



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

Etat de la colonisation par les Décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral des Hauts-de-France en 2023



Rapport du GEMEL n°23-036
20 décembre 2023



Région
Hauts-de-France

Céline ROLET
Simon COASNE
Florent STIEN
Emma BECUWE
Quentin HERNU

Travail réalisé pour:



Terrain : Simon COASNE (stagiaire), Emma BECUWE (Chargée d'études), Florent STIEN (Assistant-ingénieur), Quentin HERNU (stagiaire), Céline ROLET

Biométries : Simon COASNE

Cartographie : Simon COASNE et Céline ROLET

Analyses de données : Simon COASNE et Céline ROLET

Rédaction : Céline ROLET et Simon COASNE

Citation : Rolet, C., Coasne, S., Stien, F., Becuwe, E., Hernu, Q. (2023). Etat de la colonisation des Décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral des Hauts-de-France en 2023. *Rapport du GEMEL n°23-036* réalisé pour la Région des Hauts-de-France : 25 p.

TABLE DES MATIERES

I.	Introduction	5
II.	Matériel et méthodes	7
A.	Sites d'échantillonnage	7
B.	Protocole d'échantillonnage	8
C.	Traitement au laboratoire	11
III.	Résultats du suivi en 2023.....	13
A.	Organisation spatiale des Décapodes	13
B.	Structure de taille et sex-ratio des différentes espèces	19
IV.	Evolution temporelle des crabes sur les sites suivis par le GEMEL en 2023 sur le littoral des Hauts-de-France	22
V.	Bibliographie	24

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1 : Localisation des 7 sites prospectés en 2023	7
Figure 2 : Photos des sites portuaires prospectés avec le port de Boulogne-sur-Mer (gauche) et le Port Est de Dunkerque (droite)	8
Figure 3 : Concessions mytilicoles prospectées avec les bouchots du Cap Gris-Nez (haut gauche), les bouchots d'Oye-Plage (haut droit), les bouchots de Berck-sur-Mer (bas gauche) et les bouchots de Quend-Plage (bas droit)	9
Figure 4 : Moulière naturelle de Ault.....	9
Figure 5 : Réalisation d'un quadrat de 0,25 m ² (action répétée 4 fois pour obtenir 1 m ²) : pendant le prélèvement (haut), avant le prélèvement (gauche) et après le prélèvement (droite)	10
Figure 6 : Illustration de prélèvement au niveau des bouchots (gauche) et d'un seau de 6L rempli de moules (droite)	11
Figure 7 : Illustration de la mesure de la largeur d'un crabe au niveau du céphalothorax avec un pied à coulisse (gauche) ou avec du papier millimétré sous la loupe binoculaire (droite)	12
Figure 8 : Stylets copulateurs du mâle (gauche) et des orifices génitaux de la femelle (droite) chez <i>Carcinus maenas</i>	12
Figure 9 : Distribution spatiale des 3 principales espèces de crabes échantillonnées (i.e. <i>H. sanguineus</i> , <i>H. takanoi</i> , <i>C. maenas</i>) pour les 7 sites suivis, de Ault à Dunkerque en 2023. Les valeurs dans les graphiques en secteurs représentent le nombre d'individus de chaque espèce par site	14
Figure 10 : Histogramme de fréquences de taille (largeur en mm) des femelles, mâles et sexes indéterminés chez <i>Carcinus maenas</i>	19
Figure 11 : Histogramme de fréquences de taille (largeur en mm) des femelles, mâles et sexes indéterminés chez <i>Hemigrapsus sanguineus</i>	20
Figure 12 : Histogramme de fréquences de taille (largeur en mm) des femelles, mâles et sexes indéterminés chez <i>Hemigrapsus takanoi</i>	21

Tableaux

Tableau 1 : Coordonnées des sites échantillonnés (Lambert 93) en 2023 et dates de prélèvements	8
Tableau 2 : Densités de <i>Carcinus maenas</i> , d' <i>Hemigrapsus sanguineus</i> et <i>H. takanoi</i> (valeurs moyennes \pm /- écart-type) exprimées par unité de surface (ind/m^2) et par unité d'effort (30 pierres soulevées ou 6 L de moules), sex-ratio (M/F) par espèce et par site et % de femelles ovigères.....	15
Tableau 3 : Evolution de la proportion d' <i>Hemigrapsus</i> spp. au niveau du site naturel (Ault) et des zones portuaires de 2013 à 2023	17
Tableau 4 : Evolution de la proportion d' <i>Hemigrapsus</i> spp. au niveau des concessions mytilicoles de 2013 à 2023	18

I. INTRODUCTION

Hemigrapsus sanguineus et *Hemigrapsus takanoi* sont deux espèces de crabes d'origine asiatique qui ont été introduites sur les côtes françaises de la Manche à la fin des années 1990 au niveau du port du Havre (Breton *et al.*, 2002). Leurs fortes capacités de colonisation font qu'elles sont désormais présentes de la côte ouest du Cotentin jusque bien au-delà de la frontière nord de la France (*i.e.* Belgique et Pays-Bas et mer Baltique ; d'Udekem d'Acoz, 2006 ; d'Udekem d'Acoz et Faasse, 2004 ; Geburzi *et al.*, 2015) mais elles sont également aujourd'hui signalées outre-Manche (*i.e.* en Angleterre (Kent) et au Pays de Galles ; Seeley *et al.*, 2015).

Dans le cadre du ROLNP (Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard), le GEMEL a participé à leur suivi en 2013 avec la CSLN (Cellule de Suivi du Littoral Normand) *via* le projet COHENUPI (Etat de la colonisation des décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral normand-picard) coordonné par Jean-Claude Dauvin, du laboratoire M2C (Université de Caen Basse-Normandie / CNRS). En effet, il nous semblait nécessaire de faire le point sur ces espèces qui constituent une menace économique pour les exploitations mytilicoles (Dauvin *et al.*, 2009), et écologique pour l'espèce de crabe autochtone *Carcinus maenas* qui semble régresser à leur profit. Il ne s'agit pas que de la perte patrimoniale d'une espèce commune de notre littoral. C'est aussi un bouleversement du réseau trophique qui est en train de s'opérer. 122 stations avaient été prospectées en 2013 entre le département de la Manche et celui de la Somme. Ces prospections ont montré qu'*H. takanoi* n'était pas présente sur le littoral picard ni sur le littoral cauchois. En revanche, *H. sanguineus* était présente sur ce littoral mais en faible densité (< 10 ind.m⁻²) par rapport aux côtes bas-normandes et absente des zones déssalées (donc pas dans les estuaires picards eux-mêmes). A l'échelle de nos observations, il était apparu que l'expansion de ces deux espèces le long du littoral normand-picard était rapide et pérenne.

