

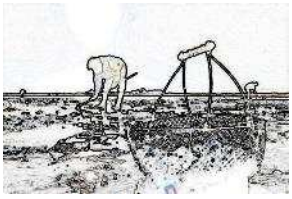

INITIATIVE

# Biodiversité









## Reconstitution d'un Stock de bivalves
## Indicateur de Stocks et Vigie des havres

Convention N° AESN 1074142-2017

Rapport de synthèse 2023

Smel Synergie Mer Et Littoral Recherche & développement

GEMEL NORMANDIE

AVRIL

LEMAR laboratoire des sciences de l'environnement marin UMR CNRS/UBO/IRD/Ifremer

MZC

Ce programme a bénéficié d'un financement Initiative Biodiversité de l'Agence de l'Eau Seine Normandie

Avec la participation de la Direction Départemental des Territoire et de la Mer de la Manche

Avec nos remerciements aux membres de l'association APP2R ayant participés aux campagnes de prélèvements et enquêtes.

Avec nos remerciements aux associations de pêcheurs à pied CPAG Granville, CPML 50 et APAM pour leur participation au comité de pilotage et leur soutien.

Pour citer ce rapport :

Basuyaux O.[1], M. Angelo[2], G. Arrenoux2, A. Baffreau[2], A-C. Bennis[4], M. Boutet[4], L. Brieau[2], L. Champolivier[1], G. Croguennec[4], J-C. Dauvin[4], G. Charrier[5], V. Desfeux-Mezière[3], A. Garcia[2], F. Haitz[2], M. Huet[5], G. Jolly[2],Y. Joncourt[7], A. Lehuen[2], J. Lefebvre[3], A. Legrand[3], J. Michel[2], C. Paillard[5], V. Lefebvre[1], N. Laisney[1], A. Laplace Dolonde[6], S. A. Lemoine[2], Moal[1], E. Ollivier[2], S. Sahnoun-Ajmi[4], M. Spagnol[3], O. Timsit[2], P. Vieira[2],P. Vigoureux[6], L. Zablocki Thomas[2], 2023. Reconstitution d'un Stock de bivalves, Indicateur de Stocks et Vigie des havres. Rapport de synthèse final. 253 p.

1- Synergie Mer Et Littoral
2- GEMEL-N
3- Association Avril
4- M2C - Université de Caen / CNRS
5- LEMAR – Université de Bretagne Occidentale /CNRS
6- Association APP2R
7- AESN

Ce rapport reprend totalement ou partiellement les rapports suivants :

Champolivier L., O. Basuyaux, 2023. Rapport Fonctionnement et logique d'une Organisation - Intérêt de la mise en œuvre d'une réserve de pêche à pied aux bivalves fouisseurs sur l'estran. Rapport de stage Rapport de stage Ingénieur Agronome – 2ème année – Master 1. 17p.

Charrier G., C. Paillard, 2023. Analyse moléculaire des échantillons de palourde. Rapport RS2S / LEMAR. 4 p.

Croguennec G., J-C. Dauvin, O. Basuyaux, M. Boutet, A-C. Bennis, 2021. Modélisation numérique de la dispersion des larves de palourdes dans le Golfe Normand-Breton. Rapport de stage fin d'étude Seatech. 36 p.

Huet M., C. Paillard, 2022. Etude de la Maladie de l'Anneau Brun (MAB) chez la palourde japonaise Ruditapes philippinarum sauvage de Blainville. Mémoire du Travail d'Etudes et de Recherche. Université de Caen Normandie. 37 p.

Lefebvre J., 2023. Vigie des havres. Rapport 2018-2022. Association Avril. 37 p.

Lemoine A., Ollivier E., 2023. Reconstitution d'un stock de bivalves – Indicateurs de stocks et vigie des havres (RS2S). Action : Suivi scientifique du peuplement de bivalves et des communautés benthiques. Rapport final. Bilan 2018-2022. GEMEL-Normandie. 100 p.

Sahnoun S., J-C. Dauvin, O. Basuyaux, A-C. Bennis, 2020. Modélisation de la dispersion des larves de palourdes dans le Golfe Normand-breton. Rapport de stage M2 Mécanique Université de CAEN. 35 p.

# Table des matières

**Introduction** 1

**Mise en œuvre d'une réserve scientifique** 1

I- Mise en place et organisation d'une interdiction de pêche à pied 2

II- Intérêt et maintien d'une interdiction de pêche à pied 4

**Un suivi scientifique des populations de bivalves** **7**

**I.** Matériels et méthodes 8

I.1 Site d'étude 8

I.2 Plan d'échantillonnage 8

I.3 Périodes d'échantillonnage 9

I.4 Méthodes de prélèvements 11

I.5 Analyses de données 13

**II.** Résultats 19

II.1 Caractérisation du sédiment 19

II.2 Macrofaune benthique du substrat meuble 25

II.3 Caractérisation des habitats 43

II.4 Structure de la communauté de bivalves 45

**III.** Discussion 22

**Eléments du cycle biologique de la palourde** 31

I- Indice de remplissage 31

II- Pathologie de la palourde 33

II.1- .Matériels et méthodes 34

II.2- Résultats 37

II.4 – Discussion 48

III. Hybridation chez la palourde 52

III.1- Extraction de l'ADN, amplification par PCR et séquençage du marqueur COI 52

III.2- Résultats – Interprétations 53

IV.Déplacement des palourdes 56

V. Origine des larves de palourdes 59

V.1. Pour mieux comprendre, quelques notions de biologie des palourdes 60

V.1- Sites d'étude 62

V.2 Méthodologie 65

V.3. Résultats numériques 70

VI.Indicateur des stocks 90

VI.1 Evaluation des captures par unité d'effort (CPUE) 90

VI.2 Evaluation de l'état de la ressource 92
**Vigie des havres** 97
I.Contexte 97
II.Lancement du programme Vigie des havres 98
II.1.Objectifs 98
II.2.Les premières actions 98
II.3.Création d'outils de communication 99
II.4.Création d'outil de base de données 104
III.Résultats du programme Vigie des havres 106
III.1.Résultats des données reçues 106
III.2.Résultats de la Sensibilisation 112
IV. Vigie Mer 119
V. Suivi bénévoles des phoques 119
V.1.Objectif 120
V.2.Résultats 120
V.4.Les limites du suivi 125
V.5.Les perspectives pour 2023 125
VI. Projet Les extra ordinaires du littoral 127
**Conclusion** 134
Bilbiographie 135
Annexes 141
**Annexe 1 :** Récapitulatif des différentes réserves de France recueillis par les interviews 142
Annexe 2 : Arrêté préfectoral de création de la réserve scientifique 143
Annexe 3 – Coordonnées des stations 150
Annexe 4 – Abondance relative des espèces de bivalves par saison 151
Annexe 5 – Abondance relative des espèces de bivalves par zone 156
Annexe 6 – Taille moyenne de la population de palourdes entre 2018 et 2022 161
Annexe 5 – Espèces de macrofaune benthique par zone (ind/m²) 1
Annexe 7 – Tempêtes 15
Annexe 8 : Résultat de la modelisation 16
Annexe 9 : Communication sur le projet 24

# Introduction

Les pêcheurs à pied sont près de deux millions en France et le nombre d'adeptes est en constante augmentation (Aires Marines, 2015). Cette activité très diversifiée (beaucoup d'espèces pêchées, d'outils et de techniques) est bien présente sur la côte Ouest du Cotentin, où la mer en se retirant laisse découvrir un large estran avec une grande diversité de substrats (sableux à graveleux, hétérogènes et parfois envasés) et des habitats remarquables tels que les banquettes à lanices *Lanice conchilega* (annélides polychètes), les herbiers de zostères *Zostera marina* (phanérogame marine), les récifs d'hermelles *Sabellaria alveolata* (annélides polychètes), des champs de blocs et des zones à laminaires.

Une fréquentation importante et croissante des activités de pêche à pied est observée depuis plusieurs années. Lors des grandes marées, où de vastes estrans sableux de la côte Ouest Cotentin sont découverts, l'attraction pour ces activités est multipliée.

De nombreux pêcheurs (professionnels comme de loisir) ont signalés en 2015-2016 une diminution des stocks de palourdes sur plusieurs zones de pêche sans pour autant pouvoir la quantifier. La question du volume des prélèvements et celle des modalités de gestion de cette activité sont des sujets sensibles. La gestion de cette activité semble primordiale afin de préserver les ressources et de pérenniser la pêche à pied tout en évitant les conflits entre professionnels et récréatifs. Ainsi, l'évolution des pratiques et de la réglementation doit s'appuyer sur des données scientifiques et des expérimentations. Pour cela une réserve scientifique, inédite en Normandie, est mise en place pour la durée du projet. Cette réserve permettra notamment d'évaluer l'impact de la pêche par une comparaison réserve-secteur pêché. D'autre part, une meilleure connaissance des pratiques et quantités pêchées sur chaque secteur est un élément déterminant dans la gestion des pêcheries. Un indicateur d'évolution des stocks sera suivi durant toute la durée de l'étude. Enfin, le littoral est un espace fragile soumis à de nombreux aléas. La connaissance du littoral passe par l'observation. Dans le cadre d'une démarche participative, un réseau d'observateurs permettra de renseigner une base de données pérenne où l'ensemble des faits marquants seront consignés (échouages, nouvelles espèces, évolution du trait de côte…).

## Mise en œuvre d'une réserve scientifique

La fermeture d'un secteur littoral sur l'estran peut avoir différents objectifs (réserve, jachère, protection, fermeture sanitaire).

# I- Mise en place et organisation d'une interdiction de pêche à pied

Plusieurs secteurs du littoral sont concernés par des restrictions ou interdictions de la pêche à pied récréative (Annexe 1). Soit en raison de leur haute valeur environnementale avec les réserves naturelles, les zones de protection d'herbiers, les zones de protection de biotope et les réserves de chasse et de faune sauvage. Soit d'une exploitation réglementée de certains gisements de coquillages classés afin de préserver la ressource disponible. Les interdictions de pêche concernent également soit la taille, les quotas et les outils de pêche, ou soit des raisons sanitaires.

## I.1- Restriction de la pêche à pied par la taille, les quotas et les outils de pêche

Les pratiques de pêche sont encadrées dans le but de protéger et préserver la biodiversité marine, tout en permettant le renouvellement des espèces. Ainsi, les législateurs ont pris des réglementations pour prévenir les abus qui pourraient diminuer l'abondance des espèces ou empêcher l'accès à l'activité. La pêche à pied de loisir est soumise aux dispositions réglementaires internationales, communautaires et nationales qui s'appliquent aux pêcheurs professionnels en ce qui concerne la taille minimale des captures autorisée, les caractéristiques et conditions d'emploi des engins de pêche, les modes et procédés ainsi que les zones, périodes, interdictions et arrêtés de pêche. La réglementation nationale repose sur l'arrêté du 26 octobre 2012 modifié qui fixe les règles applicables pour l'ensemble des organismes marins dans chaque grande région. Elle peut être complétée par une réglementation régionale, départementale, voire locale pour s'adapter aux spécificités territoriales grâce aux arrêtés préfectoraux. Ces réglementations précisent :

- Les outils et engins de pêche autorisés,
- Les tailles, poids et quantités de capture par marée, par pêcheur et par espèce
- Les périodes et zones de pêche

Elles sont disponibles sur les différents sites internet des Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) et dans les pages dédiées pour chaque département littoral sur le site www.pecheapied-loisir.fr.

## I.2-- Protection des ressources et de la biodiversité par les réserves

**Les réserves naturelles** : elles remplissent trois missions indissociables qui sont protéger (les milieux naturels, les espèces animales et végétales et le patrimoine géologique), gérer les sites et sensibiliser les publics. Une réserve naturelle ne participe pas uniquement à la conservation de la faune et de la flore mais aussi à celle du sol, des eaux, des gisements de

minéraux et de fossiles. Elles sont toutes gérées par un plan de gestion d'une période de cinq ans, validé par le préfet du département. Le plan de gestion contient de nombreuses informations sur la réserve et liste toutes les opérations que le gestionnaire doit réaliser chaque année. On y retrouve les actions de gestion, les études et suivis scientifiques de la flore et de la faune, les actions de communication et d'éducation à l'environnement, les missions d'information réglementaire et de police.

**Les réserves de pêche** : les zones de jachère ou les zones de gisement dépendant d'un calendrier d'ouverture, permettent également de préserver les gisements de mollusques bivalves. Ces dernières sont régies par des arrêtés préfectoraux du département après avis de la Direction Inter-Régionale de la Mer (DIRM). Elles sont créées pour une durée maximale de 5 ans. L'arrêté préfectoral est transmis aux maires des communes concernées qui procèdent à l'affichage. La gestion de ces zones peut se faire par les administrations mais également par le CLPMEM ou CRPMEM comme dans la baie du Mont Saint-Michel. Leur rôle est de gérer la zone mais aussi d'assurer sa surveillance et de l'animer pour sensibiliser le public. Une zone protégée peut être délimitée en plusieurs secteurs distincts pour pouvoir réaliser une gestion en rotation, type jachère. Cette technique est beaucoup utilisée sur les littoraux bretons. Assurer la pérennité des mollusques bivalves demande une connaissance en la disponibilité de cette ressource par le biais d'études.

### I.3- Les études du gisement

Les études scientifiques sont certes précises mais elles sont également coûteuses et longues. Ainsi, les études empiriques sont les plus utilisées, reposant sur des enquêtes auprès des pêcheurs. Leur réalisation dépend de la zone en question. Généralement, elles ont lieu tous les ans mais, par exemple en Baie de Somme, les études ont lieu toutes les décades pour déterminer la ressource disponible pour les oiseaux. En ce qui concerne l'élaboration des calendriers d'ouverture, des études empiriques ont lieu deux à trois jours avant l'ouverture de la zone.

### I.4- Les fermetures pour cause sanitaire

Les interdictions pour des motifs sanitaires peuvent être durables ou temporaires et être dues notamment à des contaminations d'origine bactériologique ou à la présence de microalgues toxiques. A noter, que le risque de dégradation de la qualité du milieu est augmenté en cas de forte pluie. L'Agence Régionale de Santé (ARS) effectue les contrôles sanitaires avec l'aide de l'IFREMER. Il réalise le suivi du phytoplancton dans l'eau et des toxines dans les coquillages et conduit à la mise en œuvre des mesures de gestion adaptées à la situation (renforcement de la fréquence de suivi, interdictions temporaires, information…). Dans les zones de production, la pêche à pied récréative ne peut être pratiquée que si celles-

ci sont classées en A ou B selon les critères microbiologiques de définition des classements de salubrité. Dans les zones A, les coquillages peuvent être récoltés pour la consommation humaine directe. Dans les zones B, les coquillages peuvent être récoltés mais ne peuvent être mis sur le marché pour la consommation humaine qu'après avoir subi soit un traitement dans un centre de purification, associé ou non à un reparcage, ou soit un reparcage. Il existe un site internet permettant de consulter l'ensemble des zones concernées par une interdiction sanitaire (atlas-sanitaire-coquillages.fr/fr/statuts). Les zones d'interdiction sanitaire semblent être profitables aux bivalves mais aucune étude de suivi des espèces n'est réalisée.

# II- Intérêt et maintien d'une interdiction de pêche à pied

## II.1- Augmenter la ressource en coquillage

Les objectifs sont variés selon les différentes zones d'interdiction. Certaines protègent directement les gisements de mollusques bivalves adultes ou les naissains de juvénile comme c'est le cas dans la baie de Saint-Brieuc. D'autres ont un objectif de protection de la faune (oiseaux, phoque) et/ou de la flore (herbiers), ce qui permet indirectement de profiter aux bivalves en les préservant. Certains gestionnaires supposent une meilleure reproduction de l'espèce en cas de fermeture de la zone ce qui alimenterait le gisement et donc expliquerait l'augmentation de la ressource. Quel que soit l'objectif principal de ces zones de fermeture, les ressources en bivalves augmentent ce qui permet de maintenir la durabilité de celle-ci. Les zones d'interdiction de pêche, pour raison sanitaire, permettent-elles aussi une protection indirecte de la ressource en coquillage. Par exemple, la baie de Saint-Brieuc était à l'origine un gisement de classement sanitaire. Cependant en 2015 la qualité du gisement à augmenter ce qui aurait dû permettre un déclassement de la zone. Pour autant, en 2017, l'ensemble des gestionnaires ont remarqué que cette zone était profitable aux bivalves. Elle est donc restée une zone de restriction de pêche afin de continuer la protection de la ressource mais de manière directe.

## II.2- Une sensibilisation primordiale

La sensibilisation des pêcheurs à pied consiste principalement à les informer sur les tailles réglementaires et sur la préservation du milieu naturel qui s'avèrent être des sujets mal maitrisés. Cette sensibilisation s'effectue de manière directe (articles, journaux télévisés, panneaux, stand lors d'un événement local…) ou indirecte (questionnaires, marées dédiées à la sensibilisation). A noter que seulement la sensibilisation directe est mise en place par le bon vouloir de la structure porteuse du projet contrairement à celle indirecte.

### II.3- Un contrôle indispensable

Les contrôles sont nécessaires pour assurer le bon respect des zones de fermeture temporaire ou permanente à la pêche à pied qui s'avère être plus ou moins bien respecté. Les types de contrôle sont multiples. Les organismes, tel que l'Office Française de la Biodiversité (OFB) ou les Réserves Naturelles de France (RNF) par exemple, peuvent assurer la surveillance de la zone. Le contrôle de la pêche à pied est assuré régulièrement par deux gardes-jurés grâce aux licences de pêcheurs. A noter qu'ils restent difficiles notamment sur la côte Est de la Manche avec un grand nombre de pêcheurs. En cas de besoin, la gendarmerie maritime peut être appelée mais son intervention reste faible. Les contraintes à ces zones de protection de la ressource sont faibles. Cependant si une zone d'interdiction est nouvelle alors il y a un risque d'avoir une quantité non négligeable de pêcheurs à pied dans la zone. Les habitudes sont dures à perdre.

### II.4- Les limites des zones de fermetures

La protection de la ressource de bivalves montre des limites avec notamment le manque d'études pour l'évaluation des gisements, le manque de sensibilisation du public, l'ensablement, ou des contraintes administratives (délimitation figée)…

## SYNTHESE

Les réserves naturelles ou de pêche, permettent la préservation des gisements de bivalve comme le démontre les retours d'expérience. Les réserves de pêche restent néanmoins un enjeu socio-économique, car il est nécessaire de maintenir la pérennité de la ressource en bivalve et les entreprises de pêcheurs professionnels. Ainsi la gestion en rotation est la plus appropriée pour pallier cet enjeu. Cependant, le stock et le recrutement des gisements de mollusques bivalves sont très peu suivis sur les littoraux français. Aujourd'hui, il y a donc une réelle nécessité à rendre la pêche à pied durable. Actuellement en Charente maritime, une chargé de mission de l'OFB commence à déterminer si l'exploitation des gisements de palourdes du Parc Naturel Marin de l'Estuaire de la Gironde et de la Mer des Pertuis (PNMRGMP) est durable ou non et de déterminer des mesures à prendre. Depuis 2018, le réseau Littorea permet de fédérer la pêche à pied pour une activité durable au niveau national.

La mise en œuvre d'une réserve scientifique doit également permettre d'apporter des éléments sur l'intérêt, la gestion et l'acceptabilité sociale

# Un suivi scientifique des populations de bivalves

Dans le cadre du volet scientifique du projet RS2S, une réserve scientifique a été créée par arrêté préfectoral, sur laquelle la pêche des palourdes, coques, praires, spisules et amandes est interdite jusqu'à fin 2022 (Arrêté n°12/2018) (Annexe 2).

Sur les cinq ans d'étude, le séquençage des prélèvements est différencié (Figure 1), avec trois mesures de bivalves par an (février, juillet et septembre) et des prélèvements annuels de la macrofaune benthique, la granulométrie et la matière organique en février.

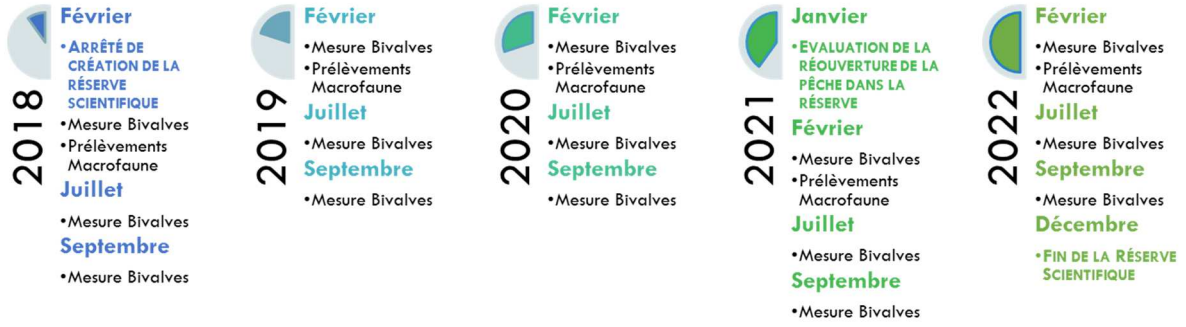



***Figure 1 :*** *Séquençage du projet RS2S.*

L'évolution sur cinq ans des populations des bivalves, avec ou sans pression de pêche, permet d'évaluer la pérennité du gisement de palourdes à la fin de la mise en réserve scientifique. Par ailleurs, le suivi annuel de la macrofaune benthique et de son habitat permet de décrire leur milieu de vie et d'appréhender les facteurs de variabilité extérieurs à la pression de pêche du milieu. Dans le cadre de ce projet, le GEMEL-Normandie a été en charge du suivi scientifique des communautés de macrofaune (bivalves, palourdes, faune benthique) entre 2018 et 2022 sur les secteurs pêchés et celui de la réserve, afin de déterminer si un effet de la réserve scientifique est mesurable

# I. Matériels et méthodes

## I.1 Site d'étude

Le site d'étude se situe sur la côte ouest du Cotentin, où le domaine intertidal est majoritairement composé de sédiments sableux à graveleux, ponctués de zones rocheuses (Basuyaux *et al.,* 2018).

Les quatre zones d'études sont définies selon les noyaux de densités identifiés lors de l'étude 3POC et sont désignées par une lettre (**Figure 2**). Les zones A (Blainville-sur-Mer) et D (Lingreville) sont soumises à une pression de pêche habituelle, les zones B et C sont une division de la réserve scientifique, non soumise à pression de pêche. La zone A s'étend sur une surface de 2,2 km², la zone B mesure 1,8 km², la zone C 3,9 km² et la zone D ne fait que 0,5 km². Il est à noter qu'il existe une activité mytilicole sur les zones B, C et D, et une activité ostréicole en zone A.

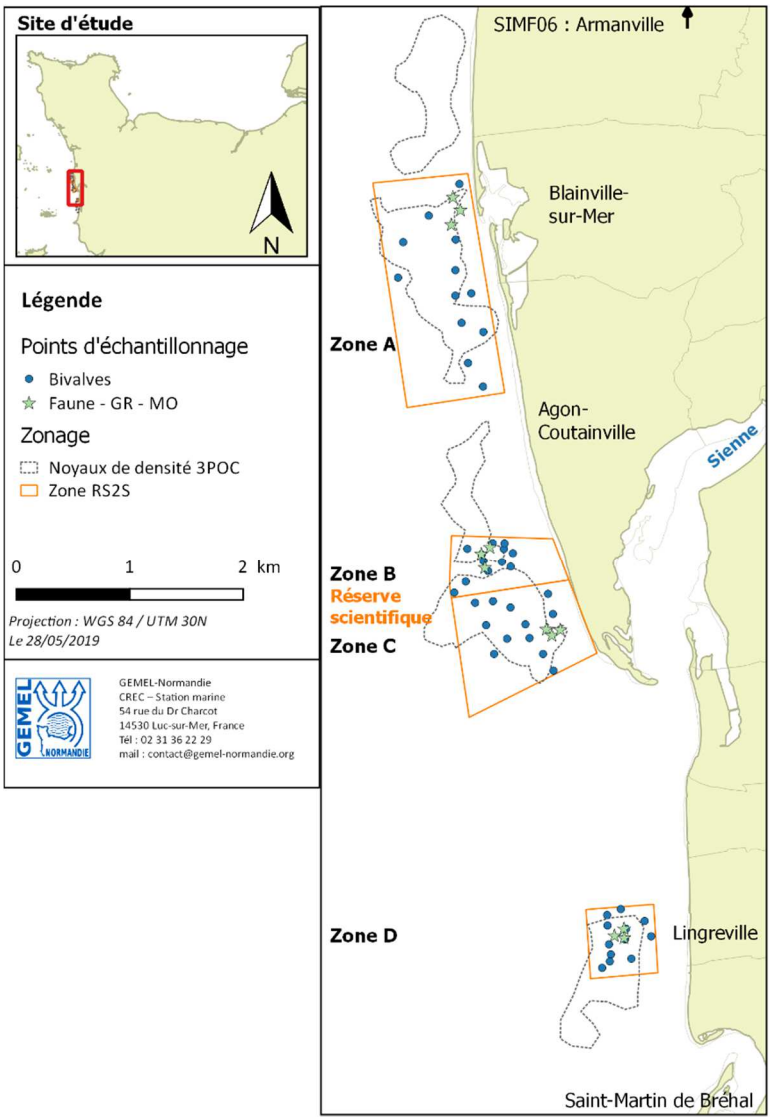



***Figure 2 :*** *Zones d'échantillonnages (A, B, C, D) du site d'étude dans le cadre du projet RS2S. GR : Granulométrie. MO : Matière organique. En bleu : stations d'échantillonnage pour le suivi des bivalves. En vert : stations d'échantillonnage pour le suivi de la macrofaune benthique et des paramètres sédimentaires.*

## I.2 Plan d'échantillonnage

### I.2.1 Communautés de bivalves

Pour chaque zone, huit stations de prélèvements de bivalves se situent sur un noyau de densité 3POC et quatre en dehors, comme point de référence (**Figure 3**). Au total on compte donc 48 échantillons de bivalves. Les coordonnées des stations de prélèvements sont disponibles en

Annexe 3 – Coordonnées des stations.

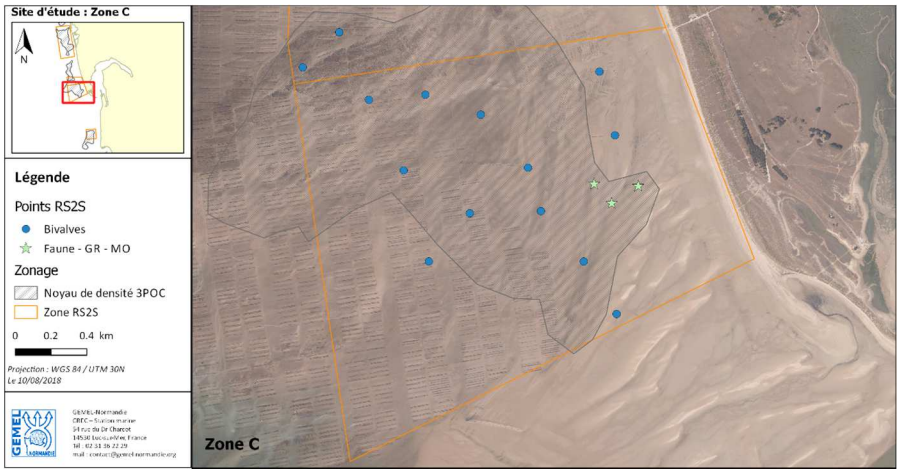



***Figure 3 :*** *Plan d'échantillonnage de la zone C. En bleu : stations d'échantillonnage pour le suivi des bivalves. En vert : stations d'échantillonnage pour le suivi de la macrofaune benthique et des paramètres sédimentaires.*

### I.2.2 Communautés benthiques et paramètres sédimentaires

L'échantillonnage de la macrofaune benthique, de la granulométrie et de la matière organique sont réalisées à partir du protocole de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE) ciblant les substrats meubles intertidaux (Garcia *et al.,* 2013).

Dans chaque zone, les prélèvements sont répartis en trois stations distantes d'au moins 200 m. Sur celles-ci sont prélevés un échantillon granulométrie (GR) et un échantillon de matière organique (MO), soit un total de trois échantillons par zone. Pour chaque station, le prélèvement macrofaune fait l'objet de trois réplicats. Au total, neuf échantillons sont réalisés par zone (**Figure 4**), soit 36 échantillons macrofaune pour le protocole complet.

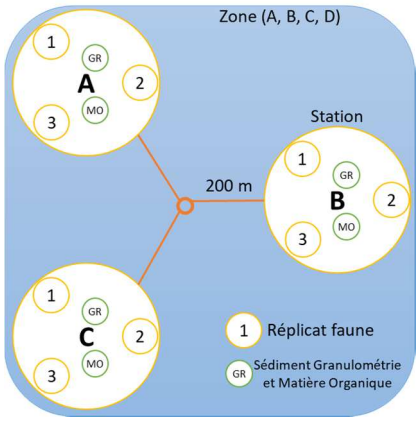



***Figure 4 :*** *Méthode d'échantillonnage de la macrofaune et de la granulométrie.*

## I.3 Périodes d'échantillonnage

Afin de suivre l'évolution des communautés de bivalves et de la population de palourdes, 3 campagnes de prélèvement par an ont été effectués durant cinq ans, au cours de l'hiver, de l'été et de l'automne. Les dates de campagnes d'échantillonnages sont présentées dans le Tableau 1. Le suivi des communautés de macrofaune benthique et des paramètres sédimentaires sont réalisés une fois par an, en hiver, comme préconisé dans le protocole DCE (Garcia *et al.,* 2014).

***Tableau 1 :*** *Dates des campagnes d'échantillonnage et coefficients des marées (Pointe d'Agon).*

| Année | Saison | Date | Coefficient | BM |
|---|---|---|---|---|
| **2018** | Hiver | 28/02/2018 | 90 | 13h09 |
| | | 01/03/2018 | 102 | 14h11 |
| | | 02/03/2018 | 109 | 15h04 |
| | Eté | 12/07/2018 | 93 | 14h31 |
| | | 13/07/2018 | 101 | 15h29 |
| | Automne | 10/09/2018 | 106 | 16h18 |
| | | 11/09/2018 | 100 | 16h53 |
| **2019** | Hiver | 20/02/2019 | 113 | 15h19 |
| | | 21/02/2019 | 115 | 16h08 |
| | Eté | 04/07/2019 | 94 | 16h33 |
| | | 05/07/2019 | 93 | 17h19 |
| | Automne | 30/09/2019 | 115 | 16h41 |
| | | 01/10/2019 | 107 | 17h21 |
| **2020** | Hiver | 10/02/2020 | 106 | 15h32 |
| | | 11/02/2020 | 108 | 16h19 |
| | Eté | 04/06/2020 | 91 | 19h19 |
| | | 05/06/2020 | 95 | 15h02 |
| | Automne | 15/10/2020 | 96 | 13h58 |
| | | 16/10/2020 | 108 | 14h55 |
| **2021** | Hiver | 01/03/2021 | 106 | 16h14 |
| | | 02/03/2021 | 102 | 16h52 |
| | Eté | 27/05/2021 | 103 | 16h09 |
| | | 28/05/2021 | 98 | 16h54 |
| | Automne | 06/10/2021 | 101 | 15h19 |
| | | 07/10/2021 | 107 | 16h05 |
| **2022** | Hiver | 02/03/2022 | 98 | 14h33 |
| | | 03/03/2022 | 103 | 15h19 |
| | Eté | 15/06/2022 | 96 | 16h02 |
| | | 16/06/2022 | 94 | 16h51 |
| | Automne | 10/10/2022 | 101 | 15h46 |
| | | 11/10/2022 | 98 | 16h24 |

## I.4 Méthodes de prélèvements

### I.4.1 Prélèvement du sédiment et de la macrofaune benthique de substrat meuble

Le suivi de la macrofaune benthique, de la granulométrie et de la matière organique est réalisé une fois par an, en hiver, comme indiqué dans le protocole DCE (Garcia *et al.,* 2013).

#### *I.4.1.a Sédiment*

Les échantillons granulométrie et matière organique sont prélevés avec un carottier de 4 cm de diamètre sur 5 cm. Les échantillons destinés à la mesure de la granulométrie sont pesés humides puis secs au laboratoire, ensuite lavés des sels et séchés à l'étuve à 60 °C plus de 48 h avant d'être repesés. Ils sont ensuite tamisés sur une colonne AFNOR de 21 tamis de mailles de 6,3 mm à 63 µm. Chaque refus de tamis est pesé et le poids de sédiment inférieur à 63 µm en est déduit.

La matière organique est estimée par la méthode de perte au feu. Les échantillons sont séchés à l'étuve à 60 °C plus de 48 h. Ils sont ensuite calcinés dans des creusets préalablement pesés précisément au four à 450 °C pendant 4 h et pesés de nouveau.

#### *I.4.1.b Macrofaune benthique de substrat meuble*

Le prélèvement de la macrofaune est réalisé à l'aide d'un carottier à main de 19,2 cm de diamètre et 20 cm de profondeur, soir une surface totale de 0,029m². La fraction fine est éliminée à l'aide d'un tamis de maille 1 mm puis le refus de tamis est stocké dans un contenant étanche (Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Il est à préciser que sur certains réplicats la nature grossière du substrat rendait l'usage du carottier impossible, le prélèvement a été fait à la truelle et à la main, en respectant la surface et la profondeur de prélèvement.



***Figure 5 :*** *Prélèvement et tamisage des échantillons de macrofaune benthique sur le terrain.*

Au laboratoire, les échantillons macrofaune sont fixés avec une solution de formaldéhyde (CAS 50-00-0) à 3,5-4,5 % pour fixation des tissus organiques et colorés à la phloxine B (CAS 18472-87-2) pour discriminer le matériel organique du minéral. Après fixation, les échantillons sont déformolés et les individus sont triés avant d'être conservés dans de l'éthanol à 70° pour être ensuite identifiés.

Chaque individu est déterminé jusqu'au plus bas niveau taxonomique possible, à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un microscope. Certains animaux ne peuvent pas toujours être déterminés à l'espèce. Ils appartiennent au groupe suivant *Echiura, Hemichordata, Hydrozoa, Insecta, Nemertea, Oligochaeta, Phoronida, Platyhelminthes* et *Priapulida*. Ils peuvent aussi être indéterminables en raison de leur état de détérioration, de leur âge ou de leur sexe. Dans ces cas, ils sont déterminés au

niveau taxonomique le plus précis possible. Dans les remarques, les raisons de ce manque de précision sont notées. En cas de détermination probable mais non certaine, nous utilisons la nomenclature conseillée par Barnich (2017) pour l'indiquer dans les remarques.

Les individus déterminés sont ensuite comptés. Lors de la saisie, la nomenclature est vérifiée sur le site WoRMS (World Register of Marine Species) (WoRMS, 2023).

Remarque : Une confusion a été faite entre *Actineria sp*. et *Actinia sp*. lors de la saisie. La modification a été effectuée dans les tableaux de données mais pas dans les figures. Pour plus de rigueur il aurait fallu remplacer *Actinia sp.* par Actiniria nd..

### I.4.2 Prélèvements des bivalves

Les prélèvements sont réalisés dans des quadras de 1 m² à l'aide d'un râteau standardisé pour la pêche à la palourde sur une profondeur de 15 cm environ (Beck *et al.,* 2015) (**Figure 6A**). Les sédiments récupérés sont tamisés avec une maille de 5 mm, dont sont extraits tous les bivalves (**Figure 6B** ; **Figure 6C**). Les bivalves sont identifiés, mesurés et pesés individuellement au laboratoire du SMEL (**Figure 6D**), puis relâchés sur la zone.

A noter que la palourde japonaise a colonisé son milieu au point de représenter actuellement plus de 90% des rendements de pêche (Gosling, 2003), et présente aujourd'hui de fréquentes hybridations entre les deux espèces (Habtemariam *et al.*, 2015). Lors des mesures effectuées, les deux types de palourdes ont été traités indifféremment.





***Figure 6 :*** *Prélèvements (A à C) et biométrie des bivalves (D).*

## I.5 Analyses de données

Le traitement des données est réalisé à partir du logiciel libre RStudio (RStudio Team, 2022). La librairie `{tidyverse}` (Whickham, 2017) est utilisé pour manipuler et visualiser les données. Les analyses de données et statistiques sont effectuées à partir des librairies `{vegan}`, `{pastecs}`, `{labdsv}`, `{pairwiseAdonis}` (Oksanen *et al.*, 2023 ; Grosjean *et al.,* 2021 ; Roberts, 2016 ; Arbizu, 2020).

### I.5.1 Caractérisation du sédiment

#### *I.5.1.a Granulométrie*

Le traitement des données granulométriques des stations aux substrats meuble est réalisé à l'aide de la librairie R `{G2Sd}` (Gallon & Fournier, 2015). Cette librairie donne des statistiques descriptives et une description physique des sédiments obtenus avec des tamis métriques ou phi, en fonction de la distribution granulométrique.

Les figures représentant la composition sédimentaire ont été réalisées avec la fonction `grandistrib()`. Le résumé statistique des données est généré à l'aide de la fonction `granstat()` où s'y trouvent notamment la texture du sédiment selon la classification de Folk (1954 ; **Figure 7**) et les indices de Trask (**Tableau 2**), qui caractérisent l'homogénéité du substrat. La caractérisation de texture est utilisée dans la description des habitats EUNIS (2023).

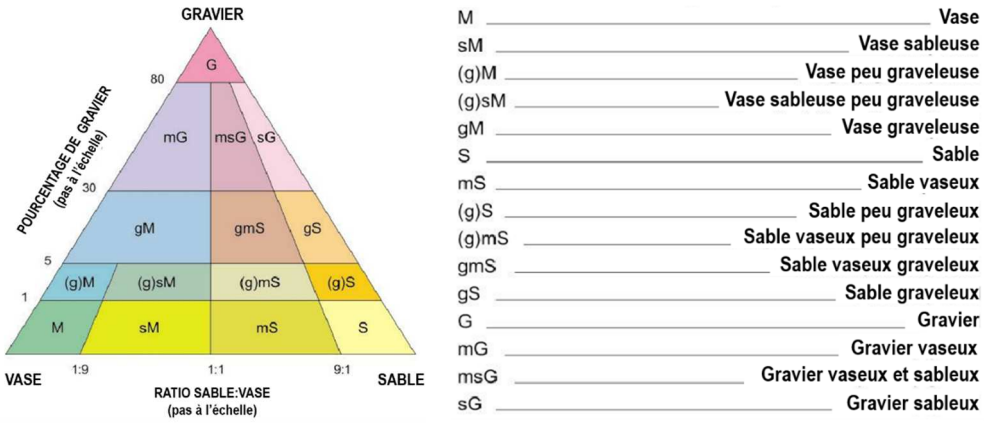



***Figure 7 :*** *Classification de Folk (1954) (Long, 2006).*

L'indice de classement So (sorting de Trask) permet d'apprécier le degré de classement d'un sediment (Trask, 1932). Les valeurs adoptées pour le classement sont retrouvées dans le **Tableau 2**.

***Tableau 2*** *: Indice de classement (So ; sorting de Trask)*

| Valeur de l'indice de So (Trask) | Degré de classement |
|---|---|
| **So < 0,5** | Extrêmement bien classé |
| **0,5 < So < 1** | Très bien classé |
| **1 < So < 2,5** | Bien classé |
| **2,5 < So < 3** | Normalement classé |
| **3 < So < 4** | Faiblement classé |
| **So < 4** | Très mal classé |

#### *I.5.1.b Matière organique*

Les différences de pesées faites avant (poids de sédiment sec) et après calcination (poids de cendres) permettent de calculer la teneur en matière organique totale (MO) pour chaque réplicat. Un calcul de moyenne et d'écart type permet de résumer l'information au niveau de chaque zone. La teneur en MO est exprimée en pourcentage de poids de sédiment sec :

$$\boldsymbol{MO = \frac{(P_{sec} - P_{cen}) \times 100}{P_{sec}}}$$

$\boldsymbol{MO}$ *: pourcentage de matière organique (%)*

$\boldsymbol{P_{sec}}$ *: poids de sédiment sec (g)*

$\boldsymbol{P_{cen}}$ *: poids de cendres (g)*

### I.5.2 Description et structure des communautés de macrofaune benthique de substrat meuble

### *I.5.2.a Description des communautés de macrofaune*

#### Richesse taxonomique (RS)

La diversité est étudiée au travers du paramètre richesse taxonomique totale. Nous ne parlerons pas ici de richesse spécifique car l'état actuel des connaissances et la conservation de certains individus n'ont pas permis systématiquement une identification au niveau spécifique. La richesse taxonomique correspond au nombre total de catégories taxonomiques auxquelles appartiennent les individus de faune prélevés (abrégé par RS en analogie à la richesse spécifique). Elle ne prend pas en compte l'abondance relative de chaque taxon et est déterminée pour chaque réplicat, puis moyennée au niveau des stations et des zones.

#### Densité (Nm)

La densité correspond au nombre total d'individus dénombrés par unité de surface (ind/m²). Elle est calculée au niveau du réplicat, puis ramenée au niveau des stations et enfin des zones. Dans ces deux derniers cas, les réplicats sont moyennés.

#### Indice d'équitabilité de Piélou (J')

L'indice d'équitabilité de Piélou (J') permet de comparer les dominances potentielles entre sites. Il est déterminé au niveau du réplicat, puis moyenné au niveau supérieur avec son écart-type. L'indice correspond à la valeur de diversité taxonomique réelle (ou indice de Shannon & Weaver) en fonction du nombre total de taxa. L'indice tend vers 0 lorsqu'un taxon domine les autres. Un indice de 1 signifie une équirépartition des individus entre les taxa, traduisant un peuplement équilibré :

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

***J'** : indice de Piélou*

***H'** : indice de Shannon & Weaver (diversité réelle)*

***H'$_{max}$** : diversité théorique maximale (**H'$_{max}$ = ln(S)**, avec **S** : nombre total d'espèces)*

#### Abondance relative et fréquence d'occurrence

D'autres notions comme l'abondance relative et la fréquence d'occurrence des espèces sont abordées afin de décrire les communautés observées.

**L'abondance relative** d'un taxon correspond au rapport du nombre des individus de ce même taxon au nombre total des individus tous taxa confondus (%). Elle renseigne sur l'importance de chaque taxon par rapport à l'ensemble des taxa présents.

$$N.rel = \frac{ni}{N} \times 100$$

***N.rel** : abondance relative (%)*

***ni** : nombre d'individu du taxon rencontré*

***N** : nombre total des individus de tous les taxa confondus.*

La **fréquence d'occurrence** est le degré de fréquence avec lequel un taxon d'une biocénose donnée se rencontre dans les échantillons de cette dernière. Elle est calculée par le rapport du nombre de réplicats contenant le taxon étudié ($Pa$) au nombre total de réplicats ($P$). Elle est exprimée en pourcentage. Selon Dajoz (1982), les taxa peuvent être classés en différentes catégories selon la valeur de la fréquence d'occurrence (Tableau 3).

$$Fr.occ = \frac{Pa}{P} \times 100$$

***Fr. occ*** *: Fréquence d'occurrence (%)*

***Pa*** *: nombre total de réplicats contenant l'espèce prise considérée*

***P*** *: nombre total de réplicats*

*Tableau 3 : Classification des espèces selon leur fréquence d'occurrence, d'après Dajoz (1982)*

| Valeur de la fréquence d'occurrence | Classe du taxon |
|---|---|
| **F < 5 %** | Taxon rare |
| **5 % < F < 25 %** | Taxon accidentel |
| **25% < F < 50 %** | Taxon accessoire |
| **50 % < F < 75 %** | Taxon régulier |
| **75 % < F < 100 %** | Taxon constant |
| **F = 100 %** | Taxon omniprésent |

## Analyses statistiques

Une Permanova, Anova multivariée par permutation, permet de déterminer s'il existe une différence entre les couples stations-années, en termes de densité taxonomique. Ce test statistique compare plus de deux variables à la façon d'une Anova et utilise une permutation des données. Le test post-hoc deux à deux est utilisé pour connaître les stations et/ou les années ayant une différence significative. Les p-values de ce test statistique sont abrégées de la manière suivante : $p_{PA}$.

#### *I.5.2.b Structure des communautés*

##### Traitement préalable du jeu de données

Pour étudier la structure des communautés, les taxa rares sont retirés et le nombre de taxa à conserver est limité. La méthode de Tri Par Abondance (TPA) est utilisée pour trier les taxa rares, toutes années confondues (Grosjean *et al.,* 2021). Cette méthode tient compte à la fois du nombre de fois où le taxon est absent et de son abondance au sein des réplicats.

