 juillet 2023 sur les différents secteurs.

Photographie 1 : zone d'accumulation de vases et d'anoxie sur lesquelles des coques mourantes remontent à la surface sur la zone de CH'4 en baie de Somme nord, au nord de la Maye



Photographie 2 : zoom sur une zone d'accumulation de coques mortes due à une mortalité massive



II. CHRONOLOGIE DES EVENEMENTS

Un résumé non exhaustif des événements (échantillonnages de coques, conditions climatiques, reproduction des coques, réunions ou commission de visite de gisements...) qui se sont déroulés entre avril et septembre 2023 est présenté ci-après.

A. EVALUATION DES STOCKS DE COQUES PAR LE GEMEL EN BAIE DE SOMME – PRINTEMPS 2023

- **25 au 28 avril** : Evaluation du stock de coques (baie de Somme Nord, Sud Maye ; Photographie 3).

Terrain propice, densité de coques importante sur certains secteurs au moment des évaluations.

- **10 au 13 mai** : Evaluation du stock de coques (baie de Somme Nord, Nord Maye).

Terrain propice, densité importante de coques au moment des évaluations.

- **12 et 13 juin** : Evaluation du stock de coques (baie de Somme Sud, Hourdel).

Terrain propice, belle densité de coques au moment des évaluations.

Globalement, en baie de Somme, au moment des évaluations de stock de coques, le terrain est propice et les coques nombreuses, avec des tailles différentes. Cela permet d'envisager une belle année en termes de ressource et d'exploitabilité, proche de 2022 et 2021.

Photographie 3 : Illustration d'un prélèvement en baie de Somme Nord



B. OBSERVATION DE ZONES DE MORTALITE RESTREINTES, DE DEPOTS DE VASES ET DE BLOOMS ALGAUX

- **11 mai** : Zone de mortalité restreinte constatée au Crotoy (Photographie 4).

Rien d'anormal, situation classique sur ce secteur et à cette période de l'année, zone anoxique et vaseuse.

Photographie 4 : zone d'accumulation de vases (à gauche) et de phytoplancton (à droite) sur lesquelles des coquilles de coques mortes sont observables



- **9 juin** : Commission de visite de gisement en baie de Somme Nord (Photographie 5)

Terrain globalement bon avec zones d'accumulations de vases, diatomées et phytoplancton.

Photographie 5 : commission de visite de gisement de la baie de Somme Nord, au Sud de la Maye : observation, bilan de ce qui passe à travers l'engin de pêche professionnel et caractéristiques sédimentaires de la zone



C. POINT SUR LES EVENEMENTS CLIMATIQUES

- **9 et 10 juin** : pic de température (atteint 29,5°C ; Figure 3) ; Basse Mer (BM) = 12h20
Ponte probable des coques → naissain présent au Hourdel le 13 juillet → Coques affaiblies.
- **16, 17 et 18 juin** : pic de température (atteint 28,4°C ; Figure 3) ; BM entre 18h20 et 19h47.
- **18 juin** : gros orage (Photographie 6) vers 18h30 (13,9 mm en 1h) ; BM = 19h47 (gisements de coques découverts).

- **19 juin** : ouverture de la pêche à pied aux coques.
- **30 juin** : Fermeture de la pêche à pied suite à la mortalité massive des gisements.

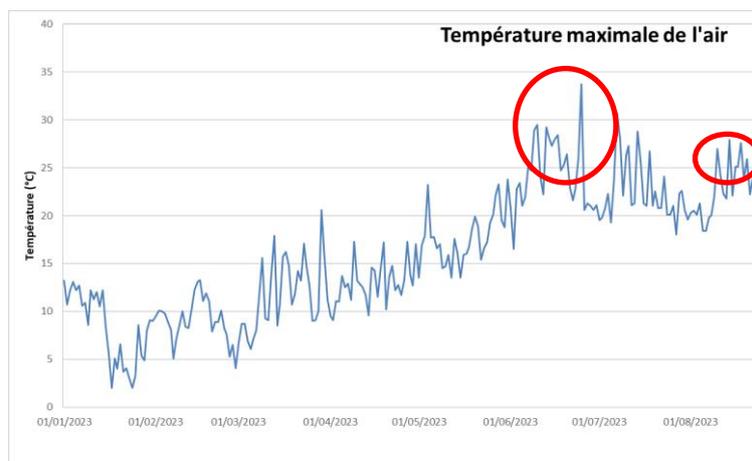


Figure 3 : Graphique de la température journalière maximale de l'air (°C) enregistrée par la station météorologique d'Abbeville du 1^{er} janvier 2023 au 15 septembre 2023. Les cercles rouges indiquent des pics de températures ayant pu déclencher une ponte chez les coques

Photographie 6 : Orage diluvien sur la commune du Crotoy qui a complètement inondé les rues



D. SUIVIS DE LA MORTALITE ET VISITE DE GISEMENT

- **10, 12, 13 juillet** : Suivis de la mortalité sur les différentes zones Naissain au Hourdel uniquement, vases et algues présentes, zones d'anoxies (Photographie 7).
- **5 septembre** : visite de la zone du Hourdel Naissain présent le 13 juillet a grossi et une partie est mort (Photographie 8).

- **6 septembre** : Commission de visite de gisement en baie de Somme Nord

Naissain petit, présent en faible quantité, une ponte secondaire a eu lieu début août (Photographie 9).

Photographie 7 : Zone vaseuse avec dépôt d'algues vertes signe d'eutrophisation au Hourdel (à gauche) et présence de naissain, dont chaque trou indique la présence d'une coque (à droite)



Photographie 8 : Naissain toujours présent au Hourdel (à droite), dont une partie est mort (à gauche)



Photographie 9 : Visite de gisement avec les membres de la commission en baie de Somme Nord (à gauche), présence de naissain (sur les 2 photographies de droite)



III. MATERIELS ET METHODES

A. CHOIX DES STATIONS A SUIVRE

Des stations représentatives des gisements, en termes de densité, ayant une quantité de juvéniles importante et/ou d’adultes (commercialisables ou non) ont été choisies afin d’être le plus exhaustif possible. Pour cela, les cartes des Figure 4 et Figure 5 illustrent la densité et la répartition des coques juvéniles (de taille inférieure ou égale à 20 mm), adultes non commercialisables (taille comprise entre 21 et 26 mm) et adultes commercialisables (taille supérieure ou égale à 27 mm).

Le choix s’est alors porté sur 9 stations au nord de la Maye, 11 stations au sud de la Maye et 10 stations au Hourdel (Figure 6), soit 30 stations au total dont les coordonnées sont données en Annexe 1.

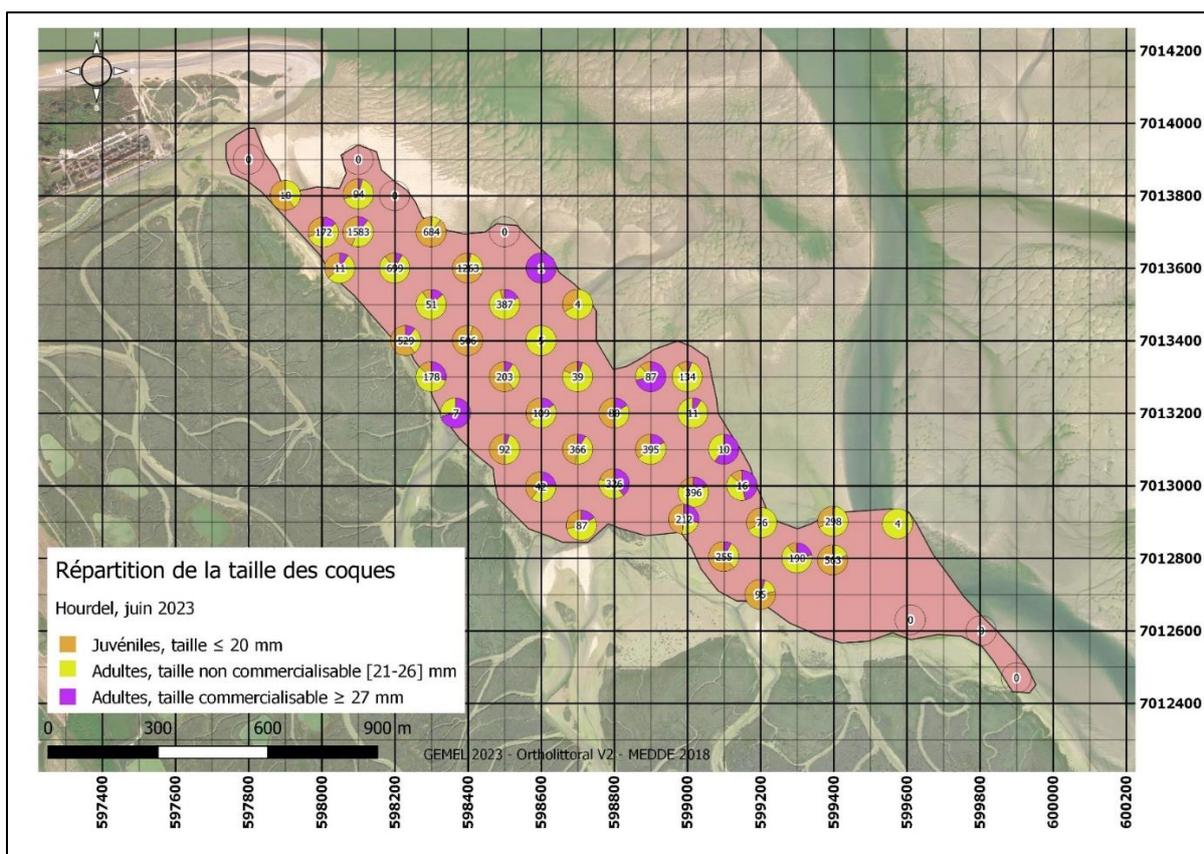


Figure 4 : Identification de la densité de coques par point et de la répartition selon 3 classes de taille : juvéniles, adultes non commercialisables et adultes commercialisables au Hourdel, le 12 juin 2023