Il avait donc été proposé au terme de ce travail mené en 2013 de mettre en œuvre un suivi pluriannuel sur un nombre restreint (24) de sites le long du littoral afin d'étudier la dynamique à long terme de cette invasion (Dauvin *et al.*, 2013). Malgré l'absence de financements dédiés

en 2014 à un tel suivi, les trois laboratoires engagés dans cette démarche avaient décidé de poursuivre ce suivi sur leurs fonds propres. Cette initiative a été remarquée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie en octobre 2014 dans le cadre de la mise en œuvre opérationnelle des programmes de surveillance des PAMM (Plans d'Action pour le Milieu Marin). C'est pourquoi le GEMEL a demandé à ses soutiens financiers de prendre en compte cette action dès 2015. Notre suivi se poursuit donc.

En 2023, il a été réalisé avec le soutien financier de la Région Hauts-de-France, dans le cadre de la Convention Pluriannuelle d'Objectifs (CPO, 2021-2023).

L'objectif principal de cette étude est de caractériser l'extension des crabes du genre *Hemigrapsus* sur le littoral des Hauts-de-France en 2023 en réalisant des échantillonnages sur sept sites ayant des enjeux économiques et écologiques contrastés (moulière naturelle, concessions de bouchots et zones portuaires).

II. MATERIEL ET METHODES

A. SITES D'ÉCHANTILLONNAGE

En 2023, le GEMEL a prospecté sept sites (Erreur ! Source du renvoi introuvable., Figure 2, Figure 3 et Figure 4).

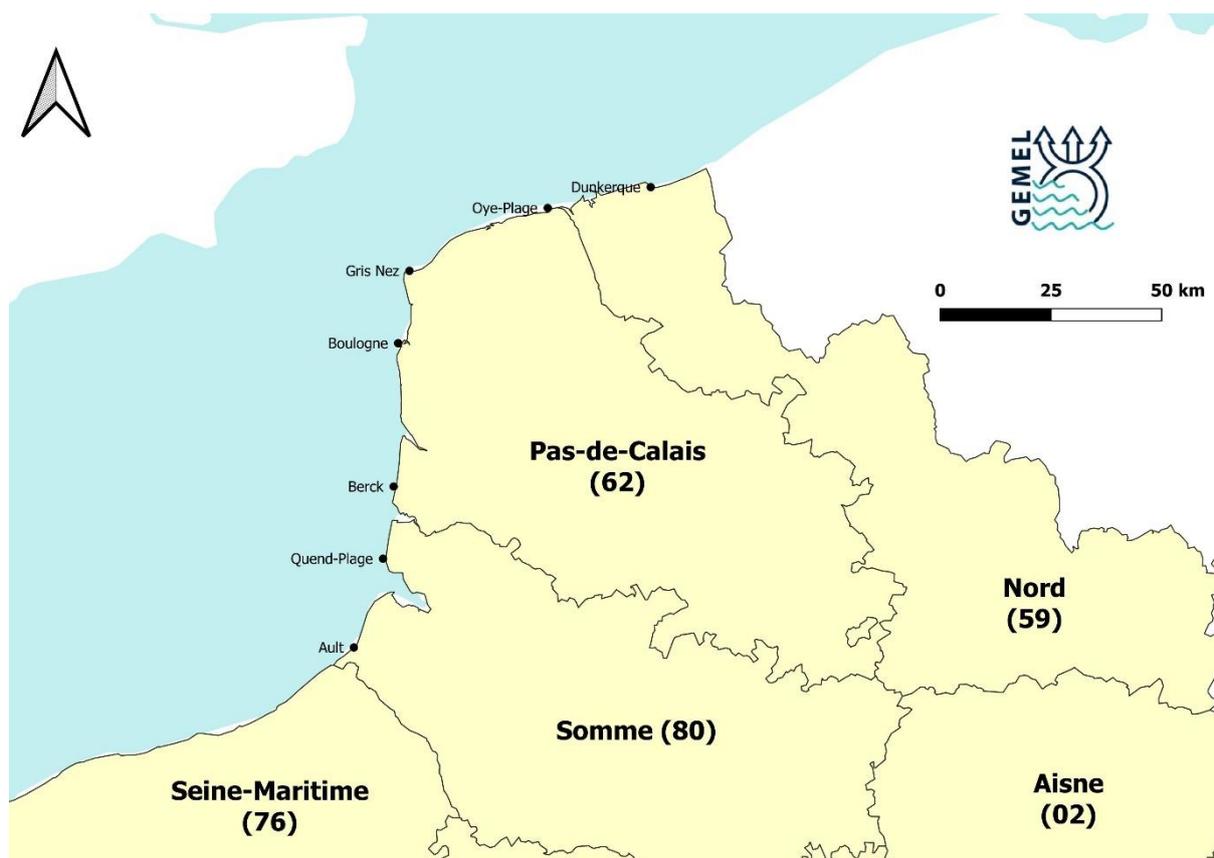


Figure 1 : Localisation des 7 sites prospectés en 2023

Ces sept sites sont répartis en zones écologiques aux enjeux différents :

- Une **moulière naturelle** (Ault) également lieu d'intérêt économique et écologique.
- Quatre **concessions mytilicoles** (Berck-sur-Mer, Gris-Nez, Oye-Plage, Quend-Plage) qui sont des lieux d'intérêt économique.
- Deux **zones portuaires** (Dunkerque et Boulogne-sur-Mer) qui sont des lieux à fort potentiel d'introduction et de dispersion.

B. PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

Les différents prélèvements ont eu lieu au printemps 2023 (d'avril à mai) sur la zone médiolittorale de l'estran rocheux, correspondant à la niche écologique des décapodes étudiés (Noël *et al.*, 1997 ; Dauvin *et al.*, 2009). Les coordonnées sont relevées en Lambert 93 à l'aide d'un GPS Trimble TDC100 de précision métrique (Tableau 1) pour s'assurer que le milieu est similaire à celui des années précédentes et des photos sont prises pour chaque site prospecté (Figure 2, Figure 3 et Figure 4). De plus, toutes les espèces de crabes trouvées ont été récoltées.

Tableau 1 : Coordonnées des sites échantillonnés (Lambert 93) en 2023 et dates de prélèvements

Site	Type	X (L93)	Y (L93)	Date de prélèvement
Dunkerque	Port	655556	7106240	09/05/2023
Oye-Plage	Bouchots	632285	7101493	21/04/2023
Gris Nez	Bouchots	601050	7087185	20/04/2023
Boulogne	Port	598489	7070727	05/05/2023
Berck	Bouchots	597478	7038119	07/04/2023
Quend-Plage	Bouchots	595078	7021708	07/04/2023
Ault	Platier	588493	7001507	06/04/2023



Figure 2 : Photos des sites portuaires prospectés avec le port de Boulogne-sur-Mer (gauche) et le Port Est de Dunkerque (droite)



Figure 3 : Concessions mytilicoles prospectées avec les bouchots du Cap Gris-Nez (haut gauche), les bouchots d’Oye-Plage (haut droit), les bouchots de Berck-sur-Mer (bas gauche) et les bouchots de Quend-Plage (bas droit)



Figure 4 : Moulière naturelle de Ault

Comme depuis 2013, deux stratégies d'échantillonnage effectuées en triplicat, pour éviter de « sous » ou « sur » échantillonner, ont été mises en œuvre au niveau des zones portuaires et de la moulière naturelle :

- Trois quadrats de 1 m² notés Q1 à Q3 (bas, milieu et haut de la zone médiolittorale) permettant des estimations de densités (Figure 5).
- Trois réplicats de trente pierres soulevées aléatoirement notés P1 à P3 permettant des estimations d'abondances.