##### Analyses de groupement

Une matrice d'association est réalisée pour établir le groupement des stations selon les communautés taxonomiques. Elle est réalisée à partir des données quantitatives en utilisant le coefficient de dissimilarité de Bray Curtis. Elle est utilisée pour mesurer les différences entre les couples stations-années, à partir des données de densité.

Le choix de l'algorithme de groupement s'est porté sur la corrélation de Pearson entre les matrices cophénétiques (« liens simples », « liens complets » ou « liens moyens ») et la matrice d'association. Cette corrélation permet d'évaluer l'efficacité de chaque algorithme à appréhender correctement la réalité écologique. La meilleure corrélation de Pearson est obtenue pour l'algorithme UPGMA (liens moyens). L'algorithme UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) de construction de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) est utilisé dans cette étude, puisqu'il traduit mieux les dissimilarités entre paires d'éléments de nos données. L'analyse du profil de similarités (test SIMPROF) est utilisée pour définir les groupes à considérer, distincts d'un point de vue de leur communauté de macrofaune benthique.

##### Taxa indicateurs

Les taxa caractéristiques de chaque groupe, généré lors des analyses de groupement, sont mis en évidence par la méthode IndVal (Species Indicator Values) (Dufrêne & Legendre, 1997). Cette méthode combine l'abondance relative de chaque taxa et son occurrence dans les différents groupes. Elle oscille entre 0 et 1. Plus l'IndVal tend vers 1, plus le taxa est indicateur de la structure de communauté du groupe.

##### Positionnement multidimensionnel non métrique

Le positionnement multidimensionnel non metric, autrement dit une nMDS (non-metric MultiDimensional Scaling) est réalisé afin de déterminer une structure des stations sur la base des communautés de macrofaune benthique. Il représente les distances entre éléments dans un espace à deux dimensions. C'est un processus itératif de positionnement des données sur un plan pour s'approcher au mieux de la matrice de dissimilarité. Le stress calculé est l'indicateur de la différence entre la représentation sur le plan et la matrice. Plus la valeur du stress est faible, plus la représentation des objets dans l'espace d'ordination est exacte. Il doit être au maximum à 0,2, idéalement inférieur à 0,1, afin de traduire des facteurs écologiques et/ou hydroclimatiques.

## I.5.3 Structure des communautés de bivalves et de palourdes

### *I.5.3.a Communautés de bivalves et de palourdes*

#### Description des communautés

La richesse taxonomique, la densité et l'abondance relative sont déterminées pour décrire les communautés de bivalves (§ I.5.2.a). La biomasse (B) est également prise en compte. Elle correspond à la masse fraîche (ou poids frais) des individus par unité de surface (g/m²). Ces paramètres sont définis pour l'ensemble des bivalves, les palourdes et les palourdes pêchables (> 40 mm). Un résumé de ces paramètres est réalisé pour chacune des douze stations des quatre zones.

Au cours des campagnes d'échantillonnages, des moules ont été prélevées sur certaines stations. Leur présence est liée aux moulières présentes sur le site d'étude. Le taxon n'a pas été pris en compte dans les analyses de données de ce rapport.

### *I.5.3.b Analyse de la structure des populations de palourdes*

#### Relation taille poids

D'après McKinney *et al.,* (2004) une relation allométrique existe en écologie benthique entre la taille de la coquille et le poids de l'organisme. Cette relation s'exprime sous la forme d'une équation de type puissance :

$$\boldsymbol{W = aL^b}$$

$\boldsymbol{W}$ *: poids (g)*

$\boldsymbol{L}$ *: taille des individus (mm)*

$\boldsymbol{a}$ *et* $\boldsymbol{b}$ *: paramètres allométriques de l'équation établie pour le site.*

La relation allométrique taille (mm) - poids (g) (chair fraîche et coquille) a été établie sur les données obtenues chaque année, permettant de déterminer les coefficients allométriques. Une comparaison des tracés des relations allométriques est réalisée.

#### Analyse de cohortes

Les cohortes représentent l'ensemble des palourdes nées dans un même intervalle de temps. Elles sont définies graphiquement en distinguant les palourdes pêchables des non pêchables, pour chaque zone et chaque année, afin de visualiser les différences pour les deux axes. Pour ce faire, un histogramme de fréquences de taille des palourdes est réalisé pour chaque couple zone-année.

### *I.5.3.c Tests statistiques*

Le test de Kruskall-Wallis est utilisé pour déterminer si une différence statistique existe entre les échantillons. Les p-values de ce test sont abrégées de la manière suivante : $p_{KW}$. Le test de Mann-Whithney par paire sans correction de Bonferroni est utilisé pour définir la dominance stochastique. Les p-values de ce test sont abrégées de la manière suivante : $p_{MW}$.

# II. Résultats

## II.1 Caractérisation du sédiment

### II.1.1 Granulométrie

#### *II.1.1.a Zone A*

D'après la classification de Folk (1954), les stations de la zone A sont caractérisées par les textures sable graveleux (sG : sandy gravel ») et graviers sableux (gS : « gravelly sand ») (**Figure 8** ; **Tableau 4**). Ces textures sont observées chaque année et sont identiques d'une année sur l'autre. Les sédiments composants les stations vont du sable très fin à du gravier fin. Leurs proportions sont quant à elles, variables au cours du temps. Le ratio de gravier fin est plus faible en 2020 par rapport aux autres années, mais celui des sables fins est plus important.

L'indice de Trask (So) oscille entre 1,754 et 3,778 indiquant une forte hétérogénéité dans la taille et l'organisation des grains entre les réplicats (**Tableau 5**). Entre 2018 et 2020, les indices de Trask des réplicats sont majoritairement inférieurs à 2,5 et 3, ils sont donc considérés comme bien classés et normalement classés. Cependant une hétérogénéité entre les différents réplicats est observée. En 2021 et 2022, les indices de Trask augmentent et sont majoritairement supérieurs à 3, ils sont donc considérés comme faiblement classés. Une homogénéisation des indices entre les réplicats est observé au cours du temps, les sédiments sont de moins en moins bien classés.

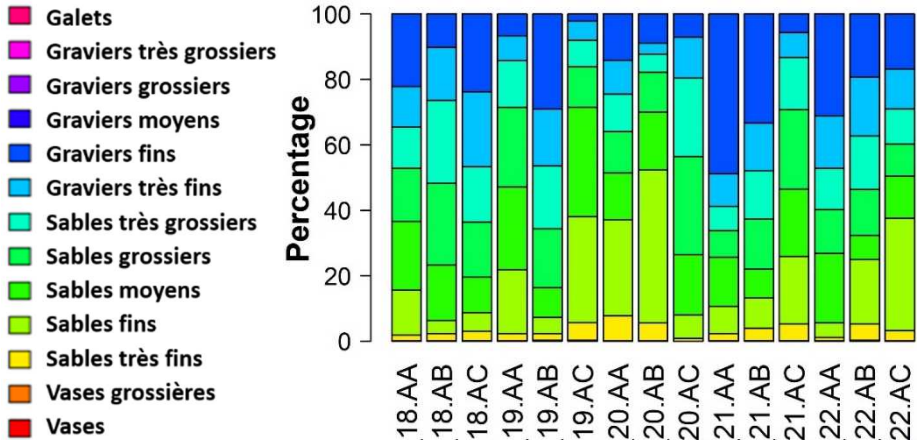



***Figure 8 :*** *Histogramme des fréquences de taille des grains des stations de la zone A, selon les années.*

***Tableau 4** : Tableau récapitulatif des textures caractérisant les réplicats et les zones entre 2018 et 2022, selon la classification de Folk (1954).*

| Zone | Texture | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | AA | Gravier sableux | Sable graveleux | Sable graveleux | Gravier sableux | Gravier sableux |
| | AB | Sable graveleux | Gravier sableux | Sable graveleux | Gravier sableux | Gravier sableux |
| | AC | Gravier sableux | Sable graveleux | Sable graveleux | Sable graveleux | Sable graveleux |
| B | BA | Sable graveleux | Gravier sableux | Gravier sableux | Gravier sableux | Gravier sableux |
| | BB | Gravier sableux | Sable graveleux | Gravier sableux | Gravier sableux | Sable graveleux |
| | BC | Sable graveleux | Sable graveleux | Sable peu graveleux | Sable graveleux | Gravier sableux |
| C | CA | Gravier sableux | Sable graveleux | Sable graveleux | Gravier sableux | Gravier sableux |
| | CB | Sable graveleux | Sable peu graveleux | Sable graveleux | Gravier sableux | Gravier sableux |
| | CC | Gravier sableux | Sable graveleux | Sable graveleux | Gravier sableux | Gravier sableux |
| D | DA | Sable peu graveleux | Sable graveleux | Sable peu graveleux | Sable peu graveleux | Sable peu graveleux |
| | DB | Sable peu graveleux | Sable peu graveleux | Sable peu graveleux | Sable peu graveleux | Sable peu graveleux |
| | DC | Sable peu graveleux | Sable peu graveleux | Sable graveleux | Sable graveleux | Sable graveleux |

***Tableau 5 :** Tableau récapitulatif des indices de Trask caractérisant les réplicats et les zones entre 2018 et 2022*

| Indice Trask | AA | AB | AC | BA | BB | BC | CA | CB | CC | DA | DB | DC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2018** | 3,116 | 2,002 | 2,505 | 2,108 | 4,216 | 1,702 | 3,215 | 2,131 | 2,294 | 1,254 | 1,349 | 1,262 |
| **2019** | 2,061 | 2,579 | 1,754 | 3,800 | 3,180 | 2,994 | 2,153 | 1,200 | 2,401 | 2,002 | 1,288 | 1,499 |
| **2020** | 3,451 | 2,002 | 1,862 | 2,924 | 5,046 | 1,242 | 1,822 | 1,508 | 1,879 | 1,279 | 1,666 | 1,360 |
| **2021** | 3,778 | 3,354 | 2,182 | 3,756 | 4,787 | 1,958 | 2,506 | 4,127 | 2,754 | 1,263 | 1,266 | 3,695 |
| **2022** | 3,366 | 3,580 | 3,481 | 4,115 | 3,597 | 4,260 | 3,807 | 2,967 | 1,712 | 1,219 | 1,222 | 2,630 |

### *II.1.1.b Zone B*

La zone B est caractérisée par des sables graveleux (sG) et des graviers sableux (gS) de 2018 à 2022. Les textures des stations sont les mêmes sur les cinq années et sont dépourvues de vase (**Figure 9** ; **Tableau 4**). Les sédiments sont également caractérisés par une troisième texture en 2020 sur la station BC, par du sable peu graveleux ((g)S : « slightly gravelly sand »).

Les sédiments qui composent les stations sont peu triés. De fortes proportions de sables fins, de graviers fins et très fins sont observés. Les proportions du graviers fins et très fins, ainsi que des sables fins et moyens sont variables au cours des année.

L'indice de Trask varie entre 1,242 et 5,046 indiquant une forte hétérogénéité dans la taille et l'organisation des grains entre les réplicats (**Tableau 5**). De 2018 à 2021, les réplicats montrent une forte hétérogénéité entre eux. Des réplicats ont un indice de classement inférieur à 2 (So < 2), considérés comme bien classés, et d'autres ont un indice de classement supérieur à 4 (So > 4), considérés comme très mal classés. Les valeurs des indices entre les réplicats présentent moins de variabilité en 2022. Le sédiment est cependant considéré comme faiblement classé (3 < So < 4) et très mal classé (So > 4).

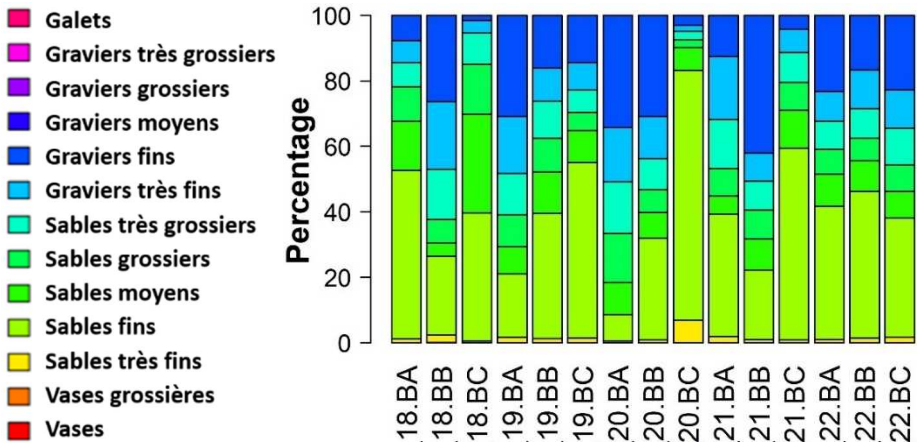



***Figure 9 :*** *Histogramme des fréquences de taille des grains des stations de la zone B, selon les années.*

### *II.1.1.c Zone C*

La zone C est caractérisée par des sables graveleux (sG) et des graviers sableux (gS) et l'absence de vases (**Figure 10** ; **Tableau 4**). Ces deux premières textures caractérisent la zone C en 2018 et 2019. Le texture sable peu graveleux ((g)S) caractérise également le milieu en 2019 (station CB). La zone C est caractérisée comme sable graveleux en 2020, puis en graviers sableux en 2021 et 2022.

L'indice de Trask oscille entre 1,2 et 4,127, indiquant une forte hétérogénéité dans la taille et l'organisation des grains entre les réplicats (**Tableau 5**). Tout comme pour la zone B, une forte hétérogénéité dans les valeurs d'indices de Trask entre les réplicats est observée. Les valeurs des indices sont cependant inférieures, indiquant un meilleur classement dans l'organisation du sédiment. Les indices de Trask sont majoritairement inférieurs à 2,5, indiquant un sédiment bien classé.

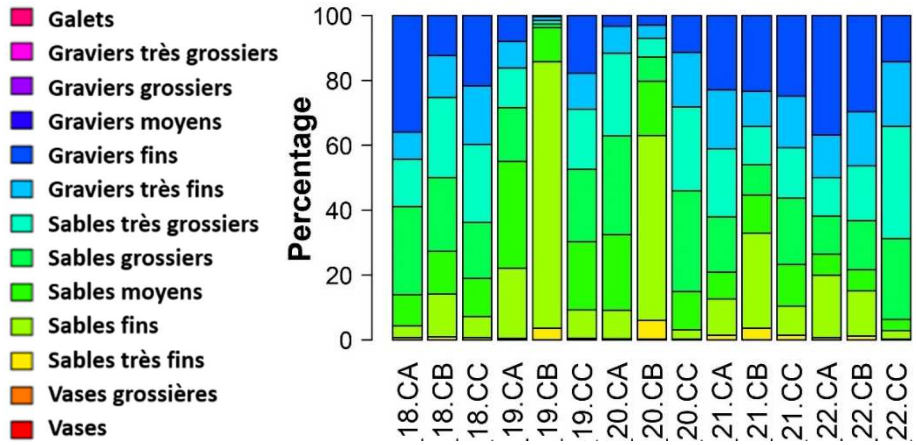



***Figure 10 :*** *Histogramme des fréquences de taille des grains des stations de la zone C, selon les années.*

### *II.1.1.d Zone D*

La zone D est caractérisée par les textures sable peu graveleux ((g)S) et sable graveleux (gS) (Figure 11 ; Tableau 4). Elle est dépourvue de vases. Elle présente une proportion élevée de sables fins, ce qui en fait un milieu physique différent des autres zones. Les proportions de sédiments varient d'une année sur l'autre. En 2018, les 3 réplicats peuvent être caractérisés comme des sables légèrement vaseux. A partir de l'année suivante, les deux textures précédemment citées caractérisent le site. Les trois dernières années d'études (2020 – 2022), les textures caractérisant les réplicats concordent entre elles. Les réplicats DA et DB sont caractérisés comme des sables légèrement graveleux alors que DC est caractérisé comme sables graveleux.

La zone D est celle présentant les indices de Trask les plus faibles, avec des variations entre 1,219 et 3,695 (Tableau 5). Une meilleure homogénéité entre les réplicats est observée, avec une majorité des réplicats ayant des indices de Trask inférieurs à 1,5, indiquant un sédiment bien classé. En 2021 et 2022, le réplicat DC voit son indice de Trask augmenter ($So_{2021}$ = 3,695 ; $So_{2022}$ = 2,630).

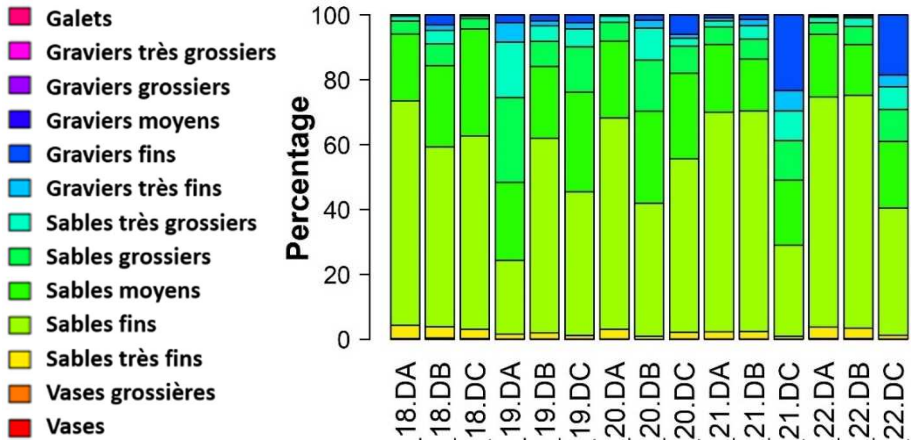



***Figure 11 :*** *Histogramme des fréquences de taille des grains des stations de la zone D, selon les années.*

## II.1.2 Matière organique

### *II.1.2.a Evolution interannuelle pour chaque zone*

L'évolution de la teneur en matière organique au cours des années et représentée pour chaque zone sur la Figure 12. Dans l'ensemble, les sédiments sont très pauvres en matière organique sur les 4 zones. La teneur en matière organique minimale est de 0,63 ± 0,15 % ($MO_{2019\ Zone\ C}$) et celle maximale s'élève à 1,58 ± 0,33 % ($MO_{2018\ Zone\ A}$).

La **zone A** présente une plus forte teneur en matière organique en 2018 avec 1,58 ± 0,33 %. Les teneurs oscillent entre 0,74 ± 0,05 % ($MO_{2019}$) et 0,82 ± 0.14 % ($MO_{2021}$) entre 2019 et 2022. Les teneurs en matière organique observées entre les années ne sont pas significativement différentes.

La **zone B** présente des teneurs en matière organique comprises entre 0,82 ± 0,06 % ($MO_{2019}$) et 1,07 ± 0,57 % ($MO_{2020}$) entre 2018 et 2022. Les teneurs en matière organique observées entre les années ne sont pas significativement différentes.

La **zone C** présente des teneurs en matière organique comprises entre 0,63 ± 0,15% ($MO_{2019}$) et 0,98 ± 0,30 % ($MO_{2022}$) entre 2018 et 2022. Les teneurs en matière organique observées entre les années ne sont pas significativement différentes.

La **zone D** présente une augmentation des teneurs en matière organique entre 2020 et 2022 : $MO_{2020}$ : 0,774 ± 0,076 % < $MO_{2021}$ : 0,989 ± 0,106 % < $MO_{2022}$ : 1,333 ± 0,091 %. Les teneurs en matière organique sont significativement différentes entre les années ($p_{KW}$ = 0,0306). La teneur en matière organique en 2022 est significativement différente des années précédentes. Celle de 2020 est significativement plus faible que celle de 2021 et significativement plus élevée qu'en 2019.

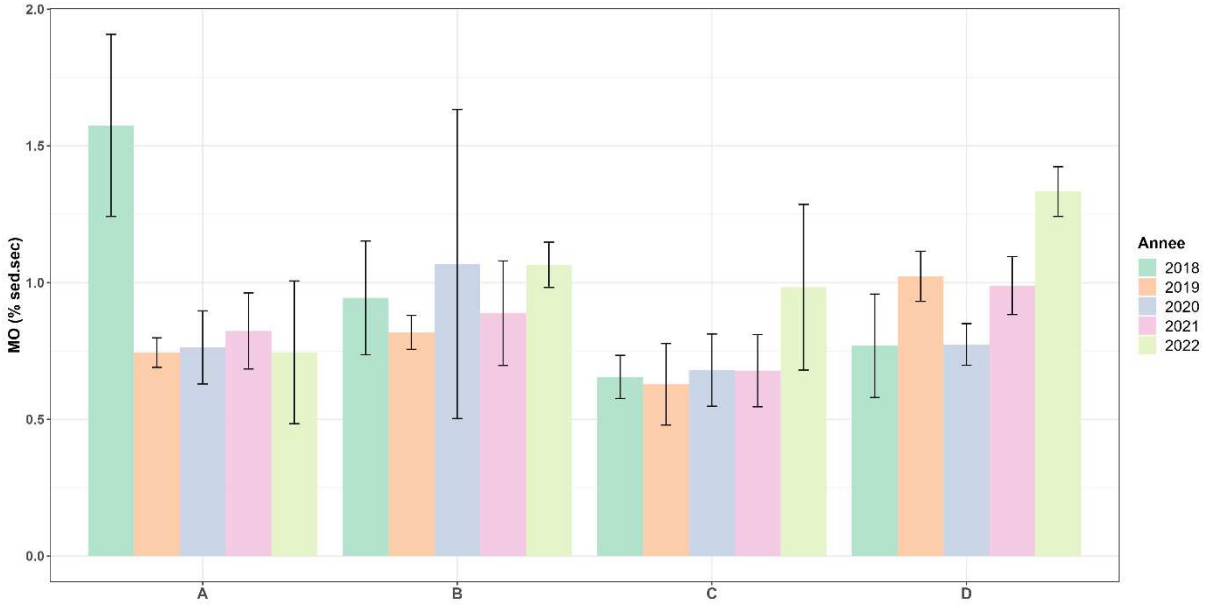



***Figure 12 :*** *Evolution temporelle de la teneur en matière organique (MO, %) sur les zones A, B, C et D.*

### *II.1.2.b Evolution interspatiale au cours des années*

L'évolution de la teneur en matière organique des zones au cours des années est représentée sur la **Figure 13**.

En **2018**, la teneur en matière organique est significativement différente entre les zones ($p_{KW}$ = 0,0329). Elle est maximale pour la zone A, avec une valeur de 1,58 ± 0,33 % et minimale pour la zone C avec une valeur de 0,66 ± 0,08 %. La zone A présente un taux de MO significativement plus élevée que les autres zones.

En **2019**, la teneur en matière organique est significativement différente entre les zones ($p_{KW}$ = 0,0378). La teneur en matière organique est maximale sur la zone D. Elle s'élève à 1,02 ± 0,09 % et est significativement plus élevée par rapport aux autres zones.

En **2020**, la teneur en matière organique est plus élevée pour la zone B, avec 1,07 ± 0,57 %. Elles sont du même ordre de grandeur pour les trois autres zones et oscillent entre 0,68 ± 0,13 % (zone C) et 0,763 ± 0,13 % (zone A). Cependant, les zones ne présentent pas de différences significatives en termes de teneur en matière organique.

En **2021**, les teneurs en matière organique oscillent entre 0,68 ± 0,13 % (zone C) et 0,99 ± 0,11 % (zone D). Elles ne sont pas significativement différentes entre les zones.

Les teneurs en matière organique sont comprises entre 0,74 ± 0,26 % (zone A) et 1,33 ± 0,09 % (zone D) en **2022**. Les teneurs tendent à être significativement différentes entre les zones ($p_{KW}$ = 0,0719).

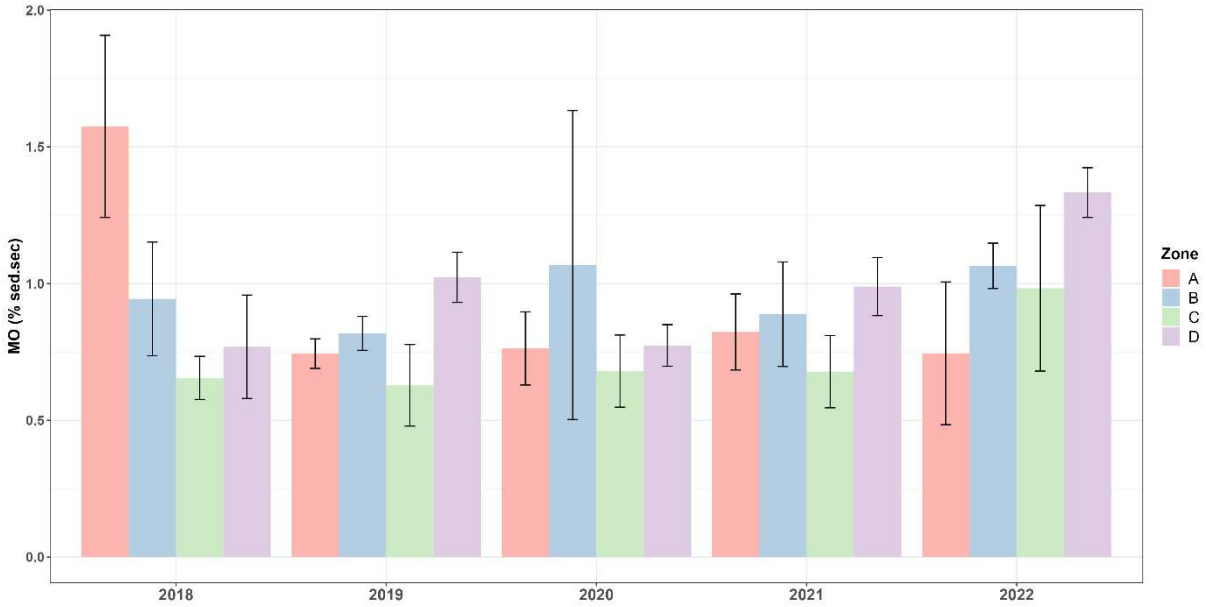



***Figure 13 :*** *Evolution interspatiale de la teneur en matière organique (MO, %) entre 2018 et 2022.*

## SYNTHESE

- Les zones A, B et C sont similaires au niveau de leurs caractéristiques granulométriques et sont caractérisées par des sables graveleux (sG) et des graviers sableux (gS).
- La zone D se distingue des autres zones par ces caractéristiques granulométriques, elle est caractérisée par des sable peu graveleux ((g)S) et des sables graveleux (gS).
- Les indices de Trask montrent que les zones A, B et C présentent une forte hétérogénéité avec des sédiments normalement classés, faiblement classés et parfois très mal classés. La zone D quant à elle est plus homogène avec des sédiments bien classés.
- Les teneurs en matière organique sont très faibles sur toutes les zones.
- Les teneurs en matière organique présentent des variabilités interspatiales significatives en 2018 et 2019. En 2018, les taux de matière organique sont significativement plus élevés sur la zone A et en 2019 elles sont significativement plus élevées sur la zone D
- La zone D présente des teneurs en matière organique significativement plus élevées en 2022.

## II.2 Macrofaune benthique du substrat meuble

### II.2.1 Description des communautés de macrofaune benthique

#### *II.2.1.a Evolution interannuelle*

##### Richesse taxonomique et abondance

La RS est du même ordre de grandeur de 2018 à 2020 ($RS_{2018}$ = 152 taxa ; $RS_{2019}$ = 174 taxa ; $RS_{2020}$ = 154 taxa) (**Tableau 6**). Elle diminue en 2021 (111 taxa) et 2022 (114 taxa).

En termes d'abondance, l'année 2019 a comptabilisé un nombre supérieur d'individus (2784 individus) (**Tableau 6**). Elle s'élève à 1561 en 2018 et 1872 en 2020. Comme pour la RS, l'abondance diminue en 2021 et 2022 ($N_{2021}$ = 1171 individus ; $N_{2022}$ : 1185 individus). Les densités moyennes étant liées à l'abondance, montrent les mêmes tendances. Les densités moyennes oscillent entre 1123,5 ± 1053,5 ind/m² (2021) et 2671,0 ± 2097,5 ind/m² (2019) entre 2018 et 2022. Un pic de densité est observé en 2019. Elle diminue jusqu'en 2021 et se stabilise en 2022 (1136,9 ± 1040,2 ind/m²).

***Tableau 6 :*** *Richesse taxonomique et abondance totale des individus, observées entre 2018 et 2022.*

| Année | RS | Abondance totale | Densité (ind/m²) au sein des réplicats |
|---|---|---|---|
| **2018** | 152 | 1561 | 1497,6 ± 853,3 |
| **2019** | 171 | 2784 | 2671,0 ± 2097,5 |
| **2020** | 154 | 1872 | 1796,0 ± 1006,0 |
| **2021** | 111 | 1171 | 1123,5 ± 1053,5 |
| **2022** | 114 | 1185 | 1136,9 ± 1040,2 |

##### Abondance relative

Les abondances et les abondances relatives des principaux taxa des communautés benthiques observées entre 2018 et 2022 sont indiquées dans le **Tableau 7**.

❖ *Description à l'échelle globale*

En 2018, les dix taxa les plus fréquents représentent 53,1 % de l'effectif total. Les six taxa les plus fréquents en 2019 sont responsables de l'essentiel de la différence d'effectif global entre les années, et représentent 55 % de l'effectif de 2019. En 2020, les dix taxa les plus fréquents représentent 47,9 % de l'effectif total. En 2021 ils représentent 51,4 % de l'effectif total et en 2022 52,5 %.

Toutes années confondues, les espèces dominantes sont majoritairement des annélides polychètes, des crustacés (cumacés, amphipodes et paguridés), des actinaires et des nématodes. Le cortège d'espèces peut être considéré comme caractéristique de milieux hétérogènes.

Les taxa communs d'annélides polychètes sont *Notomastus latericeus, Goniadella bobrezkii, Euclymene oerstedii* et parmi eux les Syllidae *Syllis mauretanica et Parapionosyllis elegans.* Parmi les crustacés on observe, les cumacés *Cumopsis goodsir* et *Cumopsis longipes,* les amphipodes *Bathyporeia pelagica* et *Centraloecetes kroyeranus* et plusieurs paguridés : *Anapagurus chiroacanthus, Anapagurus laevis* et *Diogenes pugilator.*

Les taxa Actiniaria nd., *Nematoda nd.* et *Nemertea nd.* sont également communs.

Certains taxa, bien que faisant parti des 10 taxa les plus abondants une année, ne sont pas observés les autres années (*Lanice conchilega)* ou avec des abondances plus faibles (*Saccocirrus papillocercus, Protodorvillea kefersteini, Caulleriella spp., Ruditapes spp.*).

❖ *Evolutions des abondances des taxa les plus fréquents*

L'annélide polychète *Notomastus latericeus* a été échantillonné toutes les années. Il fait partie des 10 taxa les plus abondants en 2018 (99 ind, 6,3 %), 2019 (432 ind, 15,5 %) 2021 (105 ind, 9 %) et 2022 (62 ind, 5,2 %).

L'annélide polychète *Goniadella bobrezkii* fait partie des 10 taxa les plus fréquents pour chaque année (2018 : 53 ind, 3,4% ; 2019 : 128 ind, 4,6 % ; 2020 : 56 ind, 3 % ; 2021 : 32 ind, 2,7 % ; 2022 : 42 ind, 3,5 %). Ses abondances sont les plus importantes en 2019.

*Euclymene oerstedii* a été échantillonné lors de toutes les campagnes. Ses abondances sont en forte augmentation en 2020. Il fait partie des 10 taxa les plus fréquents en 2020 (151 ind, 8,1 %), 2021 (35 ind, 3 %) et 2022 (73 ind, 6,2 %).

Les Syllidae *Syllis mauretanica, Parapionosyllis elegans,* caractéristiques de milieux hétérogènes, ont été échantillonnés toutes les années. Ils font partie des taxa les plus fréquents en 2018 (87 ind, 5,6 %), 2019 (115 ind, 4,1 %) et 2021 (50 ind, 4,3 %) pour *Syllis mauretanica* et en 2018 (55 ind, 3,5 %), 2021 (83 ind, 7,1 %) et 2022 (60 ind, 5,1 %) pour *Parapionosyllis elegans.*

L'amphipode *Centraloecetes kroyeranus* a été échantillonné lors de toutes les campagnes. Il fait partie des taxa les plus fréquents en 2019 (183 ind, 6,6 %), 2020 (45 ind, 2,4 %) et 2022 (35 ind, 3 %) bien qu'une diminution des abondances soit observée.

Le cumacé *Cumopsis goodsir* domine en 2018 (209 ind, 13,4 %) il fait également partie des 10 taxa les plus fréquents en 2020 (75 ind, 4 %), en 2021 (40 ind, 3,4 %) et en 2022 (50 ind, 4,2 %). Bien qu'échantillonné en 2019 (15 ind), il est remplacé par *Cumopsis longipes* (71 ind, 2,6 %) dans la liste des taxa les plus fréquents en 2019.

Alors qu'*Anapagurus chiroacanthus* était le taxon le plus abondant en 2019 aucun individu n'a été échantillonné en 2018, 2020, 2021 et 2022. D'autres espèces de pagures, notamment *Anapagurus laevis, Anapagurus hyndmanni et Diogenes pugilator* ont toutefois été échantillonnés à des abondances plus faibles les autres années.

Les anémones Actiniaria nd. dominent en 2022 (152 ind, 12,8 %). Elles font également partie des taxa les plus fréquents en 2020 (72 ind, 3,8 %) et 2021 (58 ind, 5 %). Elles sont remplacées par d'autres anémones *Actinia sp*. en 2018 (86 ind, 5,5 %) et 2019 (199 ind, 7,1 %).

Les nématodes dominent les communautés en 2020 (130 ind, 11,1 %). Ils font partie des 10 taxa les plus fréquents durant toute l'étude (2018 : 66 ind., 4,2% ; 2019 : 65 ind., 2,3% ; 2020 : 53 ind., 2,8% ; 2021 : 130 ind., 11,1% ; 2022 : 76 ind., 6,4%).

❖ *Description interannuelle*

En 2018, le taxon dominant est le cumacé (crustacé) *Cumopsis goodsir* (209 ind, 13,4 %). On retrouve également les annélides polychètes *Notomastus latericeus* (99 ind, 6,3%) et *Syllis mauretanica* (87 ind, 5,6 %). A des abondances relatives inférieures à 5 % on retrouve des *Actinia sp.* et *Nematoda nd.,* d'autres annélides polychètes comme *Lanice conchilega, Parapionosyllis elegans et Goniadella bobrezkii.* On note également la présence des crustacés *Bathyporeia pelagica et Anapagurus laevis.*

En 2019, les taxa dominants sont le paguridé (crustacé) *Anapagurus chiroacanthus* (485 ind, 17,4 %) et l'annélide polychète *Notomastus latericeus* (432 ind, 15,5 %). On note la présence d'*Actinia sp.* (199 ind, 7,1%) et l'apparition de l'amphipode *Centraloecetes kroyeranus.* A des abondances relatives inférieures à 5 % on retrouve d'autres annélides polychètes *Goniadella bobrezkii* (128 ind, 4,6 %) et *Syllis mauretanica* (115 ind, 4,1 %)*,* le cumacé *Cumopsis longipes* (71 ind, 2,6 %), des némertes (74 ind, 2,7 %) et des nématodes (65 ind, 2,3 %). On note l'apparition de *Ruditapes spp.* en 10$^{ème}$ position (61 ind, 2,2 %).

En 2020, aucun taxon n'est considéré comme vraiment dominant par rapport aux autres. On observe l'apparition de l'annélide polychète *Saccocirrus papillocercus* (161 ind, 8,6 %), caractéristique des micro-milieux hétérogènes et grossiers, mais également celle d'*Euclymene oerstedii* (151 ind, 8,1 %) et du paguridé *Diogenes pugilator* (105 ind, 5,6 %). A des abondances relatives inférieures à 5 % on retrouve d'autres annélides polychètes comme *Protodorvillea kefersteini* et *Goniadella bobrezkii* ainsi que les crustacés *Cumopsis goodsir* et *Centraloecetes kroyeranus.*

En 2021, les nématodes dominent (130 ind, 11,1 %), suivis des annélides polychètes *Notomastus latericeus* (105 ind, 9 %) et *Parapionosyllis elegans* (83 ind, 7,1 %) et des Actiniaria nd. (58 ind, 5 %). A des abondances relatives inférieures à 5 % on retrouve les crustacés *Cumopsis goodsir* (40 ind, 3,4 %)*, Bathyporeia pelagica* (35 ind, 3 %) et des Copepoda nd. (33 ind, 2,8 %) et d'autres annélides polychètes *Syllis mauretanica* (50 ind, 4,3 %)*, Euclymene oerstedii* (35 ind, 3 %) *et Goniadella bobrezkii* (32 ind, 2,7 %).

En 2022, le taxon des Actiniaria nd. domine (152 ind, 12,8 %). On retrouve ensuite les Nematoda nd. (76 ind, 6,4 %) et les annelides polychètes : *Euclymene oerstedii* (73 ind, 6,2 %), *Notomastus latericeus* (62 ind, 5,2 %), *Parapionosyllis elegans* (60 ind, 5,1 %). A des abondances relatives inférieures à 5 % on retrouve les crustacés : *Cumopsis longipes* (50 ind, 4,2 %)*, Centraloecetes kroyeranus* (35 ind, 3 %), et *Diogenes pugilator* (36 ind, 3 %) et les annélides polychètes *Goniadella bobrezkii* (42 ind, 3,5 %) et *Caulleriella spp.* (37 ind, 3,1 %).

***Tableau 7 :*** *Abondance (N) et abondances relatives (N rel) des dix premiers taxa sur les échantillons de macrofaune. Les taxa en commun sont en gras.*

| Taxa 2018 | N | N rel | Taxa 2019 | N | N rel |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Cumopsis goodsir*** | 209 | 13,4% | *Anapagurus chiroacanthus* | 485 | 17,4% |
| ***Notomastus latericeus*** | 99 | 6,3% | ***Notomastus latericeus*** | 432 | 15,5% |
| ***Syllis mauretanica*** | 87 | 5,6% | ***Actinia sp.*** | 199 | 7,1% |
| ***Actinia sp.*** | 86 | 5,5% | ***Centraloecetes kroyeranus*** | 183 | 6,6% |
| **Nematoda nd.** | 66 | 4,2% | ***Goniadella bobrezkii*** | 128 | 4,6% |
| *Lanice conchilega* | 63 | 4,0% | ***Syllis mauretanica*** | 115 | 4,1% |
| ***Bathyporeia pelagica*** | 57 | 3,7% | **Nemertea nd.** | 74 | 2,7% |
| ***Parapionosyllis elegans*** | 55 | 3,5% | ***Cumopsis longipes*** | 71 | 2,6% |
| *Anapagurus laevis* | 54 | 3,5% | **Nematoda nd.** | 65 | 2,3% |
| ***Goniadella bobrezkii*** | 53 | 3,4% | *Ruditapes spp.* | 61 | 2,2% |

| Taxa 2020 | N | N rel | Taxa 2021 | N | N rel |
|---|---|---|---|---|---|
| *Saccocirrus papillocercus* | 161 | 8,6% | **Nematoda nd.** | 130 | 11,1% |
| ***Euclymene oerstedii*** | 151 | 8,1% | ***Notomastus latericeus*** | 105 | 9% |
| **Nemertea nd.** | 108 | 5,8 | ***Parapionosyllis elegans*** | 83 | 7,1% |
| ***Diogenes pugilator*** | 105 | 5,6% | **Actiniaria nd.** | 58 | 5% |
| ***Cumopsis goodsir*** | 75 | 4% | ***Syllis mauretanica*** | 50 | 4,3% |
| **Actiniaria nd.** | 72 | 3,8% | ***Cumopsis goodsir*** | 40 | 3,4% |
| *Protodorvillea kefersteini* | 71 | 3,8% | ***Bathyporeia pelagica*** | 35 | 3% |
| ***Goniadella bobrezkii*** | 56 | 3% | *Euclymene oerstedii* | 35 | 3% |
| **Nematoda nd.** | 53 | 2,8% | *Copepoda* | 33 | 2,8 |
| ***Centraloecetes kroyeranus*** | 45 | 2,4% | ***Goniadella bobrezkii*** | 32 | 2,7% |

| Taxa 2022 | N | N rel |
|---|---|---|
| **Actiniaria nd.** | 152 | 12,8% |
| **Nematoda nd.** | 76 | 6,4% |
| ***Euclymene oerstedii*** | 73 | 6,2% |
| ***Notomastus latericeus*** | 62 | 5,2% |
| ***Parapionosyllis elegans*** | 60 | 5,1% |
| ***Cumopsis longipes*** | 50 | 4,2% |
| ***Goniadella bobrezkii*** | 42 | 3,5% |
| *Caulleriella* | 37 | 3,1% |
| ***Centraloecetes kroyeranus*** | 35 | 3% |
| ***Diogenes pugilator*** | 36 | 3% |

### Fréquences d'occurrences

Les fréquences d'occurrences des principaux taxa, observés entre 2018 et 2022, sont indiquées dans le **Tableau 8**.

Dans les dix premières occurrences des cinq années d'étude, trois taxa communs à toutes les années sont observés : les annélides polychètes *Notomastus latericeus* et *Goniadella bobrezkii* et les

Nematoda nd.. Plusieurs autres taxa sont communs à au moins trois années : les cumacés (*Cumopsis goodsir* et *Cumopsis longipes*), l'amphipode *Centraloecetes kroyeranus*, les annélides polychètes *Nephtys cirrosa* et *Syllis mauretanica* et les némertes.

Les taxa remarqués dans les abondances se retrouvent pour la plupart dans cette liste des occurrences, à l'exception des taxa de la famille des Paguridae nd., *Anapagurus chiroacanthus* et *Diogenes pugilator.*

***Tableau 8 :*** *Fréquence d'occurrences des taxa observés sur les échantillons de macrofaune. Les taxa communs à toutes les années sont en gras.*

| Taxa 2018 | F.o. | Taxa 2019 | F.o. |
|---|---|---|---|
| ***Notomastus latericeus*** | 66,7% | ***Notomastus latericeus*** | 80,6% |
| *Cumopsis goodsir* | 61,1% | ***Goniadella bobrezkii*** | 77,8% |
| **Nematoda nd.** | 55,6% | *Centraloecetes kroyeranus* | 69,4% |
| *Syllis mauretanica* | 55,6% | Nemertea nd. | 66,7% |
| ***Goniadella bobrezkii*** | 50,0% | *Syllis mauretanica* | 63,9% |
| *Actinia sp.* | 47,2% | *Ruditapes sp.* | 61,1% |
| *Nephtys cirrosa* | 41,7% | *Cumopsis longipes* | 55,6% |
| *Ruditapes sp.* | 41,7% | **Nematoda nd.** | 47,2% |
| *Streptosyllis websteri* | 41,7% | *Actinia sp.* | 44,4% |
| Nemertea nd. | 38,9% | *Tritia reticulata* | 38,9% |

| Taxa 2020 | F.o. | Taxa 2021 | F.o. |
|---|---|---|---|
| Nemertea nd. | 69,4% | ***Notomastus latericeus*** | 55,6% |
| ***Goniadella bobrezkii*** | 52,8% | **Nematoda nd.** | 52,8% |
| *Centraloecetes kroyeranus* | 44,4% | *Syllis mauretanica* | 50% |
| ***Notomastus latericeus*** | 41,7% | ***Goniadella bobrezkii*** | 44,4% |
| **Nematoda nd.** | 38,9% | *Lekanesphaera monodi* | 41,7% |
| *Protodorvillea kefersteini* | 38,9% | *Nephtys cirrosa* | 41,7% |
| *Tritia reticulata* | 38,9% | *Bathyporeia pelagica* | 33,3% |
| *Glycera tridactyla* | 36,1% | Copepoda nd. | 33,3% |
| Grania sp. | 36,1% | *Centraloecetes kroyeranus* | 30,6% |
| Copepoda nd. | 30,6% | *Euclymene oerstedii* | 30,6% |

| Taxa 2022 | F.o. |
|---|---|
| **Nematoda nd.** | 58,3% |
| ***Goniadella bobrezkii*** | 55,6% |
| *Cumopsis longipes* | 52,8% |
| ***Notomastus latericeus*** | 44,4% |
| *Nephtys cirrosa* | 41,7% |
| *Centraloecetes kroyeranus* | 36,1% |
| *Parapionosyllis elegans* | 33,3% |
| Nemertea nd. | 30,6% |
| Actiniaria nd. | 27,8% |

| | |
|---|---|
| Copepoda nd. | 27,8% |

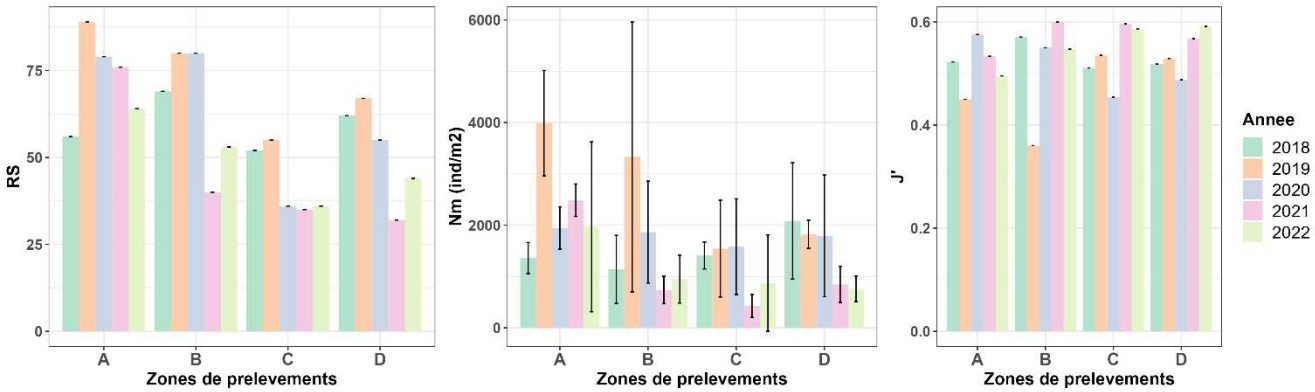
**SYNTHESE**

- La richesse spécifique est du même ordre de grandeur de 2018 à 2020, elle est à son maximum en 2019 et diminue à partir de 2021. L'abondance totale et la densité suivent la même tendance.
- Toutes années confondues, les espèces dominantes sont majoritairement des annélides polychètes, des crustacés (cumacés, amphipodes et paguridés), des actinaires et des nématodes. Le cortège d'espèces peut être considéré comme caractéristique de milieux hétérogènes. Les taxa observés montrent des différences d'abondance entre les différentes années.
- Les taxa les plus abondants sont pour la plupart également les taxa les plus occurrents.