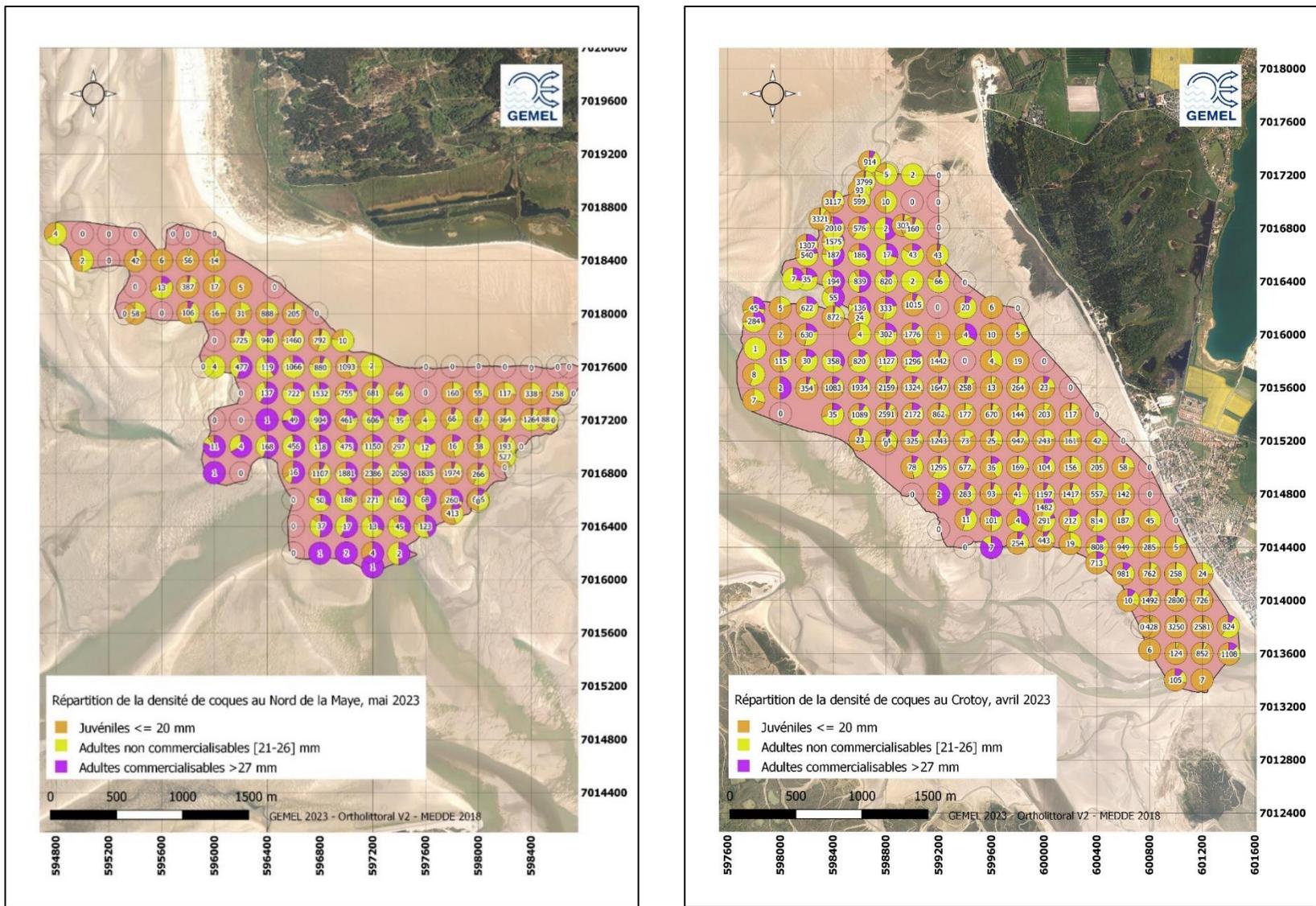


Figure 5 Identification de la densité de coques par point et de la répartition selon 3 classes de taille : juvéniles, adultes non commercialisables et adultes commercialisables au nord de la Maye en mai 2023 (à gauche) et au sud de la Maye en avril 2023 (à droite)

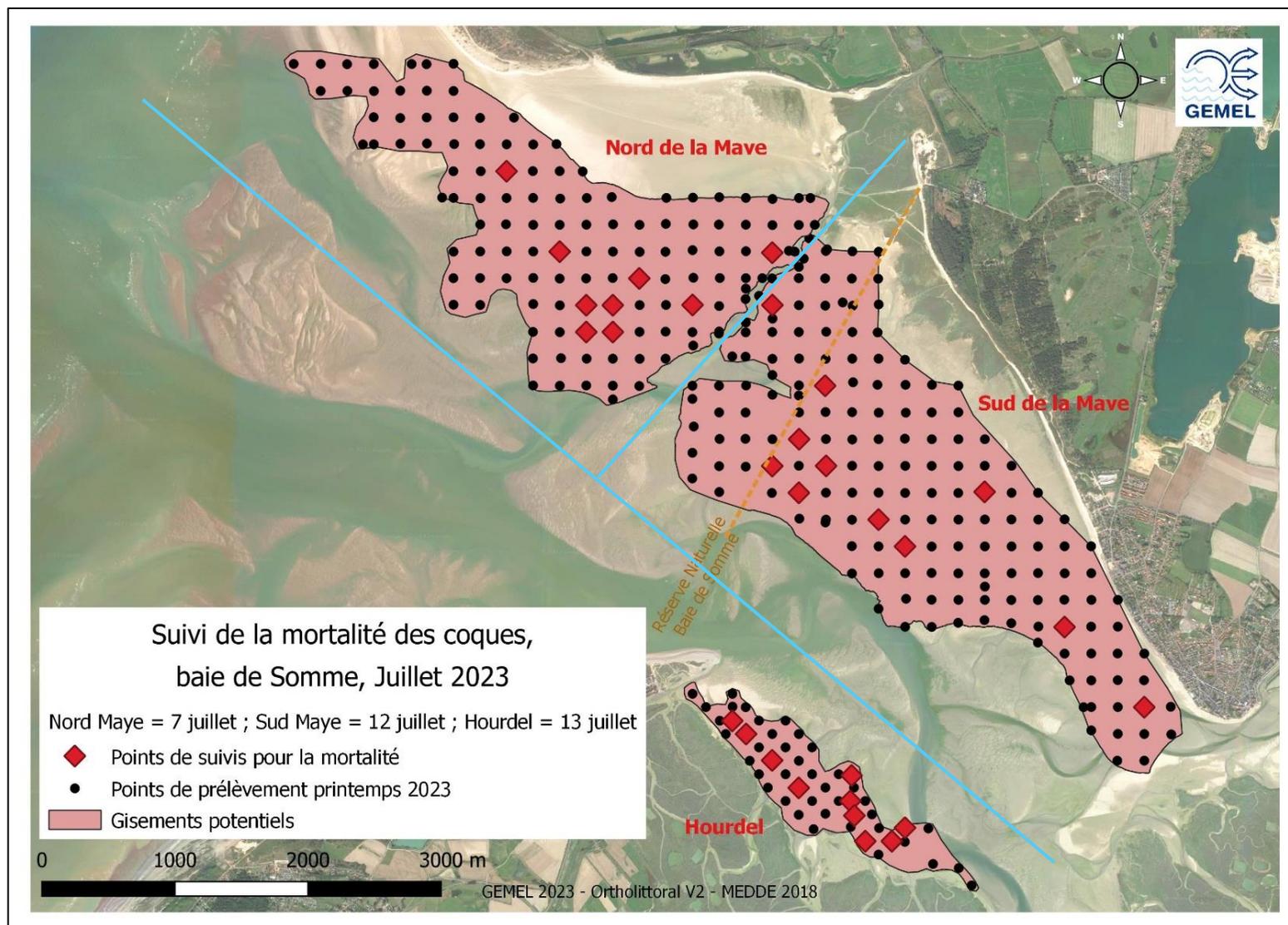


Figure 6 : Identification des points à suivre, pour estimer la mortalité des coques en baie de Somme, parmi les points prélevés pour les évaluations de gisement au printemps 2023.

B. PRELEVEMENTS SUR LE TERRAIN

Pour chaque station, 3 prélèvements (nécessaires à la prise en compte de l'hétérogénéité du milieu pour les analyses statistiques) d'une surface unitaire de **0,2794 m²** (surface d'une veinette) sont échantillonnés à l'aide d'une pelle (pour récupérer l'ensemble des tailles de coques) et tamisés sur 1 cm de vide de maille (Figure 7).



Figure 7 : Prélèvements de terrain à l'aide d'une veinette modifiée (outil de travail des pêcheurs à pied de coques professionnels, sur laquelle un tamis d'1 cm de vide de maille est installé) et illustration du tamisage après rinçage

C. MESURES AU LABORATOIRE

Au laboratoire, les individus ainsi prélevés sont dénombrés et mesurés selon l'axe antéro-postérieur qui correspond à la plus grande longueur mesurable (Figure 8). Les mesures sont réalisées avec un pied à coulisse électronique au 10^{ème} de millimètre près. Ces deux opérations permettent d'estimer la densité (nombre d'individus par unité de surface) par station pour les différentes classes de taille.

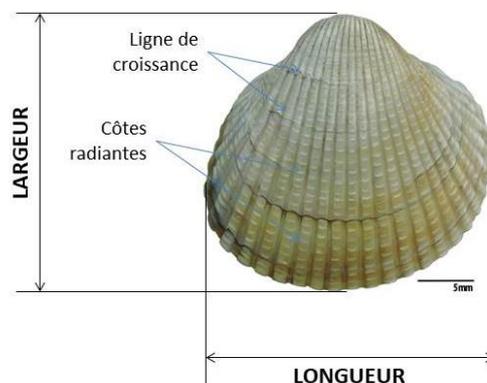


Figure 8 : Mesure d'une coque selon l'axe antéro-postérieur

D. ANALYSES DE DONNEES

1. Conversion taille/poids

La relation allométrique taille/poids permet d'évaluer la biomasse totale du gisement de coques par cohorte ou classe de taille ou encore pour les coques commercialisables (taille supérieure à 27 mm). Le poids de la coquille représentant l'essentiel du poids d'une coque, il est possible de négliger la variabilité saisonnière de cet abaque.

Ainsi, les densités ont été converties en biomasses à partir de l'abaque réalisé en baie de Somme grâce aux données de 2009, 2010 et 2011 :

$$PF = 2,78.10^{-4} L^3$$

avec le poids frais (PF) en gramme et la longueur (L) en millimètre

2. Hypothèses de croissance

Il est possible de connaître la croissance et la taille des coques pour l'année à venir (en absence de mortalité) à partir des prélèvements. Pour cela, on se base sur le modèle de croissance saisonnalisé développé pour la baie de Somme en 2013, par le GEMEL, dans le cadre du projet COMORES :

$$L(t) = 36,5 \left(1 - e^{-\left(1,5(t+0,31) + \frac{0,9 \times 1,5}{2\pi} \sin(2\pi(t+0,3)) - \frac{0,9 \times 1,5}{2\pi} \sin(-0,02\pi)\right)} \right)$$

avec le temps (t) en année (le zéro étant fixé au 1er janvier) et la longueur au temps t (L (t)) en mm.

3. Cartographie et modélisation du gisement

A partir d'observations géoréférencées, ici les stations de prélèvements, on cherche à estimer les valeurs prises par le paramètre observé (densité ou biomasse de coques) en d'autres points de l'espace. Afin de réaliser ces estimations spatiales, la méthode d'interpolation linéaire a été choisie. Elle consiste à diviser le champ en triangles disjoints dont les sommets sont les stations échantillonnées, puis à interpoler le paramètre choisi à l'intérieur de chaque triangle. Ces outils statistiques permettent de produire des bilans, cartographiques et chiffrés, d'un gisement et d'en suivre l'évolution et la productivité.

D'abord, les biomasses et les densités de coques de taille supérieure ou égale à 10 mm ont été interpolées par triangulation linéaire (à l'aide des logiciels Surfer 10 et QGIS), par pas de 10 m en X et en Y afin d'avoir une grille dont chaque nœud représente 100 m² et ensuite l'opération a été renouvelée sur les coques de taille supérieure à 27 mm.

Seuls les nœuds compris dans la zone propice aux coques ont été conservés. Les représentations cartographiques indiquent des biomasses à différents seuils d'exploitabilité allant de 200 g/m² (situation exploitable uniquement par une quarantaine de pêcheurs les années précédentes) à 500 g/m² (biomasse pêchable par l'ensemble des pêcheurs à pied) et des densités selon des gradients.

IV. RESULTATS DES PRELEVEMENTS : COMPARAISON DES STATIONS AVANT ET APRES L'EPISODE DE MORTALITE SUR LES 30 POINTS CHOISIS

Les 30 points choisis (associés à leur numéro et secteur pour les identifier par la suite), sont illustrés Figure 9 et serviront pour analyser la population de coques avant (moment des évaluations annuelles de gisement) et après l'épisode de mortalité de juin 2023.