NB : Cette technique d'échantillonnage présente plusieurs biais : les blocs soulevés dépendent de la force de l'expérimentateur, mais aussi de ses observations puisqu'intuitivement, selon la forme et la taille des pierres, certaines seront préférentiellement soulevées car pouvant potentiellement accueillir plus de crabes (Rocroy, 2013).



Figure 5 : Réalisation d'un quadrat de 0,25 m² (action répétée 4 fois pour obtenir 1 m²) : pendant le prélèvement (haut), avant le prélèvement (gauche) et après le prélèvement (droite)

Etant donné que l'estran n'est pas rocheux au niveau des concessions mytilicoles, les prélèvements ont été réalisés au niveau des bouchots selon une autre stratégie, comme les années précédentes. En grattant les bouchots à l'aide d'un burin, trois réplicats de 6L de moules, notés M1 à M3 (bas, milieu et haut de la concession), ont été constitués pour estimer les abondances de crabes (Figure 6).



Figure 6 : Illustration de prélèvement au niveau des bouchots (gauche) et d'un seau de 6L rempli de moules (droite)

C. TRAITEMENT AU LABORATOIRE

De retour au laboratoire du GEMEL, les crabes ont été congelés (au préalable, pour les prélèvements au niveau des bouchots, une étape d'extraction des crabes hors des moules a été réalisée) pour faciliter les diverses manipulations consistant en une identification de l'espèce, une mesure, un comptage et un sexage quand cela était possible (individus entiers). Pour la détermination des espèces, les ouvrages « Shallow-water Crabs » (Ingle, 1983) et « Lobster, Mud Shrimps and Anomouran Crabs » (Ingle & Christiansen, 2004) ont été utilisés. Les mesures de taille s'effectuent au niveau de la largeur du céphalothorax (LC) à l'aide d'un pied à coulisse digital (ABSOLUTE DIGIMATIC IP67 – MITUTOYO 500-716-20) d'une précision de 10^{-2} mm (Figure 7). Pour les plus petits individus, la mesure se faisait sous la loupe binoculaire avec du papier millimétré (Figure 7) tout comme le sexage en soulevant l'abdomen (Figure 8). Les individus les plus petits pour lesquels le sexage n'était pas possible ont été classés en « indéterminés ». De plus, des informations secondaires comme la présence de parasites, d'œufs (femelles ovigères) ou bien des traces de mue ont été précisées pour chaque individu échantillonné.

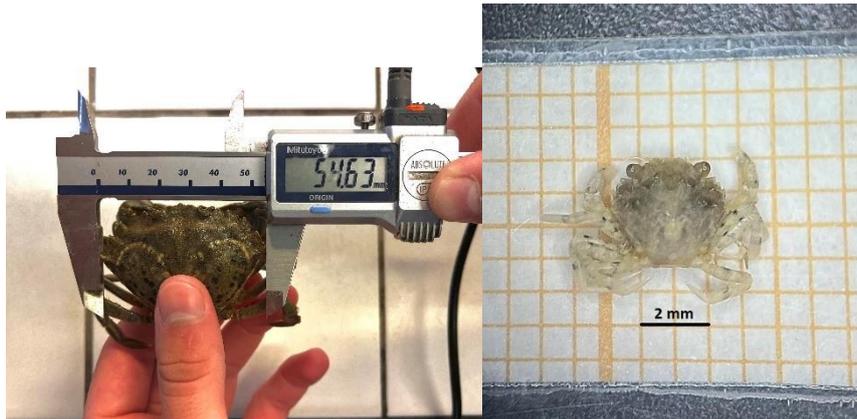


Figure 7 : Illustration de la mesure de la largeur d'un crabe au niveau du céphalothorax avec un pied à coulisse (gauche) ou avec du papier millimétré sous la loupe binoculaire (droite)

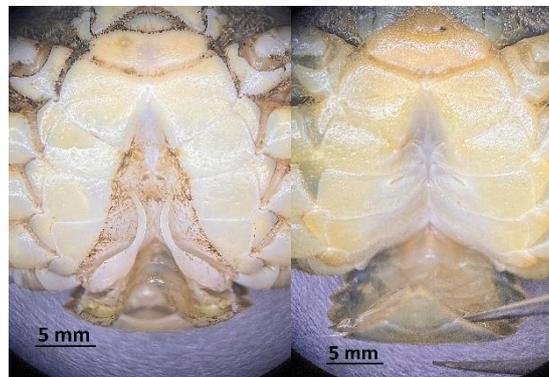


Figure 8 : Stylets copulateurs du mâle (gauche) et des orifices génitaux de la femelle (droite) chez *Carcinus maenas*

III. RESULTATS DU SUIVI EN 2023

A. ORGANISATION SPATIALE DES DECAPODES

Sur l'ensemble de nos prélèvements en 2023, nous avons collecté 1125 individus (924 en 2022 ; Rolet et al., 2022) répartis en 6 espèces :

- *Carcinus maenas* (191 individus)
- *Hemigrapsus sanguineus* (576 individus)
- *Hemigrapsus takanoi* (310 individus)
- *Porcellana platycheles* (17 individus)
- *Pilumnus hirtellus* (27 individus)
- *Pisidia longicornis* (4 individus)

Contrairement à l'année dernière, aucun *Cancer pagurus* n'a été recensé.

Nous n'avons pas trouvé d'*Hemigrapsus takanoi* au niveau des moulières naturelles ou des élevages mytilicoles cette année. En revanche, il a bien été recensé dans les deux zones portuaires avec 129 individus à Dunkerque et 181 individus à Boulogne-sur-Mer (Figure 9). De plus, *C. maenas* et *H. sanguineus* ont été observées sur tous les sites.

Contrairement à l'année dernière où *C. maenas* était le plus abondant sur cinq des sept sites étudiés, il ne l'est que sur trois des sept sites étudiés en 2023 (sur les concessions mytilicoles de Berck-sur-Mer : 82,35 %, d'Oye-Plage : 97,14 % et de Gris-Nez : 63,64 % ; Figure 9). Les effectifs observés d'*Hemigrapsus* au niveau des zones portuaires sont trois à six fois plus élevés qu'en 2022 avec 482 individus à Boulogne-sur-Mer et 256 individus à Dunkerque contre 141 et 43 individus respectivement l'année dernière (Rolet *et al.*, 2022). Concernant les deux espèces invasives, *H. sanguineus* domine sur la moulière naturelle de Ault (75,76 %), la concession mytilicole de Quend-Plage (82,43 %) et la zone portuaire de Boulogne-sur-Mer (56,69 %) tandis que *H. takanoi* domine dans le port de Dunkerque (42,47 %). Ainsi, contrairement à 2022, on note une progression des deux espèces invasives (*i.e.* *H. sanguineus* et *H. takanoi*) par rapport à l'espèce native *C. maenas* sur l'ensemble des sites (Tableau 2, Tableau 3 et Tableau 4).