### *II.2.1.b Evolution spatiotemporelle*

La liste des espèces recensées sur chaque zone est présentée en Annexe 4 – Espèces de macrofaune benthique recensées par zone.

La richesse taxonomique (RS), la densité (Nm) ainsi que l'indice de Piélou (J') sont déterminés




pour décrire les communautés de macrofaune benthique de substrat meuble. Les résultats sont présentés sur la **Figure 14**.

***Figure 14 :*** *Evolution interannuelle de la richesse taxonomique (RS), de la densité (Nm) et de l'indice de Piélou (J') des communautés de macrofaune benthique dans chaque zone.*

#### Richesse taxonomique

La RS montre une forte augmentation entre 2018 et 2019 sur la zone A ($RS_{2018}$ : 56 < $RS_{2019}$ : 89) puis une forte diminution entre 2019 et 2021 ($RS_{2019}$ : 89 > $RS_{2020}$ : 79 > $RS_{2021}$ : 76 > $RS_{2022}$ : 64) (**Figure 14**).

Sur la zone B, la RS augmente entre 2018 et 2019 ($RS_{2018}$ : 69 < $RS_{2019}$ : 80) et se stabilise jusqu'en 2020 (80 taxa) (**Figure 14**). Elle diminue fortement en 2021 (40 taxa) et réaugmente légèrement en 2022 (53 taxa).

Sur la zone C, la RS varie peu entre 2018 et 2019 (RS $_{2018}$ : 52 ≈ RS $_{2019}$ : 55) (Figure 14). Elle diminue en 2020 et se stabilise jusqu'en 2022 (RS $_{2020}$ : 36 ≈ RS $_{2021}$ : 35 ≈ RS $_{2022}$ : 36).

La zone D montre peu de variations de la RS entre 2018 et 2019 (RS $_{2018}$ : 62 ≈ RS $_{2019}$ : 37) puis une diminution jusqu'en 2021 (RS $_{2020}$ : 55 ; RS $_{2021}$ : 32) et une augmentation en 2022 (44 taxa).

Sur l'année 2018, les valeurs de RS sont plutôt homogènes entre les zones (delta de 17 taxa), alors que les années 2019 et 2020 présentent de plus grandes amplitudes de valeurs (delta de 34 taxa en 2019 ; 44 taxa en 2020). La RS moyenne est de 59,8 ± 7,4 taxa en 2018, 72,8 ± 14,9 taxa en 2019, 62,5 ± 21,1 taxa en 2020, 45,75 ± 20,4 taxa en 2021 et 49,25 ± 12 taxa en 2022.

### Densité

Pour une même année, les densités interspatiales ne sont pas significativement différentes, à l'exception de l'année 2021, où la zone A est significativement différente des autres zones ($p_{KW}$ = 0,0434), avec un delta qui s'élève à 2 060,8 ind/m².

La densité (Nm) de la macrofaune pour la zone A tend à être significativement différente entre les années ($p_{KW}$ = 0,0434). Elle est croissante entre 2018 et 2019 pour la zone A (Nm $_{2018}$ : 1 358,5 ± 302,6 ind/m² > Nm $_{2019}$ : 3 987,3 ± 1 026,8 ind/m²). Elle montre une diminution en 2020 (1945,7 ± 411,7 ind/m²) suivie d'une augmentation en 2021 (2486,8 ± 316,5 ind/m²) et d'une nouvelle diminution en 2022 (1968,7 ± 1656,5 ind/m²) (Figure 14).

Sur la zone B, la densité augmente de 2018 à 2019 (Nm $_{2018}$ : 1 139,8 ± 661,7 ind/m² < Nm $_{2019}$ =3 331,1 ± 2 631,4 ind/m²) puis diminue jusqu'en 2021 (Nm $_{2020}$ : 1865,1 ± 993,1 > Nm $_{2021}$ : 736,8 ± 265,5 ind/m²) (Figure 14). Elle augmente légèrement en 2022 (947,9 ± 466,6 ind/m²).

La zone C montre des densités de mêmes ordres de grandeur entre 2018 et 2020 (Nm $_{2018}$ : 1 408,4 ± 262,6 ind/m² ; Nm $_{2019}$ = :1 542,7 ± 942,9 ind/m² ; Nm $_{2020}$ : 1581,1 ± 934,1 ind/m²) (Figure 14). La densité diminue en 2021 (425,9 ± 224,7 ind/m²) puis augmente légèrement en 2022 (871,1 ± 939,2 ind/m²).

La zone D montre peu de variations de densités entre 2018 et 2020 (Nm$_{2018}$ : 2083,8 ± 1 134,4 ind/m² ; Nm $_{2019}$ : 1 822,9 ± 273,0 ind/m² ; Nm $_{2020}$ : 1792,2 ± 1185,2 ind/m²), suivie d'une diminution qui se stabilise en 2021 et 2022 (Nm $_{2021}$ : 844,3 ± 353,0 ind/m² ; Nm $_{2022}$ : 759,9 ± 249,9 ind/m²) (Figure 14).

### Indice de Piélou

Les indices de Piélou (J') présentent des variations interannuelles selon les zones (Figure 14). La zone A présente une diminution de l'indice entre 2018 et 2019 (J'$_{2018}$ : 0,52 < J'$_{2019}$ : 0,44), puis une augmentation en 2020 (0,58), suivie d'une nouvelle diminution entre 2021 et 2022 (J'$_{2021}$ : 0,53 > J'$_{2022}$ : 0,49). L'indice est plus faible en 2019, indiquant un déséquilibre taxonomique dans la communauté de macrofaune de la zone A.

La zone B présente une forte diminution de J' entre 2018 et 2019 (J'$_{2018}$ : 0,57 > J'$_{2019}$ : 0,36), indiquant un déséquilibre dans la communauté de la macrofaune. L'indice retourne à des valeurs proches de celle de 2018, entre 2020 et 2022 (J'$_{2020}$ : 0,55 ; J'$_{2021}$ : 0,60 ; J'$_{2022}$ : 0,55).

La zone C montre des valeurs stables de l'indice de Piélou entre 2018 et 2019 (J'$_{2018}$ : 0,50 ≈ J'$_{2019}$ : 0,53). L'indice diminue en 2020 (0,45), augmente en 2021 et se stabilise en 2022 (J'$_{2021}$ : J'$_{2022}$ :

0,59). Ces résultats montrent une répartition des individus par taxa plus hétérogène en 2020 par rapport aux autres années.

La zone D quant à elle montre des valeurs de J' stables entre 2018 et 2020, correspondant à une répartition des individus par espèces modérément homogène ($J'_{2018}$ : 0,51 ≈ $J'_{2019}$ : 0,53 ≈ $J'_{2020}$ : 0,49). On observe une légère augmentation à partir de 2021 ($J'_{2021}$ : 0,57 < $J'_{2022}$ : 0,59).

### Principaux taxa

- Zone A

La macrofaune de la zone A est majoritairement caractérisée par des anémones (*Actinia sp*.), des annélides polychètes (*Notomastus latericus, Syllis mauretanica, Goniadella bobrezkii, Caulleriella, Parapionosyllis elegans*), des crustacés (*Centraloecetes kroyeranus)*, des bivalves (*Ruditapes spp*.), des Nemertes et des oligochètes (Nematodes, *Grania spp., Tubificoides benedii*) (**Figure 15**).

En **2018,** aucun taxon ne domine vraiment. On retrouve majoritairement les *Actinia sp*., les annélides *Notomastus latericeus, Syllis mauretanica* et *Goniadella bobrezkii,* les *Ruditapes spp.,* des némertes et des nématodes.

En **2019**, une très forte augmentation des densités de *Notomastus latericeus et Actinia sp*. est observée. Les densités des taxa retrouvés en 2018 sont également plus élevés, notamment pour *Syllis mauretanica, Caulleriella spp., Centraloecetes kroyeranus, Ruditapes spp.,* les nématodes et les némertes.

En **2020**, les densités de *Notomastus latericeus* diminuent drastiquement. On retrouve le taxon *Caulleriella spp.,* des nématodes et des némertes. On note également la présence de *Parapionosyllis elegans* parmi les 10 principaux taxa.

En **2021**, les nématodes, *Notomastus latericeus, Parapionosyllis elegans et les* Actiniaria nd. ont des densités élevées. On note également la présence des taxa *Cumopsis goodsir, Syllis mauretanica* et *Caulleriella spp.*

En **2022**, la zone A est dominée par les Actiniaria nd.. On note également des densités importantes de Nematoda nd., *Notomastus latericeus*, *Parapionosyllis elegans* et *Caulleriella spp.*.

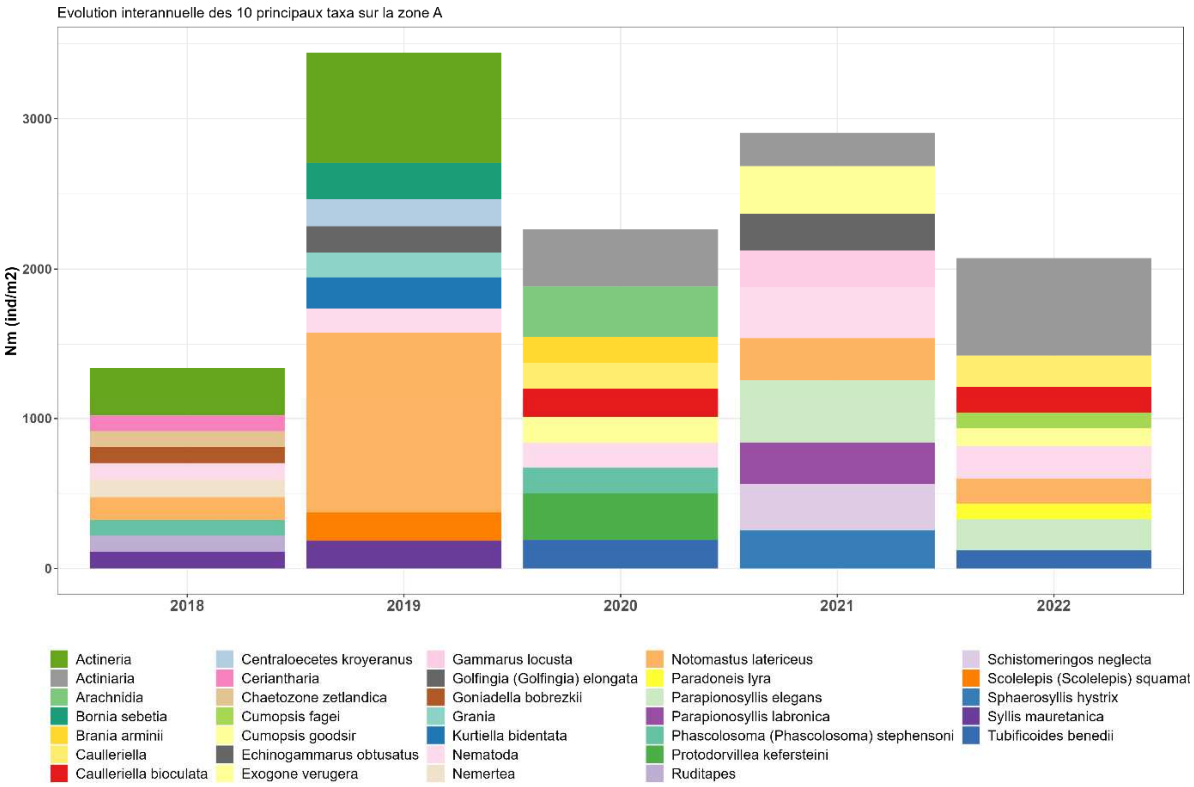



***Figure 15 :*** *Evolution interannuelle des densités des 10 principaux taxa de macrofaune benthique sur la zone A.*

❖ Zone B

La macrofaune de la zone B est majoritairement caractérisée par des annélides polychètes (*Protodorvillea kefersteini, Syllis mauretanica, Goniadella bobrezkii, Notomastus latericeus, Streptosyllis websteri, Caulleriella alata, Euclymene oerstedii),* des crustacés *(Cumopsis goodsir, Centraloecetes kroyeranus),* des pagures *(Anapagurus chiroacanthus et Diogenes pugilator)* et des némertes (Figure 16).

En **2018,** la zone B est caractérisée par la présence des taxa *Protodorvillea kefersteini, Syllis mauretanica, Goniadella bobrezkii.* Dans des densités plus faibles, on note la présence de *Cumopsis goodsir et Notomastus latericeus.*

En **2019**, le taxon avec la densité la plus importante est le pagure *Anapagurus chiroacanthus,* suivi de l'amphipode *Centraloecetes kroyeranus* et de l'annélide polychète *Notomastus latericeus.* Les espèces *Syllis mauretanica, Goniadella bobrezkii* et *Protodorvillea kefersteini* sont observées dans des densités plus faibles.

En **2020**, le taxon avec la densité la plus importante est une autre espèce de pagure *Diogenes pugilator,* suivi de *Protodorvillea kefersteini* et du Cumacé *Cumopsis longipes.* On retrouve avec des densités moindres les taxa *Syllis mauretanica, Goniadella bobrezkii, Centraloecetes kroyeranus* et *Cumopsis goodsir.* On note également la présence de l'annélide polychète *Euclymene oerstedii.*

En **2021**, les taxa dominants sont les annélides *Euclymene oerstedii et Notomastus latericeus.* Les densités de *Diogenes pugilator* ont diminué fortement. On retrouve les taxa *Syllis mauretanica, Protodorvillea kefersteini, Goniadella bobrezkii, Cumopsis goodsir* et *Cumopsis longipes.*

En **2022**, les taxa dominants sont *Euclymene oerstedii* et *Diogenes pugilator.* On retrouve également les mêmes taxa que précédemment *Notomastus latericeus, Goniadella bobrezkii, Protodorvillea kefersteini, Syllis mauretanica, Cumopsis goodsir* et *Cumopsis longipes.*

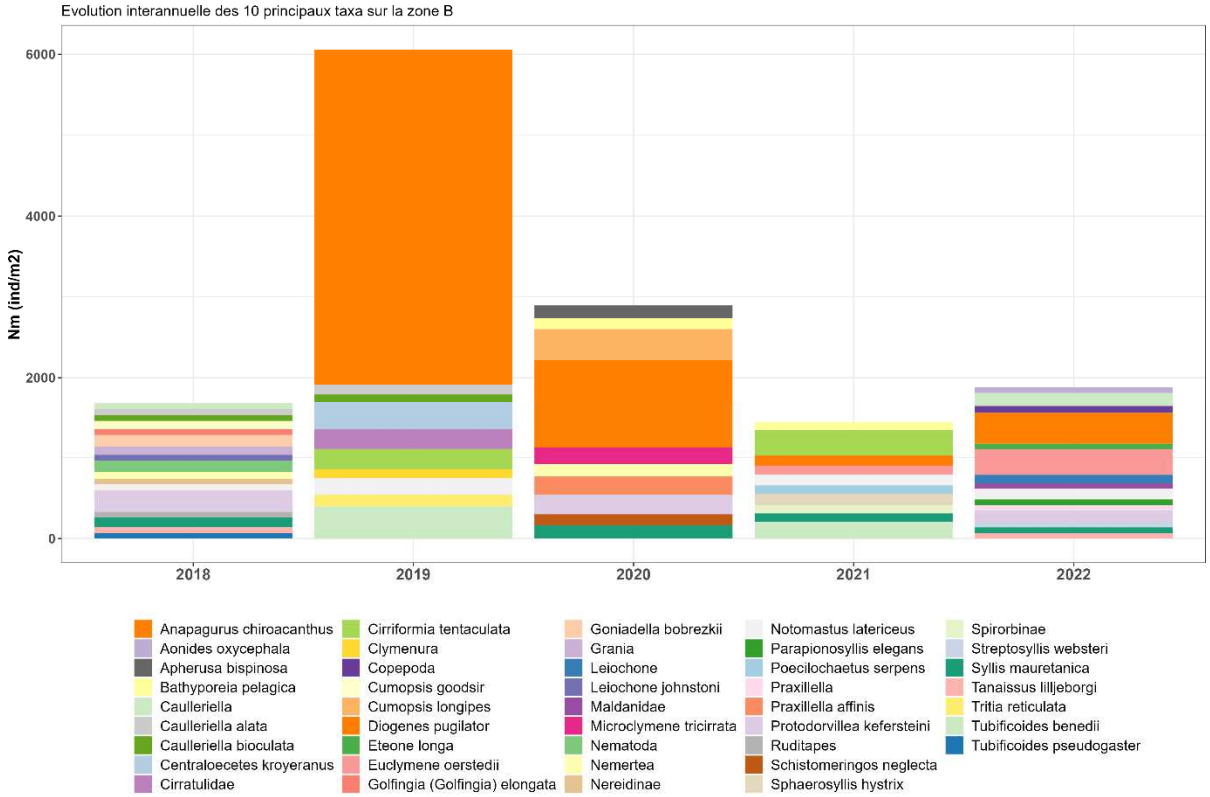



***Figure 16 :*** *Evolution interannuelle des densités des 10 principaux taxa de macrofaune benthique sur la zone B.*

❖ **Zone C**

La macrofaune de la zone C est caractérisée majoritairement par des annélides polychètes (*Schistomeringos neglecta, Parapionosyllis elegans, Syllis mauretanica, Streptosyllis websteri, Notomastus latericeus, Goniadella bobrezkii, Saccocirrus papillocercus, Protodorvillea kefersteini, Nephtys cirrosa),* des crustacés *(Cumopsis goodsir, Pontocrates altamarinus, Lekanesphaera monodi),* des bivalves *(Ruditapes sp.),* des oligochètes *(Tubificoides benedii, Grania spp., Nematoda)* et des némertes (Figure 17).

**En 2018**, la zone C est caractérisée par 3 taxa dominants : le Cumacé *Cumopsis goodsir* et les annélides polychètes *Parapionosyllis* elegans et *Syllis mauretanica.* On retrouve dans des densités moindres d'autres annélides polychètes *Streptosyllis websteri, Notomastus latericeus, Schistomeringos neglecta, Goniadella bobrezkii, Protodorvillea kefersteini* et *Nephtys cirrosa.* On note également la présence de nématodes et de némertes.

**En 2019**, les principaux taxa sont *Goniadella bobrezkii, Syllis mauretanica, Streptosyllis websteri, Notomastus latericeus* et les némertes. On retrouve également les taxa *Schistomeringos neglecta, Nephtys cirrosa, Protodorvillea kefersteini* et le cumacé *Cumopsis longipes.*

**En 2020**, le taxon avec la densité la plus importante est *Saccocirrus papillocercus.* Les némertes sont également présentes dans des densités élevées. Les taxa *Protodorvillea kefersteini, Streptosyllis websteri, Goniadella bobrezkii, Parapionosyllis elegans* et *Lekanesphaera monodi* ont également été

échantillonnés. Dans des abondances moindres, on retrouve *Notomastus latericeus, Schistomeringos neglecta et Nephtys cirrosa.*

**En 2021**, aucun taxon ne domine vraiment. Les taxa avec les densités les plus importantes sont l'isopode *Lekanesphaera monodi* et les annélides *Goniadella bobrezkii, Syllis mauretanica* et *Nephtys cirrosa.* On retrouve dans des densités moindres *Notomastus latericeus*, *Protodorvillea kefersteini, Schistomeringos neglecta, Cumopsis goodsir, Parapionosyllis elegans*, des némertes et des nématodes.

**En 2022**, les annélides polychètes *Saccocirrus papillocercus* et *Parapionosyllis elegans* et le gastéropode marin *Skenea serpuloides* dominent. On retrouve également les annélides *Goniadella bobrezkii, Schistomeringos neglecta, Protodorvillea kefersteini, Notomastus latericeus, Nephtys cirrosa*, l'isopode *Lekanesphaera monodi*, le cumacé *Cumopsis longipes*, des nématodes et des némertes.

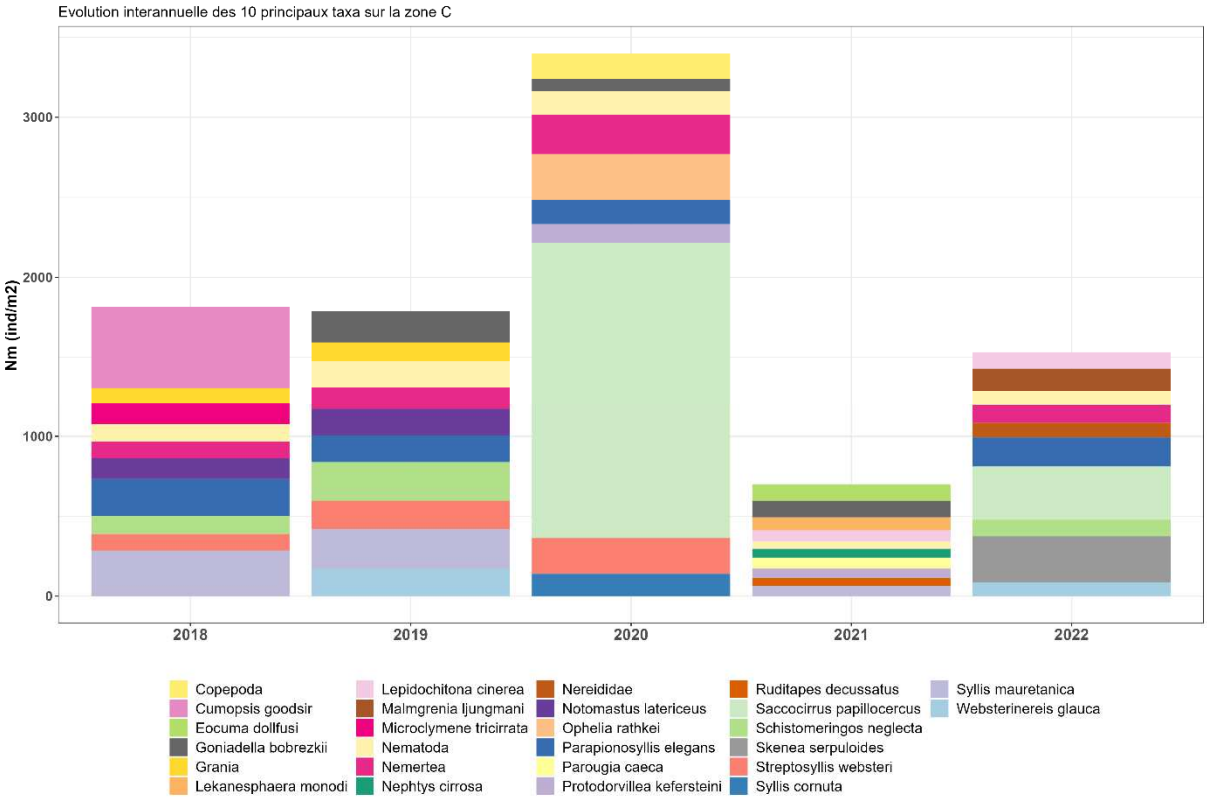



***Figure 17** : Evolution interannuelle des densités des 10 principaux taxa de macrofaune benthique sur la zone C.*

❖ Zone D

La macrofaune de la zone D est caractérisée majoritairement par des annélides polychètes (*Lanice conchilega, Notomastus latericeus, Euclymene oerstedii, Eumida sanguinea*) et des crustacés *(Cumopsis goodsir, Eocuma dollfusi, Bathyporeia pelagica*) (Figure 18).

En **2018**, la zone D est caractérisée par de fortes densités de *Cumopsis goodsir, Lanice conchilega, Anapagurus laevis* et *Bathyporeia pelagica.* Les annélides *Notomastus latericeus, Euclymene oerstedii, Eumida sanguinea et Spio martinensis,* l'amphipode *Centraloecetes kroyeranus* et le bivalve *Abra alba* ont également été échantillonnés.

En **2019**, *Centraloecetes kroyeranus* est le taxon dominant. On retrouve également des densités importantes de *Goniadella bobrezkii, Notomastus latericeus, Praxillella affinis, Ruditapes spp., Cumopsis longipes* et *Bathyporeia pelagica.*

En **2020**, on observe des densités importantes de *Euclymene oerstedii* et *Cumopsis goodsir.* On note également la présence des annélides polychètes *Spio martinensis* et *Goniadella bobrezkii* et des crustacés *Bathyporeia pelagica*, *Centraloecetes kroyeranus* et *Eocuma dollfusi*.

En **2021**, les nématodes, les annélides polychètes *Euclyme spp*. *Bathyporeia pelagica* et les copépodes font partie des taxa avec les plus fortes densités. *Centraloecetes kroyeranus* et *Eocuma dollfusi* ont également été observés dans des densités moindres.

En **2022**, aucun taxon ne domine vraiment. On retrouve une majorité de crustacés dont les Cumacés *Cumopsis longipes* et *Eocuma dollfusi*, l'amphipode *Centraloecetes kroyeranus* et les annélides polychètes *Euclymene oerstedii* et *Spio martinensis.*

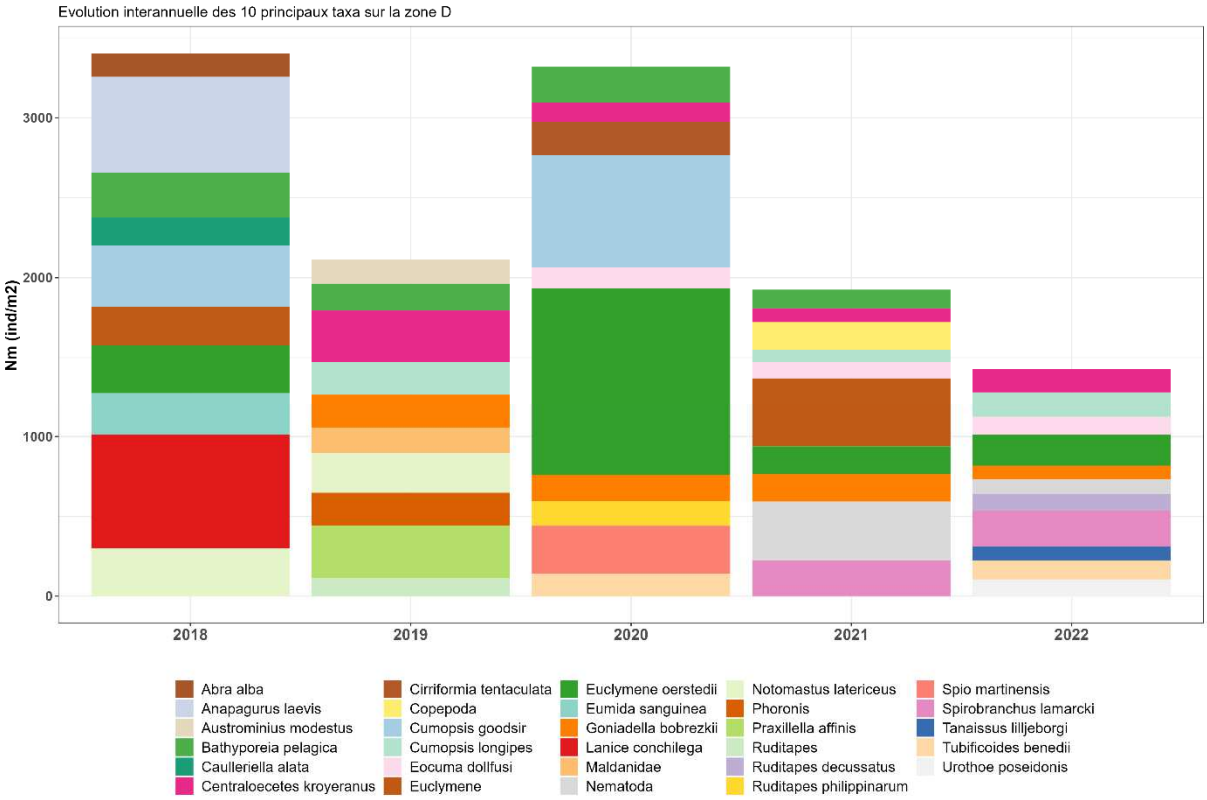



***Figure 18** : Evolution interannuelle des densités des 10 principaux taxa de macrofaune benthique sur la zone D.*

## Analyses statistiques

Les analyses statistiques permettent de mettre en évidence des différences significatives dans la structure des communautés benthiques entre les zones ($p_{PA}$ = 0,001) et entre les années ($p_{PA}$ = 0,001).

La zone A se distingue des autres zones (($p_{PA\ A\text{-}B}$ = 0,006 ; $p_{PA\ A\text{-}C}$ = 0,006 ; $p_{PA\ A\text{-}D}$ = 0,006), les zones B, C et D sont aussi distinctes ($p_{PA\ A\text{-}B}$ = 0,012 ; $p_{PA\ A\text{-}C}$ = 0,006 ; $p_{PA\ A\text{-}D}$ = 0,006).

Des différences significatives sont observées entre 2018 et 2021 ($p_{PA\ 2018\text{-}2021}$ = 0,05) entre 2019 et 2021 ($p_{PA\ 2019\text{-}2021}$ = 0,04) et entre 2019 et 2021 ($p_{PA\ 2018\text{-}2021}$ = 0,05) et entre 2019 et 2022 ($p_{PA\ 2019\text{-}2022}$ = 0,01).

Aucune différence significative n'a été observée entre les couples année-station ($p_{PA}$ = 1).

## SYNTHESE

- La richesse spécifique fluctue au cours des années sur les 4 zones d'étude. En 2018, les valeurs de RS sont plutôt homogènes entre les zones, alors que les années 2019 et 2020 présentent de plus grandes amplitudes de valeurs.
- Pour une même année, les densités interspatiales ne sont pas significativement différentes (à l'exception de la zone A en 2021).
- Les densités de la macrofaune pour la zone A sont significativement différentes entre les années. Il n'existe cependant pas de différences significatives de densités entre les années pour les zones B, C et D.
- Les indices de Piélou (J') présentent des variations interannuelles selon les zones pouvant parfois traduire d'un déséquilibre taxonomique dans la communauté de macrofaune benthique.
- La macrofaune benthique de la zone A est majoritairement caractérisée par des anémones (Actiniaria nd.), des annélides polychètes (*Notomastus latericus, Syllis mauretanica, Goniadella bobrezkii, Caulleriella spp., Parapionosyllis elegans*), des crustacés (*Centraloecetes kroyeranus*), des bivalves (*Ruditapes spp*.), des Nemertes, des oligochètes (*Grania spp.*, *Tubificoides benedii*) et des nématodes.
- La zone B est majoritairement caractérisée par des annélides polychètes (*Protodorvillea kefersteini, Syllis mauretanica, Goniadella bobrezkii, Notomastus latericeus, Streptosyllis websteri, Caulleriella alata, Euclymene oerstedii*), des crustacés (*Cumopsis goodsir, Centraloecetes kroyeranus*), des pagures (*Anapagurus chiroacanthus* et *Diogenes pugilator*) et des némertes.
- La zone C est caractérisée majoritairement par des annélides polychètes (*Schistomeringos neglecta, Parapionosyllis elegans, Syllis mauretanica, Streptosyllis websteri, Notomastus latericeus, Goniadella bobrezkii, Saccocirrus papillocercus, Protodorvillea kefersteini, Nephtys cirrosa*), des crustacés (*Cumopsis goodsir, Pontocrates altamarinus, Lekanesphaera monodi*), des bivalves (*Ruditapes spp*.), des oligochètes (*Tubificoides benedii, Grania spp.)*, des nématodes et des némertes.
- La zone D est caractérisée majoritairement par des annélides polychètes (*Lanice conchilega, Notomastus latericeus, Euclymene oerstedii, Eumida sanguinea*) et des crustacés (*Cumopsis goodsir, Eocuma dollfusi, Bathyporeia pelagica*).
- Des différences significatives dans la structure des communautés benthiques ont été observées entre les zones et entre les années mais aucune différence significative n'a été observée entre les couples année-station.

## II.2.2 Structure des communautés

La méthode TPA permet de réduire le nombre de taxa de 323 à 51. Les analyses de groupement et de la structure des stations sont réalisés sur les 51 taxa.

### *II.2.2.a Analyse de groupement*

La CAH permet de définir trois groupes de station (**Figure 19**), sur la base desquels est menée la procédure Indval, dont les résultats sont regroupés dans le **Tableau 9**.

Le **premier groupe** (groupe 1) issu de la CAH est composé de 49 stations sur les 60 étudiées. Les espèces caractéristiques sont *Notomastus latericeus, Protodorvillea kefersteini, Caulleriella spp., Syllis mauretanica, Schistomeringos neglecta,* l'oligochète *Grania spp.,* des nématodes, des némertes et des *Actinia sp.*. Il est dépourvu de cumacés et d'amphipodes mais est caractérisé par la présence du copépode *Lekanesphaera monodi*.

Le **groupe 2** est composé de 10 stations sur les 60 étudiées et majoritairement composé de stations de la zone D. Il est caractérisé par la présence de nombreux crustacés comme les amphipodes *Bathyporeia pelagica et Centraloecetes kroyeranus,* les cumacés *Eocuma dollfusi, Cumopsis goodsir, Cumopsis longipes,* le mysidé *Gastrosaccus spinifer* et des copépodes. On y retrouve également les annélides polychètes *Spio martinensis, Spirobranchus lamarcki* et *Nephtys cirrosa.*

Le **groupe 3** est composé d'une seule station et pour une année (zone D, réplicat C en 2020). Il est caractérisé par les annélides polychètes *Euclymene oerstedii, Goniadella bobrezkii, Glycera tridactyla, Phyllodoce mucosa, Nephtys hombergii et des* Cirratulidae et par l'annélide oligochète *Tubificoides benedii.* Il est également caractérisé par les mollusques *Tritia reticulata* et *Lepidochitona cinerea* et par des Actiniaria nd..

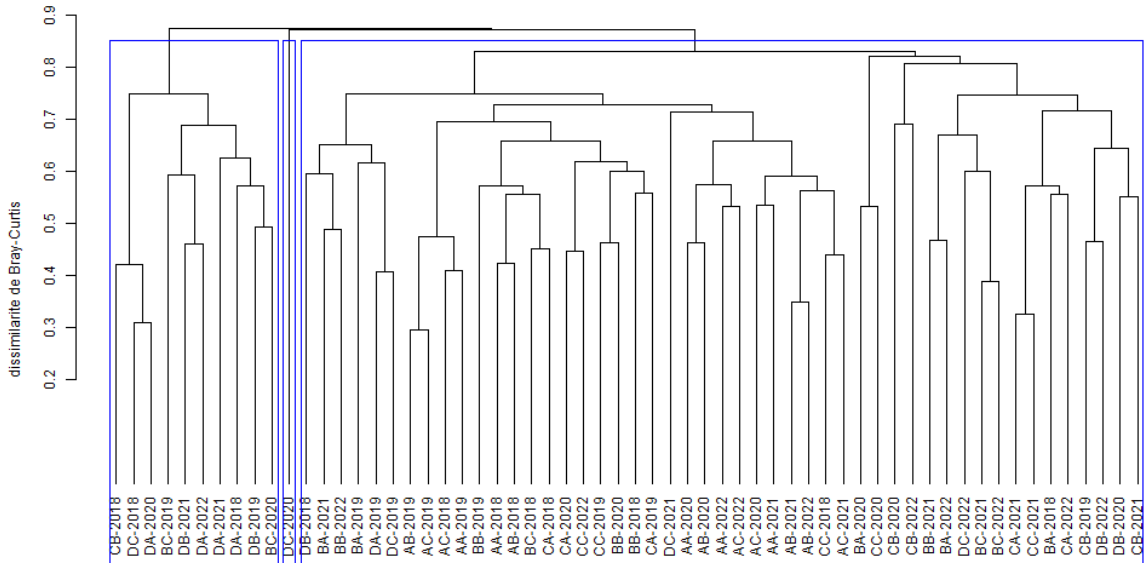



***Figure 19 :*** *Dendrogramme construit par une classification ascendante hiérarchique selon la méthode UPGMA sur une matrice de distance de Bray Curtis sur la base de données triées de la faune observée dans les stations entre 2018 et 2022. Trois groupes sont mis en évidence (bleu).*

***Tableau 9 :*** *Liste des espèces et valeur de l'Indval pour chaque groupe de similarité, les résultats significatifs (p < 0,05) sont en gras.*

| Groupe | Taxon | invdal | Classe - Ordre |
|---|---|---|---|
| 1 | ***Notomastus latericeus*** | 0,76 | Polychaeta |
| | Nematoda nd. | 0,72 | |
| | *Syllis mauretanica* | 0,63 | Polychaeta - Phyllodocida |
| | *Protodorvillea kefersteini* | 0,51 | Polychaeta - Eunicida |
| | *Caulleriella spp.* | 0,49 | Polychaeta - Terebellida |
| | *Grania spp.* | 0,53 | Clitellata - Enchytraeida |
| | *Schistomeringos neglecta* | 0,43 | Polychaeta - Eunicida |
| | Nemertea nd. | 0,54 | |
| | *Actinia sp.* | 0,32 | Anthozoa - Actiniaria |
| | *Lekanesphaera monodi* | 0,41 | Malacostraca - Isopoda |
| 2 | ***Bathyporeia pelagica*** | 0,95 | Malacostraca - Amphipoda |
| | ***Spio martinensis*** | 0,74 | Polychaeta - Spionidae |
| | ***Centraloecetes kroyeranus*** | 0,74 | Malacostraca - Amphipoda |
| | *Eocuma dollfusi* | 0,67 | Malacostraca - Cumacea |
| | *Cumopsis goodsir* | 0,54 | Malacostraca - Cumacea |
| | *Cumopsis longipes* | 0,5 | Malacostraca - Cumacea |
| | *Spirobranchus lamarcki* | 0,3 | Polychaeta - Sabellida |
| | *Gastrosaccus spinifer* | 0,3 | Malacostraca - Mysidae |
| | Copepoda nd. | 0,35 | Copepoda |
| | *Nephtys cirrosa* | 0,31 | Polychaeta - Phyllodocida |
| 3 | ***Euclymene oerstedii*** | 0,97 | Polychaeta |
| | ***Tubificoides benedii*** | 0,85 | Clitellata - Haplotaxida |
| | ***Goniadella bobrezkii*** | 0,68 | Polychaeta - Phyllodocida |
| | *Tritia reticulata* | 0,72 | Gastropoda - Neogastropoda |
| | *Glycera tridactyla* | 0,67 | Polychaeta - Phyllodocida |
| | *Phyllodoce mucosa* | 0,63 | Polychaeta - Phyllodocida |
| | *Lepidochitona cinerea* | 0,66 | Polyplacophora - Chitonida |
| | Actiniaria nd. | 0,47 | Anthozoa - Actiniaria |
| | Cirratulidae nd. | 0,59 | Polychaeta – Terebellida |
| | *Nephtys hombergii* | 0,6 | Polychaeta - Phyllodocida |

## Structure des stations selon les communautés benthiques

La nMDS, réalisée sur la table de contingence des taxa réduite par station complète l'observation des résultats (**Figure 20**). Certains éléments risquent d'être mal représentés puisque le stress s'élève à 0,23. La représentation des communautés benthiques montre cependant des tendances.

Les stations sont regroupées par zone. Les stations de la zone A sont regroupées sur la gauche et se distinguent des autres stations d'un point de vue de leurs communautés benthiques. La zone D quant à elle est située sur la droite et se détache des autres zones. Les stations de la zone B sont regroupées entre elles et sont situées entre les stations de la zone A et celles de la zone D. Celles de la

zone C sont également regroupées entre elles et sont positionnées vers le bas de la représentation, à proximité de la zone B. La répartition des stations sur la représentation graphique rappelle le positionnement des zones dans l'espace, pouvant évoquer le gradient nord/sud existant entre les stations.

Certaines stations sont regroupées par années. Les stations de la zone B, échantillonnées en 2018, se distinguent des autres stations de la zone d'un point de vue des communautés benthiques. Celles échantillonnées en 2019 et 2020 sont regroupées entre elles, ainsi que les années 2021 et 2022. Les stations de la zone D échantillonnées en 2018 sont localisées en haut du plan. Celles échantillonnées en 2019 et 2020 sont regroupées entre-elles et sont principalement localisées au centre. Les stations échantillonnées en 2021 et 2022 sont également regroupées et sont situées en bas du plan. Les stations de la zone C sont hétérogènes entre les années. Celles échantillonnées en 2018 et 2019 sont situés plus dans le haut du plan à l'inverse des stations échantillonnées entre 2020 et 2022 qui sont situées en bas. Les stations échantillonnées en 2020 sont localisées plus à gauche et celles échantillonnées en 2021 à droite. Les stations échantillonnées sur la zone A semblent plus homogènes entre les années. Elles sont peu distinguées les unes des autres sur la représentation.

Certaines espèces sont représentées à proximités des stations. Les espèces *Tanaissus lilljeborgi* et *Spirobranchus lamarcki* sont localisées au niveau des stations échantillonnées en 2021 et 2022 sur la zone D. Ces observations sont confirmées par les résultats d'abondance. L'espèce *Cumopsis goodsir* est localisée à proximité des stations échantillonnées en 2018. Ces observations sont en accord avec les résultats d'abondance qui montrent une forte proportion de cette espèce cette année-là. L'espèce *Centraloecetes kroyeranus* est localisée au niveau des stations échantillonnées en 2019 et 2020. Les observations de l'abondance montrent cependant que cette espèce est également observée les autres années, mais dans des proportions moindres.