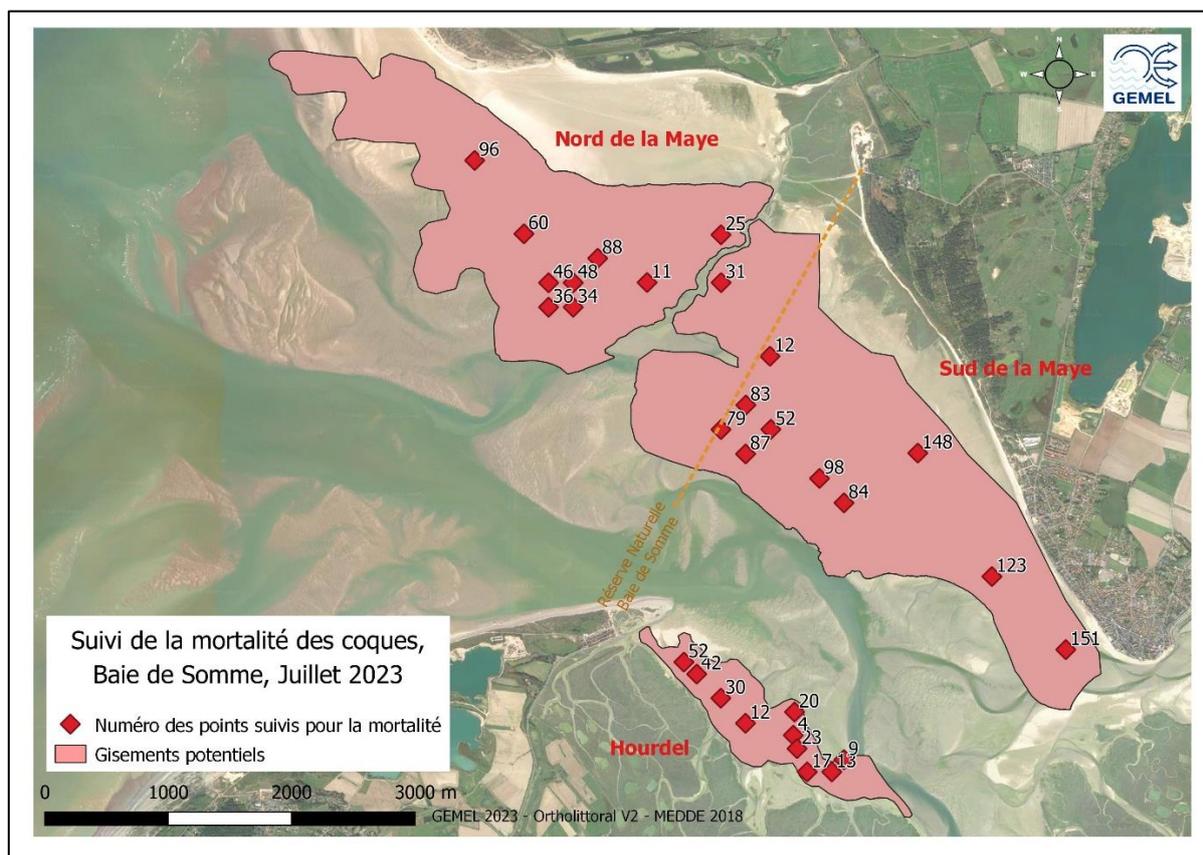


Figure 9 : Identification des 30 points suivis lors du contrôle de la mortalité qui sont comparés avec les données récoltées avant la mortalité, lors des évaluations de gisement

A. EVOLUTION DES DENSITES DE COQUES (TAILLE ≥ 10 MM), AVANT ET APRES L'EPISODE DE MORTALITE (FIGURE 10, FIGURE 11)

Pour les 30 points choisis avant la mortalité, la densité de coques dont la taille est supérieure ou égale à 10 mm est toujours de plus de 100 coques/m² (Figure 10). En moyenne elle est de 950 coques/m². Sur 7 de ces 30 points, des densités dépassant plus de 1500 coques/m² sont relevées. Ils sont retrouvés dans la zone du nord de la Maye, au centre ; dans la zone du sud de la Maye, à l'ouest et au sud ; dans la zone du Hourdel, au plus proche du port, c'est-à-dire au nord.

Après l'épisode de mortalité, la densité de coques est en moyenne de 124 coques/m² (Figure 11). Ainsi la densité de coques a globalement diminué de 87 % sur le secteur de la baie de Somme.

- *Le nord de la Maye*

Avant la mortalité, le 10 mai 2023, la densité moyenne de coques, au nord de la Maye sur les 9 points choisis est de 1198 coques/m² \pm 894. Avec un minimum de 205 coques/m² sur le point 36 et un maximum de 2739 coques/m² sur le point 48.

Suite à cet épisode de mortalité, le 7 juillet 2023, la densité moyenne de ces 9 mêmes points est passée à 139 coques/m² \pm 124, soit une perte de 88,4 % de la densité de coques. La densité minimale observée est de 19 coques/m², sur le point 88 et la densité maximale est de 443 coques/m², sur le point 48, comme cela est observé avant la mortalité, mais avec 6 fois moins de coques.

- *Le sud de la Maye*

Avant la mortalité, le 25 avril 2023, la densité moyenne de coques, au nord de la Maye sur les 11 points choisis est de 1195 coques/m² \pm 757. Avec un minimum de 203 coques/m² sur le point 148 et un maximum de 2739 coques/m² sur le point 151.

Suite à cet épisode de mortalité, le 12 juillet 2023, la densité moyenne de ces 10 mêmes points est passée à $21 \text{ coques/m}^2 \pm 23$, soit une perte de 98,3 % de la densité de coques. La densité minimale observée est de 0 coque/m^2 , sur les points 148 (qui avait déjà avant l'épisode de mortalité, la densité la plus petite des points suivis sur cette zone) et 52 (qui faisait partie des points les plus denses avec 2159 coques/m^2 avant la mortalité). La densité maximale est de 69 coques/m^2 sur le point 79, ce qui est environ 40 fois moins dense qu'avant la mortalité.

- *Le Hourdel*

Avant la mortalité, le 12 juin 2023, la densité moyenne de coques, au nord de la Maye sur les 10 points choisis est de $456 \text{ coques/m}^2 \pm 435$. Avec un minimum de 109 coques/m^2 sur le point 12 et un maximum de 1583 coques/m^2 sur le point 52.

Suite à cet épisode de mortalité, le 13 juillet 2023, la densité moyenne de ces 10 mêmes points est passée à $223 \text{ coques/m}^2 \pm 359$, soit une perte de la moitié de la densité de coques. Cependant, le point 52 dont la densité est de 1231 coques/m^2 (densité maximale des 10 points) est environ 10 fois plus dense que les autres points tire cette moyenne vers le haut. Quant à la densité minimale observée, elle est de 24 coques/m^2 , sur le point 20.

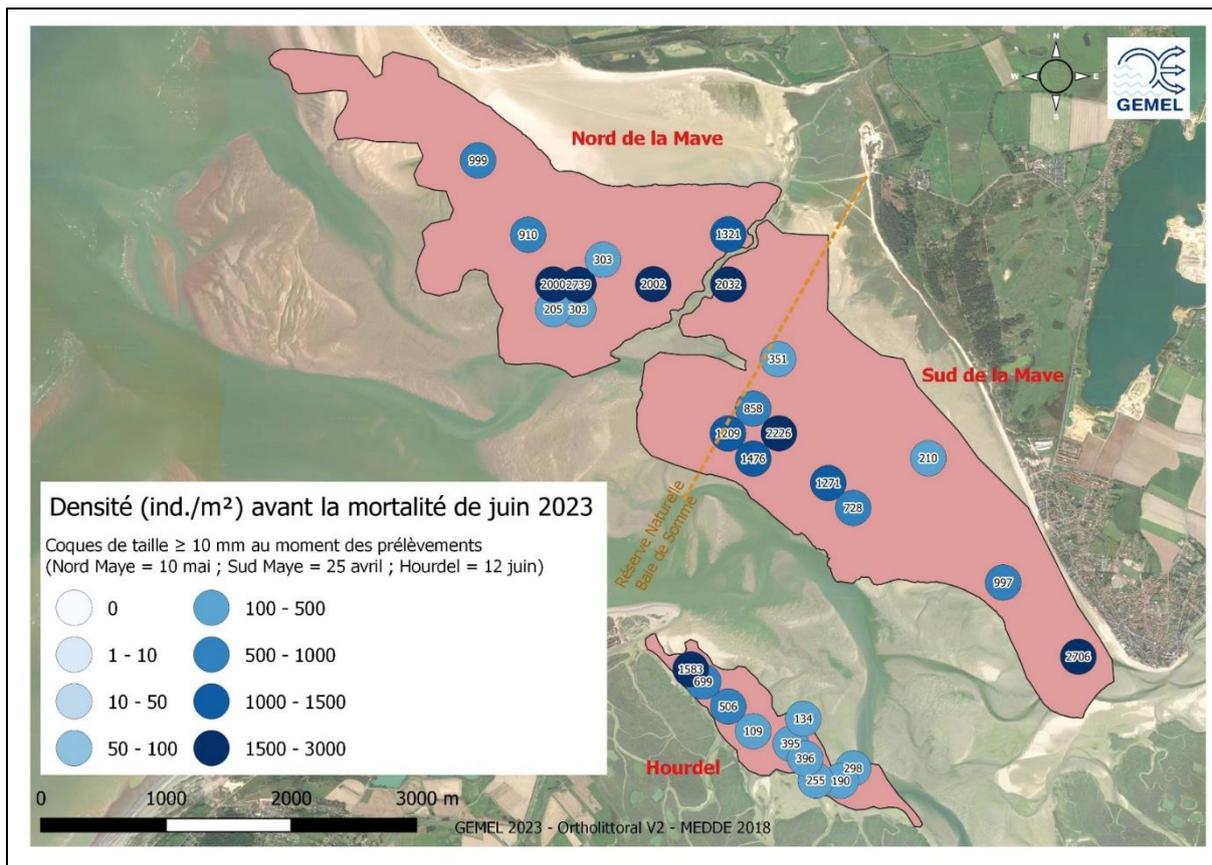


Figure 10 : Densité des coques de taille ≥ 10 mm sur les 30 points choisis, avant la mortalité de juin 2023

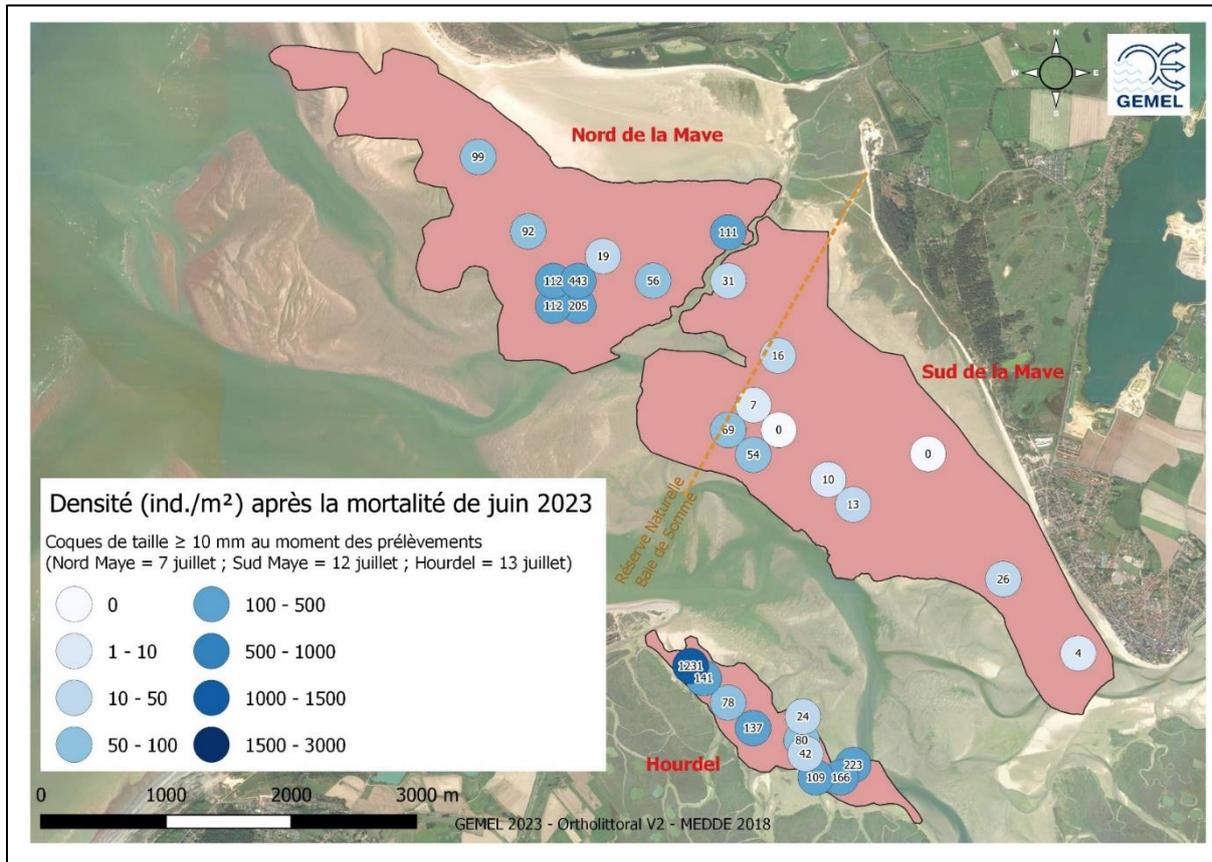


Figure 11 : Densité des coques de taille ≥ 10 mm sur les 30 points choisis, après la mortalité de juin 2023