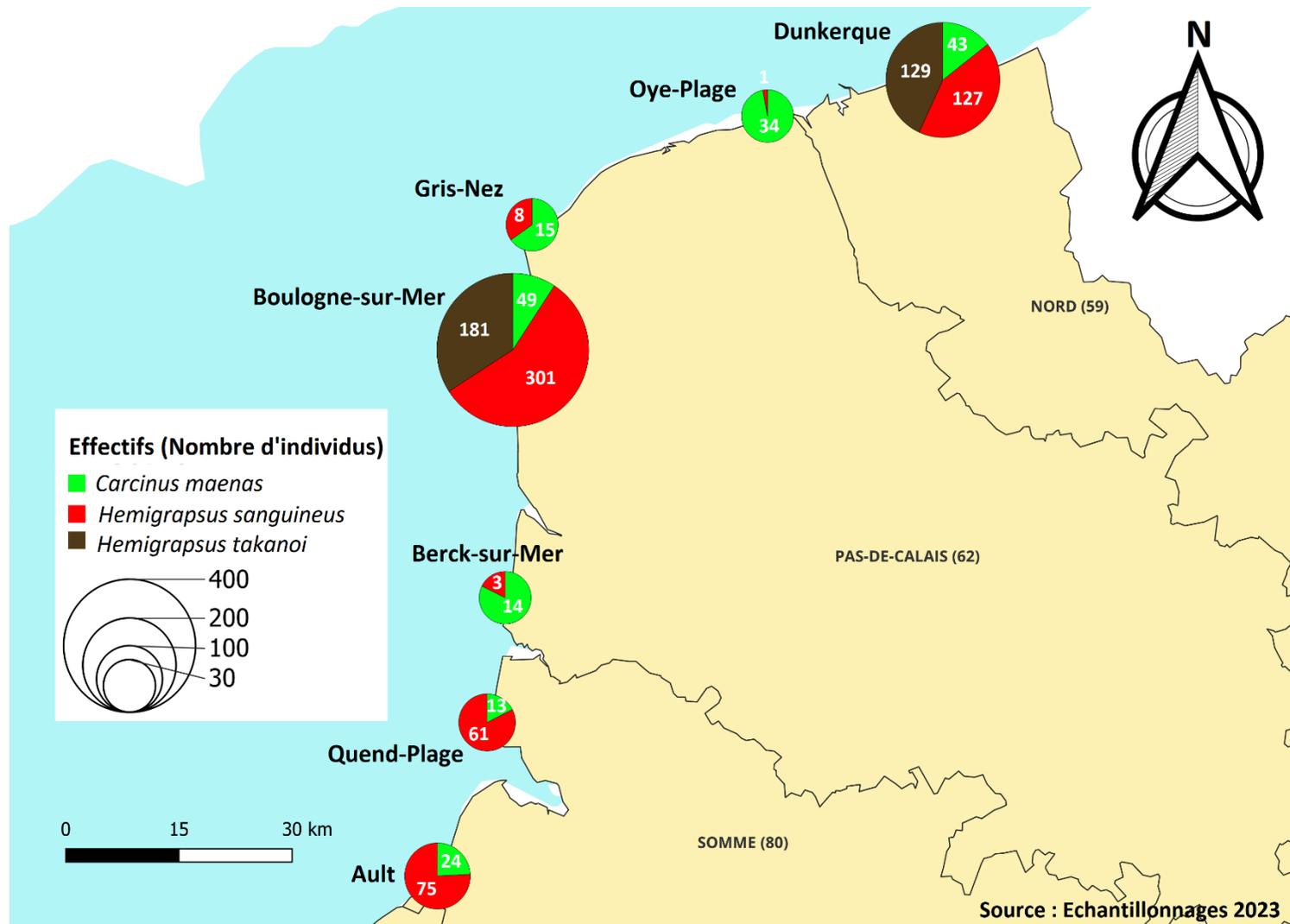


Figure 9 : Distribution spatiale des 3 principales espèces de crabes échantillonnées (i.e. *H. sanguineus*, *H. takanoi*, *C. maenas*) pour les 7 sites suivis, de Ault à Dunkerque en 2023. Les valeurs dans les graphiques en secteurs représentent le nombre d'individus de chaque espèce par site

Tableau 2 : Densités de *Carcinus maenas*, d'*Hemigrapsus sanguineus* et *H. takanoi* (valeurs moyennes \pm /- écart-type) exprimées par unité de surface (ind/m²) et par unité d'effort (30 pierres soulevées ou 6 L de moules), sex-ratio (M/F) par espèce et par site et % de femelles ovigères

Site	Unité	Nb de prélèvements	<i>Carcinus maenas</i>			<i>Hemigrapsus sanguineus</i>			<i>Hemigrapsus takanoi</i>		
			Moyenne et écart-type	Sex-ratio (M/F)	Femelle ovigère (%)	Moyenne et écart-type	Sex-ratio (M/F)	Femelle ovigère (%)	Moyenne et écart-type	Sex-ratio (M/F)	Femelle ovigère (%)
Dunkerque	Abondance (ind/30p)	3	8,00 \pm 5,57	0,50	0,00%	32,67 \pm 11,93	0,59	1,27%	38,33 \pm 12,34	1,72	0,00%
	Densité (ind/m ²)	3	6,33 \pm 5,51			3,67 \pm 3,21			1,67 \pm 2,89		
Oye-Plage	Abondance (ind/6L)	3	11,33 \pm 14,01	-	0,00%	0,33 \pm 0,58	-	0,00%	-	-	0,00%
Gris-Nez	Abondance (ind/6L)	3	4,67 \pm 0,58	1,17	0,00%	2,67 \pm 2,31	0,75	0,00%	-	-	0,00%
Boulogne-sur-Mer	Abondance (ind/30p)	3	10,00 \pm 4,36	1,13	0,00%	74,00 \pm 31,19	0,89	1,26%	36,67 \pm 15,18	0,72	0,00%
	Densité (ind/m ²)	3	6,33 \pm 7,51			32,33 \pm 37,21			26,67 \pm 31,47		
Berck-sur-Mer	Abondance (ind/6L)	3	4,67 \pm 1,53	0,57	0,00%	1,00 \pm 0,00	0,5	0,00%	-	-	0,00%
Quend-Plage	Abondance (ind/6L)	3	4,33 \pm 3,21	0,33	0,00%	20,33 \pm 16,44	0,56	0,00%	-	-	0,00%
Ault	Abondance (ind/30p)	3	7,67 \pm 4,93	0,71	0,00%	23,67 \pm 14,36	1,5	0,00%	-	-	0,00%
	Densité (ind/m ²)	3	0,33 \pm 0,58			1,33 \pm 2,31			-		

Comme nous l'avons vu précédemment, les zones portuaires sont les sites les plus colonisés par les décapodes du genre *Hemigrapsus* avec 90,77 % à Boulogne-sur-Mer et 85,62 % à Dunkerque (Tableau 3). En effet, comme le montre le Tableau 2, la plus forte densité relevée d'*Hemigrapsus takanoi* (en ind.m²) se situe à Boulogne-sur-Mer avec une moyenne de 26,67 ± 31,47 ind.m² tout comme celle d'*Hemigrapsus sanguineus* avec une moyenne de 32,33 ± 37,21 ind.m² (Tableau 2). De plus, les abondances (individus sous 30 pierres) les plus fortes pour *Hemigrapsus sanguineus* et *Hemigrapsus takanoi* ont été trouvées respectivement à Boulogne-sur-Mer (74,00 ± 31,19 individus sous 30 pierres) et à Dunkerque (38,33 ± 12,34 individus sous 30 pierres). Toutefois, des abondances similaires ont été trouvées au niveau du port de Boulogne-sur-Mer avec 36,67 ± 15,18 individus sous 30 pierres pour *H. takanoi*. L'année dernière, les abondances maximales retrouvées au niveau des zones portuaires étaient de 32,33 ± 30,28 individus sous 30 pierres et 15,00 ± 11,00 individus sous 30 pierres pour *H. sanguineus* et *H. takanoi* respectivement.