Les taxa Nemertea nd., *S. solida* et *Syllis maurentanica* sont localisés au niveau des stations échantillonnées sur la zone C en 2019. Les espèces *M. edulis* et *Lekanesphaera monodi* sont localisées au niveau des stations échantillonnées sur la zone C en 2020. Ces observations sont en accord avec les abondances relatives pour *L. monodi*.. Le taxa Copepoda nd. est observé au niveau des stations de la zone C, échantillonnées en 2021. La famille des Maldanidae nd. est positionné au niveau des stations de la zone B, échantillonnées en 2019 et 2020. Les stations de la zone A sont à proximité des taxa *Caulleriella bioculata, C. edule, Actinia sp*., Actiniaria nd*., Tubificoides benedii* ou encore *Phyllodoce mucosa.*

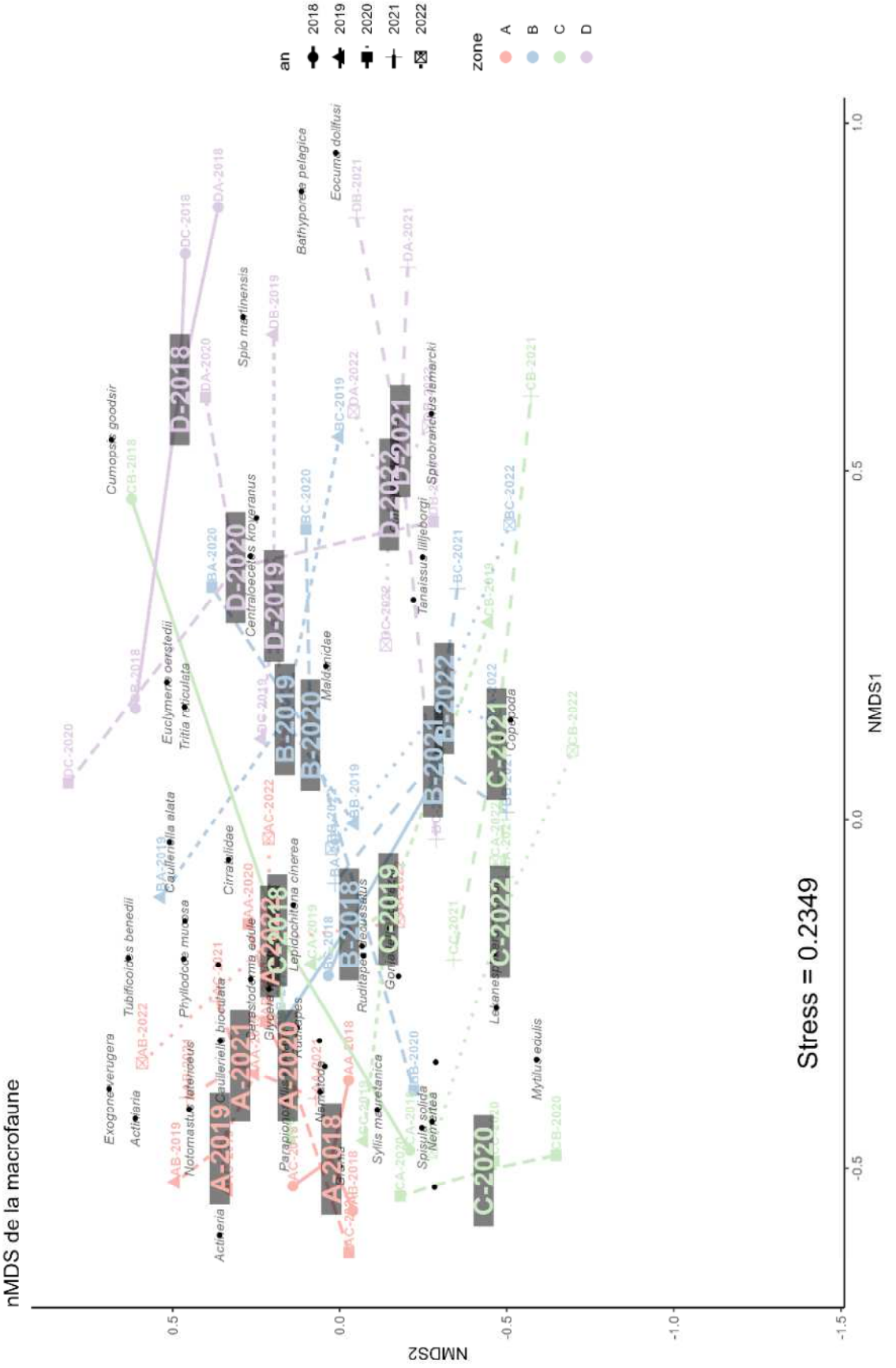



***Figure 20 :*** *Représentation des plans issus d'un positionnement multidimensionnel à 2 dimensions pour les communautés de macrofaune benthique de substrat meuble. La représentation par zone et année a également été réalisée pour chaque analyse.*

## SYNTHESE

- La CAH a permis de mettre en évidence trois groupes de stations.
- Le groupe 1 est composé de 49 stations sur les 60 étudiées. Les espèces caractéristiques sont les annélides polychètes *Notomastus latericeus, Protodorvillea kefersteini, Caulleriella spp., Syllis mauretanica, Schistomeringos neglecta*, l'oligochète *Grania spp.,* des nématodes, des némertes et des Actiniaria nd.. Ce groupe est dépourvu de cumacés et d'amphipodes mais est caractérisé par la présence de l'isopode *Lekanesphaera monodi.*
- Le groupe 2 est composé de 10 stations sur les 60 étudiées et majoritairement composé de stations de la zone D. Il est caractérisé par la présence de nombreux crustacés comme les amphipodes *Bathyporeia pelagica* et *Centraloecetes kroyeranus*, les cumacés *Eocuma dollfusi, Cumopsis goodsir, Cumopsis longipes*, le mysidé *Gastrosaccus spinifer* et des copépodes. On y retrouve également les annélides polychètes *Spio martinensis, Spirobranchus lamarcki* et *Nephtys cirrosa.*
- Le groupe 3 n'est composé d'une seule station et pour une année (zone D, réplicat C en 2020). Il est caractérisé par les annélides polychètes *Euclymene oerstedii, Goniadella bobrezkii, Glycera tridactyla, Phyllodoce mucosa, Nephtys hombergii* et des Cirratulidae et par l'annélide oligochète *Tubificoides benedii*. Il est également caractérisé par les mollusques *Tritia reticulata* et *Lepidochitona cinerea* et par des Actiniaria nd..
- La nMDS permet de mettre en évidence que les stations de la zone A sont regroupées, les stations des zones B et C sont regroupées entre elles et que les stations de la zone D sont regroupées entre elles mais se distinguent des autres trois autres zones.
- Les communautés benthiques de la zone A semblent plus stables et homogènes entre les années, à l'inverse des zones B à D. Les communautés benthiques suivent une continuité écologique nord/sud, pouvant expliquer le positionnement des stations selon l'axe gauche-droite (A-D).

## II.3 Caractérisation des habitats

Les 4 zones du site d'étude présentent des substrats mixtes, avec la présence de platier en mélange avec des sédiments meubles relativement grossiers.

L'étude de la granulométrie et des teneurs en matière organique du substrat meuble des 4 zones d'études a permis de caractériser le sédiment. Les sédiments sont relativement stables et contiennent peu de matière organique.

La zone A est caractérisée par des sables graveleux avec graviers moyens et fins peu triés et l'absence de vases. La macrofaune quant à elle est majoritairement caractérisée par des anémones (*Actinia sp*.), des annélides polychètes (*Notomastus latericus, Syllis mauretanica, Goniadella bobrezkii, Caulleriella, Parapionosyllis elegans*), des crustacés (*Centraloecetes kroyeranus*), des bivalves *(Ruditapes sp.),* des Nemertes et des oligochètes *(Nematodes, Grania, Tubificoides benedii).*

Le cortège d'espèces est caractéristique du sédiment. On observe une grande diversité d'espèces, à faibles effectifs et dont les affinités sont différentes, s'expliquant par l'hétérogénéité du substrat. La présence marquée d'oligochètes traduit la présence de matière organique dans le milieu. Bien que les teneurs en matière organique mesurées dans le sédiment soient faibles, des plus fortes teneurs peuvent être retrouvées dans la colonne d'eau, notamment avec la présence d'activités conchylicoles à proximité. Les faibles teneurs mesurées dans le sédiment peuvent s'expliquer par la nature du substrat qui retient peu la MO.

La zone B est caractérisée par des sables graveleux et des graviers sableux. Les sédiments sont peu triés et on observe de fortes proportions de sables fins et de graviers fins et très fins et l'absence de vases. La macrofaune quant à elle est majoritairement caractérisée par des annélides polychètes (*Protodorvillea kefersteini, Syllis mauretanica, Goniadella bobrezkii, Notomastus latericeus, Streptosyllis websteri, Caulleriella alata, Euclymene oerstedii),* des crustacés *(Cumopsis goodsir, Centraloecetes kroyeranus, Anapagurus chiroacanthus et Diogenes pugilator)* et des némertes. Là encore, le cortège d'espèces est caractéristique du sédiment. On observe une grande diversité d'espèces, à faibles effectifs et dont les affinités sont différentes, s'expliquant par l'hétérogénéité du substrat.

La zone C est caractérisée par des sables graveleux et des graviers sableux et l'absence de vases. La macrofaune quant à elle est majoritairement caractérisée par des annélides polychètes (*Schistomeringos neglecta, Parapionosyllis elegans, Syllis mauretanica, Streptosyllis websteri, Notomastus latericeus, Goniadella bobrezkii, Saccocirrus papillocercus, Protodorvillea kefersteini, Nephtys cirrosa,),* des crustacés *(Cumopsis goodsir, Pontocrates altamarinus, Lekanesphaera monodi),* des bivalves *(Ruditapes sp.),* des oligochètes *(Tubificoides benedii, Grania),* des némertes et des nématodes.

La zone D est caractérisée par des sables légèrement graveleux et des sables graveleux et l'absence de vases ce qui la rend différente des autres stations. Cette différence se reflète dans la macrofaune, caractérisée par des annélides polychètes (*Lanice conchilega, Notomastus latericeus, Euclymene oerstedii, Eumida sanguinea), des crustacés (Cumopsis goodsir, Eocuma dollfusi,*

*Bathyporeia pelagica*). On observe plus d'espèces d'amphipodes, ce qui traduit un milieu moins graveleux. Bien que toujours présents, on observe une diminution des effectifs des Syllidae (*Parapionosyllis elegans, Syllis mauretanica, Streptosyllis websteri*) ces espèces étant plutôt retrouvées dans des milieux hétérogènes. La présence de *Spio martinensis* et de *Nephtys cirrosa* est caractéristique des milieux plus sableux.

Ainsi, les zones A, B et C sont caractérisées par des sables graveleux et des graviers sableux, avec graviers moyens et fins. Les sédiments sont peu triés et on peut observer de fortes proportions de sables fins et l'absence de vase. La zone D quant à elle se distingue des 3 autres zones, elle est caractérisée par des sables légèrement graveleux et des sables graveleux avec toujours une absence de vase.

Les habitats de la typologie EUNIS qui se rapprochent le plus des caractéristiques granulométriques du substrat meuble sont les habitats « A2.1 - Sédiments grossiers intertidaux » et « A2.4 - Sédiments hétérogènes intertidaux ». L'habitat A2.1 est caractérisé par des sédiments grossiers de la zone intertidale qui comprennent les galets mobiles, les cailloutis et les graviers, parfois avec des quantités variables de sable grossier. L'habitat A2.4 est caractérisé par des rivages de sédiments hétérogènes allant de vase mêlée de gravier et de sable jusqu'à des sédiments hétérogènes de cailloutis, gravier, sable et vase dans des proportions plus égales. Par définition, les sédiments hétérogènes sont mal triés. Des galets ou des blocs stables peuvent être présents, hébergeant des organismes tels que des fucales et des algues vertes plus souvent présents sur des rivages de roches et de blocs.

Néanmoins, les espèces décrites dans la typologie EUNIS pour ces habitats ne correspondent pas aux espèces de macrofaune benthique inventoriées sur le site d'étude. Les habitats retrouvés sur les zones d'étude ne sont pas décrits dans la typologie EUNIS.

En effet, les espèces vivant dans ces zones sont des espèces retrouvées dans les milieux hétérogènes, certaines occupant le milieu de manière très sporadique. D'autres espèces retrouvées sont présentes au stade jeune mais ne se maintiennent pas dans le temps. D'une année sur l'autre on observe des variations mais celles-ci sont liées à une distribution hétérogène des espèces dans ces habitats.

Dans l'ensemble, la communauté de macrofaune benthique est dominée par diverses espèces de polychètes telles que *Notomastus latericeus, Protodorvillea kefersteini, Syllis mauretanica, Schistomeringos neglecta, Caulleriella spp.* et d'oligochètes *Grania spp.* On retrouve également les crustacés et notamment les amphipodes *Bathyporeia pelagica et Centraloecetes kroyeranus,* les cumacés *Eocuma dollfusi, Cumopsis goodsir et Cumopsis longipes* et l'isopode *Lekanesphaera monodi.* On retrouve également des nématodes, des némertes et des *Actinia sp.*

Bien que deux groupes se soient distingués : le groupe 1, majoritairement composé d'annélides polychètes (*Notomastus latericeus, Syllis mauretanica, Protodorvillea kefersteini, Caulleriella spp.*, *Schistomeringos neglecta*) et le groupe 2, majoritairement composé de cumacés et d'amphipodes (*Bathyporeia pelagica, Spio martinensis, Centraloecetes kroyeranus, Eocuma dollfusi, Cumopsis goodsir, Cumopsis longipes*), ils ne permettent pas non plus de caractériser les habitats à l'aide de la typologie EUNIS.

D'un point de vue écologique les espèces retrouvées sont en adéquation avec les caractéristiques du milieu. L'annélide polychète *Notomastus latericeus* vit dans les substrats hétérogènes et est indicateur de la présence de matière organique. Bien que les teneurs en matière organique du substrat soient faibles, la présence d'activité conchylicole entraine un enrichissement du milieu en MO. Même si celle-ci ne se fixe pas au niveau du substrat, elle reste utilisable par les espèces présentes. D'autres espèces sont caractéristiques des milieux hétérogènes, c'est notamment le cas des annélides polychètes *Syllis mauretanica*, *Streptosyllis websteri*. Les anémones *Actinia sp*. et Actiniria nd. peuvent se fixer sur du substrat grossier lors des stades jeunes. Elles se déplaceront par la suite vers des surfaces plus importantes comme du platier.

L'amphipode *Centraloecetes kroyeranus*, quant à lui vit dans des milieux riches en débris coquilliers et à faible teneur en vase.

La nMDS montre qu'aucun changement notable n'est à signaler concernant les communautés. Des variabilités interannuelles sont cependant observées. Les stations de la zone A sont proches les unes des autres au cours des années, montrant des communautés interannuelles stables et homogènes. Elles sont relativement stables pour les zones B et C. Les stations de la zone C sont éloignées d'une année sur l'autre. Elles montrent des communautés plus variables et plus instables.

**SYNTHESE**

- Les habitats de la typologie EUNIS qui se rapprochent le plus des caractéristiques granulométriques du substrat meuble sont les habitats « A2.1 - Sédiments grossiers intertidaux » et « A2.4 - Sédiments hétérogènes intertidaux ».
- Le cortège d'espèces de macrofaune benthique est caractéristique de la nature hétérogène du sédiment. On observe une grande diversité d'espèces, à faibles effectifs et dont les affinités sont différentes. Les habitats observés sur les zones d'étude ne sont pas décrits dans la typologie EUNIS à ce jour.
- Ces habitats sont caractérisés par un substrat meuble grossier avec des sables graveleux et des graviers sableux et l'absence de vase. La macrofaune est dominée par diverses espèces de polychètes dont *Notomastus latericeus, Protodorvillea kefersteini, Syllis mauretanica, Schistomeringos neglecta, Caulleriella spp.* et d'oligochètes *Grania spp.* On retrouve également les crustacés et notamment les amphipodes *Bathyporeia pelagica et Centraloecetes kroyeranus,* les cumacés *Eocuma dollfusi, Cumopsis goodsir et Cumopsis longipes* et l'isopode *Lekanesphaera monodi.* Des nématodes, némertes et des Actiniaria nd. sont également communément observés.
- Les communautés sont plus homogènes entre les années sur la zone A et plus hétéorgènes pour la zone D.

## II.4 Structure de la communauté de bivalves

### II.4.1 Communautés de bivalves et de palourdes

#### *II.4.1.a A l'échelle temporelle*

## Richesse taxonomique et abondance

Entre 2018 et 2022, 45 taxa de bivalves sont observés sur les sites d'étude. 35 sont déterminés jusqu'à l'espèce, 9 jusqu'au genre, et 1 jusqu'à la famille (Lucinidae nd.)

Les RS saisonnières du site d'étude sont stables au cours des années, pour une moyenne de $13 \pm 2$ taxa par saison (**Tableau 10**). La RS la plus faible est observée en hiver 2019 (9 taxa) et les plus élevées en été et automne 2022 ($RS_{Eté}$ : 18 taxa ; $RS_{Automne}$ : 16 taxa).

L'évolution saisonnière de la richesse taxonomique des bivalves suit une tendance différente pour chaque année (**Figure 21**). En 2018, la RS diminue au cours des saisons ($RS_{Hiver}$ : 14 taxa > $RS_{Eté}$ : 12 taxa > $RS_{Automne}$ : 11 taxa). En 2019, la RS diminue entre l'hiver et l'été ($RS_{Hiver}$ : 16 taxa > $RS_{Eté}$ : 13 taxa), puis augmente en automne (14 taxa). La RS augmente au cours des saisons en 2020 ($RS_{Hiver}$ : 9 taxa < $RS_{Automne}$ : 13 taxa). En 2021, la RS se stabilise au cours de l'hiver et de l'été ($RS_{Hiver}$ = $RS_{Eté}$ : 14 taxa) avant d'augmenter légèrement en automne (15 taxa). La dernière tendance montre un pic de la RS en été 2022 (18 taxa).

Au total,10 097 individus ont été dénombrés entre 2018 et 2022 (**Tableau 10**). Les abondances saisonnières totales (N) sur l'ensemble des quatre zones sont plus élevées au cours de l'automne ($N_{2018}$ : 778 ind, $N_{2019}$ : 753 ind ; $N_{2020}$ : 1012 ind ; $N_{2021}$ : 942 ind ; $N_{2022}$ : 972 ind) puisque les échantillonnages font suite à la période de recrutement des bivalves.

***Tableau 10 :*** *Richesse taxonomique (RS) et abondance (N) observées sur l'ensemble des zones étudiées entre 2018 et 2022.*

| Année | Saison | RS | N |
|---|---|---|---|
| **2018** | Hiver | 14 | 449 |
| | Eté | 12 | 431 |
| | Automne | 11 | 748 |
| **2019** | Hiver | 16 | 661 |
| | Eté | 13 | 536 |
| | Automne | 14 | 753 |
| **2020** | Hiver | 9 | 310 |
| | Eté | 12 | 375 |
| | Automne | 13 | 1012 |
| **2021** | Hiver | 14 | 635 |
| | Eté | 14 | 682 |
| | Automne | 15 | 947 |
| **2022** | Hiver | 11 | 675 |
| | Eté | 18 | 911 |
| | Automne | 16 | 972 |
| **Total** | | 45 | 10 097 |

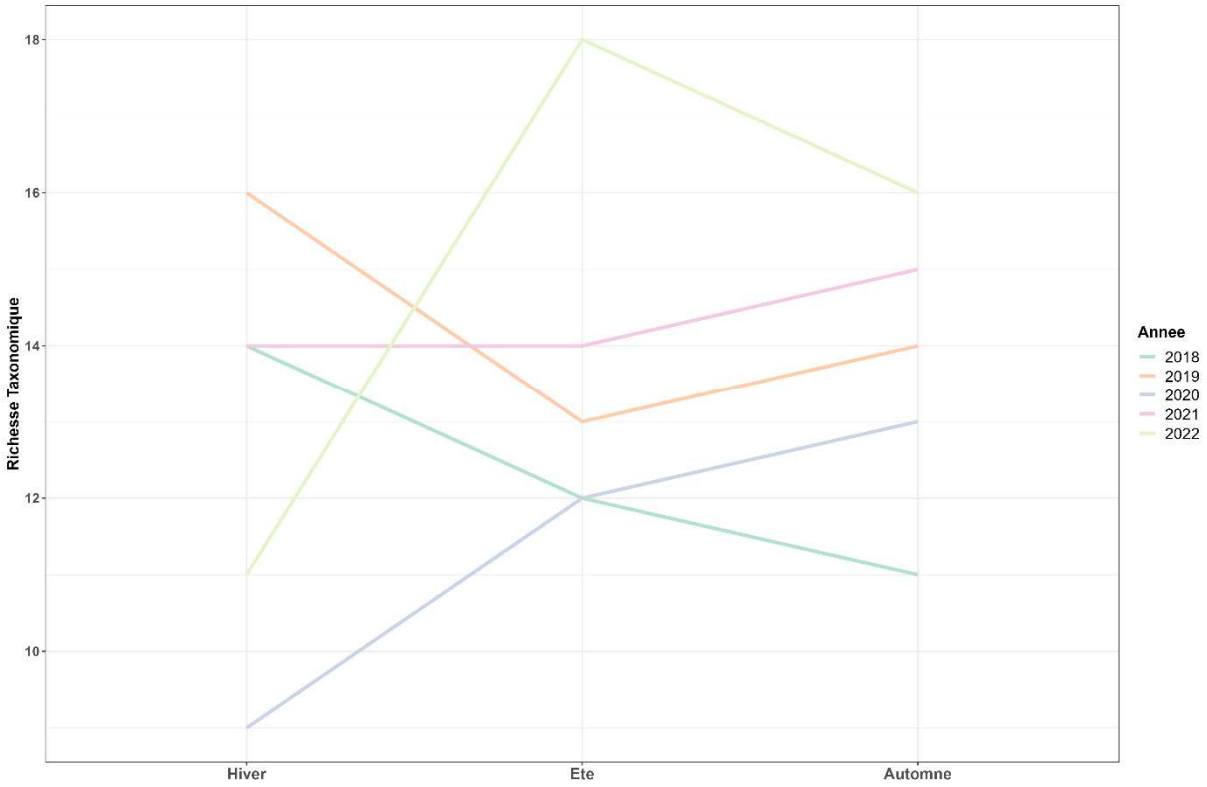



***Figure 21 :*** *Evolution saisonnière de la richesse taxonomique de bivalves au cours des années.*

## Principaux bivalves

Les abondances relatives des taxa échantillonnés en hiver, été et automne entre 2018 et 2022 sont représentées sur la **Figure 22**. Le détail des abondances relatives sont disponibles en

Annexe 4 – Abondance relative des espèces de bivalves par saison.

Les résultats montrent une dominance saisonnière des individus appartenant aux palourdes du genre *Ruditapes*. Ils représentent entre 32,6 % (Nrel $_{2021\ Automne}$ : 0,326) et 62,7 % (Nrel $_{2021\ Eté}$ : 0,627) des bivalves échantillonnés. Les espèces *Cerastoderma edule, Spisula solida* et *Venerupsis corrugata* constituent les principales espèces présentes.

**SYNTHESE**

- Les RS saisonnières sont stables entre 2018 et 2022, avec une moyenne de 13 $\pm$ 2 taxa.
- Pour chaque année, la RS saisonnière évolue différemment
- Les abondances des espèces de bivalves sont plus élevées en automne
- Les principaux bivalves sont représentés par le genre *Ruditapes* et les espèces *Cerastoderma edule, Spisula solida* et *Venerupsis corrugata.*




***Figure 22*** *: Abondances relatives de chaque taxa observés entre hiver, été et automne de 2018 à 2022. Vert foncé : Ruditapes sp.. Vert clair : Spisula solida. Rouge : Cerastoderma edule. Violet : Venerupsis corrugata.*

### *II.4.1.b A l'échelle spatiotemporelle*

#### Richesse taxonomique et abondance

Les richesses taxonomiques (RS) et les abondances (N) saisonnières observées sur chaque zone entre 2018 et 2022 sont présentées sur la (**Figure 23**). Les RS sont de mêmes ordres de grandeur au cours du temps et entre les zones. Elles sont légèrement plus élevées sur la zone D. Ces observations sont valables pour les abondances. Les abondances saisonnières sont stables, exceptées pour la zone D en 2020 qui montrent des abondances plus variables.

**Sur la zone A**, la RS diminue progressivement de l'hiver 2018 (9 taxa) jusqu'à l'automne 2019 (2 taxa). Elle augmente jusqu'en automne 2020 où elle atteint 8 taxa. Elle fluctue ensuite jusqu'à atteindre un pic en été 2022 (11 taxa). L'abondance saisonnière est stable en 2018 et 2019, elle oscille entre 82 et 86 individus en 2018 (respectivement été et automne) et entre 56 (automne) et 66 individus (hiver) en 2019. Les faibles abondances sont observées au cours de l'hiver et de l'été 2020 ($N_{Hiver}$ = 25 ind ; $N_{été}$ = 29 ind). Des augmentations d'abondances sont observées chaque année au cours de l'automne, hormis en 2019. La plus forte abondance est observée au cours de l'automne 2022 avec 232 individus.

La richesse taxonomique présente des variations entre 2018 et 2022 sur la **zone B**. Hormis pour l'année 2018, les plus fortes richesses taxonomiques sont observées à l'automne, avec 11 taxa en 2019 et 2020, 10 en 2021 et 9 en 2022. Les plus faibles RS sont observées au cours de l'hiver et de l'été 2020 ($RS_{hiver}$ = $RS_{été}$ = 5 taxa). Les abondances des bivalves présentent des fluctuations entre 2018 et 2022 et sont fortement reliées à la RS. Les abondances les plus élevées sont observées au cours de l'automne pour l'ensemble des années, excepté en 2021. Un maximum d'individus est observé en automne 2020 (136 ind) et en hiver 2021(146 ind). Les plus faibles abondances sont observées au cours de la saison estivale, hormis en 2019, avec un minimum observé en été 2020 (33 ind.).

Contrairement aux autres zones, les plus faibles RS de bivalves **sur la zone C** sont observées lors des automnes ($RS_{2018}$ = $RS_{2019}$ = 6 taxa, $RS_{2020}$ = 5 taxa, $RS_{2021}$ = 8 taxa, $RS_{2022}$ = 7 taxa) et les plus fortes au cours des hivers et/ou étés ($RS_{2018\ Hiver}$ =$RS_{2019\ Hiver}$ = $RS_{2019\ Eté}$ = 9 taxa ; $RS_{2020\ Hiver}$ = 7 taxa ; $RS_{2021\ Eté}$ = 9 taxa, $RS_{2022\ Hiver}$ = 9 taxa). L'abondance présente de fortes variations entre 2018 et 2022. Les courbes de tendances de l'abondance ne suivent pas celles de la RS. Comme pour les autres zones, les plus fortes abondances sont observées à l'automne pour les années 2018 (303 ind), 2020 (166) et 2021 (284 ind). Pour 2019 elle est maximale en hiver (154 ind) et pour 2022 en été (393 ind). La plus faible abondance est observée en l'hiver 2020, avec une baisse de l'abondance à 35 individus.

Globalement, la RS et les abondances sont plus élevées **sur la zone D.** La plus forte RS est observée au cours de l'été 2022 avec 11 taxa. Les plus faibles RS sont observées au cours des hivers 2018 (9 taxa), 2020 (5 taxa) et 2022 (7 taxa). L'abondance présente de fortes variations entre 2018 et 2022. Les plus fortes abondances sont observées eu cours de l'automne 2019 (484 ind), 2020 (628 ind), 2021 (453 ind), et 2022 (416 ind). Elle est maximale à cette même

saison en 2018, avec une valeur plus faible (271 ind). Les plus faibles abondances sont observées au cours des hivers 2018 (127 ind), 2020 (179 ind) et 2022 (242 ind).

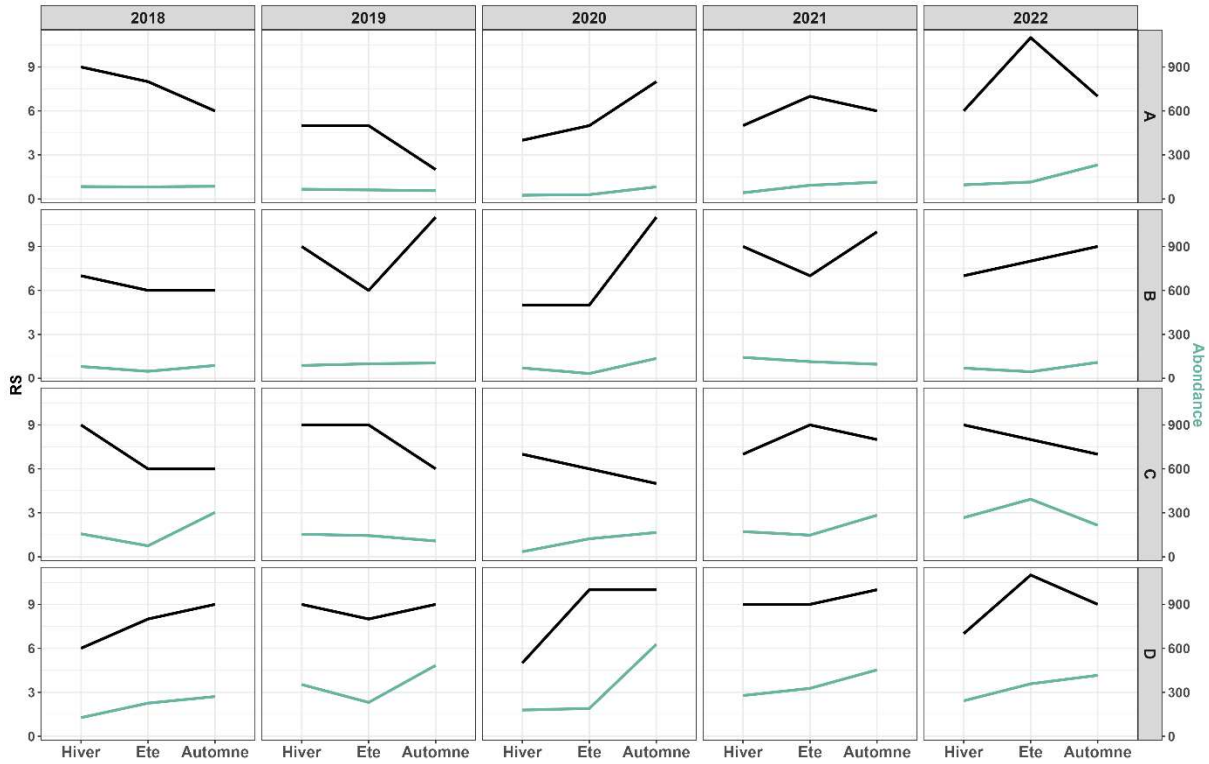



***Figure 23 :*** *Evolution saisonnière de la richesse taxonomique (RS) et de l'abondance (N) des bivalves sur les différentes zones, de 2018 à 2022.*

## Principaux bivalves

Pour l'ensemble des zones, les abondances relatives des dix principaux bivalves représentent quasiment la totalité des individus de la communauté à chaque saison-année (**Figure 24**). Les valeurs des abondances relatives observées chaque année à l'échelle de la zone sont disponibles en

Annexe 5 – Abondance relative des espèces de bivalves par zone. Les taxa les plus représentés au sein des zones sont similaires entre les campagnes. *Ruditapes spp., V. corrugata* et *C. edule* constituent les taxa principaux de bivalves pour les zones A, B, C et D. De légères différences inter-saisonnières sont observées dans chaque zone.

Les stations ne présentant pas de bivalves (« vide ») sont plus fréquentes sur la zone A. Cette zone présente également de très faibles proportions de *Spisula spp.* (*S. solida ou Spisula sp.)* par rapport aux autres zones. Ces taxa constituent le principal cortège de bivalves sur les trois autres zones, avec des proportions plus élevées pour les zones B et C. L'espèce *A. alba* présente de plus fortes proportions sur la zone D et est faiblement représentée sur les trois autres zones.

Deux espèces sont propres à la zone A : *Lucinoma borealis* (2022) et *Magalenna gigas*. La première est observée en été 2022 et la seconde en été 2018 et 2021. Elles représentent une fraction minime des espèces de bivalves de la zone. Les trois espèces *Gari fervensis*, *Thracia phaseolina* et *Laevicardium crassum* sont uniquement présentes sur la zone B, pour un total de 4 individus. Les deux premières espèces sont observées en 2022 et la troisième en 2020. Les espèces *D. vittatus, Gari tellinella* et *Mysia undata* sont seulement présentes sur la zone C. Les échantillonnages ont recensé un individu pour chacune de ces espèces, respectivement en hiver 2022, hiver 2018 et automne 2022. Sur la zone D, deux principales espèces du genre *Nucula* sont régulièrement inventoriées. *Nucula hanleyi* représente 1,1 % des bivalves prélevés en automne 2018, 0,6 % en hiver 2019, 0,7% en hiver 2021 et 0,3 % en été 2022. *Nucula nucleus* représente 2,5 % des espèces en hiver 2022 et 0,5 % en automne 2022. Elle n'est pas observée les années antérieures.

**SYNTHESE**

- Les RS et les abondances saisonnières sont de mêmes ordres de grandeur et sont relativement stables entre les zones et au cours des années. Les différences d'amplitudes de ces deux paramètres sont faibles
- Les RS et les abondances de la communauté de bivalves sont plus élevées en automne
- Les zones A et B présentent des abondances les plus faibles
- La zone D présente des RS et des abondances légèrement plus élevées et sont plus fluctuantes
- Les principaux bivalves sont représentés par *Ruditapes spp., Cerastoderma edule, Venerupsis corrugata* et *Spisula solida*. Le genre *Spisula* est peu représentatif de la communauté de bivalves de la zone A.

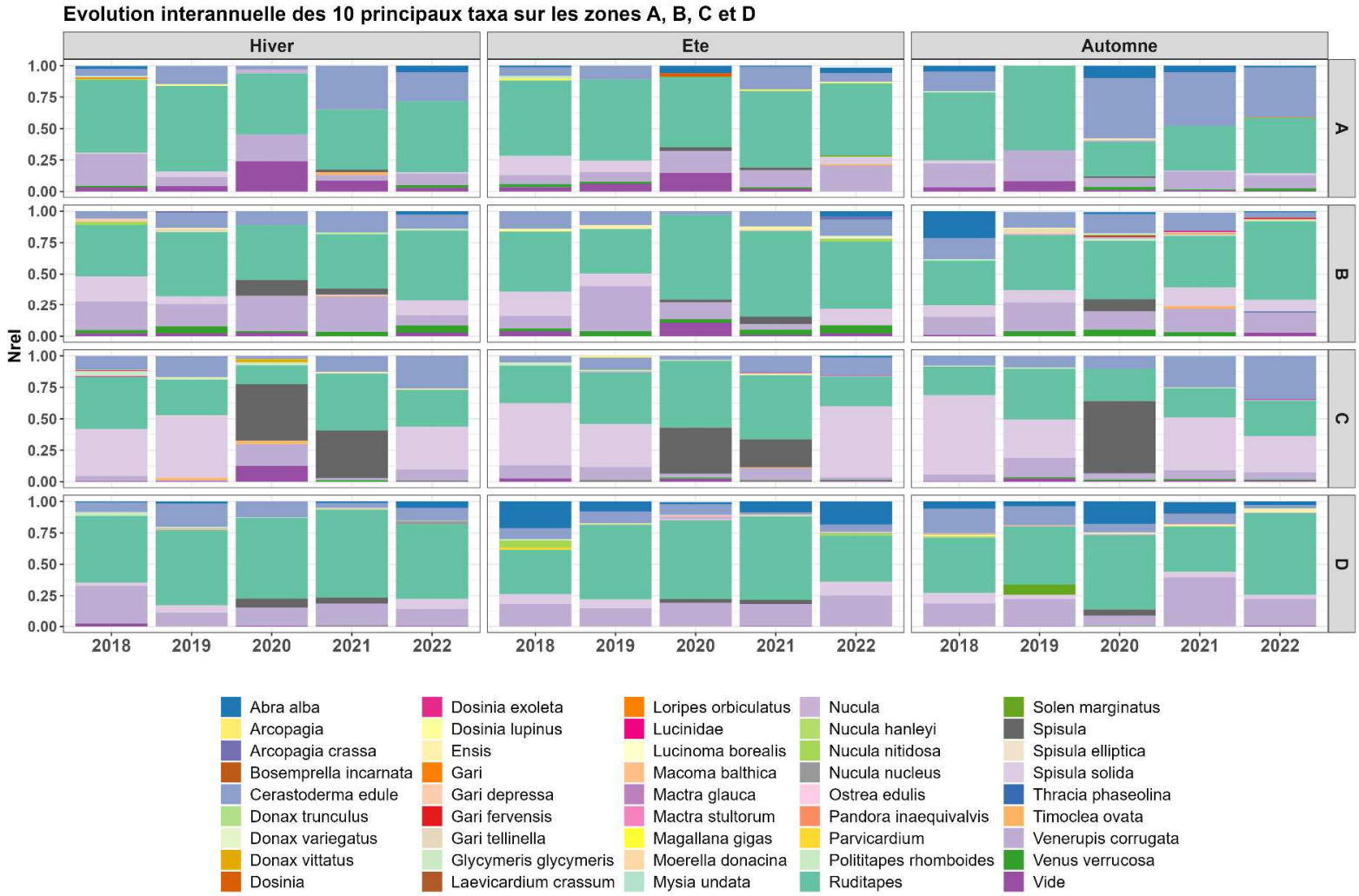



***Figure 24 :*** *Taux des abondances relatives des dix taxa principaux de bivalves en hiver, été et automne, de 2018 à 2022 sur la zone A. En vert : Ruditapes sp.. En violet : Cerastoderma edule. En violet-rose : Venerupis corrugata. En rose : Spisula solida. En gris : Spisula spp.*

## II.4.2 Communautés par catégorie

### *II.4.2.a Comparaisons interspatiales des densités*

Les évolutions spatiotemporelles des densités (Nm) des catégories de bivalves, de palourdes et de palourdes pêchables sont représentées sur les **Figure 25**. Les résultats montrent des densités saisonnières significativement différentes entre les zones, aux années 2020 et 2021, pour chaque catégorie.

#### Communautés de bivalves

Les différences de densité de bivalves entre les zones sont hautement significatives à chaque campagne d'échantillonnage des années 2020 ($p_{KW}$ = 0,0033 à chaque saison) et 2021 ($p_{KW}$ = 0,0049 à chaque saison) (**Figure 25**).

Les différences significatives observées en hiver et en été **2020** s'expliquent par les densités de bivalves qui sont plus importantes sur la zone D ($Nm_{Hiver}$ = 14,9 ± 17,9 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 15,8 ± 15,8 ind/m²) par rapport aux zones A ($Nm_{Hiver}$ = 2,1 ± 4,5 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 2,4 ± 3,2 ind/m²) et C ($Nm_{Hiver}$ = 2,1 ± 4,5 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 2,4 ± 3,2 ind/m²). En automne 2020, la densité moyenne de bivalves est significativement moins élevée sur la zone A par rapport à la zone D ($p_{MW\ A\text{-}D}$ = 0,015). Elle tend à être significativement moins élevée pour les zones B et C par rapport à la zone D ($p_{MW\ B\text{-}D}$ = 0,067, $p_{MW\ C\text{-}D}$ = 0,107).

Les différences significatives observées en hiver **2021** s'expliquent par la faible densité de bivalves de la zone A par rapport aux trois autres zones. Les comparaisons multiples montrent qu'elle présente une densité significativement plus faible par rapport à la zone C ($p_{MW}$ = 0,015) et la zone D ($p_{W\ A\text{-}D}$ = *0*,049). Une tendance significative est observée entre la zone A et la zone B ($p_{W\ A\text{-}B}$= 0,058). En été 2021, la zone D présente la plus haute densité moyenne (27,2 ± 47,8 ind/m²) et la zone B la plus faible (9,5 ± 13,3 ind/m²), pouvant expliquer la différence significative de densité à cette période. Ces observations et interprétations sont valables pour l'automne 2021 ($Nm_{Zone\ B}$ : 8,0 ± 6,5 ind/m² < $Nm_{Zone\ D}$ : 37,7 ± 63,9 ind/m²).

**En 2018**, les densités minimales des bivalves sont observées sur la zone B ($Nm_{Hiver}$ = 6,7 ± 4,1 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 4 ± 4,4 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 7,3 ± 11,7 ind/m²). Les densités les plus élevées sont observées en hiver et en automne sur la zone C ($Nm_{Hiver}$ = 13,1 ± 8,9 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 25,3 ± 49,3 ind/m²), suivies de la zone D ($Nm_{Hiver}$ = 10,6 ± 9,9 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 22,6 ± 16,7 ind/m²). Sur cette dernière, la densité moyenne de bivalves est maximale en été (18,8 ± 11,4 ind/m²).

**En 2019,** les valeurs de densités moyennes des bivalves peuvent être classées par ordre décroissant, les densités maximales étant observées sur la zone D ($Nm_{Hiver}$ = 29,4 ± 38,0 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 19,3 ± 22,6 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 40,3 ± 49,4 ind/m²) et les minimales sur la zone A ($Nm_{Hiver}$ = 5,5 ± 5,0 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 5,1 ± 5,7 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 4,7 ± 7,9 ind/m²) : Zone D > Zone C > Zone B > Zone A.

Les densités de bivalves les plus élevées sont observées sur la zone C et D pour les périodes hivernale et estivale de **2022**. En hiver, la zone C présente une densité moyenne de 22,2 ± 22,9 ind/m² et la zone D de 20,2 ± 23,8 ind/m². En été, elle s'élève à 32,8 ± 48,2 ind/m² pour la zone C et à 29,8 ± 52,6 ind/m² pour la zone D. Elles sont inférieures à 10 ind/m² pour les zones A et B. En automne, les densités s'élèvent à 34,7 ± 44,2 ind/m² pour la zone D et à 19,3 ± 26,2 ind/m² pour la zone A, contre 17,9 ± 21,2 ind/m² pour la zone C et 9,1 ± 9,3 ind/m² pour la zone B.

## Populations de palourdes

Les densités saisonnières moyennes de palourdes au sein des zones n'excèdent pas 8,6 ind/m² hormis pour la zone D (**Figure 25**). Les densités moyennes de cette catégorie sont significativement différentes entre les zones pour les années 2020 ($p_{KW}$ = 0,0124 à chaque saison) et 2021 ($p_{KW}$ = 0,0450 à chaque saison).

Les densités de palourdes sont significativement plus élevées sur la zone D par rapport à la C ($p_{MW\ C\text{-}D}$ = 0,043) en hiver **2020**. Les comparaisons multiples ne montrent pas de différences significatives en été 2020, ne permettant pas de trancher concernant la différence de densité observée. A cette même période, la zone D présente la plus forte densité (10 ± 12,5 ind/m²) et les zones A et B les plus faibles ($Nm_{Zone\ A}$ = 1,6 ± 2,8 ; $Nm_{Zone\ B}$ = 2,1 ± 3,4 ind/m²). En automne 2020, la zone A présente une densité significativement plus faible que la zone D ($p_{MW\ A\text{-}D}$ = 0,051) ($Nm_{Zone\ A}$ : 1,9 ± 1,9 ind/m² < $Nm_{Zone\ D}$ : 31,2 ± 52,9 ind/m²).

En hiver **2021**, Les densités de palourdes sont significativement plus élevées sur la zone C (6,5 ± 7,4 ind/m²) par rapport à la zone A (1,8 ± 2,9 ind/m²) ($p_{MW\ A\text{-}C} = 0,034$). La densité moyenne maximale est observée sur la zone D (16,2 ± 20,7 ind/m²). En été et en automne, les comparaisons multiples ne montrent pas de différences significatives de densité, ne permettant pas de trancher concernant la significativité observée entre les zones. Les densités des zones B et C (réserve) sont similaires en été 2021 ($Nm_{Zone\ B}$ : 6,6 ± 10,0 ind/m² ≈ $Nm_{Zone\ C}$ : 6,3 ± 8,7 ind/m²). Elle est plus faible sur la zone A (4,8 ± 5,0 ind/m²) et plus élevée sur la zone D (18,2 ± 31,4 ind/m²). En automne 2021, les densités moyennes des zones A et B sont les plus faibles et sont équivalentes ($Nm_{Zone\ A}$ : 3,4 ± 3,4 ind/m² ≈ $Nm_{Zone\ B}$ : 3,3 ± 3,3 ind/m²). La zone C présente une densité moyenne s'élevant à 5,6 ± 10,3 ind/m². La densité est maximale sur la zone D (13,6 ± 17,3 ind/m²).

**En 2018**, les densités moyennes saisonnières des palourdes sont inférieures à 10 ind/m². Elles sont maximales sur la zone D à chaque saison ($Nm_{Hiver}$ = 5,8 ± 7,0 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 6,6 ± 6,4 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 9,9 ± 8,8 ind/m²). La zone B présente les densités moyennes les plus faibles en hiver et automne ($Nm_{Hiver}$ = 2,8 ± 2,1 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 2,7 ± 3,3 ind/m²) et la zone C en été (1,9 ± 3,4 ind/m²).

Les zone A, B et C présentent des densités saisonnières moyennes de palourdes inférieures à 5 ind/m² en **2019.** Elles sont maximales sur la zone D à chaque campagne d'échantillonnage ($Nm_{Hiver}$ = 17,7 ± 23,5 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 11,4 ± 15,4 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 18,7 ± 24,9 ind/m²).

Les palourdes ont des densités moyennes maximales sur la zone D en **2022** ($Nm_{Hiver}$ = 12,0 ± 13,4 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 10,9 ± 17,6 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 22,4 ± 29,3 ind/m²). Elles sont inférieures à 10 ind/m² pour les autres zones. Les densités les plus faibles sont observées sur la zone B en hiver (3,3 ± 2,8 ind/m²) et en été (2,1 ± 2,5 ind/m²). En automne, la densité moyenne de palourdes est plus faible sur la zone B et est équivalente à celle de la zone C ($Nm_{Zone\ B}$ : 5,8 ± 5,5 ind/m² ≈ $Nm_{Zone\ C}$ : 5,1 ± 5,5 ind/m²).