B. COMPARAISON DES BIOMASSES DE COQUES DE TAILLE EXPLOITABLE (TAILLE ≥ 27 MM), AVANT ET APRES L'EPISODE DE MORTALITE

Avant l'épisode de mortalité, les points dont la biomasse de coques exploitable est supérieure à 500 g/m² (*i.e.* : condition de pêche accessible à l'ensemble des pêcheurs, peu importe leur condition ou capacité physique afin de faire leur quota durant le temps d'une marée) sont de 5 points sur 9 au nord de la Maye, 6 points sur 11 au sud de la Maye et 2 points sur 10 au Hourdel (Figure 12). Après l'épisode de mortalité, une telle biomasse n'est retrouvée que sur 2 des 9 points au nord de la Maye, sur aucun point au sud de la Maye et sur un unique point au Hourdel (Figure 13). Cela signifie, qu'après cet épisode de mortalité, le jour des suivis, la pêche à pied n'est plus envisageable sur ces secteurs.

Il est cependant possible, si l'épisode de mortalité est complètement terminé, de simuler la croissance des coques récoltées début juillet à une autre date, afin de voir si les coques encore en place et de taille non exploitable (inférieure à 27 mm), en grandissant peuvent permettre de réenvisager une ouverture de la pêche à pied. La simulation de croissance a été réalisée au 25 septembre de la même année (jour d'une commission de visite de gisement programmée pour faire un bilan de la situation) grâce au modèle de croissance établi par le GEMEL lors du projet COMORES. Il en ressort le Tableau 2 suivant. Ainsi, les coques de taille supérieure à 19 mm le 10 juillet (date moyenne des prélèvements pour suivre la mortalité) auront grandi pour toutes atteindre au moins 27 mm le 25 septembre.

Tableau 2 : Simulation de la croissance de chaque classe de taille millimétrique des coques prélevées début juillet, au 25 septembre de la même année

Taille (mm) des coques le 10 juillet	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Taille (mm) après simulation de croissance le 25 septembre	22	22	23	23	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34	35	35	36	36

En appliquant le modèle de croissance sur les 30 points suivis, on obtient une nouvelle carte de répartition des biomasses, au 25 septembre (Figure 14). Sur les 9 points du nord de la Maye, 7 sont de nouveau pêchables, c'est-à-dire avec une biomasse de coques pêchable supérieure à 500 g/m² ; aucune ne le sont sur le sud de la Maye ; au Hourdel 9 des 11 points ont une biomasse supérieure à 500 g/m².

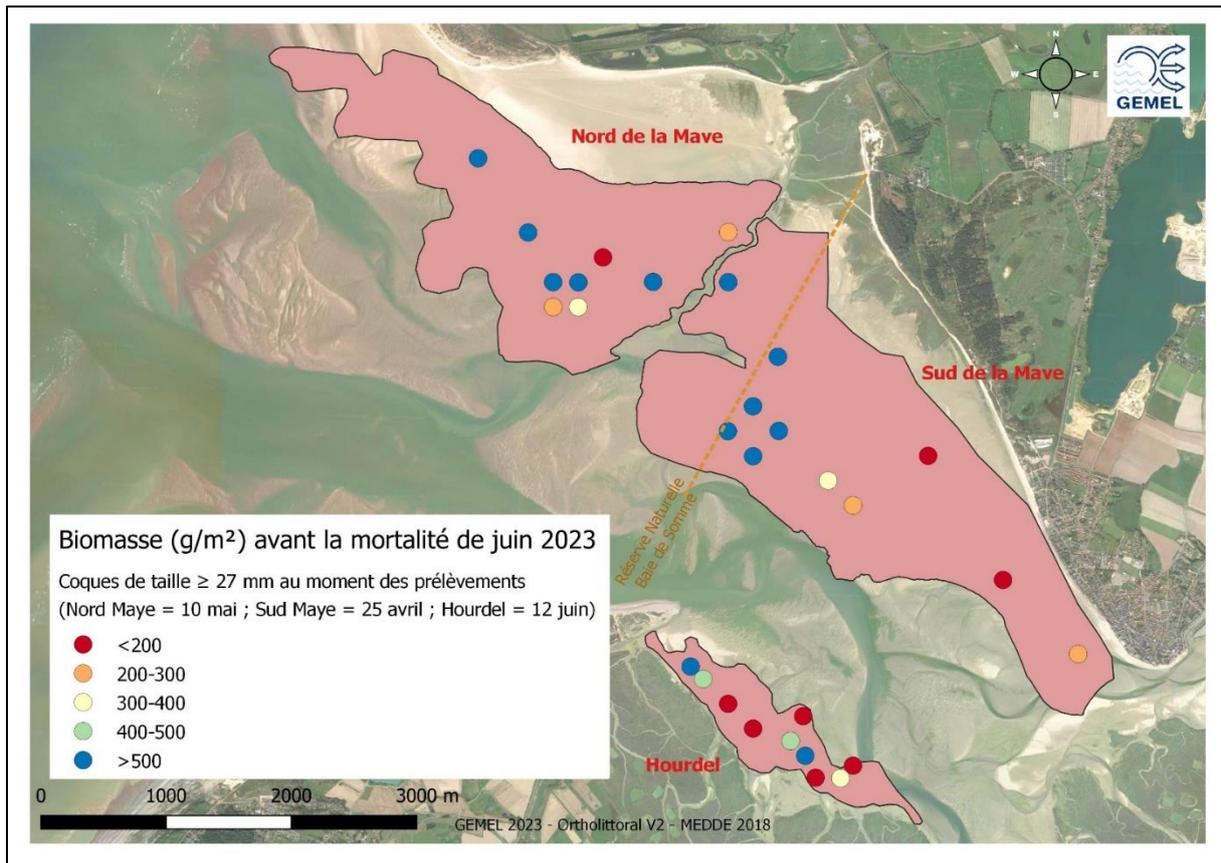


Figure 12 : Biomasse des coques de taille ≥ 27 mm sur les 30 points choisis, avant la mortalité de juin 2023

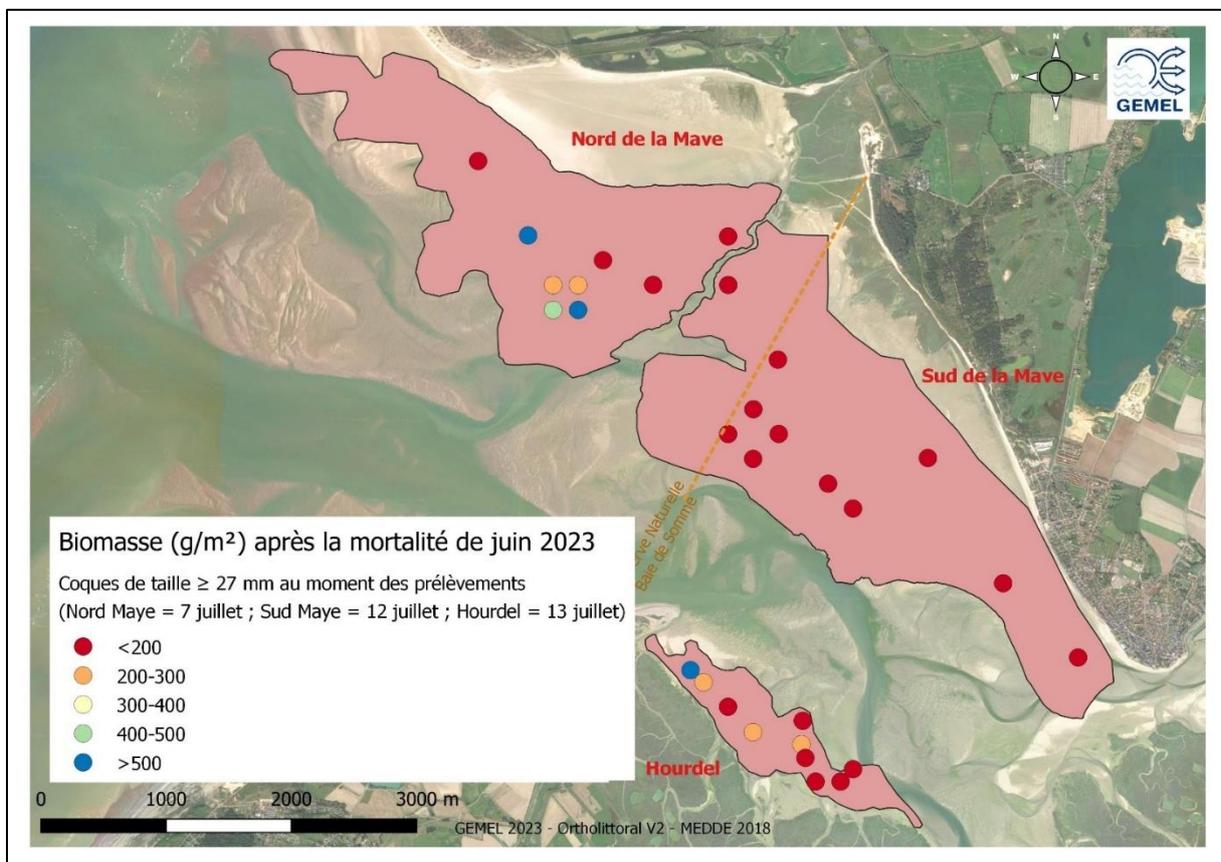


Figure 13 : Biomasse des coques de taille ≥ 27 mm sur les 30 points choisis, avant la mortalité de juin 2023