Enfin, les concessions mytilicoles restent pour la plupart (sauf Quend-Plage) colonisées en majeure partie par l'espèce autochtone, le crabe vert *Carcinus maenas*. En effet, les plus fortes abondances sont recensées dans la concession d'Oye-Plage avec une abondance moyenne de 11,33 ± 14,01 individus pour 6L de moules. On peut noter que l'abondance la plus forte relevée en 2022 dans les concessions mytilicoles atteignait 42,66 ± 0,57 individus pour 6L de moules à Berck-sur-Mer. Quant à *Hemigrapsus sanguineus*, il est dans l'ensemble moins présent dans ce type de milieu même s'il atteint une abondance maximale de 20,33 ± 16,44 individus pour 6L de moules sur le site de Quend-Plage. *Hemigrapsus takanoi* est, quant à lui, complètement absent des concessions mytilicoles en 2023 (Tableau 2 et Tableau 4).

Tableau 3 : Evolution de la proportion d'*Hemigrapsus spp.* au niveau du site naturel (Ault) et des zones portuaires de 2013 à 2023

Site	Année	<i>C. maenas</i> Effectif	<i>H. sanguineus</i> Effectif	<i>H. takanoi</i> Effectif	<i>Hemigrapsus/</i> <i>(Hemigrapsus + Carcinus)</i>
Ault	2013	98	3	0	2,97%
Ault	2014	81	1	0	1,22%
Ault	2015	16	10	0	38,46%
Ault	2016	70	196	0	73,68%
Ault	2017	37	141	0	79,21%
Ault	2018	0	386	0	100,00%
Ault	2019	71	38	0	34,86%
Ault	2020	28	33	0	54,10%
Ault	2021	2	5	0	71,43%
Ault	2022	81	118	0	59,30%
Ault	2023	24	75	0	75,76%
Boulogne-sur-Mer	2008	45	3	120	73,21%
Boulogne-sur-Mer	2018	20	116	18	87,01%
Boulogne-sur-Mer	2019	45	344	0	88,43%
Boulogne-sur-Mer	2020	17	326	9	95,17%
Boulogne-sur-Mer	2021	4	82	108	97,94%
Boulogne-sur-Mer	2022	29	96	45	82,94%
Boulogne-sur-Mer	2023	49	301	181	90,77%
Dunkerque	2008	51	7	239	82,83%
Dunkerque	2017	26	0	0	0,00%
Dunkerque	2018	11	73	12	88,54%
Dunkerque	2019	123	5	9	10,22%
Dunkerque	2020	169	8	1	5,06%
Dunkerque	2021	13	46	96	91,61%
Dunkerque	2022	157	10	33	21,50%
Dunkerque	2023	43	127	129	85,62%

Tableau 4 : Evolution de la proportion d'*Hemigrapsus spp.* au niveau des concessions mytilicoles de 2013 à 2023

Site	Année	<i>C. maenas</i> Effectif	<i>H. sanguineus</i> Effectif	<i>H. takanoi</i> Effectif	<i>Hemigrapsus/</i> (<i>Hemigrapsus</i> + <i>Carcinus</i>)
Berck-sur-Mer	2008	220	1	0	0,45%
Berck-sur-Mer	2013	62	7	0	10,14%
Berck-sur-Mer	2017	506	4	0	0,78%
Berck-sur-Mer	2018	10	5	0	33,33%
Berck-sur-Mer	2019	78	16	0	17,02%
Berck-sur-Mer	2020	37	3	0	7,50%
Berck-sur-Mer	2021	40	3	0	6,98%
Berck-sur-Mer	2022	128	2	0	1,54%
Berck-sur-Mer	2023	14	3	0	17,65%
Oye-Plage	2017	30	2	0	6,25%
Oye-Plage	2018	-	-	-	-
Oye-Plage	2019	28	3	0	9,68%
Oye-Plage	2020	37	16	0	30,19%
Oye-Plage	2021	0	4	0	100,00%
Oye-Plage	2022	80	1	0	1,23%
Oye-Plage	2023	34	1	0	2,86%
Quend-Plage	2013	116	1	0	0,85%
Quend-Plage	2014	203	4	0	1,93%
Quend-Plage	2015	369	12	0	3,15%
Quend-Plage	2016	179	8	0	4,28%
Quend-Plage	2017	58	42	0	42,00%
Quend-Plage	2018	5	3	0	37,50%
Quend-Plage	2019	35	4	0	10,26%
Quend-Plage	2020	26	5	0	16,13%
Quend-Plage	2021	162	74	0	31,36%
Quend-Plage	2022	59	21	0	26,25%
Quend-Plage	2023	13	61	0	82,43%
Gris-Nez	2020	6	1	0	14,29%
Gris-Nez	2021	10	1	0	9,09%
Gris-Nez	2022	27	23	0	46,00%
Gris-Nez	2023	14	8	0	36,36%

B. STRUCTURE DE TAILLE ET SEX-RATIO DES DIFFERENTES ESPECES

L'étude de la structure de taille chez les espèces de décapodes d'intérêt montre des différences de tailles significatives (test de Kruskal-Wallis puis test post-hoc Pairwise Wilcoxon) entre *C. maenas* et *H. sanguineus* et entre *C. maenas* et *H. takanoi* (p value < 0,05). On peut constater que l'amplitude de taille de *Carcinus maenas* est bien plus importante que celle des *Hemigrapsus*. En effet, les largeurs de céphalothorax sont comprises entre 2 et 58 mm chez *C. maenas*, entre 2 et 37 mm chez *H. sanguineus* et entre 4 et 27 mm chez *H. takanoi*. La taille moyenne pour chaque espèce est de $13,15 \pm 11,03$ mm pour *C. maenas*, $12,77 \pm 6,33$ mm pour *H. sanguineus* et $12,89 \pm 4,09$ mm pour *H. takanoi*.

Un total de 191 individus a été collecté pour l'espèce indigène *Carcinus maenas* sur l'ensemble des sites suivis. En raison de la forte présence de juvéniles, les classes de taille les plus représentées se situent entre 2 et 4 mm avec plus de 28 % des individus (Figure 10). Toutefois, les individus de plus grande taille sont aussi fréquents avec même 8,38 % des individus dépassant les 30 mm.