## Populations de palourdes pêchables

En 2020 et 2021, les densités moyennes des palourdes pêchables sont significativement différentes entre les zones à chaque saison ($p_{KW\ 2020}$ = 0,0068 à chaque saison ; $p_{KW\ 2021}$ = 0,0336 à chaque saison) (**Figure 25**).

**En 2020**, les densités hivernales et estivales moyennes des palourdes pêchables sont plus importantes sur la zone D ($Nm_{Hiver}$ = 4,6 ± 5,9 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 5,1 ± 6,0 ind/m²). Les comparaisons par paires ne montrent pas de différences significatives, ne permettant pas de trancher concernant les différences interspatiales, observées par le test de Kruskall-Wallis. Aucune palourde pêchable n'a été échantillonnée dans les stations de la zone C en hiver ($Nm_{Zone\ C}$ = 0,0 ± 0,0 ind/m²) et la densité moyenne sur la zone A est très faible (0,7 ± 1,8 ind/m²). En été, les résultats montrent que les zone A et B présentent des densités moyennes inférieures à 1 ind/m² ($Nm_{Zone\ A}$ : 0,3 ± 0,7 ind/m² ; $Nm_{Zone\ B}$ : 0,6 ± 1,2 ind/m²). En automne, les comparaisons par paires montrent une tendance significative entre les densités moyennes observées sur la zone A et la zone D ($p_{MW\ A\text{-}D}$ = 0,09). La zone D présente une densité s'élevant à 7,2 ± 10,1 ind/m² et la zone A à 0,9 ± 1,4 ind/m². A noter que celle-ci est équivalente à la densité moyenne observée sur la zone C (0,8 ± 2,0 ind/m²).

En **2021**, La zone A présente des densités moyennes saisonnières les plus faibles ($Nm_{Hiver}$ = 0,6 ± 1,2 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 1,2 ± 1,6 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 0,7 ± 0,9 ind/m²) tandis que la zone D les plus élevées ($Nm_{Hiver}$ = 7,5 ± 10,8 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 7,9 ± 13,3 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 5,8 ± 7,1 ind/m²). Les comparaisons par paires ne montrent pas de différences de densité entre ces zones. Les densités moyennes de palourdes pêchables en 2021 sur la zone B oscille entre 1,6 ± 1,6 ind/m² (hiver) et 2,5 ± 3,9 ind/m² (été). Sur la zone C, elles oscillent entre 1,5 ± 3,1 (hiver) et 1,8 ± 4,2 ind/m² (été).

En **2018**, les densités moyennes saisonnières des palourdes pêchables sont inférieurs à 1,7 ind/m² pour les zones A, B et C. Elles sont maximales sur la zone D ($Nm_{Hiver}$ = 3,3 ± 4,0 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 3,8 ± 4,5 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 4,1 ± 4,4 ind/m²).

Les densités moyennes saisonnières des palourdes pêchables sont maximales sur la zone D en **2019** ($Nm_{Hiver}$ = 4,7 ± 6,5 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 4,5 ± 6,3 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 5,8 ± 9,1 ind/m²). Elles sont inférieures à 2 ind/m² sur les autres zones et à chaque saison. Elles sont plus faibles en hiver et en été pour la zone A ($Nm_{Hiver}$ = 0,8 ± 0,9 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 0,9 ± 0,9 ind/m²) et en automne pour les zones B et C ($Nm_{Zone\ B}$ = 1,6 ± 1,6 ind/m² ; $Nm_{Zone\ C}$ = 1,6 ± 3,5 ind/m²).

**En 2022**, la zone D présente les plus hautes densités moyennes de palourdes pêchables ($Nm_{Hiver}$ = 4,2 ± 4,7 ind/m² ; $Nm_{Eté}$ = 4,3 ± 8,4 ind/m² ; $Nm_{Automne}$ = 9,9 ± 11,7 ind/m²). En hiver, les zones A, B et C ont des densités moyennes inférieures à 2 ind/m² ($Nm_{Zone\ A}$ = 1,0 ± 1,4 ind/m² ; $Nm_{Zone\ B}$ = 1,8 ± 1,6 ind/m² ; $Nm_{Zone\ C}$ = 0,8 ± 1,3 ind/m²). Pour ces mêmes zones, les densités estivales oscillent entre 1,1 ± 1,1 ind/m² (zone B) et 2,2 ± 2,9 ind/m² (zone C) et les densités automnales entre 1,1 ± 1,8 ind/m² (zone C) et 2,9 ± 4,6 ind/m² (zone B).

**SYNTHESE**

- Les densités saisonnières sont significativement différentes entre les zones, pour chaque catégorie, en 2020 et 2021
- La zone D présente des densités plus élevées de bivalves, palourdes et palourdes pêchables à chaque saison et pour chaque année
- Bivalves : Les zones A et C présentent des densités plus faibles en 2020. Elles sont plus faibles sur les zones A et B les autres années.
- Palourdes : Globalement les zones A et B ont des densités plus faibles en 2020 et 2021. Elles présentent régulièrement de faibles densités saisonnières les autres années.
- Palourdes pêchables : Les zones A, B et C présent des densités saisonnières similaires et sont faibles.

#### *II.4.2.b Comparaisons temporelles des densités au sein de chaque station*

Les résultats montrent des différences interannuelles significatives en termes de densités moyennes des populations de bivalves et de palourdes pour la zone C, en hiver, été et automne ($p_{KW\ bivalves}$ = 0,109 aux trois saisons ; $p_{KW\ palourdes}$ = 0,0482 aux trois saisons. Les densités saisonnières des autres zones présentent des variabilités interannuelles non significatives. Les résultats sont représentés sur la **Figure 25**.

### Communautés de bivalves

❖ Zone C

Sur la zone C, les bivalves présentent des densités **hivernales** maximales en 2022 (22,3 ± 22,9 ind/m²) et minimales en 2020 ($Nm_{2020}$ = 2,9 ± 3,9 ind/m²). Elle est significativement plus faible en 2020 par rapport à 2018 ($Nm_{2018}$ : 13,1 ± 8,8 ind/m² ; $p_W$ = 0,035) et 2021 ($Nm_{2021}$ : 14,3 ± 10,2 ind/m² ; $p_W$ = 0,025). Elle tend à être significativement plus faible par rapport à 2019 (12,8 ± 12,0 ind/m² ; $p_{W\ 2019\text{-}2020}$ = 0,061) et 2022 ($p_{W\ 2020\text{-}2022}$ = 0,061).

Les comparaisons multiples ne mettent pas en évidences les années ayant des densités **estivales et automnales** significativement différentes.

L'été 2018 présente les densités les plus faibles, avec 6,3 ± 6,4 ind/m² et l'été 2022 les plus élevées avec 32,8 ind/m² ± 48,2 ind/m². Les étés 2019 et 2021 présentent des densités équivalentes ($Nm_{2019}$ : 12,1 ± 12,0 ind/m² ≈ $Nm_{2021}$ : 12,3 ± 14,6 ind/m²).

La zone C présente une densité automnale de bivalves maximale en automne 2018, avec 25,3 ± 49,2 ind/m². Elle est minimale les années suivantes, en 2019 (9 ± 12,9 ind/m²) et 2020 (13,8 ± 16,3 ind/m²). Elle atteint 23,7 ± 26,7 ind/m² en 2021.

❖ Zone A

Les densités saisonnières de la zone A ne présentent pas de différence significative interannuelle.

En **hiver**, les années 2020 et 2021 présentent les plus faibles densités ($Nm_{2020}$ = 2,1 ± 4,5 ind/m² ; $Nm_{2021}$ = 3,5 ± 4,4 ind/m²). Les années 2018 et 2022 présentent les plus fortes densités ($Nm_{2018}$ = 7,0 ± 8,7 ind/m² ; $Nm_{2020}$ = 8,0 ± 8,1 ind/m²).

Une diminution de la densité **estivale** est observée entre 2018 et 2020, passant de 6,8 ± 7,8 ind/m² à 2,4 ± 3,2 ind/m². Elle augmente jusqu'en 2022 où elle atteint 9,6 ± 12,3 ind/m². L'année 2022 correspond à la plus forte densité moyenne observée sur la zone A durant l'été.

En **automne**, la densité moyenne de bivalves sur la zone A est plus faible en 2019 (4,7 ± 7,9 ind/m²). Elle augmente jusqu'en 2022 et atteint 9,3 ± 26,1 ind/m².

❖ Zone B

Les densités saisonnières de la zone B ne présentent pas de différence interannuelle.

Les densités moyennes de bivalves observées aux **hivers** 2018 à 2022 sont relativement stables. Les années 2018, 2019, 2020 et 2022 ont des densités moyennes comprises entre 5,8 ± 4,1 ind/m² (2022) et 7,3 ± 7,2 ind/m² (2019). Elle est maximale en 2021, avec une valeur de 11,9 ± 8,3 ind/m².

Les densités **estivales** de la zone B sont similaires entre 2018, 2020 et 2022. Les valeurs sont comprises entre 2,8 ± 3,9 ind/m² (2020) et 4,0 ± 4,4 ind/m² (2018). Elles sont également du même ordre de grandeur aux étés 2019 et 2021 ($Nm_{2019}$ = 8,3 ± 7,4 ind/m² ; $Nm_{2021}$ = 9,5 ± 13,3 ind/m²).

Les densités sont également stables aux **automnes** 2018 à 2022. Elles oscillent entre 7,3 ± 11,7 ind/m² (2018) et 11,3 ± 8,4 ind/m² (2020).

❖ Zone D

Comme pour la zone B, la zone D ne présente ni de tendance, ni de différence significative de densités, entre les années et pour une saison donnée. De plus grands écarts de densités sont observées pour une même saison.

La zone D présente les plus faibles densités aux **hivers** 2018 et 2020 ($Nm_{2018}$ = 10,6 ± 9,9 ind/m² ; $Nm_{2020}$ = 14,9 ± 17,9 ind/m²). Elles sont supérieures à 20 ind/m² pour les autres années ($Nm_{2019}$ = 29,4 ± 38,0 ind/m² ; $Nm_{2021}$ = 23,4 ± 37,9 ind/m² ; $Nm_{2022}$ = 20,2 ± 23,8 ind/m²).

Elles sont comprises entre 15,9 ± 15,9 ind/m² (2020) et 29,8 ± 52,6 ind/m² (2022) aux **étés** 2018 à 2022. Les densités sont plus importantes en automne.

Elles sont plus faibles en **automne** 2018 (22,6 ± 16,7 ind/²). En 2021 et 2022, elles s'élèvent respectivement à 37,75 ± 63,9 ind/m² et 34,7 ± 44,2 ind/m². En 2019 elle est importante, avec 40,3 ± 49,4 ind/m². La densité est maximale en automne de l'année 2020 où elle s'élève à 52,33 ± 68,1 ind/m².

## Populations de palourdes

Pour une saison donnée, la population de palourdes ne présente pas des différences interannuelles de densités sur les zones A, B et D. La zone C présente des différences interannuelles de densités, à chaque saison (Figure 25).

❖ Zone C

Sur la zone C, les palourdes présentent des densités **hivernales** minimales en 2020 (0,5 ± 0,8 ind/m²) et maximales en 2021 (6,5 ± 7,4 ind/m²) et 2022 (6,5 ± 11,7 ind/m²). Les comparaisons multiples montrent que la densité moyenne tend à être significativement plus faible en 2020 par rapport à celle 2021 ($p_W$ = 0,058).

En **été**, les palourdes ont une densité qui tend à être significativement plus faible en 2018 (1,9 ± 3,4 ind/m²) par rapport à celle de 2021 (6,3 ± 8,7 ind/m²) ($p_W$ = 0,058). La densité estivale de 2019 et 2020 sont équivalentes entre elles ($Nm_{2019}$ = 5,0 ± 8,1 ind/m² ; $Nm_{2020}$ = 5,6 ± 12,4 ind/m²). Elle est maximale en été 2022 (7,8 ± 13,6 ind/m²).

En **automne** 2019 et 2020, la zone C présente les plus faibles densités moyennes de palourdes ($Nm_{2019}$ = 3,8 ± 6,7 ind/m² ; $Nm_{2020}$ = 3,6 ± 5,8 ind/m²). Les densités automnales des années 2018 (5,8 ± 5,5 ind/m²), 2021 (5,6 ± 10,3 ind/m²) et 2022 (5,1 ± 5,5 ind/m²) sont plus élevées et sont équivalentes entre elles. Les comparaisons par paires ne montrent pas de différences de densité automnale entre les années pour la zone C, ne permettant pas de conclure sur les différences de densités entre les échantillons, observées avec le test de Kruskall-Wallis.

❖ Zone A

En période **hivernale**, la zone A présente des densités de palourdes faibles en 2020 (1,3 ± 3,2 ind/m²) et 2021 (1,8 ± 2,9 ind/m²). Elles sont plus élevées et équivalentes en 2018 (4,2 ± 4,5 ind/m²), 2019 (3,9 ± 3,6 ind/m²) et 2022 (4,7 ± 5,9 ind/m²).

La densité **estivale** est faible en 2020 sur la zone A (1,6 ± 2,8 ind/m²). Les palourdes ont une densité au moins deux fois plus élevées les autres années, avec des valeurs comprises entre 3,5 ± 4,3 ind/m² (2019) et 5,5 ± 8,2 ind/m² (2022).

En **automne**, l'année 2022 présente une densité de palourdes la plus élevée sur la zone A (8,6 ± 12,7 ind/m²), toutes saisons et années confondues. Elles sont équivalentes entre 2019 (3,4 ± 5,7 ind/m²) et 2021 (3,4 ± 3,4 ind/m²). La plus faible densité relevée concerne l'année 2020 (1,9 ± 1,9 ind/m²).

❖ Zone B

Les densités **hivernales** des palourdes sur la zone B sont équivalentes entre les années. Elles sont comprises entre 2,8 ± 2,1 ind/m² (2018) et 3,8 ± 5,2 ind/m² (2019), hormis en 2021 pour laquelle la densité s'élève à 5,2 ± 4,5 ind/m². Les mêmes observations sont réalisées pour la saison **estivale**, avec des valeurs différentes. En été, elles oscillent entre 2,0 ± 2,6 ind/m² (2018) et 2,9 ± 2,7 ind/m² (2019), hormis en 2021 pour laquelle la densité s'élève à 6,6 ± 10,0 ind/m².

En **automne**, les densités de palourdes sont du même ordre de grandeur entre 2018, 2019 et 2021 ($Nm_{2018}$ : 2,7 ± 3,3 ind/m² ≈ $Nm_{2019}$ : 3,8 ± 4,5 ind/m² ≈ $Nm_{2021}$ : 3,3 ± 3,2 ind/m²). Il en est de même pour 2020 et 2022 ($Nm_{2020}$ : 5,3 ± 4,6 ind/m² ≈ $Nm_{2022}$ : 5,8 ± 5,5 ind/m²).

❖ Zone D

Les **densités hivernales** de la zone D présentent de variabilités interannuelles. La densité moyenne de palourde est minimale en 2018 (5,8 ± 7,0 ind/m²) et maximale en 2019 (17,7 ± 23,5 ind/m²). La densité de 2021 est proche de cette dernière (16,3 ± 20,7 ind/m²).

En **été**, les palourdes ont une densité minimale en 2018 (6,6 ± 6,4 ind/m²) et maximale en 2021 (18,2 ± 31,4 ind/m²). Les densités moyennes des années 2019, 2020 et 2022 sont du même ordre de grandeur ($Nm_{2019}$ = 11,4 ± 15,4 ind/m² ; $Nm_{2020}$ = 10,0 ± 12,5 ind/m² ; $Nm_{2022}$ = 10,9 ± 17,6 ind/m²).

En **automne**, la densité moyenne de palourdes sur la zone D est plus faible en 2018 (9,9 ± 8,8 ind/m²) et 2022 (22,4 ± 29,3 ind/m²). Elle est maximale en 2020 (31,2 ± 52,9 ind/m²).

### Populations de palourdes pêchables

Pour une saison donnée, les zones ne présentent pas de variabilités interannuelles significatives en termes de densités de palourdes pêchables (**Figure 25**).

❖ Zone A

Les densités moyennes **hivernales** des palourdes pêchables sont équivalentes entre les années et n'excèdent pas 1 ind/m². En **été**, leurs densités sont minimales en 2018 (0,8 ± 0,9 ind/m²) et maximale en 2021 et 2022 ($Nm_{2021}$ =1,2 ± 1,6 ind/m² ; $Nm_{2022}$ = 1,2 ± 1,3 ind/m²). Elles sont légèrement plus élevées en **automne** et varient entre 0,7 ± 0,9 ind/m² (2021) et 1,9 ± 2,0 ind/m² (2022).

❖ Zone B

En **hiver**, les palourdes pêchables ont des densités moyennes comprises entre 0,75 ± 1,2 ind/m² (2018) et 1,8 ± 1,6 ind/m² (2022) sur la zone B. Elles sont légèrement plus élevées en **été,** avec des valeurs comprises entre 0,6 ± 1,2 ind/m² et (2020) et 1,4 ± 1,2 ind/m² (2019). Elles sont plus homogènes entre les années, en **automne.** Les valeurs automnales les plus basses sont observées en 2018 et 2020 ($Nm_{2018}$ = $Nm_{2020}$ = 1,3 ± 1,6 ind/m²) et la plus élevée en 2022 (2,9 ± 4,6 ind/m²).

❖ Zone C

En **hiver**, les densités interannuelles de palourdes pêchables sont inférieures à 1,5 ind/m². Aucune palourdes pêchables n'a été échantillonnée en hiver 2020.

Les densités **estivales** sont plus élevées en 2020 (2,8 ± 6,5 ind/m²) et 2022 (2,2 ± 2,9 ind/m²). Elles sont équivalentes en 2019 et 2021 ($Nm_{2019}$ : 1,8 ± 4,1 ind/m² ≈ $Nm_{2021}$ : 1,8 ± 4,2 ind/m²). La densité moyenne estivale est plus faible en 20108 (0,8 ± 1,6 ind/m²).

En **automne,** les densités interannuelles sont plus homogènes. Hormis pour l'année 2020, les densités automnales moyennes oscillent entre 1,1 ± 1,8 ind/m² (2022) et 1,583 (± 4,033 ind/m² en 2021, ± 3,476 en 2019). L'année 2020 présente la plus faible densité moyenne (0,8 ± 2,0 ind/m²).

❖ Zone D

En **hiver**, les densités moyennes interannuelles de palourdes pêchables sont équivalentes, elles varient de 3,3 ± 4,0 ind/m² (2018) à 4,7 ± 6,5 ind/m² (2019) hormis pour l'année 2021. La densité moyenne est maximale pour cette dernière année, avec (7,5 ± 10,8 ind/m²).

En **été**, les densités moyennes des palourdes pêchables sont équivalentes entre les années. Comme en hiver, l'année 2021 présente une densité estivale plus importante (7,9 ± 13,4 ind/m²). Pour les autres années, la densité estivale varie entre 3,8 ± 4,4 ind/m² (2018) et 5,1 ± 6,0 ind/m² (2020).

Les densités **automnales** de palourdes pêchables de la zone D sont du même ordre de grandeur en 2018, 2019 et 2021, avec des valeurs comprises entre 4,1 ± 4,4 ind/m² (2018) et 5,8 ± 7,1 ind/m² (2020). Elles sont plus élevées en 2020 (7,2 ± 10,1 ind/m²) et 2022 (9,9 ± 11,7 ind/m²).

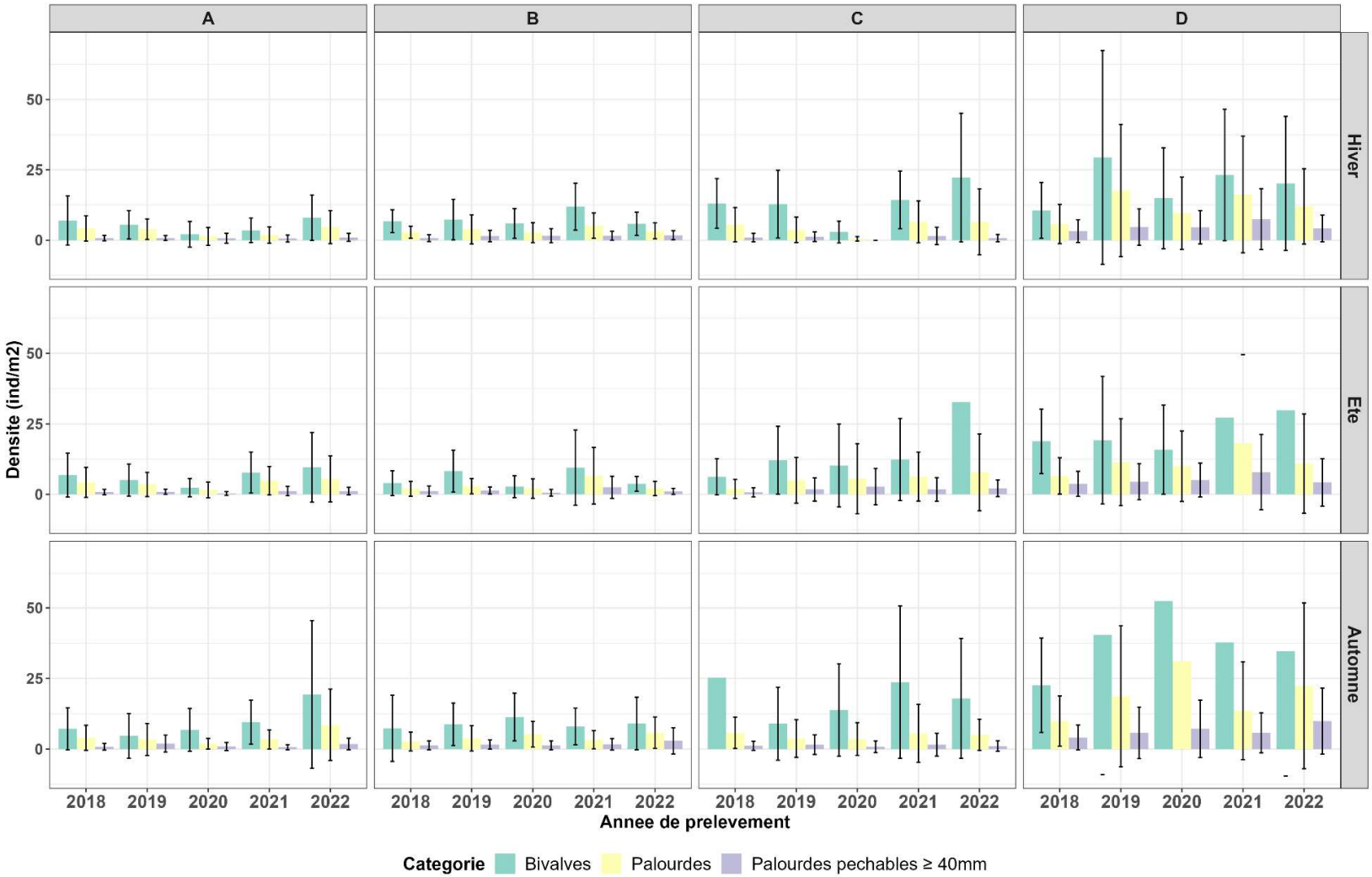



***Figure 25 :*** *Evolution spatiotemporelle de la densité des catégories de bivalves entre 2018 et 2022.*

## SYNTHESE

### Bivalves et palourdes

- Les zones A, B et D ne présentent pas de variabilités interannuelles significatives. Cependant :
  - Sur la zone A, les densités sont plus importantes en 2022, pour chaque saison. Elles sont globalement plus faibles en 2020 à chaque saison
  - Sur la zone D, les densités sont plus faibles au cours des saisons en 2018
- Pour une saison donnée, les bivalves et les palourdes présentent des densités interannuelles significativement différentes pour la zone C :
  - Leurs densités hivernales sont significativement plus élevées en 2022 par rapport à 2020
  - Leurs densités estivales sont plus faibles en 2018
  - Leurs densités automnales sont plus faibles en 2019 et 2020

### Palourdes pêchables

- Absence de variabilité interannuelle significative, en termes de densité, pour une saison et une zone données.
- Les zones A, B et C présentent des densités faibles et stables. Elles n'excèdent pas 2 ind/m² sur la zone A et avoisinent 2 ind/m² sur la réserve (zones B et C), qu'importe l'année et la saison.
- La zone D présente des densités élevées et fluctuantes. Les densités relevées à chaque campagne avoisinent 5 ind/m² (oscillent entre 3,3 ind/m² et 10 ind/m²).

#### *II.4.2.c Evolution des biomasses*

Les évolutions de biomasses suivent les mêmes tendances que celles des densités. Les biomasses interspatiales sont significativement différentes aux hivers, étés et printemps 2020 et 2021 pour les 3 catégories de bivalves, excepté pour la population de palourdes en 2021 pour lequel les biomasses interspatiales saisonnières tendent à être significativement différentes (Tableau 11). Les biomasses saisonnières interspatiales ne sont pas différentes entre les années 2018, 2019 et 2022.

***Tableau 11 :*** *Résultats statistiques des comparaisons de biomasses interspatiales saisonnières entre les années, pour les catégories de bivalves, de palourdes et de palourdes pêchables (Krsuskall-Wallis).*

| Année | Saison | Bivalves | Palourdes | Palourdes pêchables |
|---|---|---|---|---|
| **2020** | Hiver | | | |
| | Eté | 0,0020 | 0,138 | 0,0065 |
| | Automne | | | |
| **2021** | Hiver | | | |
| | Eté | 0,0031 | 0,0621 | 0,0462 |
| | Automne | | | |

Les bivalves présentent des biomasses saisonnières significativement différentes entre les années sur la zone C uniquement ($p_{KW\ Hiver} = p_{KW\ Eté} = p_{KW\ Automne} = 0{,}0161$). Elles tendent à être significativement différentes pour les palourdes sur cette même zone (($p_{KW\ Hiver} = p_{KW\ Eté} = p_{KW\ Automne} = 0{,}0711$). Les palourdes pêchables ne présentent pas de variabilités interannuelles des biomasses pour une saison et une zone données ($p_{KW} > 0{,}05$).

### II.4.3 Structure de la population de palourdes

#### *II.4.3.a Relation taille-poids*

Les relations entre la taille et le poids des palourdes, toutes zones confondues, pour les cinq années se modélisent par des équations exponentielles (Figure 26). Les coefficients de détermination linéaire de Pearson ($R^2$) sont supérieurs à 0,90. Les régressions déterminent au moins 90 % de la distribution des points. L'année 2022 présente un coefficient de détermination linéaire plus faible ($R^2 = 0{,}92$) que les autres années (> 0,96). Ces différences sont liées aux coefficients $\boldsymbol{a}$ et $\boldsymbol{b}$, qui sont plus importants en 2020 et plus faibles en 2022.

La courbe de la relation allométrique de 2022 a la même allure que les autres années. Elle présente une légère différence : pour une taille donnée, les individus ont un poids plus faible par rapport aux autres années. En revanche, en 2020, pour une taille donnée, les individus ont un poids plus élevé (et vice-versa) que les autres années.

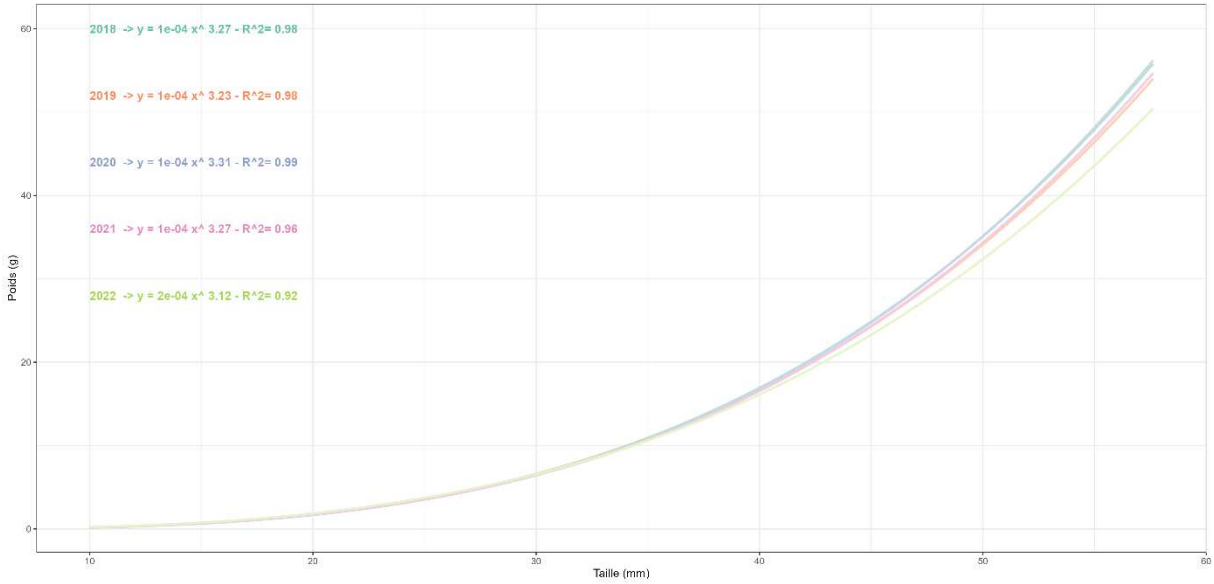



***Figure 26** : Relation taille-poids des palourdes entre 2018 et 2022.*

### *II.4.3.b Analyses de cohortes*

#### Analyse de cohortes

Trois principales cohortes sont observées chaque année sur les zones A, B, C et D (**Figure 27**). Elles sont mieux représentées sur la zone D entre 2018 et 2022, de par les abondances qui sont plus élevées. Elles sont peu distinguables sur la zone A entre 2018 et 2021, de par les faibles abondances sur ces périodes.

Les proportions de palourdes d'une taille inférieure à 40 mm et de palourdes de plus de 40 mm sont relativement stables au cours des années et pour chaque zone (**Tableau 12**). Les palourdes ayant une taille supérieure à 40 mm (pêchables) dominent moins les populations de palourdes. Celles ayant une taille inférieure (non pêchables) sont plus nombreuses. Sur une zone, les palourdes pêchables représentent au plus 41 % des palourdes échantillonnées, entre 2018 et 2022 (Max = 0,41 ± 0,06, zone B). Les proportions de palourdes pêchables sont plus élevées et sont équivalentes sur les zones B et D (≈ 0,40). Elles sont plus faibles et sont équivalentes sur les zones A et C (≈ 0,28).

Les effectifs des palourdes pêchables des zones mises en réserve (zones B et C) n'évoluent pas au cours des années et sont stables. Il en est de même sur les zones hors réserve (zones A et D). Les structures de population des zones A, B et C évoluent de façon similaire au cours des années. Celles de la zone D présentent quelques variations, notamment en 2020 et 2022. Pour ces années, les individus ayant des tailles aux alentours de 17 mm et 40 mm ne sont pas observés.

Une augmentation des palourdes mesurant entre 30 et 40 mm est notable, entre 2018 et 2019 pour les zones B, C et D.

***Tableau 12 :*** *Proportion de palourdes pêchables par rapport à la population de palourde totale.*

| Zone | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Moy. ± ET |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **A** | 0,19 | 0,33 | 0,39 | 0,23 | 0,20 | 0,27 ± 0,09 |
| **B** | 0,43 | 0,43 | 0,34 | 0,37 | 0,50 | 0,41 ± 0,06 |
| **C** | 0,22 | 0,37 | 0,37 | 0,26 | 0,20 | 0,28 ± 0,08 |
| **D** | 0,50 | 0,31 | 0,33 | 0,44 | 0,40 | 0,40 ± 0,08 |

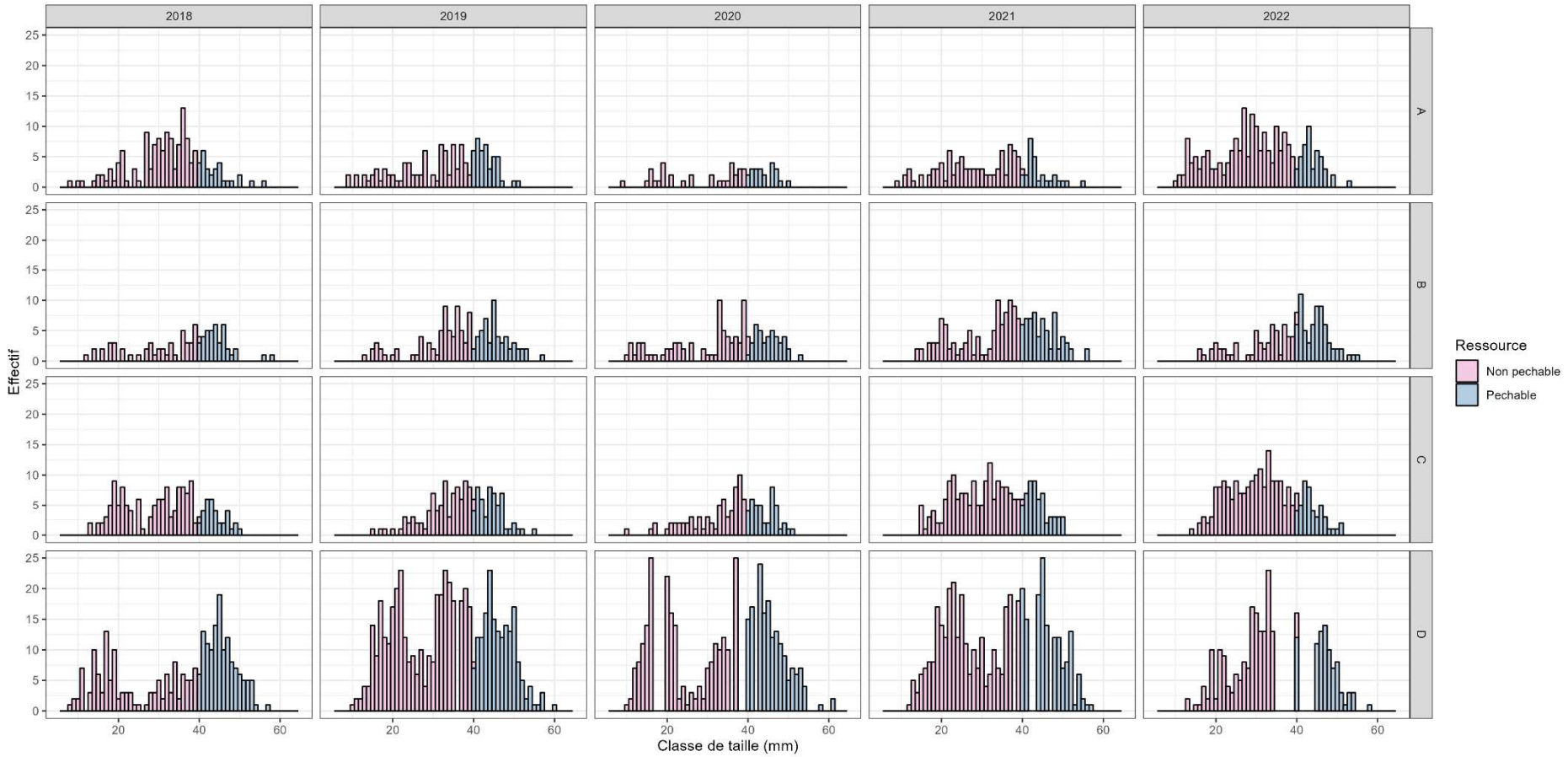



***Figure 27*** *: Histogramme de classes de taille des palourdes entre 2018 et 2022 sur chaque zone.*

## Evolution de la taille

Les tailles moyennes des palourdes observées entre 2018 et 2022 sur chaque zone sont récapitulées dans le Tableau 13. La plus petite palourde échantillonnée mesure 7,69 mm et la plus grande 61,18 mm. Sur les 4782 palourdes prélevées entre 2018 et 2022, 76 ont une taille supérieure à 50 mm, représentant 1,6 % de la population totale de palourdes. Elles sont majoritairement localisées sur la zone D.

Les palourdes de la zone A ont une taille moyenne stable entre 2018 et 2022, comprise entre 31 ± 10 mm et 34 ± 11 mm. Elle est légèrement plus faible en 2022 (31 ± 10 mm). La zone A présente des tailles moyennes plus faibles que les autres zones.

Chaque année, la zone B présente des tailles moyennes plus élevées que les zones A et D. Il en est de même par rapport à la zone C, hormis en 2020. Les tailles moyennes des palourdes sur la zone sont du même ordre de grandeur au cours des années (comprises entre 35 ± 11 mm et 38 ± 9 mm). La taille moyenne augmente chaque année à partir de 2020.

La zone C présente des tailles moyennes plus faibles que la zone B et elles sont plus variables d'une année à une autre. Elle présente des tailles moyennes plus élevées que les zone A sur les cinq années. Elles sont plus élevées que les tailles moyennes de la zone D en 2019 (37 ± 8 mm) et 2020 (36 ± 8 mm).

***Tableau 13** : Taille (mm) des palourdes sur chaque zone entre 2018 et 2022 (Taille ± écart-type).*

| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|
| **A** | 33 ± 9 | 33 ± 10 | 34 ± 11 | 32 ± 10 | 31 ± 10 |
| **B** | 36 ± 10 | 37 ± 9 | 35 ± 11 | 36 ± 10 | 38 ± 9 |
| **C** | 32 ± 9 | 37 ± 8 | 36 ± 8 | 33 ± 9 | 32 ± 8 |
| **D** | 35 ± 13 | 34 ± 11 | 32 ± 12 | 35 ± 11 | 37 ± 8 |

### SYNTHESE

- Le coefficient allométrique $a$ et $b$ de la relation taille-poids est maximal en 2020 et minimal en 2022
- Trois principales cohortes sont observées sur les zones
- Les proportions des palourdes pêchables et non pêchables sont stables au cours des années
- Les palourdes non-pêchables sont plus abondantes que les palourdes pêchables
- L'évolution des structures de population est similaire entre les zones. Des fluctuations sont observées sur la zone D
- La zone A présente de faibles abondances et la zone D les plus élevées
- Les palourdes de la zone A sont plus petites et celles de la zone B sont plus grosses

# III. Discussion

Les résultats de l'étude ont montré des similitudes entre les zones, concernant les communautés de bivalves. Leurs richesses taxonomiques sont stables entre 2018 et 2022. Les communautés sont principalement constituées de palourdes (*Ruditapes spp.*), de coques (*C. edule*), de spisules (*S. solida*) et de palourdes bleues (*V. corrugata*). Leurs abondances sont plus importantes en automne. Au cours d'une même année, les palourdes japonaises peuvent réaliser plusieurs pontes. Généralement, une à deux pontes sont observées par an. Elles ont habituellement lieu d'avril à juin et d'août à octobre, lorsque la température de l'eau de mer est comprise entre 15 °C et 22 °C (Dang *et al.,* 2010). Les données des sept dernières années montrent des températures de l'eau maximales en août, sur le secteur de Pirou (Seatemperature, 2023). Les fortes abondances automnales seraient liées au recrutement, faisant suite à la ponte estivale.

Lors d'une campagne d'échantillonnage, les densités de palourdes sur chaque zone sont faibles. Elles ne dépassent que rarement 8,6 ind/m². Les densités obtenues sont cohérentes avec l'étude de Laspougeas (2007) qui montre des densités de 8 ind/m² à Agon-Coutainville. Elles sont également cohérentes avec celles observées dans l'étude 3POC dans laquelle les densités de palourdes excédaient peu 8 palourdes par unité de surface (8 ind/m²) (Basuyaux *et al.,* 2016b). Dans cette étude, la répartition des palourdes est hétérogène. Ces résultats sont en accords avec les nôtres, qui montrent une hétérogénéité de leur répartition : les bivalves, dont les palourdes, présentent de fortes densités sur la zone D, de faibles densités sur la zone A et des densités intermédiaires sur les zones mises en réserve (B et C).

La mise en réserve des zones B et C ne semblent pas favoriser les communautés de bivalves ni les populations de palourdes. Leurs densités et leurs biomasses sur la réserve ne croissent pas au cours des années et les proportions de palourdes pêchables (> 40 mm) sont constantes. Les juvéniles étaient présents lors de la mise en place de la réserve en 2018. Or, l'étude 3POC montre que les palourdes atteignent la taille commerciale de 40 mm au bout de 3 ans et demi. L'hypothèse était qu'un effet réserve aurait eu pour conséquences la présence de palourdes plus grosses et des abondances de palourdes de tailles commerciales plus importantes. Ces phénomènes n'ont pas été observés et on peut donc en conclure que l'effet de la réserve n'a pas eu d'impact sur les populations de palourdes à cette échelle et sur cette durée.

**Effet de la pêche à pied**

Nos résultats montrent une plus faible proportion de palourdes pêchables par rapport aux palourdes de taille inférieure à 40 mm. Cela peut s'expliquer en partie par l'activité de pêche à pied sur le secteur d'étude. Les palourdes de tailles supérieures à 40mm sont conservées par les pêcheurs professionnels et amateurs tandis que celles de tailles inférieures à 40mm sont laissées sur l'estran. Cependant, cette hypothèse est valable pour les zones où il y a une autorisation de pêche, les zones A et D. L'effet de la pêche à pied sur les communautés de bivalves et des populations de palourdes semble ainsi peu observable. Hors de la réserve (zones A et D), les densités et les biomasses sont relativement stables au cours du temps. Pour observer un effet de la pêche à pied et un effet de la réserve, nous attendions à une augmentation des densités de palourdes, un taux de survie plus élevé des palourdes de taille pêchable et donc à une proportion relative plus grande des grands individus dans les zones en réserve.

Bien que l'effet de la pêche à pied ne soit pas marqué, il n'est pas à négliger. Il semblerait qu'il y ait moins de pêcheurs sur la zone D contrairement à la zone A (d'après les échanges avec les experts lors du COPIL en 2021), pouvant expliquer les fortes densités et de biomasses sur cette zone, à l'inverse de la zone A. Des différences de pressions de pêche peuvent également être observées au sein d'une même zone. En effet, la pression de pêche est plus importante sur les habitats sableux puisqu'ils sont plus faciles à ratisser que les habitats graveleux et mixtes (Beck et *al.,* 2015). Dans notre étude, les zones sont constituées de différents sédiments.

Beck et al., (2015) ont mis en évidence que le ratissage en hiver entrainait une diminution des densités de palourdes, mais que les effets étaient variables d'un habitat à un autre. Au niveau des habitats sableux et graveleux, les effets de la pêche au râteau étaient modérés et généralement non significatifs. Ils concluent que les effets du ratissage pour la pêche à la palourde ont un impact relativement faible sur la zone intertidale étudiée.

Plusieurs études ont étudié l'influence des engins de pêche sur les habitats subtidaux (Jennings & Kaiser, 1998 ; Kaiser & De Groot, 2000 ; Munari *et al.*, 2006) mais moins d'études ont été menées sur les milieux intertidaux. Si la plupart des études en zones intertidales ont mis en évidence un impact négatif de la pêche aux bivalves par ratissage sur les espèces cibles et la macrofaune associée (Brown et Wilson, 1997 ; Navon & Dauvin, 2013). Sousa Leitao and Gaspar (2007) ont montré peu ou pas d'effets du ratissage.

Beck *et al.* (2015) ont mis en évidence des différences significatives dans la richesse taxonomique et les abondances de macrofaune entre les trois types d'habitats étudiés (sableux, graveleux et mixte graveleux/rocheux) mais aucune différence significative n'a pu être mise en évidence avant et un mois après ratissage.

De multiples facteurs peuvent avoir masqué l'effet de la pêche à pied, sur les communautés de bivalves et des populations de palourdes. Une partie d'entre eux est décrite ci-dessous.

**Effet géographique**

L'étude de la structure de la macrofaune ainsi que l'étude des palourdes tendent à suggérer une dynamique très active dans les habitats de l'estran de l'ouest Cotentin. L'hydrodynamisme a en effet un impact fort sur le transport des larves des bivalves, sur la quantité de nourriture disponible et sur la granulométrie du milieu (Dang, 2009). « Les apports de nutriments par les eaux douces continentales (secteurs des havres et des baies) est un facteur primordial pour l'élevage des bivalves. On distingue deux principaux bassins de production sur le littoral manchois : la côte est, de Saint-Vaast-la-Hougue à Sainte-Marie-du-Mont, et le secteur de la côte ouest allant de Saint-Germain-sur-Ay au havre de la Vanlée, dont fait partie l'embouchure de la Sienne » (DDTM 50/SE/FNB SIAES, 2017). Les quatre zones d'études ont des caractéristiques géographiques qui leurs sont propres, pouvant expliquer les différences granulométriques et les différences significatives des structures des communautés benthiques et de bivalves entre les zones et entre les années.