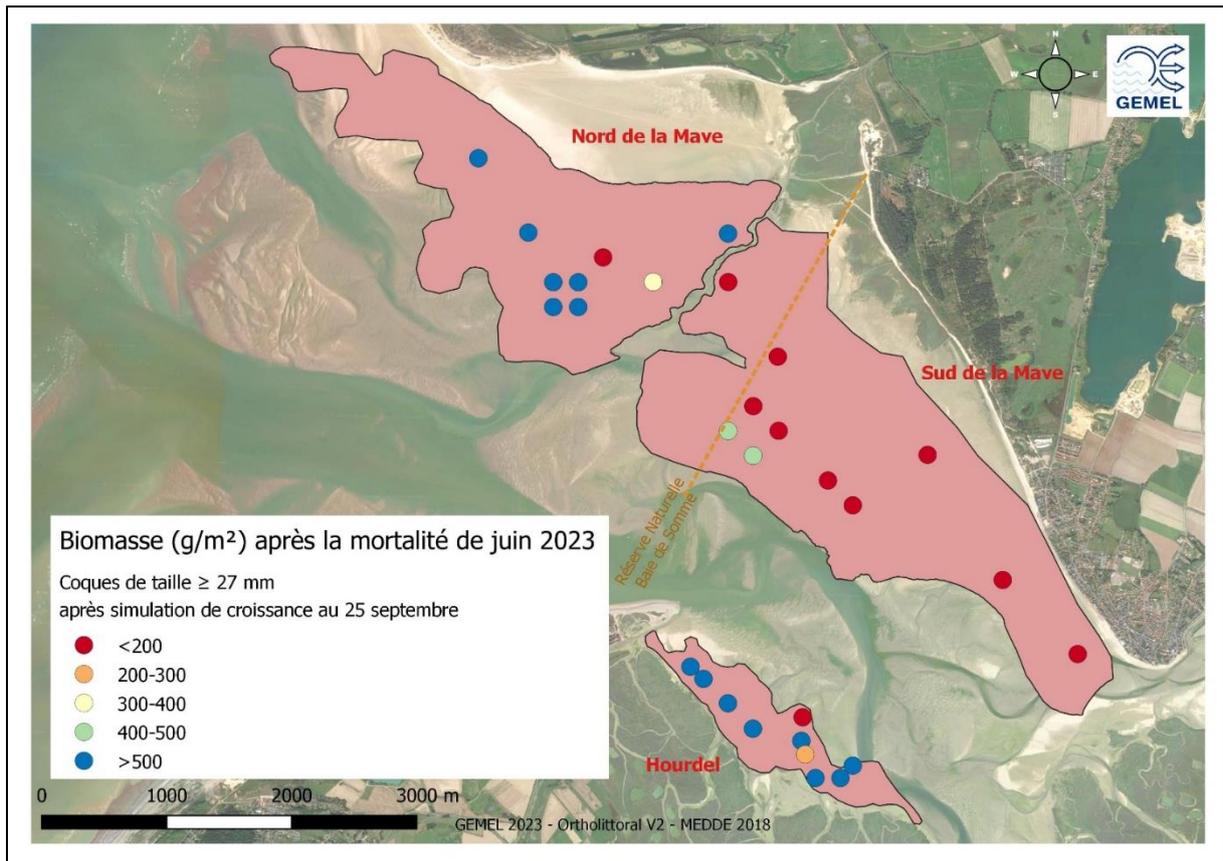


Figure 14 : Biomasse des coques de taille ≥ 27 mm sur les 30 points choisis, après simulation de croissance au 25 septembre 2023 des coques encore en place (début juillet), après l'épisode de mortalité

C. COMPARAISON DE LA REPARTITION DE LA TAILLE DES COQUES

- *Avant l'épisode de mortalité*

Avant l'épisode de mortalité, au moment des évaluations de gisement, en baie de Somme Nord (au nord et au sud de la Maye), les juvéniles (coques de taille inférieure ou égale à 20 mm) sont les plus représentatifs avec respectivement 45,5 % et 66,4 % de la population, alors qu'en baie de Somme Sud (au Hourdel) ce sont les adultes qui ne sont pas encore de taille exploitable qui dominent à 50,8 % (Figure 15).

Sur les trois secteurs, c'est la proportion de coques à la taille pêchable qui est la plus faible (Figure 15). C'est au nord de la Maye qu'il y a le plus de coques pêchables : 16,8 % des coques, suivi du Hourdel : 10,4 %, pour n'atteindre que 7 % au sud de la Maye.



Figure 15 : Proportion de la densité de coques avant la mortalité, selon 3 classes de taille : en orange, les coques juvéniles ; en jaune, les coques adultes qui ne sont pas de taille marchande et en violet les coques de taille marchande (≥ 27 mm), au nord de la Maye (à gauche), au sud de la Maye (au centre) et au Hourdel (à droite).

C'est sur le seul secteur du nord de la Maye qu'il y a 2 points (points 46 et 60) pour lesquels la proportion de coques pêchables domine (Figure 17). 5 des 9 points de ce secteur sont dominés par des adultes non exploitables (points 25, 34, 36, 88, 96).

Au sud de la Maye, 2 points (points 31 et 83) sur les 11, sont dominés par des adultes de taille non exploitable. Les autres points sont tous dominés par des coques juvéniles (Figure 17).

Au Hourdel, 2 points (points 17 et 30) sur les 10, sont dominés par des coques juvéniles. Les autres points sont tous dominés par des adultes de taille non exploitable (Figure 17).

- *Après l'épisode de mortalité*

Après l'épisode de mortalité, au moment des suivis, sur les trois secteurs, c'est la proportion de coques adultes de taille non pêchable qui est la plus grande avec 67,2 % au sud de la Maye, 60,9 % au nord de la Maye et 66,6 % au Hourdel (Figure 16).

C'est au nord de la Maye qu'il y a la proportion de coques pêchables la plus grande avec 28,3 % des coques, suivi du sud de la Maye avec 20,3 % et du Hourdel avec 10,7 %.

Contrairement au suivi d'avant la mortalité les juvéniles sont minoritaires ou dans de faible proportion (Figure 16). Cela suggère que la ponte n'a pas encore eu lieu ou que le naissain n'atteint pas encore 10 mm (taille minimale des coques récupérées avec notre engin de prélèvement) et que les coques qui ne sont pas mortes ont grandi.



Figure 16 : Proportion de la densité de coques après la mortalité, selon 3 classes de taille : en orange, les coques juvéniles ; en jaune, les coques adultes qui ne sont pas de taille marchande et en violet les coques de taille marchande (≥ 27 mm), au nord de la Maye (à gauche), au sud de la Maye (au centre) et au Hourdel (à droite).

Sur le secteur du nord de la Maye il y a encore deux points (points 36 et 60) pour lesquels la proportion de coques pêchables domine (Figure 18). Le point 60 était déjà un point dominé par cette classe de taille au moment des évaluations de gisement. Le point 25 est le seul à être co-dominé par des juvéniles et adultes non exploitables. Tous les autres points de ce secteur sont dominés par des adultes non exploitables pour un minimum de 51,1 % sur le point 11.

Au sud de la Maye, le point 151 ne comprend que des juvéniles. Le point 12 est co-dominé par des adultes non commercialisables et commercialisables. Aucune coque n'est trouvée sur les points 52 et 148 et les 7 autres points sont dominés par les adultes de taille non commercialisable (Figure 18).

Au Hourdel, 3 points (points 9, 13 et 17) sur les 10, sont dominés par des coques juvéniles. Le point 4 est co-dominé par les adultes non commercialisables et commercialisables. Les autres points sont tous dominés par des adultes non exploitables (Figure 18).

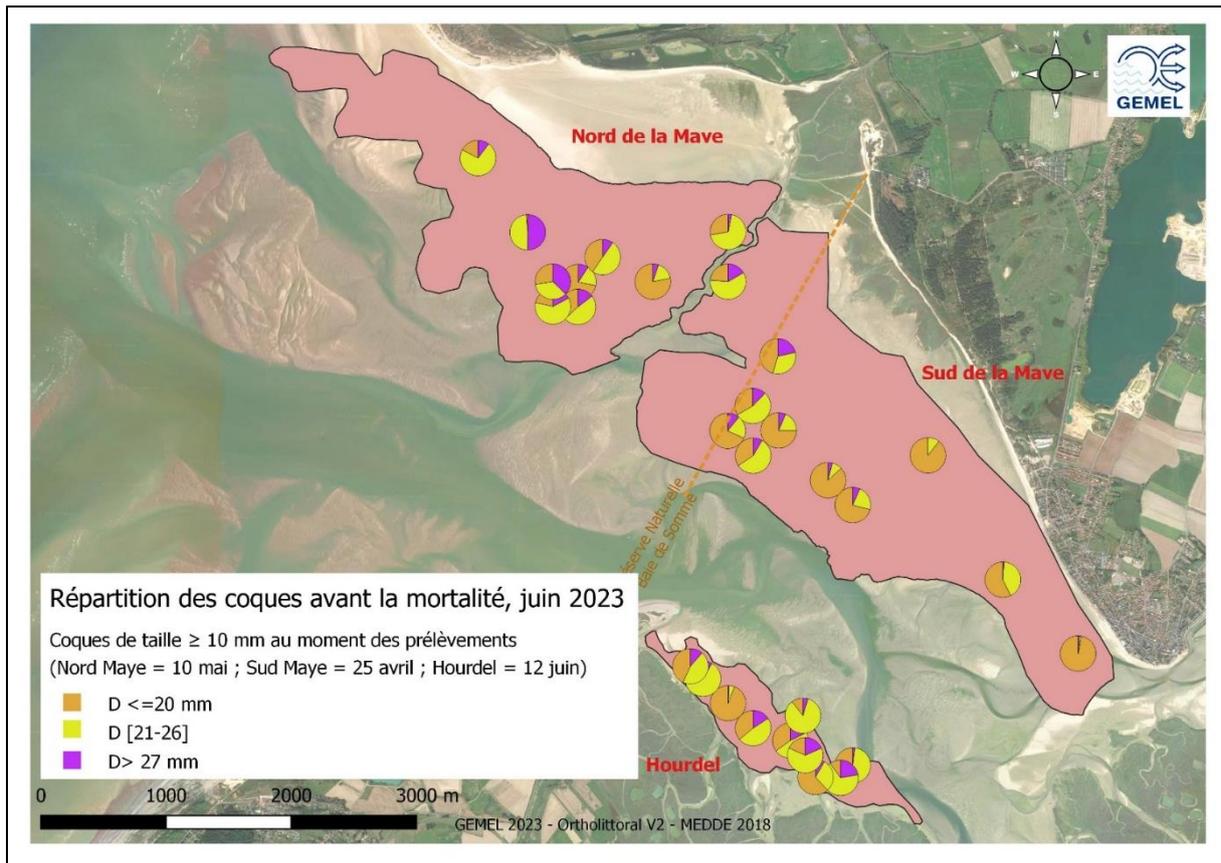


Figure 17 : Répartition des coques par maturité sur les 30 points choisis, avant la mortalité de juin 2023

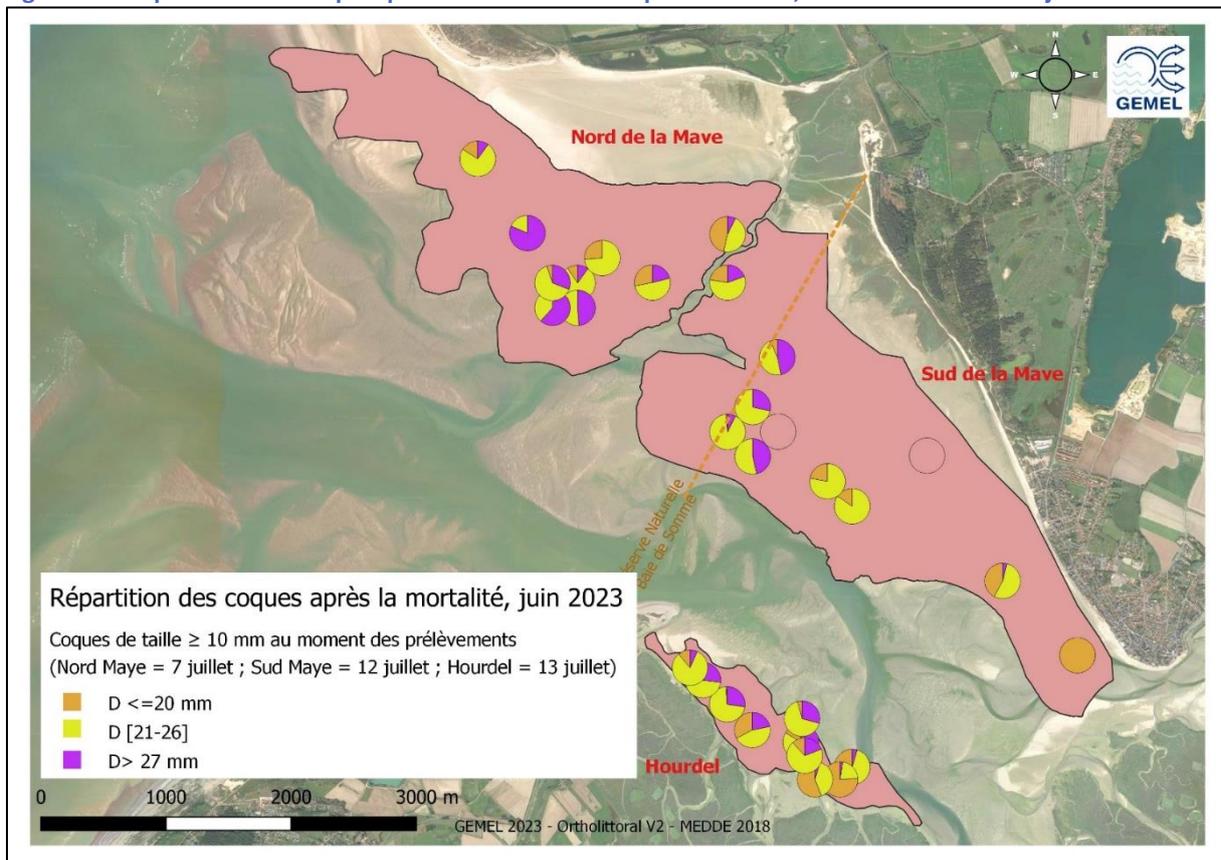


Figure 18 : Répartition des coques par maturité sur les 30 points choisis, après la mortalité de juin 2023