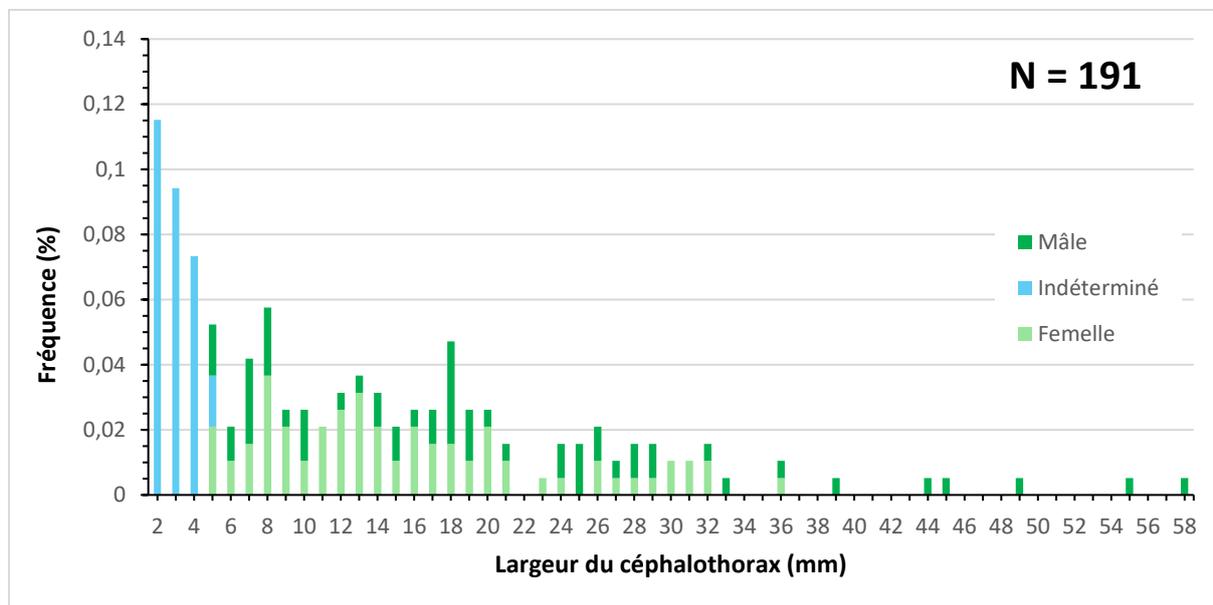


Figure 10 : Histogramme de fréquences de taille (largeur en mm) des femelles, mâles et sexes indéterminés chez *Carcinus maenas*

Concernant l'espèce *Hemigrapsus sanguineus*, 576 individus ont été échantillonnés sur l'ensemble du littoral des Hauts-de-France. Les individus de taille intermédiaire (entre 10 et 16 mm) représentent 42,5 % de la population et les individus de taille supérieure ou égale à 15 mm représentent 37,33 % de la population (Figure 11). Les individus échantillonnés sont représentés par toutes les classes de taille depuis les juvéniles jusqu'aux adultes de grande taille. De plus, des différences significatives de tailles ont été mises en évidence entre les différents types d'habitats (p value < 0,001). Notamment, les plus gros individus sont retrouvés au niveau du platier rocheux ($18,29 \pm 6,50$ mm) et des zones portuaires ($13,18 \pm 5,41$ mm) et les plus petits au niveau des concessions mytilicoles ($4,69 \pm 1,94$ mm).

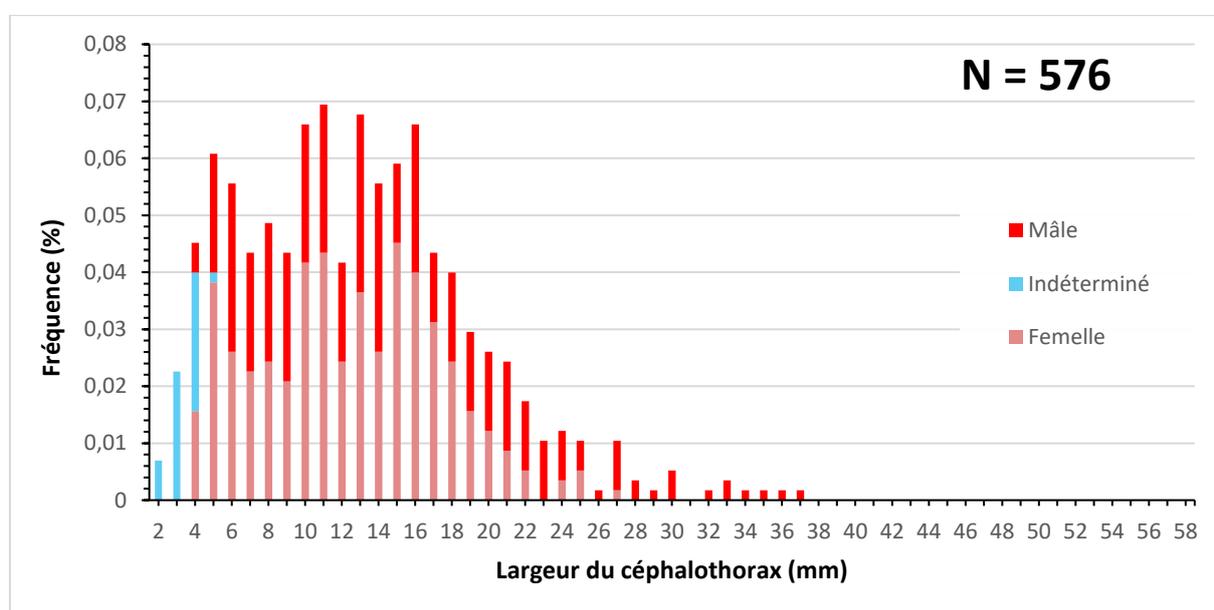


Figure 11 : Histogramme de fréquences de taille (largeur en mm) des femelles, mâles et sexes indéterminés chez *Hemigrapsus sanguineus*

Enfin, 310 individus *Hemigrapsus takanoi* ont été échantillonnés mais uniquement dans les ports de Boulogne-sur-Mer et de Dunkerque. A nouveau, les individus de taille intermédiaire (entre 12 et 15 mm) représentent une part importante de la population avec presque 40 % (Figure 12). Comme pour *H. sanguineus*, les individus échantillonnés sont représentés par toutes les classes de taille depuis les juvéniles jusqu'aux adultes de grande taille.