Des différences significatives de densité de bivalves sont observées entre les zones, pour chaque saison, en 2020 et 2021. Ces différences sont liées au fait que la zone A présente de faibles densités au cours des saison et la zone D des densités élevées. La zone A est localisée au nord. Elle est

caractérisée par de faibles densités/abondances de bivalves et de macrofaune. Elle diffère également des autres zones de par les très faibles densités de l'espèce *S. solida*. Celle-ci est présente en forte proportion sur les autres zones. Les stations sont localisées au niveau du Havre de Blainville, qui pourrait avoir un effet sur les conditions du milieu et la structuration des communautés.

La zone D est localisée au sud. Elle est caractérisée par de fortes densités de bivalves, dont des palourdes et des palourdes pêchables. Les structures de communautés et les textures granulométriques de la zone D sont différentes des autres zones d'études : les stations de la zone D sont isolées de celles des autres zones sur la nMDS, montrant une différence plus importante concernant la structure de la macrofaune benthique, et les particules sédimentaires sont plus fines. Les stations sont localisées à proximité du Havre de Vanlée. Ce dernier pourrait avoir un effet sur la typologie du sédiment, la structure et la composition des communautés de faune des stations de la zone D. Des phénomènes de migration pourraient également expliquer les fortes densités de bivalves observées sur la zone (**§ Effet migratoire et transit sédimentaire**)

Les caractéristiques des zones mises en réserve (B et C) sont intermédiaires à celles des zones A et D. Elles tendent cependant à être plus similaires à celles de la zone A. Globalement, la réserve présente des valeurs de densités de bivalves, de palourdes et de palourdes pêchables intermédiaires à celles des zones A et D. Elles sont parfois équivalentes à celles de la zone A. D'après la nMDS, il semblerait qu'il y ait un gradient des communautés benthiques sur l'axe nord/sud. Cependant, ces milieux étant très dynamiques et capables d'une forte résilience, il est difficile de conclure à un effet de la réserve sur ce gradient. Ces observations pourraient également être liées à la variabilité spatiale et temporelle. Les positions des stations sur la nMDS montrent une similitude un peu plus importante des communautés benthiques de la réserve avec celles de la zone A. La zone en réserve pourrait être soumise aux caractéristiques hydrographiques de la zone A avec le Havre de Blainville et de la zone D avec le Havre de Vanlée, pouvant expliquer les observations intermédiaires. La réserve pourrait également être soumis à l'effet de la Sienne, par la proximité des stations avec ce fleuve.

**Effet des caractéristiques sédimentaires**

Les variations de densités interspatiales de palourdes pourraient également être liées aux paramètres sédimentaires de nos zones d'études. L'étude des caractéristiques granulométriques et des teneurs en matière organique a permis de mettre en évidence des similarités entre les zones A, B et C, toutes caractérisées par les types sable graveleux (sG) et graviers sableux (gS) ainsi que par des sédiments faiblement à mal classés. La zone D quant à elle se distingue des autres zones, elle est caractérisée par les types sable peu graveleux ((g)S) et sable graveleux (gS), elle est également plus homogène avec des sédiments bien classés. Les caractéristiques sédimentaires des différentes zones d'étude pourraient influencer la répartition spatiale des palourdes.

En effet, une étude réalisée sur la relation entre les sédiments et la densité en palourdes (Métivier, 2016) a permis de caractériser la zone allant de Pirou à Saint-Martin-de-Bréhal. Le sédiment de type « sable graveleux » est dominant sur la zone d'étude (48 %). Les sédiments de type « sable » (26 %), « gravier sablonneux » (12 %) sont également présents en proportions relativement importantes. Les sédiments de type « vase » et « gravier » sont les moins représentés (0,25 %).

La densité totale en palourde ainsi que la densité en palourde pêchable ont été mises en relation avec les différents types de sédiments présents au sein de leur zone d'étude. Cette étude a

permis de montrer que la densité maximale en palourdes était atteinte pour les sédiments de types « sable vaseux graveleux ». Les sédiments de types « gravier sablonneux » et « sable graveleux » présentent des densités intermédiaires, alors que les sédiments de type « gravier sablonneux » présente des densités très faibles et les sédiments de type « sable », « sable vaseux » et « sable légèrement graveleux » présentes des densités très faibles, voire nulles.

L'influence de la proportion des particules de différentes tailles, à savoir les proportions de sable, de gravier et de vase a également été étudiée. Les densités de palourdes sont significativement influencées par la nature du substrat. Il a été observé que la proportion optimale de sable était comprise entre 35 % et 95 %, que celle de gravier entre 5 % et 45 % et que celle de vase entre 1 % et 7 %. Reportées sur le diagramme de Folk, ces valeurs caractérisent les trois types de sédiments qui présentent les meilleures densités en palourde, les types « sable graveleux », « gravier sablonneux » et « sable vaseux graveleux ». Le sédiment qui présente la densité la plus importante est le type « sable vaseux graveleux », cependant ce type de sédiment est faiblement représenté (3 %) au sein de la zone d'étude allant de Pirou à Saint-Martin-de-Bréhal.

Les quatre zones du présent projet présentent des proportions en sables et graviers pouvant être considérées comme comprises dans l'intervalle des valeurs optimales. La zone D présente des proportions en sables plus importantes et des proportions en graviers moindres, particulièrement de 2018 à 2020. Les proportions en vases sont quant à elles inférieures aux valeurs optimales indiquées par Métivier (2016). Elles sont inférieures à 0,5 % alors que les valeurs présentant les plus fortes densités de palourdes sont généralement comprises entre 1 et 7 %. Cette faible quantité de vase pourrait expliquer en partie des densités en palourdes moindres. Les plus fortes densités de palourdes retrouvées dans les zones vaseuses peuvent mettre en évidence un autre phénomène. Les zones vaseuses sont généralement caractérisées par de faibles courants et ces faibles courants permettent également aux larves de palourdes de se fixer plus facilement à l'état larvaire.

L'activité conchylicole génère des rejets chargés en matières en suspension (MES), nutriments et matière organique. Malgré la présence d'infrastructures conchylicoles à proximité des zones d'étude, les teneurs en vase sont faibles. Les caractéristiques hydrodynamiques de la zone d'étude (forts courants de marées, marnage important) engendrent la remobilisation de ces apports et leur exportation vers le large ou d'autres zones.

Même si les palourdes ont des préférentiels en termes de caractéristiques du substrat, elles sont capables de s'implanter dans de nombreux endroits. Il est donc cohérent de retrouver des différences de densités entre les zones.

La teneur en matière organique aurait également une influence sur la physiologie de la palourde. En effet, les palourdes, comme tous les bivalves, sont des filtreurs qui se nourrissent principalement de phytoplancton et de matière organique particulaire aspirés par leur siphon, puis filtrés par leurs branchies (Dang, 2009). Elles peuvent potentiellement atteindre 40 mm en deux à trois ans selon les conditions environnementales (Dang, 2009). On pourrait donc s'attendre à ce que les zones où les teneurs en matière organique sont les plus élevées présentent des densités plus importantes ou des palourdes de plus grandes tailles. Or, les teneurs en matière organique mesurées dans les sédiments restent faibles sur toutes les zones d'étude et présentent des variabilités interspatiales et interannuelles. Les zones B et D présentent des teneurs en matière organique supérieures aux autres zones. Les densités sont plus élevées sur la zone D, mais sont plus faibles sur la zone B.

Les faibles teneurs en matière organique mesurées dans les sédiments ne reflètent pas forcément une faible disponibilité en nutriments disponible pour les organismes filtreurs. La présence de la Sienne à proximité de la réserve est une source importante de matières en suspensions et matières organique (Dubois *et al.,* 2012). La quantité de nutriments disponible pour les bivalves n'est donc pas limitante et ne permet pas d'expliquer les faibles densités de palourdes sur les zones d'étude. D'autres phénomènes pourraient expliquer les faibles densités de palourdes retrouvées sur la zone mise en réserve.

Les caractéristiques granulométriques des sédiments influencent également les communautés de macrofaune benthique en place. Métivier (2016) indique l'hétérogénéité sédimentaire dans la zone offre pour la faune une multitude de niches écologiques expliquant la forte diversité s'accompagnant de densités et de biomasses importantes. Ainsi la forte hétérogénéité sédimentaire des zones d'étude contribue à l'installation d'espèces avec des préférendums variés et est donc à l'origine d'une forte diversité spécifique.

La typologie EUNIS est généralement utilisée pour caractériser les habitats. Elle intègre la composante sédimentaire et la composante communauté de macrofaune. Les zones A, B et C présentent des similarités au niveau de leurs caractéristiques granulométriques et sont caractérisées par des sables graveleux (sG) et des graviers sableux (gS) et présentent une forte hétérogénéité. La zone D se distingue des autres zones puisqu'elle est caractérisée par des sables peu graveleux ((g)S) et des sables graveleux (gS) et des sédiments plus homogènes et bien classés. Les teneurs en matière organique présentent des variations interspatiales et interannuelles mais restent relativement faibles. Les habitats décrits dans la typologie EUNIS se rapprochant le plus des caractéristiques granulométriques du substrat meuble des zones d'étude sont les habitats « A2.1 - Sédiments grossiers intertidaux » et « A2.4 - Sédiments hétérogènes intertidaux ». Les habitats observés sur les zones d'étude ne sont pas décrits dans la typologie EUNIS à ce jour. Ces habitats sont caractérisés par un substrat meuble grossier avec des sables graveleux et des graviers sableux et l'absence de vase. La macrofaune est dominée par diverses espèces de polychètes dont *Notomastus latericeus, Protodorvillea kefersteini, Syllis mauretanica, Schistomeringos neglecta, Caulleriella spp.* et d'oligochètes *Grania spp.* On retrouve également les crustacés et notamment les amphipodes *Bathyporeia pelagica et Centraloecetes kroyeranus,* les cumacés *Eocuma dollfusi, Cumopsis goodsir et Cumopsis longipes* et l'isopode *Lekanesphaera monodi.* Des nématodes, némertes et des *Actinia sp*. sont également communément observés.

Ces observations rejoignent celles de Beck *et al.* (2015). Ils ont mis en évidence que pour les trois types de sédiments étudiés (sableux, graveleux et mixte graveleux/rocheux) à Blainville-sur-Mer, les communautés de macrofaune benthique étaient dominées par des polychètes et dans une moindre mesure, par les Sipuncula. Plusieurs taxa commun à notre étude ont également été retrouvés et notamment *Goniadella bobretzkii*, *Notomastus latericeus* et les Syllidae.

Ces observations mettent en évidence un manque de connaissance sur ces milieux atypiques, non décrits à ce jour dans la typologie des habitats EUNIS. Au cours de leur étude, Beck *et al.* (2015) ont caractérisé les habitats de leurs zones d'étude pour trois types de sédiments. Au niveau du type sableux, les taxa dominants étaient *Ophelia rathkei* et des Syllidae, correspondant à l'habitat « A2.23

- Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » de la classification des habitats EUNIS (Davies and Moss, 2004). Au niveau de l'habitat graveleux, les deux espèces dominantes étaient *Notomastus latericeus* et *Golfingia vulgaris* alors qu'au niveau de l'habitat mixte graveleux/rocheux, les taxa dominants étaient *Malacoceros girardi* et des Syllidae. Ces deux types d'habitats, ont été caractérisés comme appartenant à l'habitat « A2.42 - Estrans de sédiments hétérogènes riches en espèces » de la classification EUNIS (Davies and Moss, 2004).

Malgré la proximité des zones d'études, les zones échantillonnées ne sont pas les mêmes. Les cortèges d'espèces, bien que présentant certaines similarités, ne permettent pas de caractériser ces mêmes habitats. En effet, les espèces caractéristiques des habitats EUNIS « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » et « A2.42 - Estrans de sédiments hétérogènes riches en espèces » n'ont pas été recensées lors de notre étude. Ces différences mettent en évidence la forte hétérogénéité de la zone et la complexité de ces milieux.

**Effet migratoire et transit sédimentaire**

Les résultats montrent une proportion de palourdes non-pêchables (< 40 mm) plus importante que de palourdes pêchables, pour l'ensemble des zones d'études. Ils montrent que les jeunes individus constituent principalement les populations de palourdes. Ces résultats concordent avec le projet 3POC dans lequel il est montré que le site de Blainville-sur-Mer présente une forte majorité de jeunes palourdes (Basuyaux *et al.,* 2018b). La faible proportion de palourdes de plus de 40 mm pourrait s'expliquer par un effet de migration. Des phénomènes de migrations des bivalves peuvent avoir lieu après métamorphose et fixation primaire, appelées « migrations secondaires » (Forêt, 2018). Le transport sédimentaire et l'hydrodynamisme sont impliqués dans ce processus. L'étude de Basuyaux *et al.,* (2018b) a mis en évidence un déplacement de palourdes par transport sédimentaire sur le secteur de Blainville et de la pointe d'Agon, y compris pour des individus supérieurs à 35 mm. Ce phénomène de migration par transport sédimentaire pourrait également expliquer les variabilités de densités de palourdes et de spisules sur nos zones d'études. Ce processus a été observé chez ces deux espèces sur la Côte Ouest Cotentin (Beck & Dauvin, 2016).

L'effet du transit sédimentaire sur les différentes zones de notre étude peut être plus ou moins important selon les facteurs présents. Des activités de pêche à pied ont lieu sur les zones hors réserve et peuvent accentuer le transit sédimentaire. Les ratissages sédimentaires engendrent une remontée en surface des palourdes, leur permettant ainsi de se déplacer. Cette activité a un effet sur le déplacement des palourdes sur du long terme. L'activité ostréicole peut également influencer le transit sédimentaire et le déplacement des bivalves. En effet, les parcs constituent des obstacles artificiels qui peuvent perturber la courantologie et ainsi modifier le transport sédimentaire. Le transit sédimentaire et la courantologie ne sont pas les seuls paramètres rentrant en compte dans la répartition des communautés de bivalves, notamment des populations de palourdes. En effet le niveau bathymétrique et certains aspects géomorphogéologiques peuvent également avoir un impact sur leur répartition et leur densité.

**Effet lié au recrutement**

Les densités de palourdes au sein de chaque zone et au cours des années sont relativement stables, notamment sur les zones où les activités de pêche à pied sont maintenues (zones A et D). Cela

peut s'expliquer par le phénomène de recrutement. Les larves de palourdes se dispersent et s'installent sur le secteur d'étude (Croguennec, 2021) permettant de reconstituer le stock, puis poursuivent leur croissance jusqu'à être potentiellement pêchées.

Les zones d'études sont intégrées à la masse d'eau HC03, dans laquelle il est observé des courants résiduels de marées qui sont orientés vers le nord et parfois vers l'ouest (Les services de l'Etat dans la Manche, 2014) et qui peuvent être homogènes (Rocq, 2021). Il est possible que l'apport de larves au niveau de la réserve soit limité en raison de l'exportation des larves sous l'effet des forts courants. Les faibles densités de palourdes observées sur la réserve pourraient être liées à un apport de larves limité.

**Effet lié à la longévité**

Après cinq ans de mise en réserve, nous nous attentions à observer des palourdes de plus grosses tailles sur les zones B et C (> 50 mm) et des différences sur les histogrammes des effectifs en taille, entre les zones. Or les fréquences des effectifs de taille montrent des allures similaires entre les zones. De plus, sur les 5 années d'étude, seuls 1,6 % des individus de palourdes prélevés ont une taille supérieure à 50 mm, la majorité étant localisée sur la zone D. Ces observations suscitent un questionnement concernant la durée de vie des palourdes sur notre secteur d'étude. Les palourdes d'une taille de 50 mm sont âgées de 4 à 5 ans. Il est possible que les palourdes aient une taille limite (environ 50 mm) et une durée de vie limitée, pouvant expliquer les faibles densités de palourdes de grosses tailles.

**Effet de compétition**

La survie et le recrutement des palourdes dépendent de la quantité alimentaire et sa disponibilité. Une forte densité d'individus et/ou une faible disponibilité alimentaire peuvent mener à atteindre la capacité d'accueil maximale d'un milieu (Kashiwai, 1995). Dans ce cas, la compétition pour l'espace et la compétition pour la nourriture peuvent altérer la survie, la croissance (Ricklefs & Miller, 1999) ou la condition des individus d'une population. On parle alors de phénomène de densité-dépendance. Les densités de palourdes sont les plus fortes en 2022 et sont les plus faibles en 2020. Il est possible que ce phénomène ait été observé sur ces années.

Chez les poissons, les estimations de la condition des juvéniles sont utilisées pour évaluer la qualité des nourriceries (Amara *et al.,* 2009, 2007 ; Gilliers *et al.,* 2002 ; Vinagre *et al.,* 2008). La condition témoigne de l'embonpoint du poisson. Elle est déterminée par différents indices, dont les indices morphométriques qui prennent en compte le poids et la longueur de l'indice. La relation taille-poids est communément utilisée pour estimer le poids moyen des individus dont on connaît la taille (ou inversement). D'après Fréon (1979), il existe une relation entre la taille et le poids d'un individu tel que : $P(t) = aL(t)b$, avec $L(t)$ la longueur de l'individu au temps $t$ et $P(t)$ le poids de l'individu au temps $t$. Le coefficient $b$ est le coefficient allométrie spécifique de l'espèce et est souvent proche de 3. Lorsqu'il est égal à 3, la croissance est dite isométrique. Dans ce cas, la forme du corps et la densité de l'individu ne varient pas avec l'âge. Dans notre étude, il est supérieur à 3, indiquant que les palourdes de notre secteur d'étude suivent une croissance allométrique positive : le taux de croissance du poids des palourdes est plus important que celui de la longueur. Le coefficient étant plus important en 2020 montre que les palourdes investissent plus dans la croissance de leur poids plutôt que dans

celle de leur taille, par rapport à 2022. Le coefficient *a* correspond au facteur net de condition et témoigne d'un meilleur statut énergétique lorsqu'il est élevé. Ce coefficient est plus élevé en 2022, témoignant d'un meilleur état d'engraissement des palourdes par rapport à 2020.

Il semblerait que la disponibilité alimentaire soit plus importante en 2022. Elle serait à l'origine du meilleur état d'engraissement des palourdes sur cette année-là. Elle aurait également pour effet une meilleure survie des individus, ce qui expliquerait la plus forte densité. A l'inverse, en 2020, la ressource alimentaire pourrait être plus limitée, engendrant ainsi des phénomènes de compétition, ce qui expliquerait les faibles densités de palourdes et leur faible embonpoint.

Nos résultats ont montré que les palourdes partagent l'habitat avec d'autres bivalves. Les palourdes sont amenées à être en concurrence avec ces espèces, pouvant également engendrer des phénomènes de compétitions interspécifiques.

**Effet météorologique**

Les phénomènes météorologiques, telles que les tempêtes, peuvent redistribuer ponctuellement les palourdes, pouvant causer les différences de densités entre les zones et entre les années. Dans le cas où leur redistribution s'effectue sur du substrat rocheux, leur survie peut être impactée puisqu'elles ne peuvent pas s'enfouir ou se protéger des agressions extérieures.

De très faibles densités de bivalves ont été recensées sur notre zone d'étude, notamment pour l'année 2020 qui présente les plus faibles densités. Il a été énuméré 11 tempêtes avec des rafales supérieurs à 100 km/h sur cette année-là. En février 2020, trois tempêtes de fortes rafales ont été observées au niveau de l'ex Basse-Normandie. L'une a eu lieu entre le 09/02/2020 et 11/02/2020, en même temps que les campagnes d'échantillonnages (Annexe 7 – Tempêtes), les deux autres ont eu lieu à la fin du mois. Une autre tempête a eu lieu en amont des campagnes d'échantillonnages automnales, le 02 octobre 2020 (Annexe 7 – Tempêtes).

**Limites de l'études et axe d'amélioration**

La mise en réserve n'a pas permis d'observer l'impact de la pêche à pied sur les populations de palourdes et la faune associée. Les différences observées entre les zones sont liées à de nombreux facteurs comme l'hydrologie, la granulométrie, les activités conchylicoles, etc., il est donc difficile de discriminer l'effet d'une interdiction de la pêche à pied sur une zone et donc de la réserve. Il semble nécessaire de prendre en compte les facteurs externes lors de la mise en place d'une nouvelle réserve, afin de limiter les variables qui peuvent influencer l'effet étudié, en l'occurrence ici, l'effet de la pêche à pied sur la reconstitution du stock de palourdes.

L'effet de la crise sanitaire liée au COVID-19 est également à considérer. Les observations de l'année 2020 sont biaisées puisqu'en raison du confinement, les activités de pêche à pied récréative étaient interdites aussi bien sur la réserve que sur les zones en dehors de la réserve.

Notre étude porte sur les palourdes pêchées dans la région ouest Cotentin. Deux espèces principales sont retrouvées, il a été décidé, lors de notre étude, de ne pas distinguer les deux espèces *Ruditapes decussatus* et *Ruditapes philippinarum* qui sont morphologiquement et écologiquement très

proches. La différenciation de la palourde européenne et de la palourde japonaise est difficile, étant donné qu'elles peuvent s'hybrider entre elle (Hurtado *et al.*, 2011).

Compte tenu de l'importance que revêt la nature du sédiment dans la composition de la communauté, le prélèvement pour la granulométrie, réalisé sur 5 cm, alors que les bivalves sont prélevés sur 15 cm, est un biais à considérer. En effet, les bancs de sable superficiels étant très mobiles, ils ont tendance à recouvrir le substrat plus grossier (Hinschberger, 1996 ; Lafond, 1986).

Les analyses granulométriques ont été réalisées au niveau des points de prélèvement de macrofaune benthique. Les sites étant très hétérogènes, il aurait été intéressant d'analyser les caractéristiques granulométriques de chaque point d'échantillonnage de bivalves. Ces nouveaux éléments auraient sans doute permis de mieux faire le lien entre les paramètres sédimentaires et les densités de palourdes. Ces données auraient également apporté des renseignements pour la détermination des habitats. Nos résultats ont permis d'identifier pour chaque zone une typologie du substrat et une liste d'espèces caractéristiques. La combinaison de ces informations ne permet pas de définir un habitat EUNIS pour chacune des zones. Il semblerait que notre secteur d'étude soit caractérisé par des habitats particuliers, non recensés sur EUNIS à ce jour. Une étude plus approfondie concernant les habitats situés entre Blainville-sur-Mer et Annoville pourrait être pertinente.

# Eléments du cycle biologique de la palourde

## I- Indice de remplissage

L'indice de remplissage des bivalves est défini comme le poids de chair divisé par le poids de coquille, il peut être réalisé en poids frais ou en poids sec. Plus l'indice est élevé, plus l'animal a de chair. L'analyse en poids sec permet de s'affranchir de la problématique de l'égouttage et d'avoir des résultats avec une meilleure reproductibilité. Cet indice permet notamment d'identifier avec précision la période de reproduction. Pour cela, un prélèvement tous les 2 mois est réalisé durant les 5 années d'étude. Cette fréquence est accélérée entre la mi-juin et la mi-août pour obtenir la date précise d'émission des gamètes. Chaque échantillonnage est composé de 30 palourdes prélevées sur le site de Blainville-sur-mer. Elles sont mesurées, pesées et disséquées (poids frais et sec). Ces palourdes seront également utilisées afin de déterminer la prévalence de l'anneau brun. Une étude génétique sur quelques échantillons sera réalisée afin d'identifier éventuellement des hybrides entre l'espèce japonaise et européenne. Quelques prélèvements sont également réalisés sur le site de production situé à Chausey.

L'indice de condition en poids frais montre que les palourdes ont un taux de remplissage maximum en été avec environ un remplissage d'environ 16-18% et un minimum en hiver d'environ 10-12%. Le signal est parfois difficile à interpréter sans doute dû au manque de précision de cet indice réalisé en poids frais. Ainsi, l'utilisation de l'indice de condition en poids sec permet d'augmenter sensiblement la précision. Toutefois, cet indicateur est plus « parlant » pour les pêcheurs à pied.

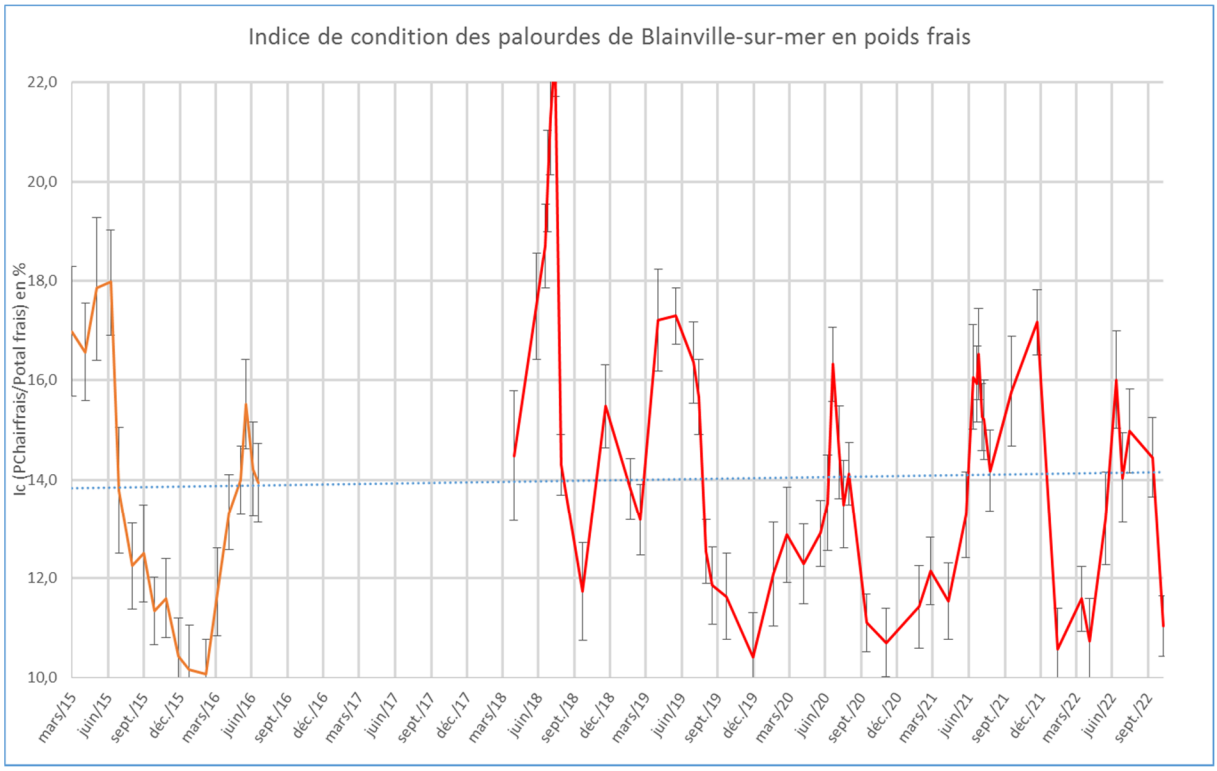



*Figure 29 : Indice de condition (moyenne et IC95) des palourdes en poids frais à Blainville-sur-mer [en rouge (cette étude) & orange (3POC)]*

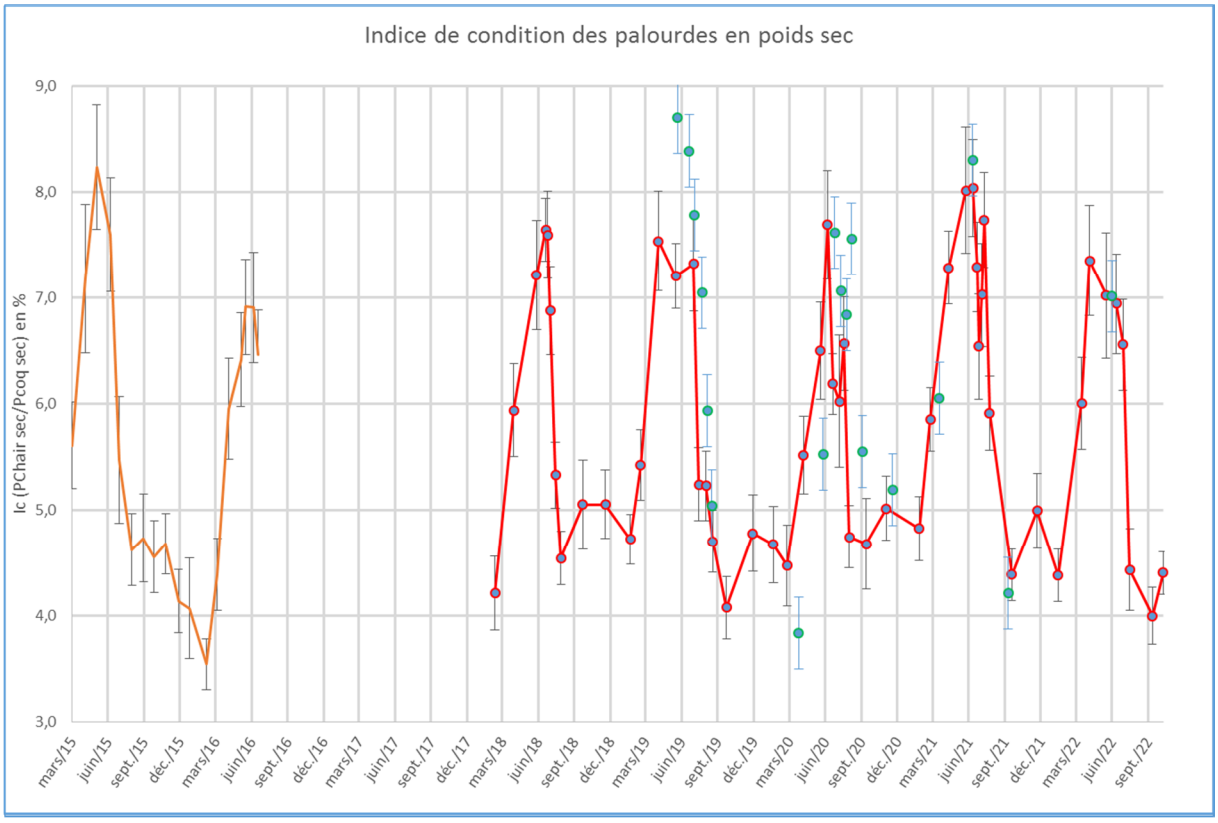



*Figure 30 :: Indice de condition (moyenne et IC95) des palourdes en poids sec à Blainville-sur-mer [en rouge (cette étude) & orange (3POC)] et à Chausey (rond bleu)*

L'indice de remplissage est comparé aux données obtenues en 2015 et 2016 dans le programme 3POC (Fig. 16) ainsi qu'aux données obtenues avec les palourdes d'élevage de Chausey.

Cet indice augmente sensiblement au printemps pour atteindre son maximum en en début d'été avec une valeur voisine de 7.5. A cette période, l'émission des gamètes a eu lieu, en faisant chuter cet indice. Une augmentation de cet indice est de nouveau visible en 2019, 2020, 2021 ainsi qu'un épaulement en 2022 laissant suggérer la possibilité une seconde émission des gamètes.

Les prélèvements réalisés sur Chausey montrent une tendance similaire mais avec peut être un léger décalage de quelques semaines visible en 2020 : Les palourdes de Chausey montant un retard par rapport aux palourdes de Blainville-sur-mer.

*Tableau 14 : Valeurs maximales de l'indice de condition observés chaque année à Blainville-sur-mer*

| | 1er pic | 2nd pic |
|---|---|---|
| 2015 | 20 mai | - |
| 2016 | 20 juin | - |
| 2018 | 11 juillet | - |
| 2019 | 19 avril | 18 juillet |
| 2020 | 23 juin | 4 aout |
| 2021 | 28 juin | 27 juillet |
| 2022 | 21 avril | (14 juin) |

## II- Pathologie de la palourde

En juillet 1987, un épisode de mortalité de masse de Ruditapes philippnarum est observé dans un parc vénéricole en Bretagne et se propage rapidement à toute la côte française (Paillard, 2004). Les palourdes possèdent un symptôme particulier : la présence d'anneaux bruns sur la face interne des valves, vers le bord de la coquille. La maladie est appelée « Maladie de l'Anneau Brun » en référence aux symptômes qu'elle provoque (Paillard et Maes, 1990). Cet anneau correspond à de conchyoline, normalement sécrété par l'animal et étant un composé participant à la biominéralisation, mais qui dans le cas d'une infection s'accumule sur la surface interne de la valve pour y créer un dépôt de couleur brune (Paillard, 2017). En 1990, le pathogène provoquant la maladie est identifiée comme une bactérie du genre Vibrio, qui adhère à la surface du périostracum de la palourde et empêche le processus de biominéralisation (Paillard et Maes, 1990). Il est retrouvé en grande concentration dans les dépôts de conchyoline et immunodéprime l'animal en diminuant et neutralisant à terme les hémocytes recrutés aux endroits infectés. Afin de se protéger de cette attaque bactérienne et survivre, la palourde a recours à un procédé appelé la « nacrezation » dont le principe, à l'instar de l'huître, est d'enrober les pathogènes présents dans la conchyoline avec des couches calcifiées, afin de les contenir et éviter la multiplication et la propagation de Vibrio tapetis à d'autres aires non contaminées (Paillard, 2017). En laboratoire, il a été possible d'induire la maladie aux palourdes en inoculant Vibrio tapetis dans leurs tissus. En inoculant V. tapetis dans le muscle adducteur ou dans la cavité extra-palléale, une

forte mortalité allant jusqu'à 100% des palourdes inoculées a pu être observée (Allam et al, 2002). La maladie de l'anneau brun provoquée par Vibrio touche également Ruditapes decussatus et d'autres mollusques, mais également les poissons comme le flétan (Paillard, 2004). Désormais, la maladie est toujours présente en France mais aussi dans d'autres pays d'Europe comme l'Italie, ou des pays hors Europe comme les Etats-Unis ou la Corée (K. Park, 2006). La maladie, de par sa prévalence accrue en hiver, a été qualifiée de maladie d'eau froide. Lorsque la température excède les 27°C, la croissance de la bactérie est stoppée et passé les 30°C, V. tapetis meurt. Cependant, des recherches plus récentes ont démontré par des modèles une sévérité de la maladie de l'anneau brun plus accrue dans des scénarii où la température augmentait de 2°C en hiver ou de 1-2°C en été, suggérant que le réchauffement des eaux dû au dérèglement climatique n'endiguera pas le développement de la maladie, voire la favorisera dans le futur (Paillard et al, 2014).

L'objectif était de faire un diagnostic de la maladie concernant la palourde japonaise sauvage de Blainville-sur-mer de 2019 à 2022. Le but était donc de déduire la prévalence et le taux de guérison, et les liens qu'entretient la maladie avec la physiologie de l'hôte, ainsi qu'avec les facteurs environnementaux.

## II.1- .Matériels et méthodes

### II.1.1. Palourdes

#### *II.1.1.1- Origine des palourdes et prélèvement*

Les palourdes étudiées ont été prélevées dans le golfe normano-breton, à proximité de la côte de Blainville, aux coordonnées approximatives de 49°4'24'' N 1°36'58'' W . Les prélèvements ont eu lieu 9 fois en 2019, 8 fois en 2020, 8 fois en 2021 et 1 fois en 2022, effectués par le SMEL. A l'aide d'un râteau, 30 palourdes ont été prélevées pour chaque lot, et seules les palourdes japonaises de 40 mm ou plus ont été sélectionnées.

#### *II.1.1.2. Mesures biométriques*

Une fois pêchées, des mesures ont été effectuées sur les palourdes juste après leur prélèvement ou quelques heures après. Dans le cas où les mesures se faisaient ultérieurement, les palourdes ont été gardées jusqu'à leur mesure dans un bassin d'eau de mer aérée. Les poids frais total, de chair et de coquille ont été mesurés, ainsi que les poids secs de chair et de coquille, et ce pour chaque individu. La longueur, largeur et hauteur des individus ont également été mesurés. Enfin, à partir du poids de chair et de coquille, un indice de condition a été calculé :

$$IC = \text{Poids de chair} / \text{Poids de coquille}$$

#### *II.1.1.3. Diagnostic de la MAB*

Les palourdes examinées sont donc reçues vides, sans muscles, et c'est à partir de leur coquille la reconnaissance de la maladie se fait. Le diagnostic et l'établissement du stade degré d'infection (CDS) de la MAB ont été basés sur la méthode établie par Paillard et Maes en 1994. La méthode consiste décomposer la valve en plusieurs compartiments (Fig.31), 3 compartiments étant périphériques (Pa, Pv et Pp), et 3 autres centraux (S, C et SA). Ensuite, la surface interne des valves est

examinée à la loupe binoculaire afin d'observer s'il y a présence de conchyoline ou non. Cette dernière se caractérise par un dépôt allant du jaune orangé au brun foncé adhérant à la coquille et ne s'enlevant pas avec le nettoyage de la coquille par l'eau, permettant de ne pas la confondre avec d'éventuelles saletés comme du périostracum ou du muscle résiduel adhérant encore à la coquille.

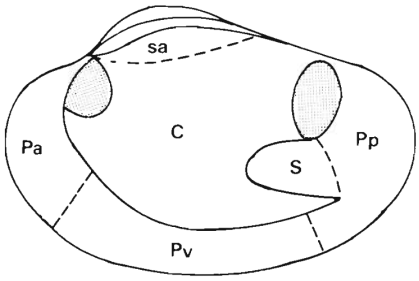



*Figure 31 : Schéma de la compartimentation de la face interne d'une valve de palourde. C : central, S : sinus, SA : sub-articulaire, PP : périphérique postérieur, PV : périphérique ventral, PA :périphérique antérieur (Paillard et Maes, 1994)*

Afin de lutter contre l'infection la palourde à recours à de la réparation coquillière. Le degré de cette réparation est une composante importante du diagnostic de la maladie et est décomposée en 3 stades de réparation : le stade 1 représente de petites billes calcifiées au niveau du dépôt, le stade 2 est associé à la formation de plaques calcifiées recouvrant partiellement la conchyoline, et 3 étant lorsque ces plaques recouvrent en totalité le dépôt brun (Fig. 32). Il existe également un stade intermédiaire, le stade 2.5, qui est établi lorsque le recouvrement de la conchyoline par les plaques calcifiées est quasi-total, ou lorsqu'il y a de petites reprises de conchyioline à peine visibles sur les couches calcifiées. Sachant que la réparation coquillère intervient également afin de recouvrir des débris comme du sable et de la vase, il est primordial de percer la coquille à l'aide d'une aiguille à dissection lorsque le stade 3 de réparation est observé, afin de savoir si de la conchyoline se trouve en dessous. Si de la conchyoline est observée, l'examinateur doit préciser dans quel compartiment elle se trouve, et le stade de réparation coquillère y étant associé. Une fois tous les compartiments d'une valve examinés, un stade de réparation coquillère moyen est calculé. Le stade de réparation associé à l'individu correspond à la moyenne des SRS des 2 valves. L'indice de l'étendue du dépôt (EI) est obtenu en additionnant le nombre de compartiments touchés, les 2 valves confondues, en comptant les compartiments centraux pour 2. A cet indice est associé l'épaisseur du dépôt allant de 1 à 4 : à 1, le dépôt est invisible à l'œil nu, à 2 le dépôt est fin ou sous forme de petites taches, à 3 il est inférieur à 1mm et à 4 il est supérieur à 1mm. Selon l'épaisseur, il est possible de moduler l'EI, qui devient un indice d'étendue et de l'épaisseur du dépôt (TEI) (Tab.15). A partir de la valeur du TEI, un stade de maladie allant de 1 à 7 est déterminé, aussi appelé CDS pour *Conchiolin Deposit Stage* (Fig.33). Lorsque la totalité de la conchyoline présente chez un individu est recouverte par les plaques calciques, l'individu est considéré guéri (Tab.16). La prévalence de la maladie par lot et donc pour chaque mois est représenté par le pourcentage de palourdes affectées par la maladie, incluant donc les palourdes malades et celles guéries rencontrées lors de l'observation du lot. Les palourdes dont au moins l'une des valves était cassée n'ont pas été examinées. Les individus examinés considérés comme présentant des anomalies, notamment dentaires, ont été mis de côté et pris en photo à l'aide du stéréomicroscope Zeiss Lumar.V12 et du logiciel AxioVision.

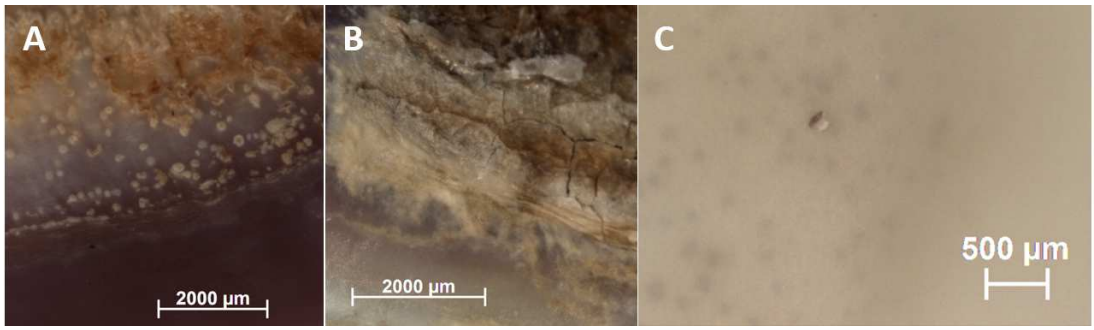



*Figure 32 : Photographie des différents stades de SRS rencontrés durant les observations.*

*A : SRS = 1, B : SRS = 2, C : SRS = 3*

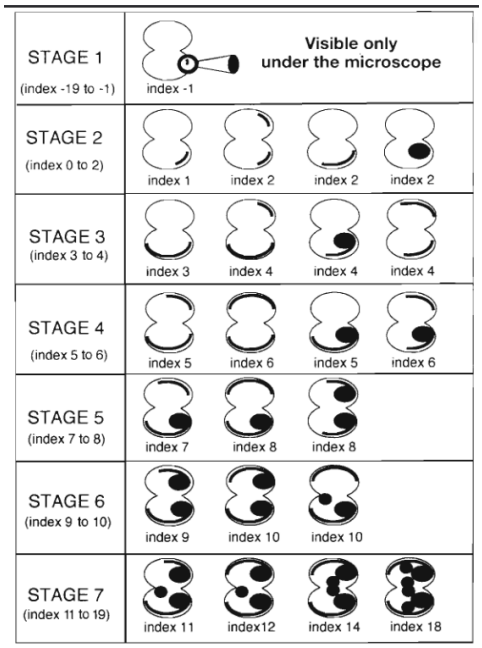



*Figure 33 : CDS attribué en fonction du TEI (Paillard et Maes, 1994)*

*Tableau 15 : TEI attribué en fonction du EI et de l'indice d'épaisseur établi (Paillard et Maes, 1994)*

(1) TEI = −EI
(2) TEI = EI − 1
(3) TEI = EI
(4) TEI = EI + 1

*Tableau 16 : Etat attribué à l'individu en fonction de son CDS et de son SRS*

| CDS | SRS | Etat |
|---|---|---|
| 0 | 0 | Saine |
| =< 1 | < 3 | Malade |
| 0 | 3 | Guérie |

### II.1.2- Paramètres environnementaux

Blainville possède une station appartenant au le réseau HYDRONOR, permettant un suivi hydro-biologique régulier chaque année par le SMEL. Parmi les données collectées, la température et les données chimiques comme le taux de matière organique ou en suspension, d'oxygène et de chlorophylle a ont été mesurés.

### II.1.3- Tests statistiques

Les données ont été traitées à l'aide de tests statistiques. Afin de voir si des différences significatives étaient présentes, les données ont vu leur normalité et leur homoscédasticité préalablement testées, respectivement avec un test de Shapiro-Wilk et un test de Bartlett. Si les données étaient paramétriques (p-value > 0.05 pour les tests de Shapiro-Wilk et de Bartlett), un test ANOVA était fait, suivi d'un posthoc si y il avait plus de 2 échantillons testés. Dans le cas où les données étaient non-paramétriques, un test de Kruskal-Wallis était réalisé suivi d'un test de Nemenyi si il y avait plus de 2 échantillons. Concernant les corrélations, celles-ci ont été faites avec le test de Spearman dans le cas où les données étaient paramétriques, et avec le test de Pearson lorsqu'elles étaient non-paramétriques. Des analyses en composantes principales et des modèles linéaires généralisés ont été également fait. Tous ces tests ont été réalisé à partir de RStudio. exceptées les ACP qui ont été réalisée avec l'extension RCommander sur R 4.2.0.

## II.2- Résultats

Certaines palourdes étant cassées et donc inexploitables, les effectifs des lots sont différents entre eux, un tableau récapitulatif des effectifs de chaque lot et chaque année a donc été fait (Tab.17). Au total, le nombre de palourdes prélevées entre 2019 et 2022 s'élève à 678.