D. COMPARAISON DES POPULATIONS DE COQUES

1. Baie de Somme Nord, nord de la Maye

Au nord de la Maye, au moment des évaluations de gisement, autour du 10 mai 2023, l'histogramme de la fréquence des classes de taille d'un millimètre est tri-modal, ce qui met en évidence trois cohortes (Figure 19). Elles sont centrées (Tableau 3, gauche) sur :

- 18,1 mm \pm 2,4 pour le mode principal, représenté par 5912 individus = **cohorte 3** ;
- 25,8 mm \pm 2,1 pour le 2^{ème} mode avec 4829 individus = **cohorte 2** ;
- 31,9 mm \pm 1,1 pour le 3^{ème} mode pour une population de 97 individus = **cohorte 1**.

La cohorte représentée par le 3^{ème} mode est la plus grande en taille et donc la plus âgée. Elle est donc identifiée comme la cohorte 1. La cohorte principale est la plus petite et de fait la plus jeune. Elle est identifiée comme la cohorte 3. La cohorte du 2^{ème} mode est centrale et est identifiée comme cohorte 2.

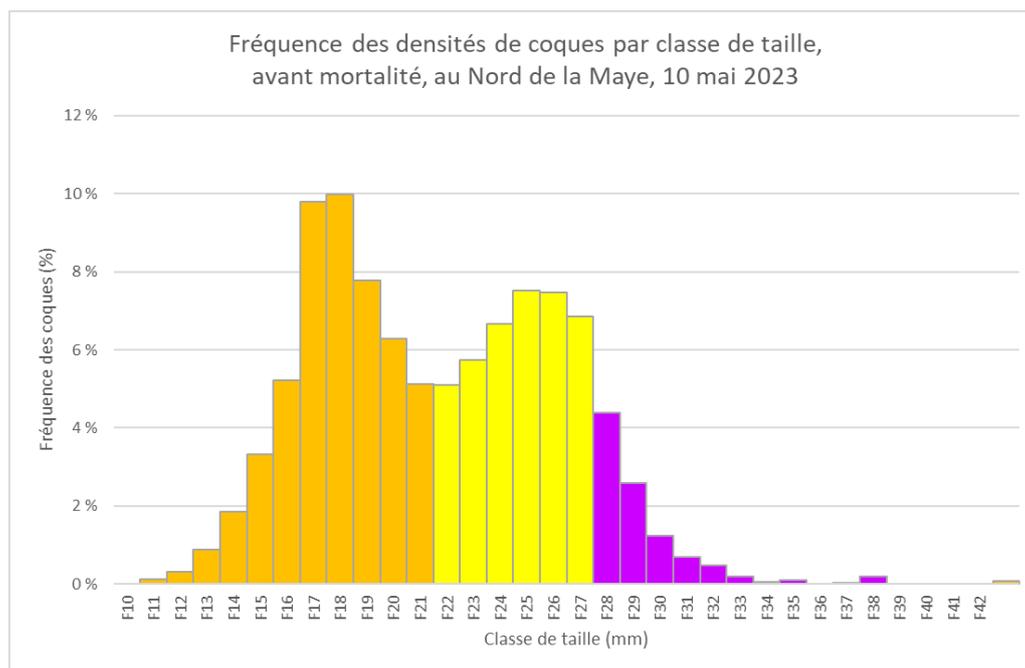


Figure 19 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au nord de la Maye, avant la mortalité de l'été 2023, au moment des évaluations de gisement de coques

Un histogramme de tailles « classique » doit présenter des groupes d'abondance décroissants avec l'âge, le premier étant prépondérant et la mortalité pouvant être calculée d'après cette décroissance.

Après l'épisode de mortalité, le 7 juillet 2023, l'histogramme de la fréquence des classes de taille d'un millimètre devient quadri-modal, ce qui met en évidence quatre cohortes (Figure 20). Les cohortes sont centrées (Tableau 3, droite) sur :

- 23,5 mm \pm 2,1 pour le mode principal, représenté par 871 individus = **cohorte 3** ;
- 28,7 mm \pm 2 pour le 2^{ème} mode avec 317 individus = **cohorte 2** ;
- 33,4 mm \pm 1,2 pour le 3^{ème} mode avec 16 individus = **cohorte 1** ;
- 13,5 mm \pm 1,2 pour le 4^{ème} mode avec 7 individus = **cohorte 4**.

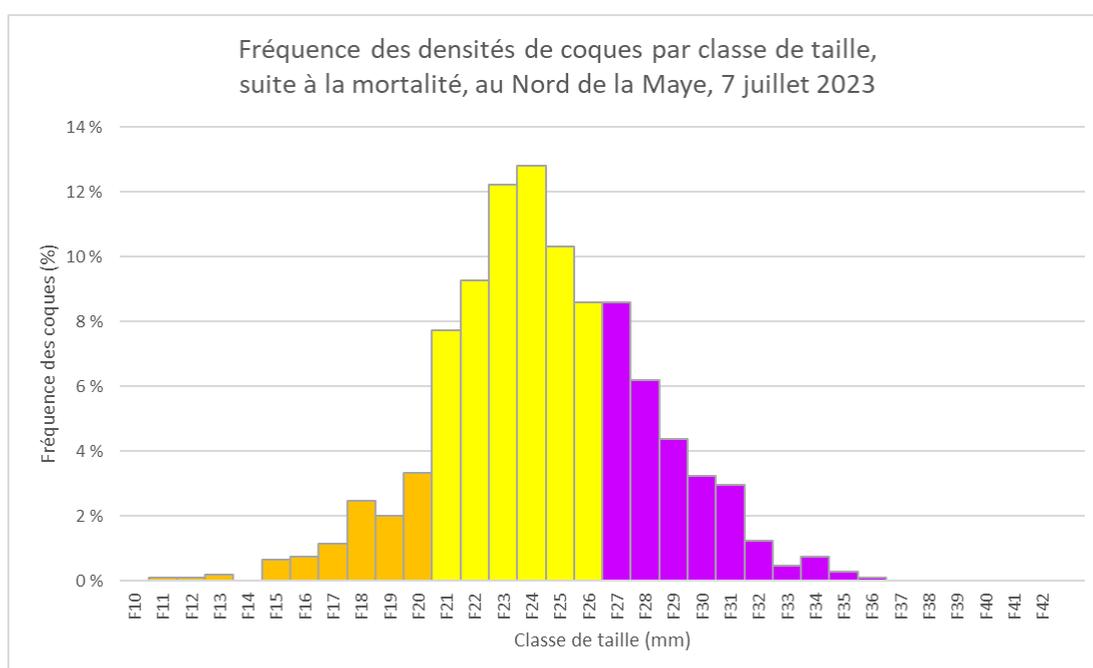


Figure 20 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au nord de la Maye après la mortalité de l'été 2023.

Tableau 3 : Identification de la taille moyenne (mm) de chaque cohorte et de la densité de coque pour chacune, avant (à gauche) et après (à droite) la mortalité de juin 2023, au Nord de la Maye (Baie de Somme Nord)

Nord Maye 10.05.2023					Nord Maye 7.07.2023				
3 cohortes	moyenne	ecart type	Population	S.I.	4 cohortes	moyenne	ecart type	Population	S.I.
Cohorte 4					Cohorte 4	13.5	1.2	7	n.a
Cohorte 3	18.11	2.41	5912	n.a	Cohorte 3	23.5	2.11	871	2.91
Cohorte 2	25.79	2.13	4829	2.31	Cohorte 2	28.7	1.98	317	2.09
Cohorte 1	31.85	1.05	97	2.21	Cohorte 1	33.43	1.22	16	2.1

La cohorte représentée par le 4^{ème} mode est la plus petite en taille et donc la plus jeune. C'est une cohorte qui n'était pas visible lors des évaluations de gisement. Elle correspond donc à la cohorte 4. Cela signifie qu'il y a eu une ponte entre les 2 périodes de prélèvements. Cependant le nombre d'individus récolté est très faible et ne permettra pas un renouvellement de la ressource. Pour les trois autres cohortes, il est donc aisé d'observer leur croissance en termes de taille, mais aussi la mortalité (diminution de la population entre les dates d'observation) pour chaque cohorte (Tableau 4).

Ainsi, la cohorte 1 qui est la plus âgée a grandi de 1,5 mm entre le 10 mai et le 7 juillet. Sa population passe de 46 à 7 individus, soit une mortalité de 83,6 %.

La cohorte 2 a grandi de 2,9 mm durant ce laps de temps et sa population a diminué drastiquement de 93,4 % passant de 4829 individus à 317.

La cohorte 3 a grandi de 5,4 mm et sa population a baissé de 85,3 %.

La croissance est donc différente selon l'âge des coques. Elle est plus rapide chez les individus les plus jeunes. La mortalité globale de la population au nord de la Maye est de 87,8 % en 58 jours.

Tableau 4 : Bilan du pourcentage de mortalité au nord de la Maye pour chacune des cohortes

Nord Maye	% Mortalité entre le 10 mai et le 7 juillet
Cohorte 4	-
Cohorte 3	85.28
Cohorte 2	93.44
Cohorte 1	83.57

2. Baie de Somme Nord, sud de la Maye

Au sud de la Maye, au moment des évaluations de gisement autour du 25 avril 2023, l'histogramme de la fréquence des classes de taille d'un millimètre est quadri-modal, ce qui met en évidence quatre cohortes (Figure 21). Les cohortes sont centrées (Tableau 5, gauche) sur :

- 17,1 mm \pm 1,9 pour le mode principal, représenté par 9397 individus = **cohorte 4** ;
- 23,7 mm \pm 2,8 pour le 2^{ème} mode avec 4759 individus = **cohorte 3** ;
- 30,9 mm \pm 1,8 pour le 3^{ème} mode avec 182 individus = **cohorte 2** ;
- 33,7 mm \pm 0,9 pour le 4^{ème} mode avec 46 individus = **cohorte 1**.

La cohorte représentée par le 4^{ème} mode est la plus grande en taille et donc la plus âgée. Elle est donc identifiée comme la cohorte 1. La cohorte principale est la plus petite et de fait la plus jeune. Elle est identifiée comme la cohorte 4. La cohorte du 2^{ème} mode est centrale est identifiée comme cohorte 3 et celle du 3^{ème} mode comme la cohorte 2 selon leur taille et donc leur âge.