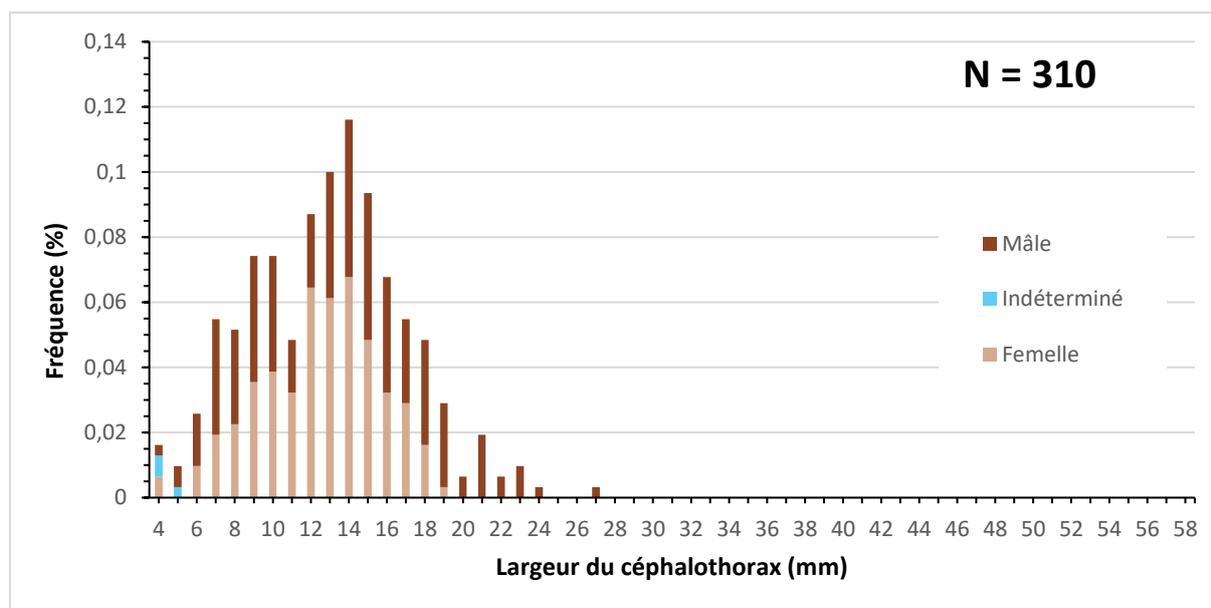


Figure 12 : Histogramme de fréquences de taille (largeur en mm) des femelles, mâles et sexes indéterminés chez *Hemigrapsus takanoi*

Chez l'ensemble de ces espèces, bien que les plus grands individus soient essentiellement des mâles, des différences significatives entre les mâles et les femelles (test de Kruskal-Wallis) n'ont été mises en évidence que chez *H. sanguineus* (p value < 0,05). Les femelles étaient plus petites que les mâles avec une taille moyenne de $12,41 \pm 4,93$ mm contre $14,39 \pm 7,06$ mm.

En nous intéressant aux sex-ratios de chacune des trois espèces principales (Tableau 2), on observe à l'échelle de tous les sites suivis, une dominance des femelles pour *Carcinus maenas* (ratio de 0,74) et *Hemigrapsus sanguineus* (ratio de 0,80) ; et une dominance des mâles pour *Hemigrapsus takanoi* (ratio de 1,22). Les sites du Cap Gris-Nez et de Boulogne-sur-Mer se démarquent avec des sex-ratios de 1,17 et 1,13 respectivement pour *Carcinus maenas* (Tableau 2). Chez *Hemigrapsus sanguineus*, les mâles ne dominent que sur la moulière naturelle de Ault avec un ratio de 1,5. Toutefois, ces sex-ratios doivent être pris en compte avec précaution, notamment chez *H. sanguineus* car pour Berck-sur-Mer et le Cap-Gris-Nez, le nombre d'individus est faible (< 10). Il faut également noter qu'à Oye-Plage, on observe un ratio de 0 pour *C. maenas* et *H. sanguineus* car un seul individu mâle a été trouvé sur ces deux sites, les autres étant indéterminés pour *C. maenas*. Pour *Hemigrapsus takanoi*, les deux ratios sont très différents avec 0,72 pour le site de Boulogne et 1,72 pour le site de Dunkerque (Tableau 2). Contrairement à 2022, 3 femelles ovigères de *H. sanguineus* ont été échantillonnées cette année au niveau des zones portuaires mais aucune chez l'espèce autochtone.

IV. EVOLUTION TEMPORELLE DES CRABES SUR LES SITES SUIVIS PAR LE GEMEL EN 2023 SUR LE LITTORAL DES HAUTS-DE-FRANCE

La distribution des décapodes le long du littoral des Hauts-de-France est très hétérogène depuis le début du suivi en 2013. Il est bien connu que dans leur aire native, les deux espèces d'*Hemigrapsus* sont présentes dans des niches écologiques différentes (Schubart, 2003 ; Gothland *et al.*, 2014). En effet, *H. takanoi* se rencontre sur les sites protégés à faible hydrodynamisme ainsi que dans des zones sablo-vaseuses comme les ports alors qu'*H. sanguineus* affectionne plus particulièrement les côtes plus exposées avec des roches et des blocs (Schubart, 2003 ; Gothland *et al.*, 2014). Nos observations concordent donc avec ces résultats puisque nous n'avons trouvé *H. takanoi* qu'au niveau des zones portuaires (129 et 181 individus à Dunkerque et Boulogne-sur-Mer respectivement) comme depuis 2013 (Dauvin *et al.*, 2013 ; Ruellet, 2015 ; Rocroy, 2016 ; Ruellet *et al.*, 2018 ; Rolet *et al.*, 2019 ; Rolet *et al.*, 2020 ; Terrin, 2020 ; Rolet *et al.*, 2021 ; Rolet *et al.*, 2022). Quant à *H. sanguineus*, il a été trouvé sur l'ensemble des sites échantillonnées comme tous les ans, principalement au niveau de la moulière naturelle riche en pierres et des zones portuaires. Ce qui est surprenant, c'est que les zones portuaires semblent correspondre plus fortement à la niche écologique de *H. takanoi* (*i.e.* substrats sablo-vaseux), pourtant *H. sanguineus* a été trouvé à des densités et abondances semblables voire supérieures à *H. takanoi*. Les fortes densités d'*Hemigrapsus* peuvent s'expliquer par la forte présence de pierres au niveau des digues échantillonnées, qui constituent des protections contre les éventuels prédateurs. Par ailleurs, il se trouve qu'*H. sanguineus* est une espèce ubiquiste qui tolère une grande gamme de conditions environnementales. C'est pourquoi cette espèce est présente à des densités / abondances élevées même dans les ports.

Depuis 2013, les populations de *H. sanguineus* se maintiennent sur tous les sites échantillonnés. En 2023, le ratio *Hemigrapsus/Carcinus* augmente sur tous les sites suivis par le GEMEL à l'exception de la concession mytilicole du Cap Gris-Nez passant de 46 % en 2022 à 36,36 % cette année. Le taux d'infestation augmente faiblement à Oye-Plage (de 1,23 % en 2022 à 2,86 % en 2023). Il augmente de 16 % à Berck-sur-Mer et de 56 % à Quend-Plage (Tableau 4).

Dans le port de Boulogne-sur-Mer, le taux est encore très élevé en 2023 atteignant 91 % et il ré-augmente de nouveau à Dunkerque passant de 21,5 % à 85,6 % en 2023 (Tableau 3).