*Tableau 17 : Nombre de palourdes examinées par lot, pour chaque mois et chaque année*

| | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Jun | Jul | Aou | Sep | Oct | Nov | Dec | **Total** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2019 | | 27 | 28 | 12 | | 30 | 30 | 29 | 27 | 26 | | 11 | **220** |
| 2020 | | 22 | 22 | 26 | | 12 | 28 | 26 | 30 | | 30 | | **196** |
| 2021 | | 30 | 30 | 30 | | 29 | 30 | 30 | | 30 | | 27 | **236** |
| 2022 | 26 | | | | | | | | | | | | **26** |

### II.3.1- Effet date

#### *II.3.1.1- Prévalence*

Entre 2019 et 2022, nous pouvons constater une prévalence pouvant aller de 28,5% (en 2019) à 34,8% (en 2020), avec une baisse maximale en 2022 avec 46,2% de prévalence, mais seulement un lot pour représenter l'année ce qui n'en fait pas une donnée fiable pour être comparée avec celles des autres années. Nous pouvons considérer une légère hausse de la prévalence entre les années 2019 et 2020-2021, mais les prévalences annuelles ne sont pas significativement différentes (anova, p-value = 0.272) Il n'y a également pas de différence significative concernant le proportions de guéries (KW, p-

value = 0.4518) entre les années (Fig.34).Concernant les saisons, la prévalence semble plus forte en hiver que pour les autres saisons : 40% en hiver contre 30% pour les autres saisons, mais les analyses statistiques ne démontrent aucune significativité dans les différences entre les variances par saison (anova, p-value = 0.582). De même, les taux de guéries ne sont pas significativement différents entre les saisons (KW, p-value = 0.1513) (Fig. 35).

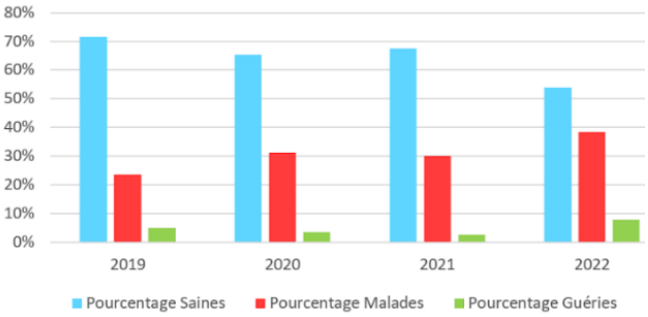



*Figure 34 : Proportion de MAB en fonction de l'année, de 2019 à 2022*

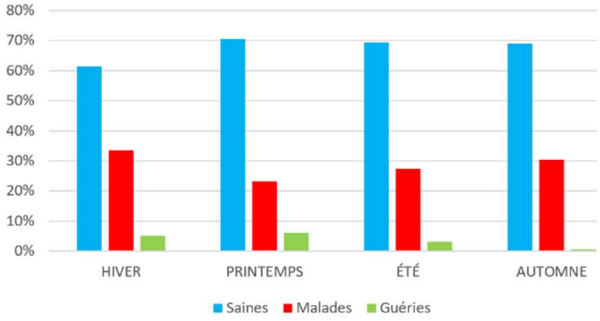



*Figure 35 : Proportion de MAB en fonction de la saison*

### II.3.1.2. *Degré de sévérité de l'infection / Conchiolin Deposit Stage (CDS)*

Concernant la moyenne mensuelle des CDS d'individus touchés par la maladie, incluant donc les palourdes malades et les guéries, nous pouvons constater des moyennes hautes en avril et en août en 2019, et les moyennes les plus basses en mars, en septembre et en décembre. En 2020, les moyennes les plus hautes se situent en mars et en août, et la plus basse en février. Enfin en 2021, les moyennes les plus hautes se trouvent en juin et en décembre, et les plus basses en février et en mars. Les moyennes les plus hautes semblent se concentrer en pic, au printemps et en été, mis à part pour décembre 2021. Quant aux moyennes basses, elles semblent se situer en hiver et au début du printemps, mis à part pour septembre 2019. Nous pouvons noter également que les moyennes de mars font à la fois partie des plus élevées en 2020 et des plus basses en 2019 et 2021. Le nombre d'individus malades est insuffisant pour certains mois pour effectuer des analyses statistiques sur ces données (Fig. 36)

Les moyennes de CDS à partir de l'intégralité du lot, donc individus sains, malades et guéris confondus, présentent des valeurs très élevées en octobre pour les années 2019 et 2021, et en mars pour 2020. Les analyses statistiques démontrent des différences supposées significatives (test de

Kruskal-Wallis, p-value < 0.05 mais test de Nemenyi > 0.05) entre le CDS moyen élevée d'octobre et les CDS bas de mars et septembre en 2019. De la même manière, il y aurait des différences significatives entre le mois d'octobre et les mois de mars et de juillet en 2021. Quant à 2020, aucune différence significative entre les CDS n'a été trouvée (KW, p-value = 0.177) (Fig. 37).

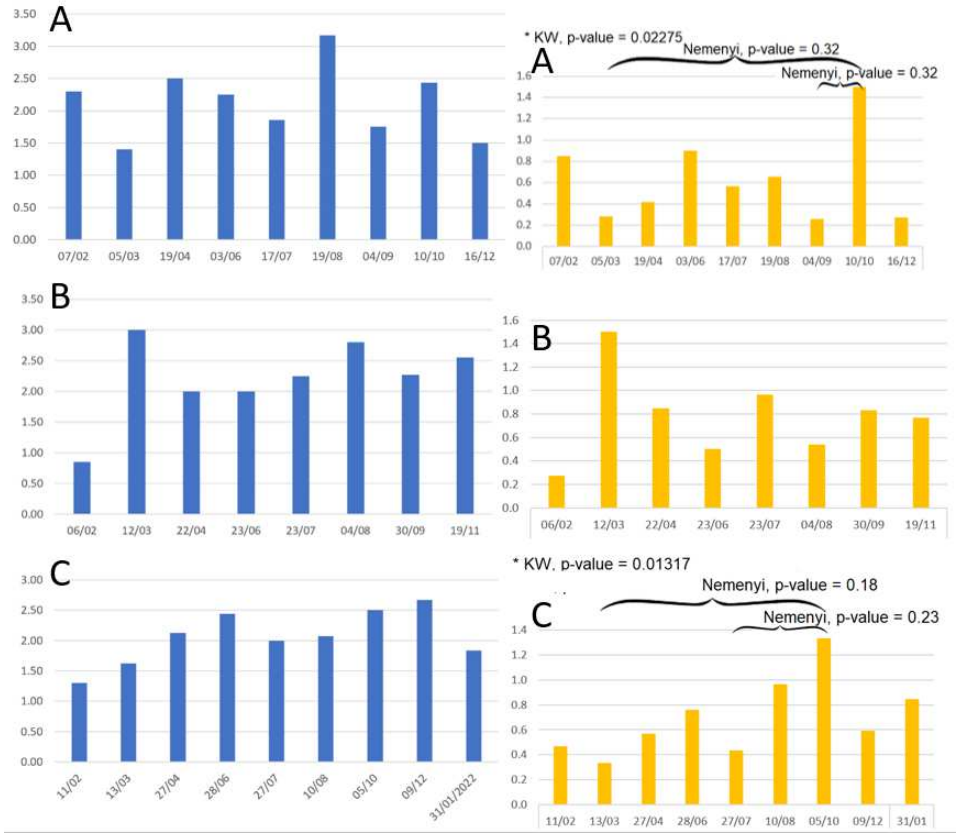



*Figure 36 (en bleu): Moyenne des CDS de malades par mois. A : 2019 , B : 2020, C : 2021-2022*

*Figure 37 (en jaune): Moyenne des CDS totaux par mois. A : 2019 , B : 2020, C : 2021-2022*

Si nous considérons les proportions des différents stades de CDS en fonction de l'année, il semble que les proportions soient constantes entre les années. Les stades peu élevés, de 0 à 3 sont les plus abondants et représentent environ 80% des palourdes infectées. Les stades élevés, de 4 à 7 représentent une minorité, et représentent environ 15% des palourdes infectées (Fig. 38).

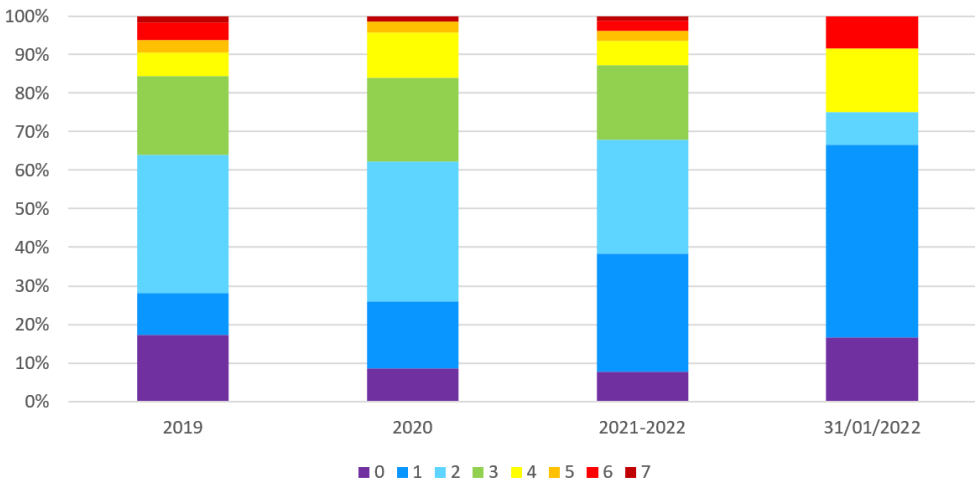


*Figure 38 : Proportion des différents degrés de sévérité de l'infection (CDS) par année*

### *II.3.1.3. Réparation coquillère face à la maladie de l'anneau brun / Shell Repair Stage*

En ne considérant que les SRS des individus malades, les moyennes les plus hautes sont celles d'avril et d'octobre en 2019, d'avril et de novembre en 2020 et de mars en 2021 et de janvier en 2022. Quant aux moyennes de SRS les plus basses, elles se produisent en février et en décembre pour 2019, en août et septembre 2020 et en août et octobre 2021. Il semble alors que les valeurs les plus hautes soient au printemps et vers la fin de l'automne, et les valeurs les plus basses soient atteintes vers la fin de l'été et début automne, ainsi qu'en hiver (Fig. 39).

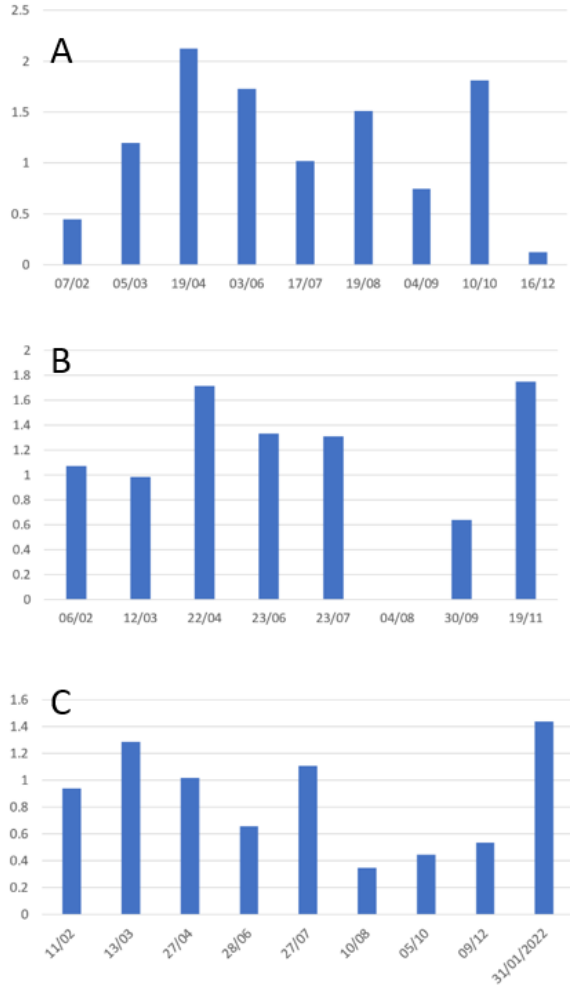
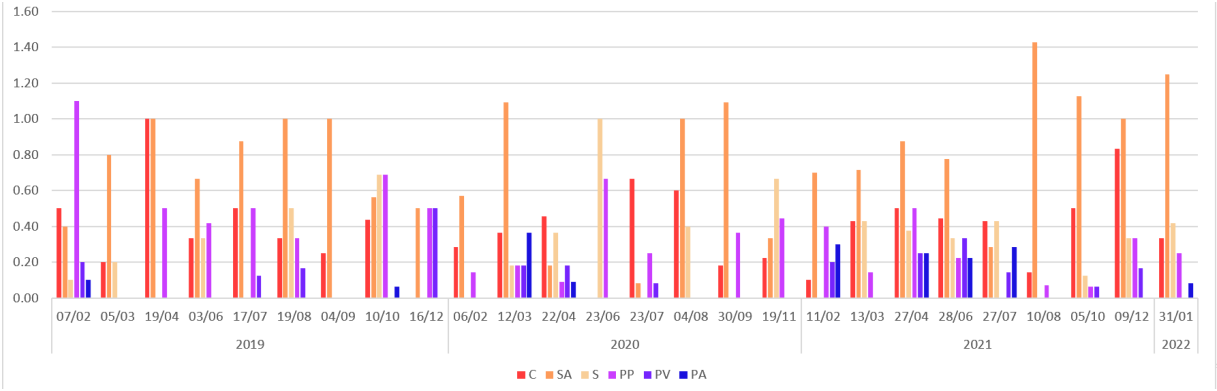



*Figure 39 : Moyenne des SRS de malades par mois. A : 2019 , B : 2020, C : 2021-*2022

### *II.3.1.4. Fréquences et proportions de zones infectées*

En observant la quantité moyenne de valves touchées en fonction des zones, nous pouvons remarquer la forte prédominance de la zone sub-articulaire, en orange, ainsi que plus occasionnellement celle du sinus, en beige. Parmi les zones périphériques, c'est la partie postérieure, en bleu marine, qui est la plus abondante, bien que sa moyenne ne dépasse que rarement celles des zones centrales. Il ne semble pas y avoir de périodicité dans les abondances d'infection des zones (Fig. 40).

*Figure 40 : Nombre moyen de valves touchées par zone et par palourde de 2019 à 2022*




Si les abondances d'infection de chaque zone sont rassemblées en proportions par années, nous pouvons constater une proportion plus importante de zones centrales touchées (visualisées avec des couleurs chaudes) que de zones périphériques (visualisées avec des couleurs froides), environ 70-75% contre 30-25%. La proportion de zones centrales touchées augmente légèrement de 2019 à 2020, passant de 69% à 76%. Quant à la proportion de zones périphériques postérieures touchées, elle semble diminuer au fil des années, passant de 26% en 2019 à 10% en 2021 (Fig. 41).

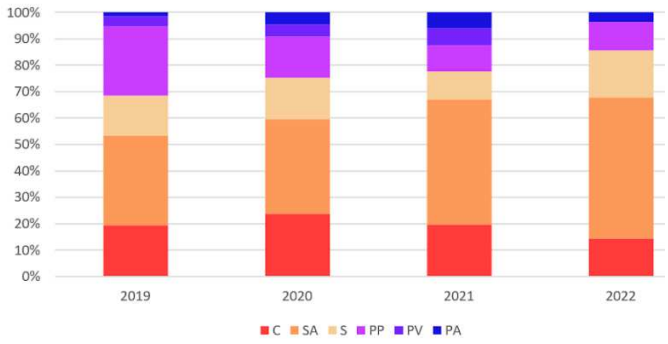



*Figure 41 : Proportion des différentes zones touchées en fonction de l'année*

### *II.3.1.5. Indice de condition*

L'indice présenté ici est l'indice de condition calculé à partir des poids secs de chair et de coquille, afin d'éviter les fortes variations de valeurs de poids frais, dûes à la teneur variable en eau des tissus. L'indice de condition varie en fonction du temps, et ce de façon significative pour de

nombreux mois. Par soucis de lisibilité, nous avons choisi de ne représenter que les baisses significatives d'indice de condition. Les tests réalisés étaient des tests de Kruskal-Wallis, suivis de tests de Nemenyi. En 2019, l'indice de condition baisse de façon non significative d'avril à juin, puis de façon significative de juillet à août. Au cours de 2020, l'indice de condition connait une baisse significative entre août et septembre. En 2021, l'indice de condition baisse continuellement entre les mois de juin et d'octobre, de façon significative entre les mois de juin et d'août, les mois de juillet et d'octobre, et enfin les mois d'août et d'octobre. Nous pouvons remarquer que la baisse significative de l'indice de condition se produit durant l'été et peut se prolonger jusqu'en en automne. Il est aussi à noter que la baisse de l'indice de condition s'étire sur une plus longue période de temps pour l'année 2021 que pour les deux autres années : 4 mois en 2021 contre 2 mois pour 2019 et 2020 (Fig. 42).

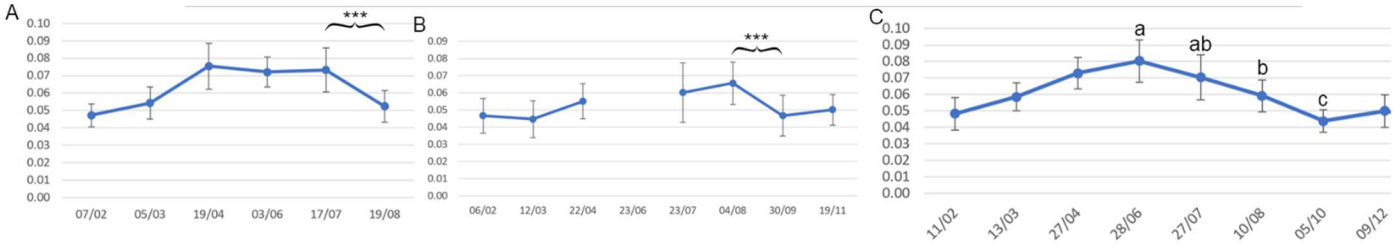



*Figure 42 : Indice de condition moyen en fonction du mois. A : 2019, Nemenyi p-value = 0.000, B : 2020, Nemenyi p-value = 0.000, C : 2021, Nemenyi, p-value a-b = 0.00018, p-value a-c = 0.000, p-value b-c = 0.00046*

## II.3.2. Interactions entre les données biologiques

### *II.3.2.1. En rapport avec l'état de santé*

Les données d'indices de condition et de longueurs de toutes les années ont été mises en commun afin d'avoir suffisamment de données, et ont été scindées en moyennes correspondant aux trois états de santé que peut avoir la palourde : saine, malade ou guérie. La figure 43 permet de voir une différence entre les indices de condition : les palourdes malades ont l'indice de condition moyen le plus faible (IC = 0,056), suivi des palourdes saines (IC = 0.058), et ce sont les palourdes guéries qui détiennent la moyenne d'indice de condition la plus élevée (IC = 0.064). Cependant, les tests statistiques ne démontrent aucune différence significative entre les indices de conditions moyens associés avec les différents états de santé. Quant à la longueur, elle est la plus petite lorsque la palourde est guérie (L = 42.9 mm) et elle est la plus importante lorsque la palourde est malade (L = 44.6 mm). Pour ce qui est des palourdes saines, leur longueur moyenne est de 43.8 mm. La p-value du test de Kruskal-Wallis est de 0.01388, ce qui amène à un test de Nemenyi (Fig. 44). Statistiquement, les palourdes guéries sont donc significativement plus petites que les palourdes malades. En revanche il n'existe pas de différences significatives entre les longueurs de palourdes malades ou guéries et les palourdes saines.

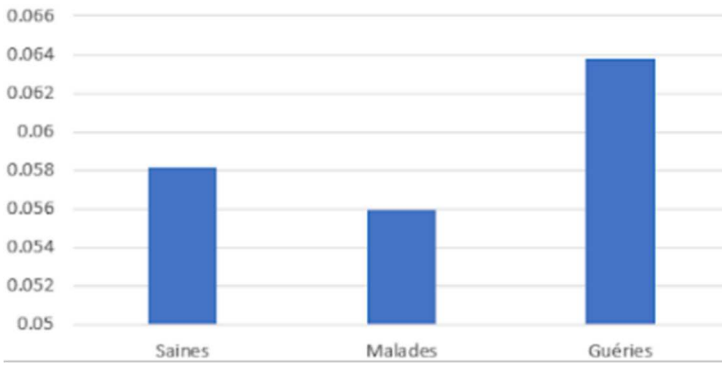



*Figure 44 : Indice de condition moyen en fonction de l'état de santé*

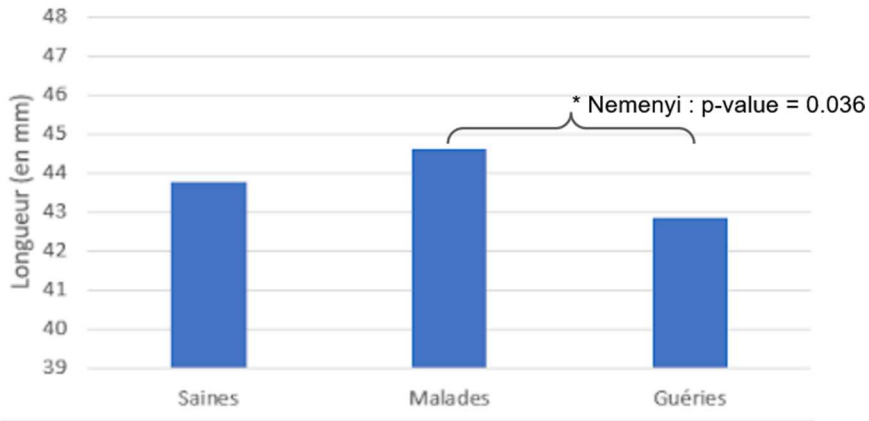



*Figure 45 : Longueur moyenne en fonction de l'état de santé*

### *II.3.2.2. En rapport avec le CDS et le SRS*

Le SRS d'un individu étant une moyenne, ses catégories sont trop multiples pour être représentés graphiquement ou comparées par tests statistiques, du fait du nombre insuffisant d'individus dans chaque catégorie. Le CDS d'un individu allant de 0 à 7 et n'autorisant que les nombres entiers, la comparaison des différents CDS est possible.

Lorsque la longueur des palourdes infectées est mise en relation avec le CDS, nous pouvons constater une longueur au stade 0 plus petite que celle des autres stades. Les longueurs les plus importantes sont celles des stades 5 et 6, mais la plus faible, après celle du stade 0 est celle du stade 7. L'analyse statistique permet de remarquer qu'il n'y a pas de différences significatives entre les longueurs des stades 1 à 7, en revanche les palourdes en stade 0, donc guéries, sont significativement plus petites que celles en stade 1 (Fig.46). Quant à l'indice de condition, il n'est pas significativement différent en fonction du CDS (KW, p-value = 0.7155). Les indices de condition sont les plus importants aux stades 5 et 7, mais le stade 6 est celui avec l'indice de condition le plus faible (Fig. 47).

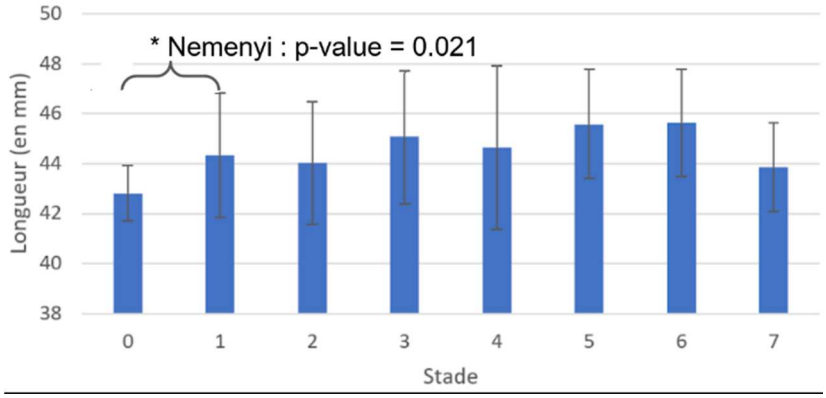



*Figure 46 : Longueur moyenne en fonction du CDS des palourdes malades et guéries*

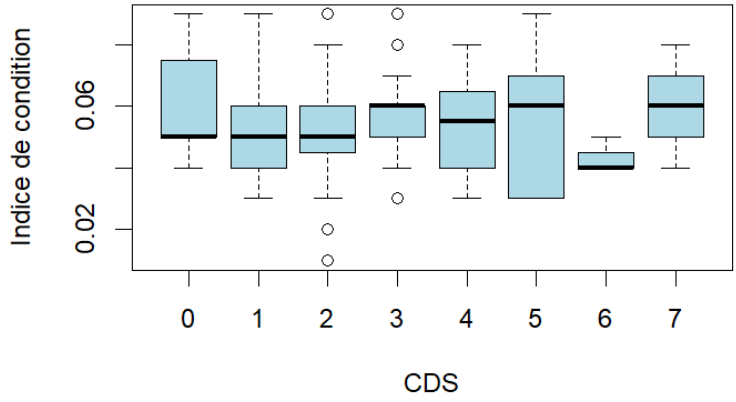



*Figure 47 : Indice de condition moyen en fonction du CDS des palourdes malades et guéries*

### *II.3.2.3. Corrélations entre les données biologiques*

Des tests de corrélations ont été fait entre les stades de SRS et de CDS et les indices de condition et les longueurs des individus malades. En considérant que les corrélations sont importantes avec une valeur de rho inférieure à -0.60 et supérieure à 0.60, il n'y a aucune corrélation notable entre ces données (Tab. 18).

*Tableau 18 : Valeurs de rho pour chaque test de corrélation :*

| **Valeur de rho** | **CDS** | **SRS** |
|---|---|---|
| **Indice de condition** | 0.16549 | 0.09316 |
| **Longueur** | 0.02598 | -0.20948 |

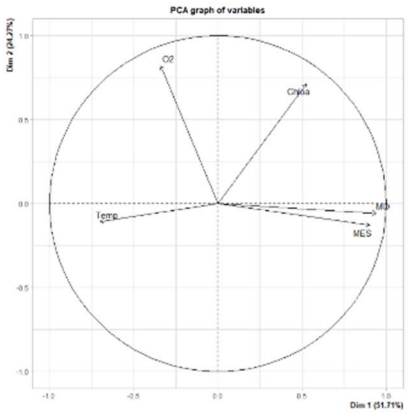
## II.3.3. Interactions des données physiques et chimiques entre elles

Afin de visualiser les interactions et corrélations entre les différentes données physiques et chimiques que sont la température, le taux d'oxygène, le taux de chlorophylle a et les taux de matière

en suspension et matière organique, des ACP ont été faites en fonction des données mensuelles, et les saisons ainsi que les années ont été colorées.

Le graphique de corrélation des variables indique les corrélations entre les différents paramètres. Ainsi, les taux de MO et de MES sont fortement corrélés positivement entre eux, et corrélés négativement avec la température. Cette dernière est corrélée légèrement positivement avec le taux d'oxygène, et les taux de MES et de MO sont corrélés légèrement et positivement avec le taux de chlorophylle a. Les taux d'O2 et de chlorophylle a sont également corrélés positivement à 31%. L'axe 1 est donc composé majoritairement par la température et les taux de MES et de MO, alors que l'axe 2 est composé majoritairement du taux d'O2 et de chlorophylle a (Fig. 48).

*Figure 48 : Graphique de corrélation des variables d'HYDRONOR*




Nous pouvons constater que les saisons se confondent au niveau des paramètres, excepté le printemps dont le mois de mars dénote énormément du reste. En effet, celui-ci comporte des taux d'O2 et de chlorophylle a beaucoup plus élevés que les autres mois. De façon prévisible, les mois d'été possèdent une température plus élevée que les mois d'hiver, et les mois d'automne et de printemps possèdent des températures intermédiaires. Nous pouvons tout de même noter que la plupart des mois comportent des taux d'O2 et de chlorophylle a similaires, excepté mars comme précédemment cité (Fig. 49). Si nous découpons ces données en fonction des années, nous pouvons alors remarquer que l'hiver 2019 a été particulièrement froid et donc riche en MES et MO comparé aux autres années. Novembre et décembre 2019 ont été aussi des mois pauvres en O2 et en chlorophylle a. Nous pouvons également soulever que le mois de mars se distingue des autres données pour toutes les années (Fig. 50).

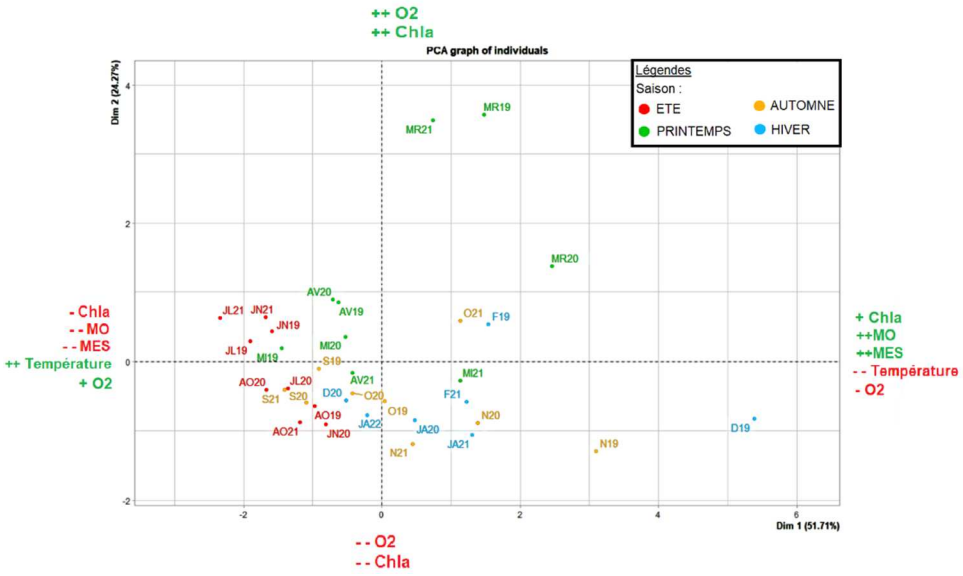



*Figure 49 : ACP des données d'HYDRONOR en fonction des mois, les saisons colorées*

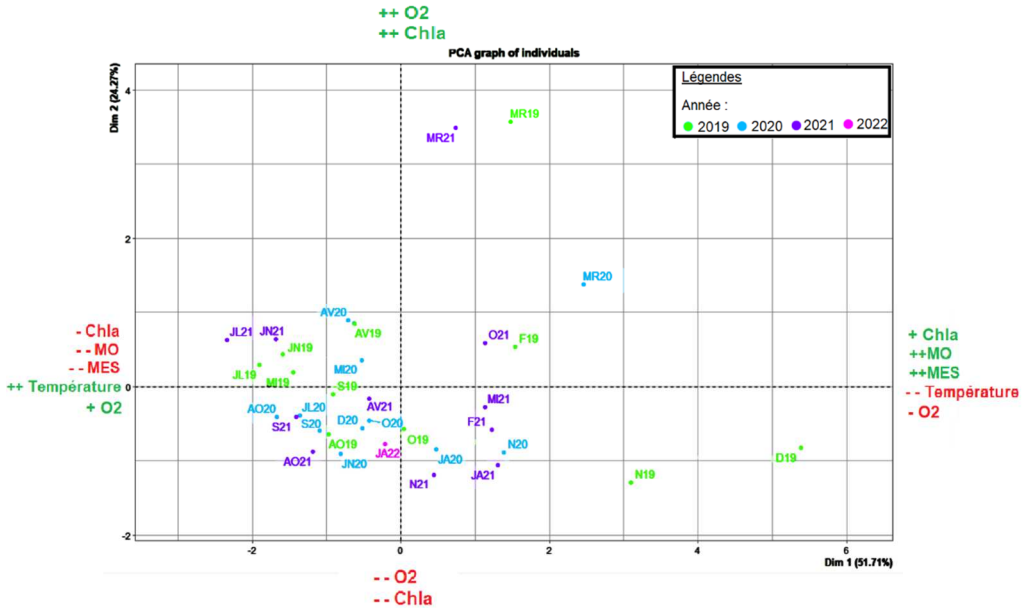



*Figure 50 : ACP des données d'HYDRONOR en fonction des mois, les années colorées*

### II.3.3. Interactions des données biologiques et des facteurs environnementaux

Afin de visualiser les relations entre les données biologiques et les facteurs environnementaux, des modèles linéaires généralisés ont été faits.

Il existe un effet de l'O2, de la température et de la chlorophylle a sur l'indice de condition. L'effet de O2 est estimé à environ 15% tandis que les effets de la température et de la chlorophylle a sont estimé à environ 9%. Cependant les effets de la température et de la chlorophylle a sont potentiellement surestimé, et un boostrap est nécessaire afin de s'assurer de l'ampleur de l'effet qu'ont ces paramètres sur l'indice de condition.