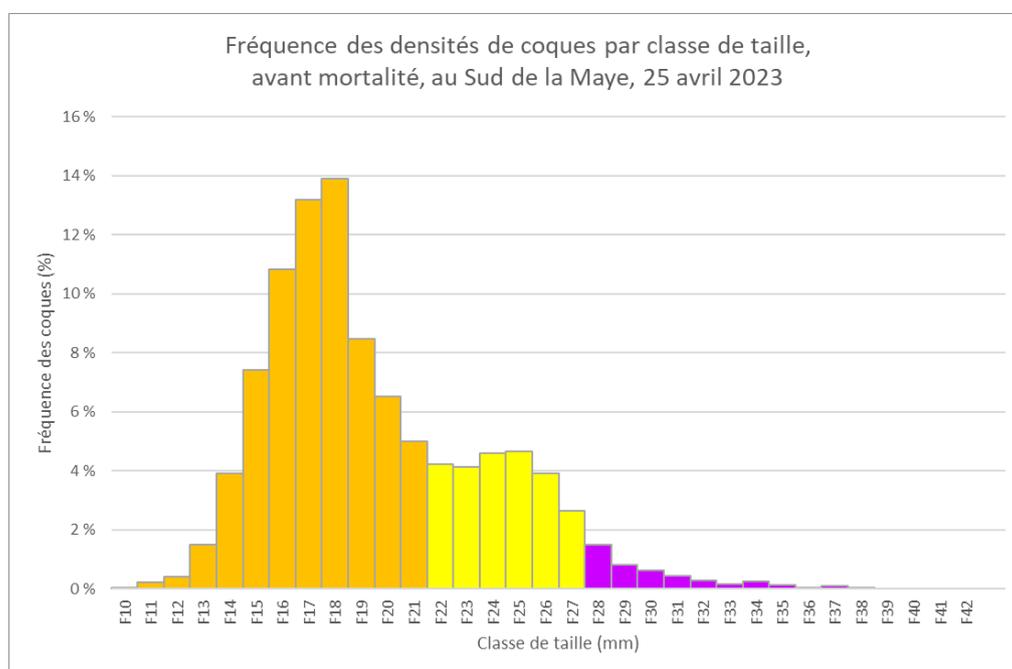


Figure 21 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au sud de la Maye, avant la mortalité de l'été 2023, au moment des évaluations de gisement de coques

Après l'épisode de mortalité, le 12 juillet 2023, l'histogramme de la fréquence des classes de taille d'un millimètre reste quadri-modal, ce qui met en évidence toujours quatre cohortes (Figure 22). Cependant la cohorte la plus vieille (cohorte 1) a disparu et une nouvelle cohorte est identifiée (cohorte 5) qui est la plus petite en taille et donc la plus jeune (Tableau 5, droite) :

- 23,3 mm ± 1,9 pour le mode principal, représenté par 150 individus = **cohorte 4** ;
- 26,8 mm ± 0,8 pour le 2^{ème} mode avec 52 individus = **cohorte 3** ;
- 19,1 mm ± 1,2 pour le 3^{ème} mode avec 29 individus = **cohorte 5** ;
- 30,9 mm ± 0,7 pour le 4^{ème} mode avec 7 individus = **cohorte 2**.

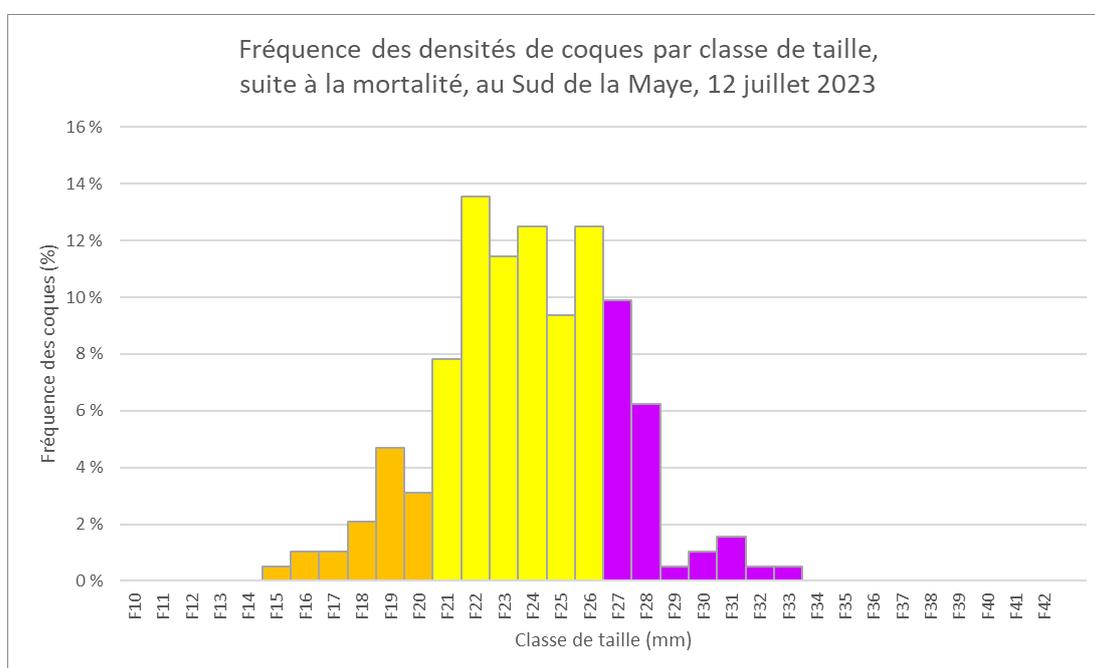


Figure 22 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au sud de la Maye, après la mortalité de l'été 2023.

Tableau 5 : Identification de la taille moyenne (mm) de chaque cohorte et de la densité de coque pour chacune, avant (à gauche) et après (à droite) la mortalité de juin 2023, au sud de la Maye (Baie de Somme Nord)

Sud Maye 25.04.2023					Sud Maye 12.07.2023				
4 cohortes	moyenne	ecart type	Population	S.I.	4 cohortes	moyenne	ecart type	Population	S.I.
Cohorte 5					Cohorte 5	19.11	1.21	29	n.a
Cohorte 4	17.09	1.93	9397	n.a	Cohorte 4	23.3	1.89	150	2.11
Cohorte 3	23.71	2.8	4759	2.2	Cohorte 3	26.77	0.81	52	2.06
Cohorte 2	30.9	1.78	182	2.2	Cohorte 2	30.85	0.69	7	2.19
Cohorte 1	33.73	0.87	46	2.01	Cohorte 1				

L'apparition de la cohorte 5 indique qu'il y a eu une ponte entre les 2 périodes de prélèvements. Cependant le nombre d'individus récoltés, comme au nord de la Maye est très faible et ne permettra pas un renouvellement de la ressource. Pour les trois autres cohortes, la croissance et la mortalité sont identifiées dans le Tableau 6.

Ainsi, la cohorte 1 a complètement disparu entre le 25 avril et le 12 juillet 2023. La mortalité est donc de 100 %.

La cohorte 2 n'a pas grandi, elle est restée à 30,9 mm de moyenne, en revanche, sa population a diminué de 96 % passant de 182 individus à 7.

La cohorte 3 a grandi de 3,1 mm et sa population a baissé de 98,9 %, passant de 4759 individus à 52 individus.

La cohorte 4 a grandi de 6,2 mm et sa population a baissé de 98,4 %, passant de 9397 individus à 150 individus.

La croissance observée est ici aussi différente selon l'âge des coques. Elle est plus rapide chez les individus les plus jeunes. La mortalité globale de la population au sud de la Maye est de 98,3 % en 78 jours.

Tableau 6 : Bilan du pourcentage de mortalité au sud de la Maye pour chacune des cohortes

Sud Maye	% Mortalité entre le 25 avril et le 12 juillet
Cohorte 5	-
Cohorte 4	98.40
Cohorte 3	98.91
Cohorte 2	95.96
Cohorte 1	100.00

3. Baie de Somme Sud, Le Hourdel

Au sud de la Maye, au moment des évaluations de gisement le 12 juin 2023, l'histogramme de la fréquence des classes de taille d'un millimètre est quadri-modal, ce qui met en évidence quatre cohortes (Figure 23). Les cohortes sont centrées (Tableau 7, gauche) sur :

- 20,7 mm \pm 2,4 pour le mode principal, représenté par 4005 individus = **cohorte 3** ;
- 28,9 mm \pm 1,5 pour le 2^{ème} mode avec 427 individus = **cohorte 2** ;
- 12,5 mm \pm 1,2 pour le 3^{ème} mode avec 85 individus = **cohorte 4** ;
- 34,6 mm \pm 0,7 pour le 4^{ème} mode avec 15 individus = **cohorte 1**.

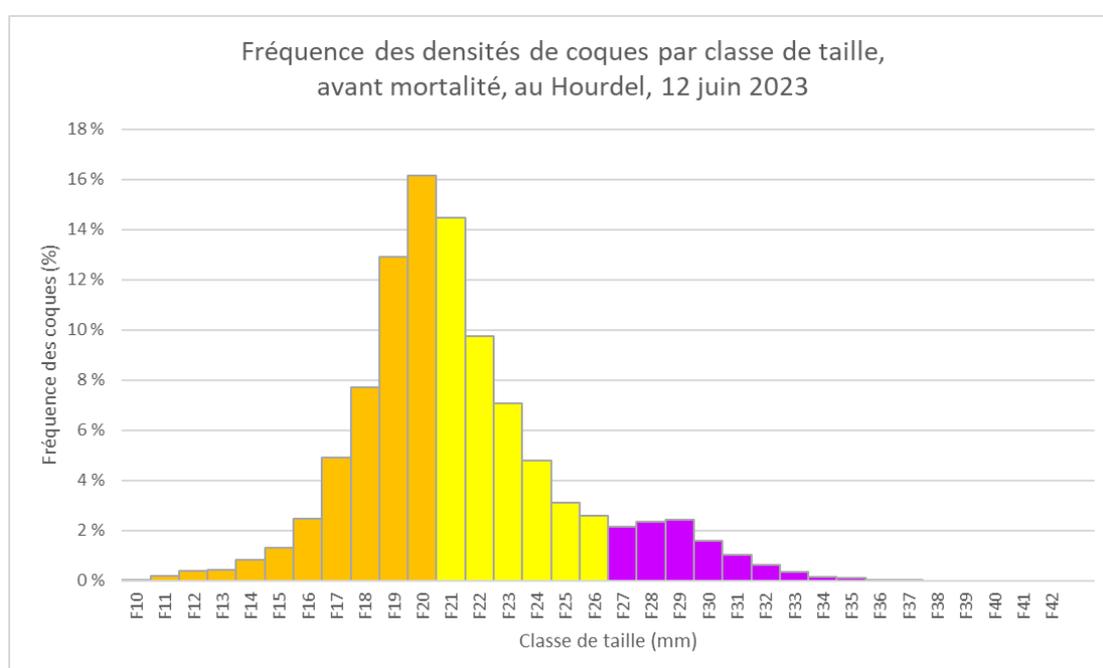


Figure 23 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au Hourdel, avant la mortalité de l'été 2023, au moment des évaluations de gisement de coques

La cohorte représentée par le 4^{ème} mode est la plus grande en taille et donc la plus âgée. Elle est donc identifiée comme la cohorte 1. La cohorte représentée par le 3^{ème} mode est la plus petite et de fait la plus jeune. Elle est identifiée comme la cohorte 4. La cohorte du 2^{ème} mode et la cohorte principale sont centrales et sont respectivement identifiées comme les cohortes 2 et 3 selon leur taille et donc leur âge.

Après l'épisode de mortalité, le 13 juillet 2023, l'histogramme de la fréquence des classes de taille d'un millimètre reste quadri-modal, ce qui met en évidence toujours quatre cohortes (Figure 24).