Sur la moulière potentielle d'Ault, une légère augmentation est notée et le taux d'infestation reste conséquent : 75,8 % (Tableau 3).

Nos résultats n'ont pas mis en évidence de réelle tendance temporelle de l'invasion au cours de la période 2013-2023. Les abondances sont fluctuantes d'année en année. Bien qu'une tendance à l'augmentation était observable sur tous les sites depuis 2019, à l'exception du site de Berck ; la tendance semblait s'inverser en 2022 avec une diminution sur l'ensemble des sites suivis par le GEMEL (sauf dans les concessions mytilicoles du Gris-Nez). En 2023, la tendance s'inverse donc de nouveau avec une augmentation sur tous les sites suivis.

La dynamique temporelle d'invasion par *Hemigrapsus spp.* varie selon les concessions mytilicoles et fluctue en fonction des pratiques culturales. Des études menées depuis 2008 indiquent que *H. sanguineus* est « naturalisé » sur les côtes françaises (Dauvin et Dufossé, 2011), suggérant que l'espèce avait atteint sa « phase d'expansion » entre 2008-2010. Ainsi, pendant la « phase de persistance » du processus d'invasion, des fluctuations naturelles et marquées peuvent se produire (Parker *et al.*, 1999), les ressources devenant limitantes et la compétition avec l'espèce autochtone *C. maenas* s'intensifiant. L'invasion de *H. sanguineus* sur les côtes européennes est relativement récente et sa démographie pendant la « phase de persistance » reste inconnue.

V. BIBLIOGRAPHIE

- Breton G., Faasse M., Noël P., Vincent T. (2002). A new alien crab in Europe: *Hemigrapsus sanguineus* (Decapoda: Brachyura: Grapsoidea). *Journal of Crustacean Biology* 22: 184-189.
- Dauvin J.C., Tous Rius A., Ruellet T. (2009). Recent expansion of two invasive crabs species *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan, 1835) and *H. takanoi* (Asakura and Watanabe, 2005) along the Opal Coast, France. *Aquatic Invasions* 4 : 451-465.
- Dauvin J.-C., Dancie C., Jego Y., Lecornu B., Rocroy M., Ruellet T. (2013). Etat de la colonisation des décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral normand-picard (COHENOP). *Rapport pour le ROLNP*. Université de Caen Basse-Normandie, CSLN, GEMEL : 17 p. + annexes.
- Dauvin, J.-C., Dufossé, F. (2011). *Hemigrapsus sanguineus* (De Haan, 1835) (Crustacea: Brachyura: Grapsoidea) a new invasive species in European waters: the case of the French English Channel coast (2008-2010). *Aquatic Invasions* 6 : 329–338.
- Geburzi, J.-C, Graumann, G., Knock, S., Brandis, D. (2015). First record of the Asian Crab *Hemigrapsus takanoi* Asakura and Watanabe, 2005 (Decapoda, Brachyura, Varunidae) in the Baltic Sea. *BioInvasions Records*, 4, Issue 2: 103-107.
- Gothland, M., Dauvin, J. C., Denis, L., Dufossé, F., Jobert, S., Ovaert, J., Pezy, J. P., Tous Rius, A., Spilmont, N. (2014). Biological traits explain the distribution and colonisation ability of the invasive shore crab *Hemigrapsus takanoi*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 142: 41-49.
- Lecornu B. (2013). Etat de la colonisation des décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* et état de santé des populations de crabes verts entre l'estuaire de Seine et l'Authie. Mémoire de Master 1 AQUACAEN. GEMEL, Université de Caen Basse-Normandie : 19 p.
- Noël, P., Tardy, E., d'Udekem d'Acoz, C. (1997). Will the crab *Hemigrapsus penicillatus* invade the coasts of Europe? *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. 320: 741-745.
- Parker, IM., Simberloff, D., Lonsdale, WM., Goodell, K., Wonham, M., Kareiva, PM., Williamson, MH., Von Holle, B., Moyle, PB, Byers, JE., Goldwasser, L. (1999). Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions*, 1: 3–19.
- Rocroy M. (2016). Contribution à l'état de la colonisation des décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus*. *Rapport du GEMEL n°16-011* : 17 p.
- Rolet, C., Becuwe, E., Talleux, J-D., Dorthé, S., Ruellet, T., Talleux, M. (2019). Etat de de la colonisation des décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral des Hauts-de-France en 2019. *Rapport du GEMEL n°19-014* : 12 p.
- Rolet C., Becuwe E., Terrin S., Becuwe F., Cerisier H., Talleux M., Dorthé S. (2020). Etat de la colonisation des Décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral des

Hauts-de-France en 2020. *Rapport du GEMEL n°20-016* réalisé pour la Région des Hauts-de-France : 16 p.

- Rolet, C., Ruellet, T., Charpagne, C., Desorme, S., Ritz, K. (2021). Etat de la colonisation des Décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral des Hauts-de-France en 2021. Rapport du GEMEL n°21-055 réalisé pour la Région des Hauts-de-France et l'Europe (FEAMP – projet EBIOME) : 20 p.
- Rolet, C., Douchain, E., Becuwe, E., Stien, F., Talleux, J.-D., Talleux, M. (2022). Etat de la colonisation des Décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral des Hauts-de-France en 2022. Rapport du GEMEL n°22-029 réalisé pour la Région des Hauts-de-France : 21 p.
- Ruellet T. (2015). Contribution à l'état de la colonisation des décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral normand-picard en 2014. *Rapport du GEMEL n°15-001* : 32 p.
- Ruellet T., Rocroy M., Lebourg E., Ollivier E., Régèle P.-A., Talleux J.-D. (2018). Etat de la colonisation des décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral des Hauts-de-France. *Rapport du GEMEL n°18-013* : 35 p.
- Schubart, C. (2003). The Est Asian Shore crab *Hemigrapsus sanguineus* (Brachyura: Verunidae) in the Mediterranean Sea: an independent human-mediated introduction. *Science Marine*. 67: 195-200.
- Seeley, B., Sewell, J., Clarck, P.F. (2015). First GB records of the invasive Asian shore crab, *Hemigrapsus sanguineus* from Glamorgan, Wales and Kent, England. *Marine Biodiversity Records*, 8: e102.
- Terrin S. (2020). Etat de la colonisation des Décapodes invasifs du genre *Hemigrapsus* sur le littoral des Hauts-de-France en 2020. Rapport de stage et poster de Master 1 Sciences de la Mer - Sorbonne Université - GEMEL : 14 p.
- d'Udekem d'Acoz C, Faasse M. (2002) De huidige status van *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan, 1835) en *H. penicillatus* (de Haan, 1835) in de noordelijke Atlantische Oceaan, in het bijzonder in Nederland, met opmerkingen over hun biologie (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Het Zeepaard* 62, 101-115.
- d'Udekem d'Acoz C. (2006) First record of the Asian shore crab *Hemigrapsus sanguineus* (De Haan, 1835) in Belgium (Crustacea, Brachyura, Grapsoidea). *De Strandvlo*, 26: 74-82.