Elles sont centrées sur (Tableau 7, droite) :

- 22,4 mm ± 1,9 pour le mode principal, représenté par 1727 individus = **cohorte 3** ;
- 28,5 mm ± 1,8 pour le 2^{ème} mode avec 226 individus = **cohorte 2** ;
- 14,4 mm ± 1,3 pour le 3^{ème} mode avec 98 individus = **cohorte 4** ;
- 32,9 mm ± 0,6 pour le 4^{ème} mode avec 21 individus = **cohorte 1**.

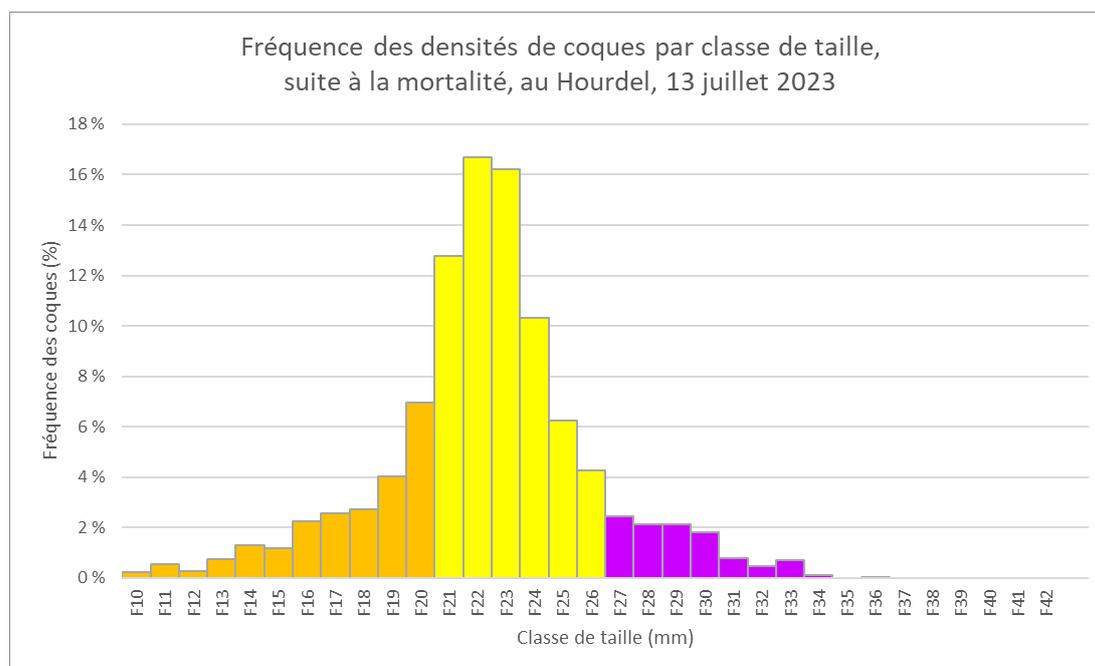


Figure 24 : Fréquence des densités de coques par classe de taille millimétrique, au Hourdel, après la mortalité de l'été 2023

Tableau 7 : Identification de la taille moyenne (mm) de chaque cohorte et de la densité de coque pour chacune, avant (à gauche) et après (à droite) la mortalité de juin 2023, au Hourdel (Baie de Somme Sud)

Hourdel 12.06.2023					Hourdel 13.07.2023				
4 cohortes	moyenne	ecart type	Population	S.I.	4 cohortes	moyenne	ecart type	Population	S.I.
Cohorte 4	12.5	1.24	85	n.a	Cohorte 4	14.35	1.32	98	n.a
Cohorte 3	20.69	2.37	4005	2.67	Cohorte 3	22.43	1.85	1727	2.63
Cohorte 2	28.95	1.5	427	2.38	Cohorte 2	28.46	1.76	226	2.2
Cohorte 1	34.61	0.68	15	2.23	Cohorte 1	32.87	0.54	21	2.14

Contrairement aux deux autres secteurs, il n'y a pas d'apparition de nouvelle cohorte au Hourdel (Tableau 8).

La cohorte 1 n'a pas grandi, elle est restée à 32,9 mm de moyenne, tout comme sa population qui est restée à 21 individus. Aucune mortalité n'est donc à constater.

La cohorte 2 n'a pas non plus grandi, en revanche sa population a baissé de 47,2 %, passant de 427 individus à 226 individus.

La cohorte 3 a grandi de 1,7 mm et sa population a baissé de 56,9 %, passant de 4005 individus à 1727 individus.

La cohorte 4 a grandi de 1,9 mm et sa population n'a pas diminué, la mortalité n'a donc pas touché cette classe de taille.

La croissance observée est ici aussi différente selon l'âge des coques. Elle est plus rapide chez les individus les plus jeunes, cependant, elle est beaucoup moins rapide que sur les secteurs de la baie de Somme Nord. La mortalité globale de la population au Hourdel est de 52 % en 31 jours.

Tableau 8 : Bilan du pourcentage de mortalité au Hourdel pour chacune des cohortes

Hourdel	% Mortalité entre le 12 juin et le 13 juillet
Cohorte 4	0.00
Cohorte 3	56.87
Cohorte 2	47.19
Cohorte 1	0.00

V. CONCLUSIONS

La présente étude a permis de réaliser un bilan de la population de coques *Cerastoderma edule* en amont et en aval de leur mortalité massive, en juin 2023, sur trois secteurs de la baie de Somme.

Une diminution importante, voire totale de la densité de coques de taille supérieure ou égale à 10 mm, sur les 30 points est observée.

Il y a eu 87,8 % de mortalité entre le 10 mai et le 7 juillet 2023 en baie de Somme Nord, au nord de la Maye ; 98,3 % de mortalité entre le 24 avril et le 12 juillet 2023 en baie de Somme Nord, au sud de la Maye et 52 % de mortalité entre le 12 juin et le 13 juillet en baie de Somme Sud, au Hourdel.

Une nouvelle cohorte de coques est arrivée entre les évaluations et l'épisode de mortalité en baie de Somme Nord et malgré la mortalité, les coques survivantes ont grandi. Ce constat est différent au Hourdel, puisqu'une nouvelle cohorte n'est pas visible. Cependant, du naissain est observé (de taille inférieure à 10 mm) et c'est lui qui formera la prochaine cohorte.

L'épisode de mortalité a décimé une grande partie de la population de coques en place et a contraint les pêcheurs à arrêter leur activité de pêche aux coques en baie de Somme. En septembre, les coques restantes ont grandi et du naissain de taille inférieure à 10 mm est observé en baie de Somme Nord, au nord de la Maye. Cela a permis de rouvrir cette zone à la pêche, sur un petit laps de temps.

Les causes de cet épisode de mortalité sont probablement multifactorielles. En effet, c'est l'accumulation de facteurs de stress qui ont entraîné la mort des coques. En particulier, les dates de pontes, les fortes chaleurs, les gros orages, ... La mortalité a touché toutes les classes de taille de coques et donc toutes les cohortes, ainsi que tous les secteurs de la baie de Somme. Mais l'intensité de l'épisode de mortalité n'est pas identique partout. La recherche de parasites et de maladies pouvant entraîner la mort des coques a été menée par l'IFREMER. Rien de ce qui a été testé n'a permis d'identifier une cause spécifique à cette mortalité.

Suite à cet épisode de mortalité, il est difficile de savoir si la population de coques pourra se reconstituer pour revenir à des quantités similaires à 2022, ni quand.

ANNEXES

Annexe 1 : Coordonnées des points suivis pour la mortalité des coques en Lambert 93, mètre.

Point terrain	X (L93, m)	Y (L93, m)
point11-CH4	597800	7016802
point25-CH4	598400	7017192
point34-CH4	597200	7016600
point36-CH4	597000	7016600
point46-CH4	597000	7016800
point48-CH4	597200	7016800
point60-CH4	596800	7017200
point88-CH4	597399	7017000
point96-CH4	596400	7017800
point12-Crotoy	598798	7016199
point31-Crotoy	598401	7016801
point52-Crotoy	598805	7015601
point79-Crotoy	598400	7015600
point83-Crotoy	598602	7015800
point84-Crotoy	599399	7015000
point87-Crotoy	598600	7015400
point98-Crotoy	599200	7015200
point123-Crotoy	600600	7014398
point148-Crotoy	599998	7015407
point151-Crotoy	601200	7013800
point4-Hourdel	598987	7013100
point9-Hourdel	599399	7012900
point12-Hourdel	598599	7013198
point13-Hourdel	599300	7012800
point17-Hourdel	599100	7012800
point20-Hourdel	598997	7013290
point23-Hourdel	599018	7012991
point30-Hourdel	598399	7013403
point42-Hourdel	598203	7013600
point52-Hourdel	598099	7013698

Annexe 2 : Densité de chaque classe de taille de coques prélevées mi-juillet 2023, après l'épisode de mortalité de juin de la même année

Point	Après la mortalité de juin 2023 - Densité (nombre d'individus/m²) de coques par classe de taille (mm)																																										D <27 mm	D >27 mm	D totale						
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42																		
point11-CH4-mortalité	0	0	0	0	0	1	0	1	4	5	5	10	4	4	6	4	2	6	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	12	56								
point25-CH4-mortalité	0	1	0	1	0	7	6	11	12	8	5	8	6	6	8	16	7	4	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	8	111						
point34-CH4-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	27	43	24	29	20	12	5	2	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	100	205					
point36-CH4-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	6	16	17	29	8	8	5	10	2	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	69	112					
point46-CH4-mortalité	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	2	10	19	19	17	5	7	6	7	5	2	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	35	112				
point48-CH4-mortalité	0	0	1	1	0	0	0	0	6	10	24	58	79	92	74	38	16	17	12	4	4	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	398	44	443				
point60-CH4-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	5	5	4	18	17	10	14	13	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	75	92				
point88-CH4-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	5	2	5	0	1	1	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	19	0	19				
point96-CH4-mortalité	0	0	0	0	0	0	2	2	7	0	4	13	7	19	16	6	13	4	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	10	99			
point12-Crotoy-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1	0	0	2	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	7	16			
point31-Crotoy-mortalité	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	2	4	5	4	4	1	1	2	2	1	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	25	6	31			
point52-Crotoy-mortalité	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
point79-Crotoy-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	11	19	16	8	4	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	5	69		
point83-Crotoy-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	2	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	5	2	7		
point84-Crotoy-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	6	0	1	2	1	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	13	0	13		
point87-Crotoy-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	2	6	14	16	4	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	25	54		
point98-Crotoy-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	1	0	1	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	10	0	10		
point123-Crotoy-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	2	2	6	0	2	0	1	5	2	4	1	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	25	1	26		
point148-Crotoy-mortalité	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
point151-Crotoy-mortalité	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	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	4	0	4		
point4-Hourdel-mortalité	0	0	4	1	0	1	1	1	1	1	2	4	10	5	10	2	4	7	6	8	10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	33	80	
point9-Hourdel-mortalité	5	11	1	2	5	10	8	25	19	20	7	4	6	26	27	24	13	1	1	4	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	10	223		
point12-Hourdel-mortalité	0	0	0	2	12	8	16	1	2	0	4	13	11	12	12	6	8	5	5	8	8	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	30	137	
point13-Hourdel-mortalité	0	0	0	7	5	6	16	21	18	23	31	17	13	5	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162	4	166		
point17-Hourdel-mortalité	0	1	1	2	4	0	4	2	12	17	18	8	14	7	8	5	0	0	2	1	1	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	104	5	109	
point20-Hourdel-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	4	6	4	1	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	7	24	
point23-Hourdel-mortalité	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	1	5	4	6	6	7	6	0	1	1	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	33	8	42	
point30-Hourdel-mortalité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	6	6	19	23	7	8	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	21	78	
point42-Hourdel-mortalité	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	5	16	26	25	25	16	10	4	0	2	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	38	141
point52-Hourdel-mortalité	0	0	0	1	4	1	4	5	6	29	87	237	307	278	128	49	14	11	13	19	18	12	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1149	82	1231