La figure 51 indique qu'il existe un effet positif de la température significatif sur le stade de CDS. Grâce au plot de distribution des variances (Fig. 52), nous savons que cet effet est estimé à près de 20%, comparé aux autres paramètres dont l'effet n'est pas estimé à plus de 5%. Quant au SRS, aucune significativité n'a pu être trouvée avec les différents paramètres.

```
> model_CDS <- aov(CDS ~ Temp + O2 + Chloa + MES + MO, Cor1.1)
> summary(model_CDS)
            Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Temp         1  1.061  1.0613   3.689 0.0728 .
O2           1  0.275  0.2750   0.956 0.3428
Chloa        1  0.189  0.1892   0.658 0.4293
MES          1  0.318  0.3179   1.105 0.3088
MO           1  0.076  0.0762   0.265 0.6138
Residuals   16  4.604  0.2877
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

*Figure 51 : MLG entre le CDS et les facteurs environnementaux*

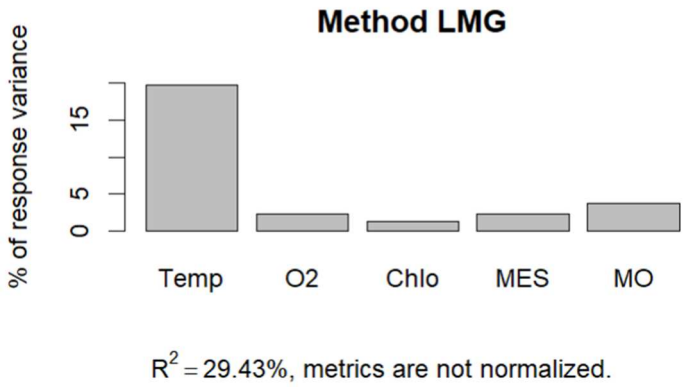



*Figure 52 : plot de distribution des variances, pour le MLG entre le CDS et les facteurs environnementaux*

### II.3.4. Les anomalies dentaires

Un nombre non négligeable d'anomalies dentaires a pu être observé chez certains individus. Les dents de ces sujets semblaient endommagées, cariées et présentaient de la conchyoline en leur sein. Le pourcentage d'anomalie semble stade, aux alentours des 3% mais a explosé en 2021 passant de 3% à 7% (Fig. 53)

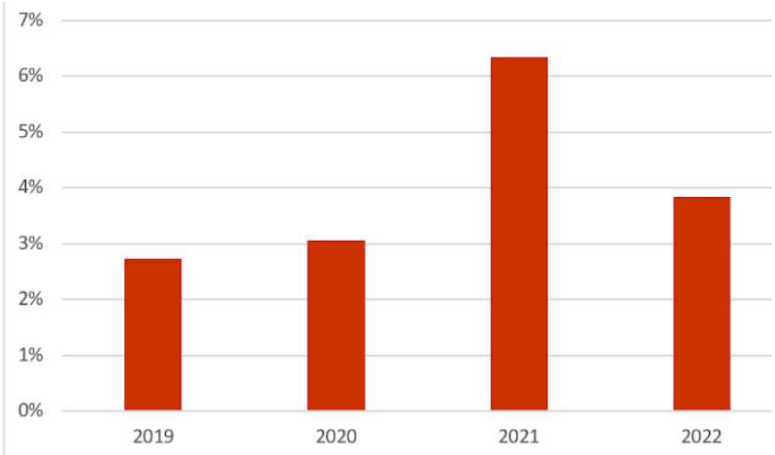


*Figure 53 : Pourcentage de palourdes présentant des anomalies dentaires par année*

## II.4 – Discussion

Entre les années 2019 et 2021, la prévalence annuelle a été d'environ 30%, ce qui est une baisse considérable par rapport à la prévalence de 62% en 2018 et au 51% des années 2015-2016 (Lecorre, 2020) dans le même lieu de prélèvement. La prévalence aurait donc baissé entre 2018 et 2019 concernant le gisement naturel de *Ruditapes philippinarum* sauvage de Blainville. Elle semble cependant se stabiliser entre les années 2019 et 2021, bien qu'une petite augmentation se fasse remarquer à partir de 2021. Néanmoins, les prévalences entre 2019 et 2021 ne sont pas significatives. La prévalence est également légèrement plus forte en hiver, mais les tests statistiques démontrent une absence de significativité entre les saisons. Cela est étonnant car la maladie est considérée comme d'eau froide et donc associée à l'hiver (Paillard, 2017). La maladie de l'anneau brun aurait donc changé de profil et perdu sa saisonnalité, ainsi sa prévalence serait uniforme quelle que soit la saison.

Concernant les moyennes des degrés d'infection à partir des données de malades uniquement, nous avons pu remarquer que les moyennes les plus élevées étaient associées avec les périodes de printemps et d'été tandis que les plus basses étaient lors de l'hiver et du début du printemps. Cela suggère une saisonnalité dans les stades de degrés d'infection présents chez les malades : durant les périodes froides, les stades de degrés d'infection ont tendance à être plus faibles alors que durant les périodes chaudes, les stades de degrés d'infection ont tendance à être plus forts, ce qui va dans le sens des conclusions de 2014 où 3 des 5 modèles testés présentaient des stades plus élevés d'anneau brun lorsque la température augmentait en été et en hiver (Paillard et al, 2014). Cela est confirmé avec l'étude des modèles linéaires généralisés qui démontre un effet de la température sur le stade d'anneau brun : plus la température augmente et plus le stade de sévérité de l'infection augmente, pour des températures testées allant de 7 à 20°C. La considération des moyennes de stades d'anneau brun en incluant également les saines permet de se rendre compte que les moyennes les plus élevées correspondent aux mois aux prévalences les plus fortes, ici la moyenne du stade d'anneau brun dépend donc des stades présents et de leur abondance, mais également de la prévalence à ce mois-ci. Ainsi en moyenne, les palourdes sont significativement plus sévèrement malades en octobre, pour 2019 et 2021 que pour d'autres mois comme mars, juillet ou septembre, en dépit des stades élevés plus fréquents en été. Il pourrait y avoir donc 2 schémas archétypaux de maladie : l'un avec une prévalence plus faible, mais des stades d'anneau brun plus élevés, retrouvé en été, et un profil avec une prévalence plus forte, mais avec des stades d'anneau brun plus petits, retrouvé en hiver. Il faut cependant en rester au stade de suggestion pour ce dernier point, car comme les résultats l'ont précisé plus tôt, il n'y a pas de différence significative en termes de prévalence entre les saisons. Les différences significatives pour les moyennes de degré de sévérité d'infection entre les différents mois de 2019 et de 2021 mais pas de 2020 est étonnant, et nous fait-nous poser la question de ce qui a induit cette significativité pour les années 2019 et 2021 et pas 2020. Il n'est pas impossible que ce soit dû à des facteurs différents en 2020 qu'en 2019 et 2021 qui auraient influencé la moyenne de CDS et auraient favorisé les similarités des valeurs entre les mois. Il est également possible que des valeurs plus nombreuses pour chaque mois auraient permis de diminuer l'écart-type des valeurs de CDS et ainsi démontrer une significativité pour cette année-ci. Cela est appuyé par des effectifs annuels plus

important pour les années 2019 (N = 220) et 2021 (N = 236) comparées à l'année 2020 (N = 196). Nous pourrions alors supposer qu'une étude sur un plus grand échantillon par mois permettrait des statistiques plus solides et plus constantes, cependant le prélèvement en milieu naturel limite l'ampleur d'échantillonnage afin de préserver l'intégrité des gisements locaux.

Concernant le stade de réparation coquillière, ses moyennes les plus élevées correspondent au printemps, à la fin de l'automne et à l'hiver, tandis que ses moyennes les plus basses correspondent à la fin de l'été et au début de l'automne. Des températures élevées comme celles trouvées en été et en automne pourraient alors faire baisser la valeur du stade de réparation coquillière et donc impacter négativement la réparation coquillère de la palourde, bien qu'aucun effet n'ait été établi par les MLG.

Comme vu avec les figures 14 il existe un effet de la date sur l'indice de condition. Cela n'est pas étonnant car l'indice de condition de la palourde varie en fonction notamment de son cycle de reproduction, et en particulier lors de la ponte. Cet évènement fait relâcher ses gamètes à la palourde et le processus de reproduction est épuisant pour l'individu, conduisant à une baisse de l'indice de condition. La ponte se faisant durant l'été, il est alors possible de dater la ponte lors d'un suivi régulier des palourdes et de leur indice de condition. Ici, il est donc possible d'estimer la date de ponte des palourdes de Blainville, de 2019 à 2021 : durant 2019, la ponte s'est très probablement faite entre les mois de juillet et d'août et pour 2020, entre août et septembre. 2021 est une année plus particulière car l'indice de condition diminue plus tôt que les autres années, en juin, et cette diminution plus légère se fait sur davantage de temps. Sachant que l'indice de condition des palourdes en juin est particulièrement élevé, cela pourrait être le témoin d'une ponte partielle : la palourde possédant beaucoup de réserves et ne lâcherait pas ses gamètes d'un seul coup comme c'est typiquement le cas, mais les relâcherait partiellement, dispatchant sa ponte sur plusieurs mois. Les stades plus élevés de CDS et plus bas de SRS en été pourraient avoir alors pour cause l'épuisement de la palourde suite à la ponte : cette dernière trop épuisée serait moins apte à se défendre contre *Vibrio tapetis* qui pourrait alors se développer plus facilement dans les tissus, provoquant des degrés d'infections plus sévères. L'animal dans un état physiologique plus fragile aurait donc du mal à se défendre contre l'infection et aurait tendance à faire moins de réparation coquillère. Cette supposition est appuyée par un article de 2015 de Gaëlle Richard dont les conclusions sont que l'on rencontre des stades plus élevés de la MAB lors de la ponte.

L'indice de condition moyen était plus élevé chez les individus guéris que chez les individus sains, eux-mêmes ayant un indice de condition plus élevé que les individus malades, mais ces différences n'ont pas été considérées comme significatives. Cependant, un article de Kyung-Il Park en 2006 démontre une baisse significative de l'indice de condition entre les palourdes saines et les palourdes touchées par la maladie de l'anneau brun, de 10%. La longueur des palourdes de Blainville était en revanche significativement différente entre les palourdes malades et les palourdes guéries : ces dernières étaient donc plus petites que les individus malades. Cela entre en accord avec l'indice de condition plus faible des palourdes malades, dont le ratio Poids de chair/Poids de coquille doit être plus petit que celui de la palourde guérie du fait de sa plus grande taille et donc d'une coquille plus lourde. Les palourdes guéries sont donc celles les plus petites. Il a été démontré par des modèles et des observations que la palourde utilisait d'avantage d'énergie à se maintenir lorsqu'elle était sévèrement touchée par la maladie de l'anneau brun (Jonathan Flye-Sainte-Marie, 2009). Nous pouvons supposer que les palourdes ayant une guérison plus efficace, via leur système immunitaire et une capacité de réparation coquillière importante, sont parvenues à guérir au prix de coûts énergétiques importants, ce qui induit un budget énergétique moindre alloué à la croissance. Le fait

que les palourdes guéries soient plus petites que celles malades peut mettre en lien cette information avec l'épuisement lié à la ponte : les individus les plus petits ont tendance à dépenser moins d'énergie à la reproduction que les individus plus grands, ils seraient donc plus compétents dans leurs défenses liées à la biominéralisation, et pourraient donc guérir en totalité plus aisément que les palourdes de grande taille, davantage épuisées par la ponte.

Les analyses entre le stade de sévérité de l'infection et la longueur ont pu montrer des différences significatives de tailles entre le stade 0 et le stade 1 : les individus de stade 1 ont une longueur plus grande que celles en stade 0, soit les guéries. Cela pourrait s'expliquer par une mortalité des grands spécimens à des stades d'anneau brun plus élevés que 1, mais cela pourrait également être dû à de faibles effectifs observés pour les stades les plus élevés de la maladie. Le stade 7 notamment, n'a été observé que 3 fois parmi les 678 palourdes examinées. Des données plus nombreuses pour les degrés les plus sévères d'infection pourraient donc potentiellement révéler davantage de différences significatives entre les longueurs des stades d'anneau brun.

Les tests de Spearman n'ont pas réussi à trouver de corrélation entre le stade d'anneau brun et la longueur ou l'indice de condition, ni entre le stade de réparation coquillière et la longueur ou l'indice de condition. Nous pouvons donc dire que dans notre étude la maladie et les différents degrés de sévérité de l'infection n'ont pas d'effet sur l'indice de condition. La possibilité d'un nouveau profil de la maladie a déjà été évoqué plus tôt dans ce mémoire, et dans le cas où la souche de *Vibrio tapetis* infectant les palourdes de Blainville aurait muté, nous pourrions supposer que cette dernière n'affecte pas significativement l'indice de condition. Néanmoins, la quantité trop peu importante de palourdes guéries ou de certains stades de CDS encourage à obtenir davantage de données afin de voir si ces conclusions ne changeraient pas et rejoindraient les résultats obtenus dans des articles extérieurs.

Enfin, les données ayant fait le plus rupture avec les connaissances établies sont celles sur la répartition de l'infection selon les zones de la face interne des valves de la palourde : les zones majoritairement touchées sont celles centrales comparées aux périphériques, et la zone sub-articulaire est particulièrement souvent touchée. Dans de précédents articles (Paillard et Maes, 1994), les zones indiquées comme les plus touchées étaient les zones périphériques, car plus proches du périostracum sur lequel se fixe *Vibrio tapetis*. La zone périphérique postérieure était la plus touchée, et les siphons sortant à ce niveau ont d'ailleurs été suspectés d'être la voie menant à l'infection première du périostracum par *V. tapetis*. Il semblerait donc que la zone sub-articulaire constitue une nouvelle voie d'entrée à *V. tapetis*, privilégiée à celle de la zone périphérique postérieure. Cette supposition peut être mise en lien avec l'observation d'individus avec des dents charnières recouvertes de conchyolines et semblant cariées, or les dents se trouvent à proximité de la région sub-articulaire. De plus, une quantité non négligeable de palourdes comportant des anomalies dentaires sont également touchées par la MAB (environ 2/3). Afin d'en savoir plus sur ce possible nouveau mode opératoire d'infection, il serait intéressant de suivre le trajet des bactéries jusqu'à la palourde en les marquant au GFP. Sachant que l'inoculation de la bactérie dans le muscle adducteur ou dans la cavité extra-palléale provoque dans 100% des cas la mort de l'individu dans les 12 jours suivant l'inoculation, il serait intéressant d'étudier les mortalités avec les palourdes et la souche de *Vibrio tapetis* actuels afin de voir si elles sont accrues par cette nouvelle voie d'infection menant directement aux zones centrales, ou si les palourdes sont devenues plus résistantes à ce type d'infection plus agressif que par le passé. Ces études seraient d'autant plus intéressantes que très peu de données concernant la mortalité des palourdes in situ, que ce soit dans les élevages ou à l'état sauvage, sont disponibles.

## SYNTHESE

La prévalence de *Vibrio tapetis* sur les populations de palourdes sauvages de Blainville semble avoir baissé depuis 2019. La maladie ne présente plus de profil saisonnier, même si une tendance à une prévalence plus forte en hiver semble subsister. La température a été démontrée comme ayant un effet positif sur le stade de sévérité de l'infection, dans une gamme de température entre 7 et 20°C. L'effet de la ponte conjugué à la taille de la coquille pourraient avoir une incidence sur la réparation coquillère et la possibilité de guérison de l'animal en général, via l'épuisement qu'entraîne l'émission des gamètes. Il a été fait la découverte d'un potentiel nouveau point d'entrée pour une première infection de *Vibrio tapetis* sur la palourde via la région sub-articulaire, touchant directement les zones au sein de la cavité palléale. De par son absence de saisonnalité et l'apparition d'un nouveau mode d'infection, il est possible que la souche de *Vibrio tapetis* de Blainville ait muté depuis la découverte de la maladie en 1987, et il serait intéressant d'acquérir davantage de données concernant sa prévalence et les données biométriques liées aux stades les plus élevés de la maladie, ainsi que des données de mortalité qui font défaut dans cette étude. La possibilité d'un effet de la densité sur la prévalence est aussi à considérer. En 2020 S. Ajmi et en 2021 G. Croguennec ont démontré que les larves de la côte normande, et donc notamment Blainville, avaient une probabilité importante de provenir de palourdes d'élevage de Chausey, grâce à des modèles de courant. Il serait donc également intéressant de comparer les données de ces sites, tous deux touchés par la maladie de l'anneau brun afin de comprendre davantage les effets des facteurs environnementaux sur la physiologie de *Ruditapes philippinarum* et son pathogène *Vibrio tapetis*.

# III. Hybridation chez la palourde

Les études antérieurs ont montrées que 97.5% des palourdes de Blainville-sur-mer était des palourdes japonaises *Ruditapes philippinarum et que seulment 2.5% était des palourdes européennes Ruditapes decussatus.* La distinction entre ces deux espèces a été réalisée par des distinctions morphologiques. Toutefois, les caractères distinctifs utilisés montrent parfois des incohérences et il est possible de retrouver sur une même palourdes des caractères de la palourde japonaise et des caractères de la palourde européenne. La question de l'hybridation de ces deux espèces est soulevé et seul une méthode de carectérisation génétique peut permettre de valider ou non cette hypothèse. Le cout important d'une telle investigation ne permet que de tester quelques individus. Les palourdes testées ont étaient sélectionné en fonction du rapport épaisseur / longueur extrême (petites arrondis et longues étroites).

## III.1- Extraction de l'ADN, amplification par PCR et séquençage du marqueur COI

L'ADN de dix échantillons de palourdes a été extrait à l'aide d'un protocole CTAB/PVP standard. A partir des ADN extraits, l'extrémité 5' du gène mitochondrial codant pour la cytochrome oxydase I (marqueur COI) a été amplifiée à l'aide des amorces universelles HCO2198 et LCO1490 (Folmer *et al.*, 1994). Ce marqueur COI est communément employé pour les approches de « barcoding » (Hebert *et al.*, 2003a, 2003b). Pour chaque échantillon, le marqueur COI a été amplifié par PCR dans un volume réactionnel de 20 µl, contenant : 1 X de tampon TAQ, 2 mM MgCl2, 0,2 mM de dNTPs, 0,4 µM de chacune des deux amorces, 0,025 U de TAQ GoTaq G2 (Promega), 2,5 X de BSA et 2 µl d'ADN. Les PCR ont été réalisées dans un thermocycleur ABI-9700 (Applied Biosystems), selon le régime de température suivant : [95°C pour 2 min, 45°C pour 2 min, 72 °C pour 1 min] x 1 pré-cycle, [95°C pour 30 sec, 45°C pour 30 sec, 72 °C pour 1 min] x 4 cycles, [95°C pour 30 sec, 55°C pour 30 sec, 72 °C pour 1 min] x 35 cycles, puis une élongation finale à 72°C pour 5 min. Les résultats des PCR ont été testés par électrophorèse sur gel d'agarose 1 %. Les produits PCR amplifiés avec succès ont été purifiés avec le kit de purification NucleoSpin Gel and PCR Clean-up (Macherey-Nagel) en suivant le protocole donné par le fournisseur. Enfin, les produits PCR purifiés ont été envoyés à séquencer chez Genewiz (www.genewiz.com). L'ensemble des échantillons envoyés au séquençage ont été séquencés dans les directions sens (amorce HCO2198) et anti-sens (amorce LCO1490).

Les chromatogrammes obtenus ont été alignés avec l'algorithme ClustalW (Thompson *et al.*, 1994) dans Geneious Prime 2021.1.1 (www.geneious.com). L'ensemble des positions polymorphes ont été vérifiées visuellement et éditées en cas d'erreur. Les extrémités 5' et 3' de faible qualité ont également été supprimées, ainsi que les régions correspondant aux amorces. Pour chaque fragment séquencé, les séquences sens et anti-sens ont été assemblées pour obtenir une séquence consensus unique couvrant l'ensemble de la région amplifiée.

Afin de déterminer l'identité des séquences obtenues, leur position phylogénétique a été analysée à partir de séquences de différentes espèces du genre *Venerupis/Ruditapes* extraites de la base de données BOLD (http://www.boldsystems.org/ ; Ratnasingham & Hebert, 2007). Pour réaliser

cette analyse phylogénétique, les 10 séquences d'intérêt ont ainsi été comparées à 8 séquences de *Venerupis/Ruditapes philipinarum* (ref BOLD : DISA341-18, GBMLB0038-06, GBMLB0189-06, GBMLB3593-09, BCMOL407-12, BIV059-14, GBMBV1220-13, GBMBV1291-13), 5 séquences de *Venerupis/Ruditapes decussatus* (ref BOLD : GBMLB1587-06, BIV076-14, BNAGB690-14, DNATR072-12, GBMBV2429-13), 5 séquences de *Venerupis/Ruditapes variegatus/variegata* (ref BOLD : GBMLB2802-08, QWEAS1187-15, QWEAS1250-15, GBMBV1214-13, GBMIN1962-12), 2 séquences de *Venerupis corrugata* (ref BOLD : GBMIN113250-17, NIB157-21), 2 séquences de *Venerupis bruguieri* (ref BOLD : GBMLB1586-06, SSEO547-16) et 4 séquences de *Venerupis aspera* (ref BOLD : GBMNF58051-22, GBMNF58052-22, GBMNF58053-22, GBMNF70978-22). Une séquence de *Mactromeris polynyma* (ref BOLD : AKMOL360-11) a également été incluse comme « outgroup ». Un arbre phylogénétique a été construit selon la méthode de maximum de vraisemblance (« Maximum likelihood ») à l'aide du logiciel MEGA 11 (Tamura *et al.*, 2021). Le modèle de substitution de Hasegawa Kishino et Yano (HKY ; Hasegawa *et al.*, 1985) a été choisi à partir de MEGA 11, en considérant une hétérogénéité du taux de mutation entre les sites (+G) et une proportion de sites invariables (+I). De plus, la robustesse de l'arbre phylogénétique a été estimée à l'aide de 1000 bootstraps.

Pour compléter l'analyse phylogénétique, les séquences obtenues ont également été directement soumises à la base de données BOLD, afin de déterminer leur identité. Pour chaque séquence, l'espèce la plus probable a été déterminée en indiquant la probabilité d'identification. De plus, le pourcentage maximum et minimum d'identité a été calculé pour les 100 séquences les plus similaires à la séquence soumise.

## III.2- Résultats – Interprétations

L'amplification et le séquençage du marqueur COI a permis d'obtenir un fragment de 658 pb pour l'ensemble des 10 échantillons de palourde analysés. Un alignement de 600 pb a pu être construit en combinant ces séquences et celles extraites de BOLD, pour lequel un arbre phylogénétique a été construit selon la méthode de maximum de vraisemblance (Figure 54).

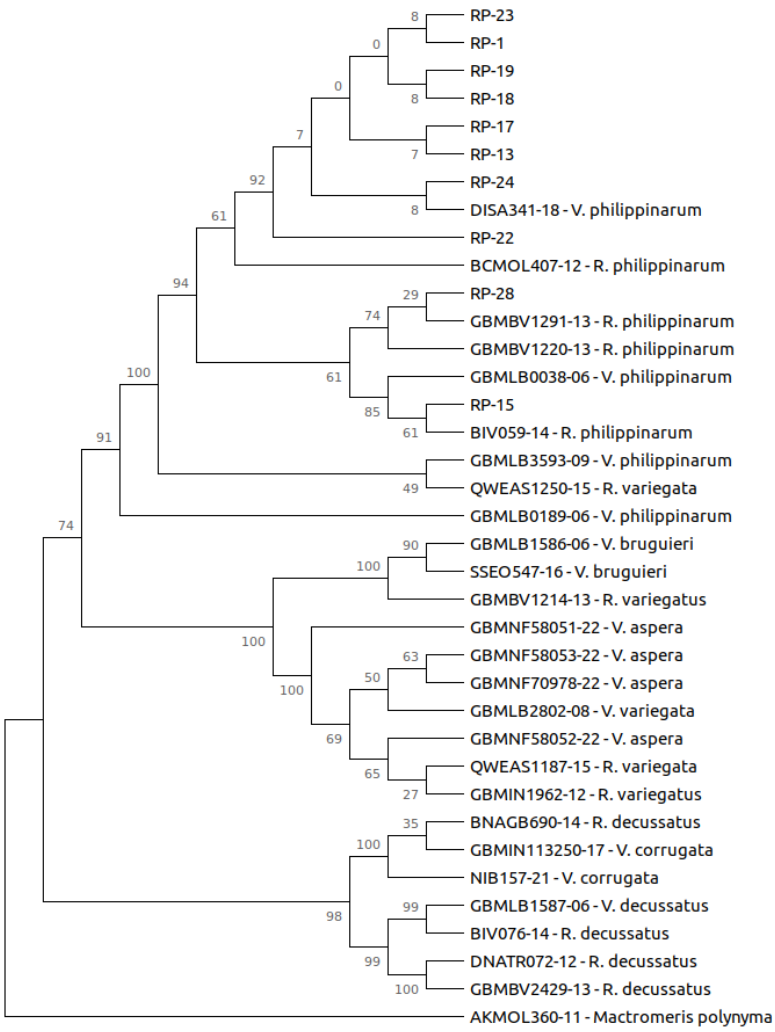



*Figure 54. Arbre phylogénétique construit selon la méthode de maximum de vraisemblance, à partir du modèle de substitution HKY+G+I. L'arbre a été construit à partir des séquences de palourde obtenues dans cette étude (notées RP-1 à RP-28) ainsi que des séquences de différentes espèces du genre Venerupis/Ruditapes extraites de BOLD. Une séquence de Mactromeris polynyma a été employée comme « outgroup » pour enraciner l'arbre. La robustesse des nœuds est représentée par le pourcentage de bootstrap supportant ceux-ci (1000 bootstraps).*

Cet arbre a mis en évidence une phylogénie complexe des espèces du genre *Venerupis/Ruditapes*, avec une très mauvaise discrimination de la majorité des espèces. Ceci peut s'expliquer par (1) des erreurs d'identification taxonomique d'une partie des individus utilisées pour obtenir les séquences dans la base de données BOLD, (2) un polymorphisme génétique mitochondrial partagé entre les espèces, et/ou (3) une signature d'évènements d'hybridation anciens ou contemporains entre ces espèces. Toutefois, l'arbre phylogénétique assigne clairement l'ensemble des 10 séquences étudiées à l'espèce *Venerupis/Ruditapes philippinarum*. En effet, l'ensemble des 10 séquences sont regroupées avec uniquement des séquences de *V./R. philippinarum,* et forment un groupe fortement soutenu par 94 % de bootstraps.

Les résultats de l'analyse phylogénétique sont corroborés par l'identification des 10 séquences dans la base de données BOLD (tableau 19). En effet, toutes les séquences étudiées ont été assignées à l'espèce *Venerupis/Ruditapes philippinarum* avec une probabilité de 100 %. De plus, pour chacune des séquences, les 100 séquences les plus similaires dans la base de données BOLD appartenaient à la même espèce *V./R. Philippinarum*, avec un pourcentage de similarité très élevé compris entre 96 et 100 %.

***Tableau 19.*** *Résultats de l'identification des 10 séquences étudiées dans la base de données BOLD.*

| Séquence | Espèce identifiée | Probabilité d'identification | %Identité avec 100 séquences BOLD les plus similaires | |
|---|---|---|---|---|
| | | | %Max | %Min |
| RP-1 | *Venerupis/Ruditapes philippinarum* | 100,00 % | 100 | 99,36 |
| RP-13 | *Venerupis/Ruditapes philippinarum* | 100,00 % | 100 | 99,36 |
| RP-15 | *Venerupis/Ruditapes philippinarum* | 100,00 % | 100 | 99,69 |
| RP-17 | *Venerupis/Ruditapes philippinarum* | 100,00 % | 100 | 99,36 |
| RP-18 | *Venerupis/Ruditapes philippinarum* | 100,00 % | 100 | 99,36 |
| RP-19 | *Venerupis/Ruditapes philippinarum* | 100,00 % | 100 | 99,36 |
| RP-22 | *Venerupis/Ruditapes philippinarum* | 100,00 % | 100 | 99,36 |
| RP-23 | *Venerupis/Ruditapes philippinarum* | 100,00 % | 100 | 99,36 |
| RP-24 | *Venerupis/Ruditapes philippinarum* | 100,00 % | 100 | 99,36 |
| RP-28 | *Venerupis/Ruditapes philippinarum* | 100,00 % | 100 | 99,69 |

## SYNTHESE

Les résultats obtenus indiquent avec une très forte probabilité que les 10 séquences étudiées appartiennent bien à l'espèce *Venerupis/Ruditapes philippinarum*. Néanmoins, si le marqueur COI employé dans cette étude correspond au marqueur traditionnellement employé en « barcoding », il est important de noter qu'il s'agit d'un marqueur mitochondrial, transmis généralement par les femelles à la descendance. Par conséquent, on ne peut pas exclure que des hybrides n'aient pas été détectés à partir des données obtenues. La détection d'hybrides nécessiterait en effet le couplage de ces données mitochondriales avec des données nucléaires.

# IV.Déplacement des palourdes

La question du déplacement des palourdes est récurrente. Cette question est importante en termes de gestion des stocks puisqu'en cas de déplacement des palourdes, des secteurs riches sont susceptibles d'alimenter des secteurs moins denses ou soumis à une pression de pêche plus importante. Des expérimentations contradictoires ont déjà eu lieu dans le cadre des programmes Life pêche à pied et 3POC. Ainsi, une expérimentation basée à la fois sur des palourdes marquées et sur des échantillonnages réguliers a été mise en œuvre durant l'hiver 2018 sur le site de Blainville-sur- mer (Fig. 55).



*Figure 55: Expérimentation sur le déplacement des palourdes à Blainville-sur-mer*



*Figure 56 : Marquage des palourdes*

En janvier 2018, 25 quadrats (5 x 5 à 1 m d'intervalle) sont identifiés et tamisé (5 mm) (Fig. 19). En février et mars, les quadrats sont réalisés au même endroit mais en 2 étapes ; un quadrat de 0,8 x 0,8 m² puis un quadrat plus large de 1 x 1 m² afin d'éviter les effets de bord. En parallèle, quatre lots de palourdes (> 40mm) marquées avec de la peinture et avec une rondelle inox collée (Fig. 57), sont disposés à environ 5 m de part et d'autre de l'ensemble des quadrats. Les palourdes sont recherchées à l'aide d'un détecteur de métaux après 2 mois.

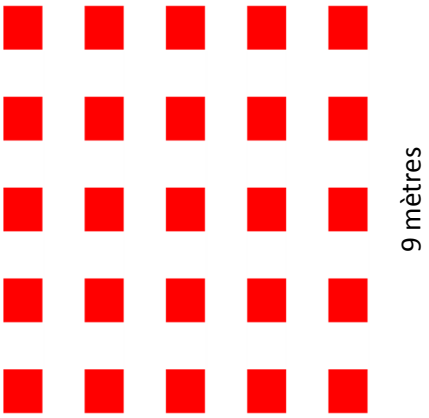



*Figure 57 : Schéma de prélèvement- 25 quadrats d'1 m de côté*

Lors sur prélèvement initiales (T0), 6 espèces de bivalves fouisseurs ont été observées avec des densités très variables. La palourde est très largement majoritaire avec plus de 12 individus par m² puis la coque avec 1,6 par m². Après 1 mois de suivi, le taux de retour est d'environ 10 % et 5 % après 2 mois. Ce taux de retour semble plus important pour la spisule et la palourde bleue (entre 30 et 40 %) (Tab. 58).

*Tableau 20: Résultat de l'expérimentation sur le déplacement des palourdes à Blainville-sur-mer*

| | Densité initiale<br>Pour l'ensemble des quadrats 1 x 1 m - densité | Après 1 mois<br>Pour les quadrats 0.8x0.8 (1 x 1m) - densité | Après 2mois<br>Pour les quadrats 0.8 x0.8 (1 x 1m) - densité |
|---|---|---|---|
| Palourde | 313 - 12,5 /m² | 21 (50) - 1,2 /m² | 9 (34) - 0,6/m² |
| Coque | 40 - 1,6/m² | 4 (11) - 0,25/m² | 0 (9) - 0 |
| Spisule | 17 - 0,7 /m² | 3 (13) - 0,2 /m² | 1 (2) - 0,1 |
| Palourde bleue | 14 - 0,6 /m² | 4 (18) - 0,25 /m² | 4 (6) - 0,25 /m² |
| *Dosinia* | 1 | - | - |
| Praire | 1 | - | - |

Globalement, la fréquence de taille des palourdes retrouvées après 1 mois puis 2 mois est semblable (Fig. 20).

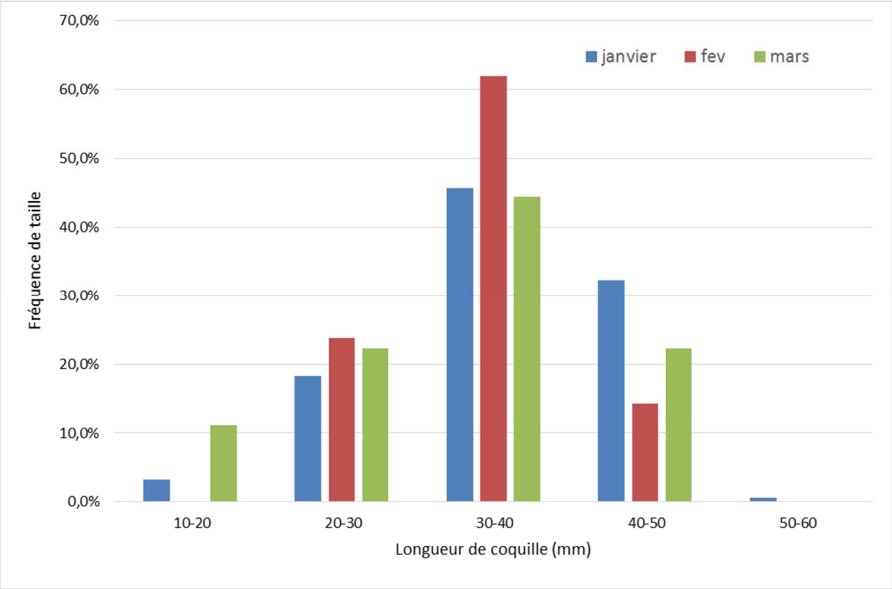



Figure 58: Fréquence de taille des palourdes retrouvées

Aucune palourde marquée n'a été retrouvée dans les quadrats. 86 % des palourdes marquées n'ont pas bougé. Seulement 2 % des palourdes marquées sont retrouvées à quelques mètres du site d'implantation. 12 % ne sont pas retrouvées (rayon d'une vingtaine de mètres autour des sites d'implantations). 1 seule palourde morte identifiée a été retrouvée.

**SYNTHESE**

L'ensemble ces résultats suggère que malgré les coups de vents et les mouvements sédimentaires, le déplacement des palourdes vivantes est relativement modeste. *A contrario*, les observations de 2016 montraient que les palourdes mortes ne restaient pas enfouies dans le sédiment.

# V. Origine des larves de palourdes

Localisé dans le bassin occidental de la Manche, le Golfe Normand-breton est un environnement fortement anthropisé avec, entre autres, des activités de pêche et de conchyliculture développées.

L'activité de pêche à pied est très pratiquée sur la côte Ouest du Cotentin, où la mer en se retirant avec la marée laisse découvrir un large estran avec une grande diversité de substrats, des habitats remarquables comme les récifs d'hermelles, des herbiers de zostères, des champs de blocs et des zones à laminaires. Parmi les espèces de bivalves recherchées pendant les pêches de loisir, de nombreux pêcheurs signalent une diminution des stocks de palourdes sur plusieurs zones de pêche sans pour autant pouvoir la quantifier.

Néanmoins, des études antérieures ont montré que les palourdes japonaises ont de faibles densités sur la zone intertidale de la côte ouest du Cotentin (souvent <10 individus par $m^2$) en 2015, avec un schéma de distribution très hétérogène par rapport à une grande variété d'habitats sédimentaires dans cette zone (Guillaumont, 1987). Dans ces études, l'échantillonnage a été effectué sur quatre sites cibles du littoral, un à Blainville-sur- Mer, un à Agon-Coutainville, un à Lingreville et le dernier à Saint-Martin-de-Bréhal (Tab. 21) montrant que la proportion relative de la palourde japonaise R. philippinarum est très faible dans les quatre habitats : 2; 1% des palourdes pêchées à Agon-Coutainville, 1; 9% à Blainville-sur-Mer et 0; 3% à Saint-Martin-de-Bréhal. L'abondance totale des palourdes est plus élevée à Blainville-sur-Mer (109 ± 45 individu par 10 m2) et Saint-Martin-de-Bréhal (57 ± 12 individu par 10 m2) et Agon-Coutainville (20 ± 9 individu par 10 m2) (Tab.21). Pour ces sites, l'utilisation d'une plus petite taille d'unité d'échantillon surestime le nombre de palourdes.

*Tableau 21 – Zone échantillonnée, surface totale, effort d'échantillonnage, nombre de palourdes (> 40 mm) et estimation de la biomasse dans les six secteurs en 2015. Nombre de palourdes par m2 et longueur moyenne en mm*

| Sector | Saint-Martin-de-Bréhal | Lingreville | Agon-Coutainville | Blainville- Gouville | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Sampling area in m² | 56 | 11 | 52 | 26 | 201 |
| Total area (km²) | 3.14 | 0.54 | 3.06 | 3.73 | 10.47 |
| Sampling effort (m²/km²) | 18 | 20 | 17 | 22 | 19 |
| Numbers of clams per m² | 2.34 ± 1.0$^{a}$ | 1.36 ± 0.8$^{ac}$ | 0.60 ± 0.23$^{bc}$ | 1.1 ± 0.4$^{bc}$ | 1.34 ± 0.3 |
| Average length in mm | 46.3 ± 1.4$^{a}$ | 44.1 ± 2.3$^{ab}$ | 45.3 ± 1.5$^{ab}$ | 44.9 ± 0.9$^{ab}$ | 45.3 ± 0.5 |
| Estimated individual average weight (fresh weight with shell in g) | 29.4 ± 2.6 | 25.4 ± 4.1 | 27.2 ± 2.4 | 26.5 ± 1.0 | 27.3 ± 1.0 |
| Estimated number of clams in millions | 7.3 ± 3.2 | 0.7 ± 0.5 | 1.7 ± 0.7 | 4.2 ± 1.5 | 14.0 ± 3.6 |
| Estimated biomass in t | 216 | 18 | 48 | 112 | 382 |
| Min-Max in t | 123-308 | 7-30 | 28-67 | 72-152 | 284-480 |
| Biomass caught per recreational fishermen | 74.7 | 7.5 | 1.5 | 29.2 | 112.9 |
| Biomass caught per professional fishermen | 0.03 | 0 | 0.12 | 7.89 | 8.04 |

D'autres études ont été réalisées dans la côte ouest du Cotentin sur les hermelles (*S. Alveolata*) qui montrent que les conditions environnementales sont contrastées entre le nord et le sud de la zone. L'impact environnemental semble être plus important dans la partie nord de la région que dans la partie sud près de Granville. De cette façon, la mortalité plus élevée dans la partie nord de la zone d'étude pourrait être due à la baisse des températures de l'air et à l'augmentation de l'énergie des vagues. Le long de la côte du Cotentin, *S. Alveolata* n'est observée qu'au sud de Saint-Germain-sur-Ay, et est totalement absente plus au nord [Basuyaux et al., 2019]. Cela peut être expliqué par la composition sédimentaire qui change du sud au nord le long de la côte ouest du Cotentin.

La dispersion des larves de palourdes dans le Golfe Normand-breton est modélisée sous les effets combinés de la marée, de la turbulence marine et des vagues. Cette étude visera 1) à connaitre l'origine et le devenir des palourdes qui sont composées aujourd'hui de plus de 98% de palourdes japonaises *Ruditapes philippinarum* et 2) à étudier la raison pour laquelle il n'y a pas de population importante de palourdes dans la partie Nord de l'Ouest Cotentin. Pour pouvoir répondre à ces questions, une modélisation numérique est utilisée en s'appuyant sur les données recueillies dans le cadre de RS2S comme variables d'entrée. Un modèle numérique de circulation régionale (MARS, Ifremer(Lazure & Dumas, 2008)) sera couplé à un modèle de transport lagrangien (ICHTHYOP, IRD (Lett, 2008), afin de simuler la dispersion des larves à partir de cinq sources :

- Ile de Chausey
- Estran de St-Martin-De-Bréhal
- Estran de Lingreville
- Estran d'Agon-Coutainville
- Estran de Blainville-Gouville sur mer

Des tests de sensibilité de la dispersion à la densité de population, aux classes de taille et aux conditions météo-océaniques sont également effectués.

## V.1. Pour mieux comprendre, quelques notions de biologie des palourdes

Les premiers essais éphémères de vénériculture dans le Golfe Normand-Breton ont eu lieu à Cancale en 1976. Cette activité n'a pris de l'ampleur qu'à partir du début des années 1980, avec l'extension de la culture à plat sous filet et la production massive de naissains en écloserie. Dès lors, des concessions d'élevage sont apparues à Bréhat, en baie de l'Arguenon, en Rance maritime, en baie du Mont-Saint-Michel, près de Blainville et sur la côte sud-est de Jersey. À l'heure actuelle, l'essentiel de la production française de ce bivalve très recherché provient de la pêche sur les gisements naturels. Les parcs d'élevage sont devenus rares en France et ne subsistent que sur de grandes surfaces (47 hectares en 2011) que dans l'archipel de Chausey, et de façon plus modeste en baie du Mont-Saint-Michel. À Chausey, la production oscille entre 80 et 240 t par an [Anonyme] tandis qu'en baie du Mont-Saint-Michel, elle est inférieure à 10 t annuelles. La maîtrise des principes de base de la biologie de bivalves (spécialement les palourdes japonaises) est nécessaire pour comprendre les différentes étapes et pouvoir résoudre les problèmes qui lui sont liés. Ces animaux sont comprimés latéralement et les parties molles de leurs corps sont intégralement couvertes par la coquille. Celle-ci est composée de deux valves liées par une charnière. Les branchies de ces bivalves sont des organes bien développés, assurant une double fonction : l'alimentation et la respiration.

### V.1.1. Développement larvaire

La période de reproduction varie selon la zone géographique ; elle a généralement lieu entre 20 et 25C. Une période de repos sexuel est observée de la fin de l'automne au début de l'hiver. Dans la nature, la gamétogenèse 1 dure de deux à cinq mois, suivie de la reproduction. Une seconde reproduction peut survenir au cours de la même saison, de deux à trois mois plus tard. La température

et l'alimentation sont les deux principaux paramètres dont dépend la gamétogenèse, qui peut être initiée entre 8 et 10C et accélérée par l'augmentation de la température de l'eau de mer. Sa durée diminue de cinq à deux mois entre 14 et 24 C. Dans cette gamme de températures, les palourdes japonaises sont prêtes à se reproduire. Bien que la température optimale se situe entre 20 et 22C, la température minimum en dessous de laquelle cette espèce ne peut efficacement se reproduire est de 12C. La disponibilité en nourriture influence la quantité de gamètes produite. Le développement larvaire dure de deux à quatre semaines avant le recrutement (Figure 59). A ce moment, la longueur de la coquille varie entre 190 et 235 m. Dans la nature, beaucoup de facteurs externes influencent le succès de recrutement, comme par exemple température, salinité et courants. Le déplacement des larves dépend principalement des courants induits par les vents et des courants de marée. Dans les zones naturelles de fixation, il est possible d'encourager le recrutement de cette espèce par l'apport de gravillons et de petits morceaux de roche.

### V.1.2. Mortalités

Les bivalves peuvent mourir aux différents stades de leur vie (larvaire, juvénile ou adulte) pour différentes raisons, qui peuvent être d'origine environnementale ou biologique. Les facteurs physiques peuvent causer des mortalités sévères chez les bivalves pendant les trois stades de culture. Des températures trop élevées ou longues périodes de températures froides peuvent leur être fatales, tout comme des brusques changements de température. Des changements extrêmes dans les salinités, particulièrement les basses salinités après des périodes de forte pluie ou de fonte de neige, peuvent aussi provoquer d'amples mortalités. Un fort envasement peut étouffer et tuer aussi bien les juvéniles que les adultes. La pollution, notamment la pollution industrielle, peut provoquer des mortalités extensives de juvéniles et d'adultes de bivalves ou aussi les maladies. Les bivalves durant les stades de développement sont des proies pour une grande variété d'animaux. Dans l'environnement naturel les planctophages consomment probablement de grandes quantités de larves.

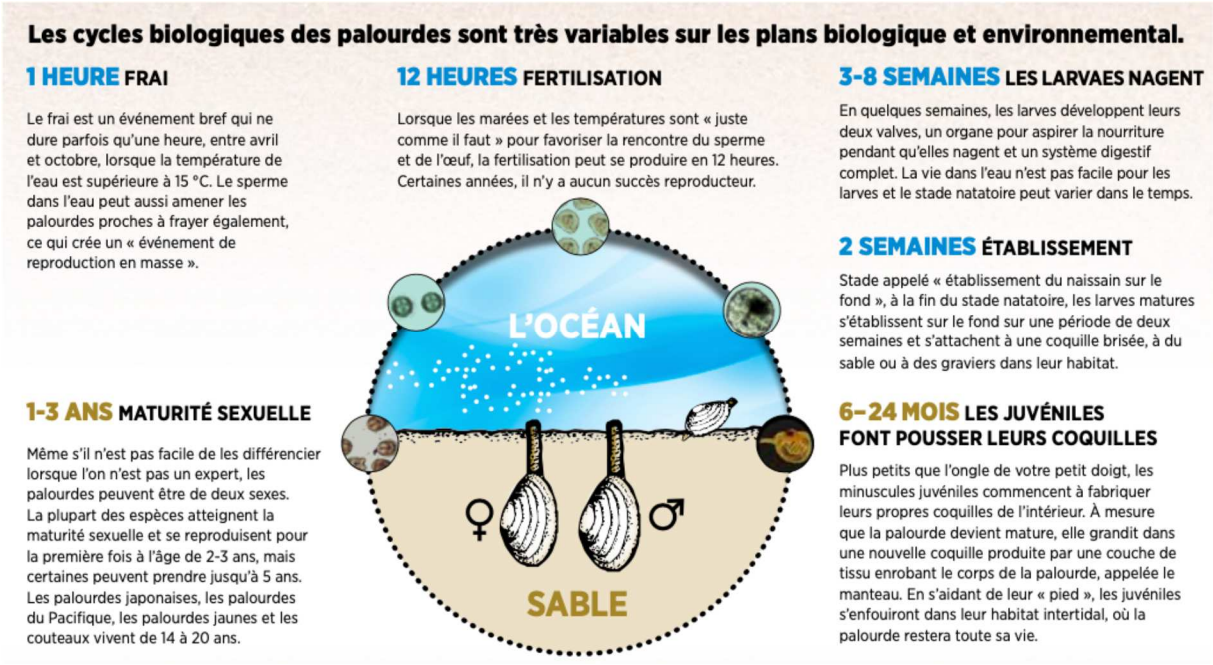


*Figure 59 – Représentation des différents stades de développement chez les palourdes. La durée entre les différents stades est exprimée en heures ou semaines (source : www.pac.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/rec/docs/clams-intertidalpalourde- intertidale-fra.html ).*

### V.1.3 Recrutement

Le recrutement est une étape cruciale du cycle de vie bentho-pélagique, dont les bivalves. Il englobe aussi bien la phase larvaire, la fixation sur le substrat que les potentiels processus de retour dans la colonne d'eau qui finissent par aboutir à la sédentarisation, l'organisme entamant alors une vie benthique stricte.

## V.1- Sites d'étude

Le Golfe Normano-Breton (Fig. 60), carrefour naturel entre la Manche orientale, la Manche occidentale et le continent, est une zone où les activités humaines sont importantes et diversifiées. C'est également l'un des plus importants gisements d'énergie marémotrice du monde [5], dont l'exploitation à grande échelle est attentivement étudiée.

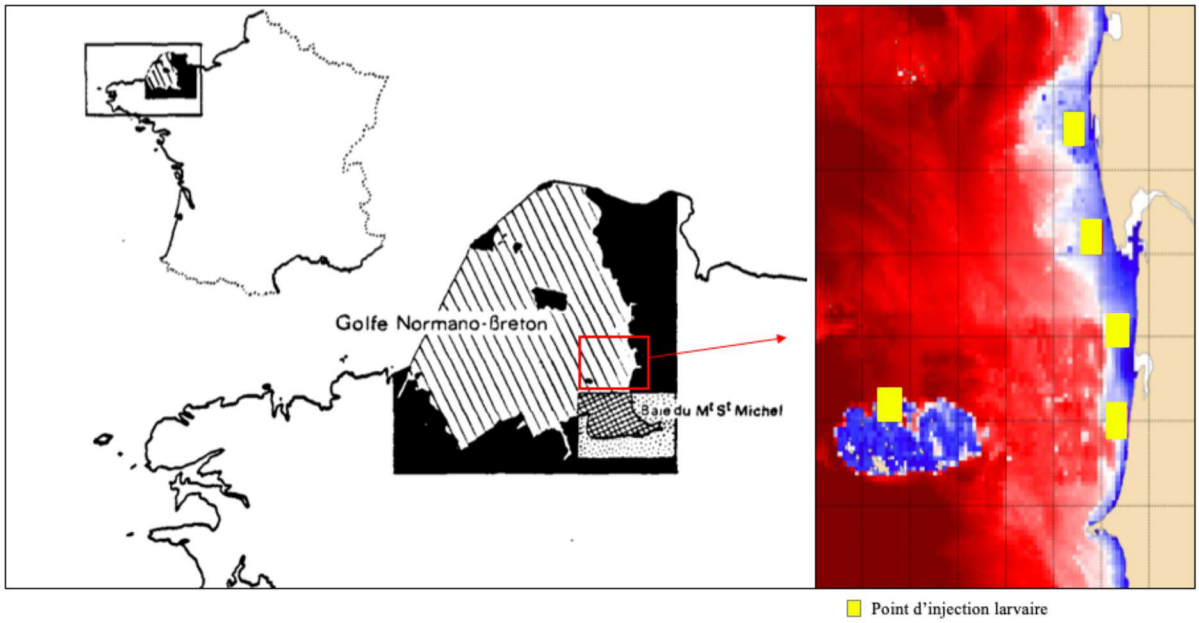



*Figure 60 – Localisation du golfe normand breton, adapté de [5], et l'emplacement des cinq sources d'injection larvaires.*

### V.1.1. Caractéristiques hydrodynamiques

Comme dans le reste de la Manche, la circulation générale dans le Golfe est principalement gouvernée par la marée qui conditionne, dans une large mesure, la distribution des sédiments, les caractéristiques hydrologiques des masses d'eau et, directement ou indirectement, la distribution des espèces benthiques et la composition des communautés. La marée d'origine atlantique est fortement influencée par la bathymétrie et la topographie du trait de côte. Les courants de marée instantanés sont alternatifs avec un flot qui porte vers l'est nord- est et un jusant, vers l'ouest-sud-ouest à la périphérie occidentale du Golfe [5]. La marée, de par ses caractéristiques particulières tant en matière de marnage que d'intensité des courants instantanés, est assurément le phénomène physique le plus spectaculaire du golfe Normano-Breton. À des échelles de temps supérieures, les effets non linéaires de la marée, combinés aux effets des conditions météorologiques (vents et gradients de pression atmosphérique), des gradients horizontaux de densité et de la circulation générale, sont à l'origine d'une circulation résiduelle qui tient un rôle dans la dispersion du matériel dissous dont les larves benthiques à cycle benthopélagique.

La circulation résiduelle de marée en Manche se caractérise par un courant général central par lequel transite l'eau atlantique vers la mer du Nord et la présence de systèmes latéraux de tourbillons résiduels qui ralentissent les transits longitudinaux (Salomon &. Breton, 1993) (Fig. 61).

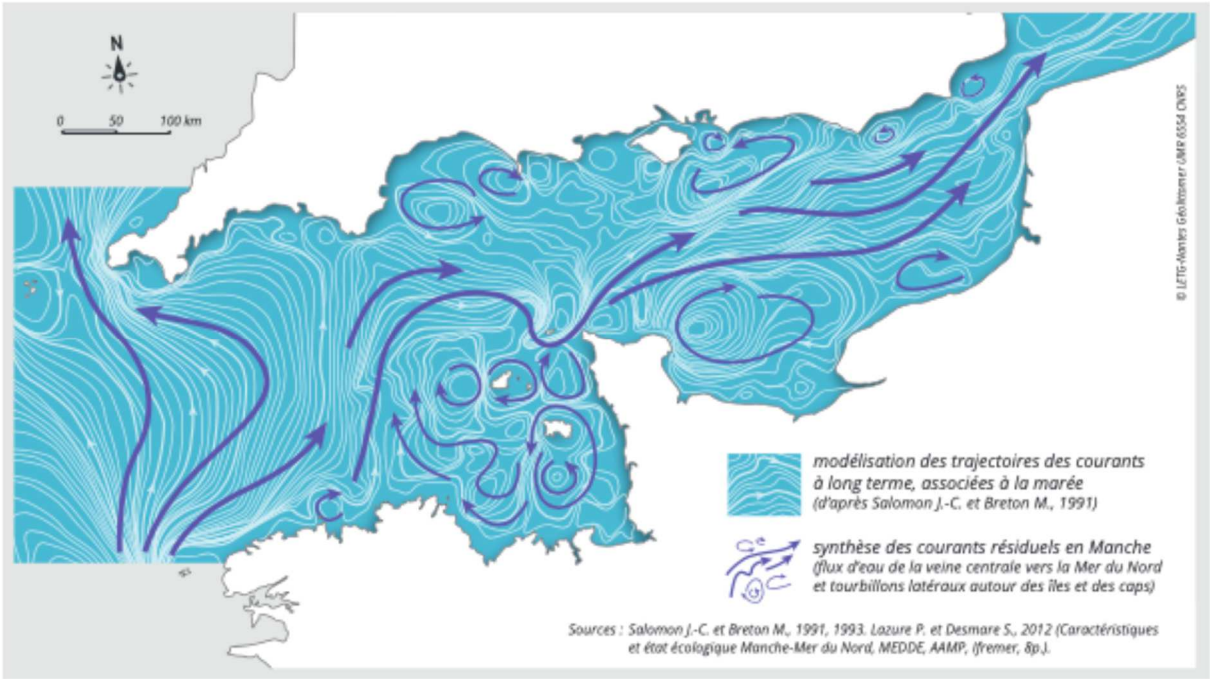



*Figure 61 – Courants résiduels de marée en Manche source (Salomon &. Breton, 1993)*

Des observations antérieurs (Ménesguen & Gohin, 2006) ont suggéré l'existence de deux types de tourbillons en Manche avec des comportements distincts : (1) les tourbillons induits par des effets de cap qui agissent comme des zones d'accumulation de traceurs et, (2) les tourbillons qui se développent autour des îles, par exemple autour de Jersey, qui se comportent comme des zones de

faible accumulation, voire même comme des zones de dissémination. Des travaux antérieurs de modélisation de la dispersion des larves de *Sabellaria Alveolata* ont confirmé le rôle du tourbillon au large de la pointe du Grouin de Cancale dans la rétention des larves de cette espèce en baie du Mont-Saint-Michel (Ayata, 2009). D'autres caractéristiques hydrodynamiques, Les houles les plus fortes sont observées à l'ouest du Golfe et au nord-ouest du Cotentin, par exemple comme à Granville, la hauteur annuelle maximum n'excède plus 1,9 m.

### V.1.2- Caractéristiques sédimentaires

Comme cela a déjà été évoqué, la répartition des sédiments en Manche dépend très largement de l'intensité maximale des courants de marée. Cette dépendance à l'hydrodynamisme engendre, dans le Golfe, une mosaïque sédimentaire avec une forte dominance de sédiments grossiers (Fig.62).

Dans certaines zones, des variations brusques de la vitesse des courants liées à la morphologie du littoral ou à des irrégularités du fond sont à l'origine de séquences incomplètes dans la succession des sédiments, des sédiments graveleux succédant sans transition à des sédiments sablo-vaseux, comme cela est observé au nord de l'archipel des îles Chausey.

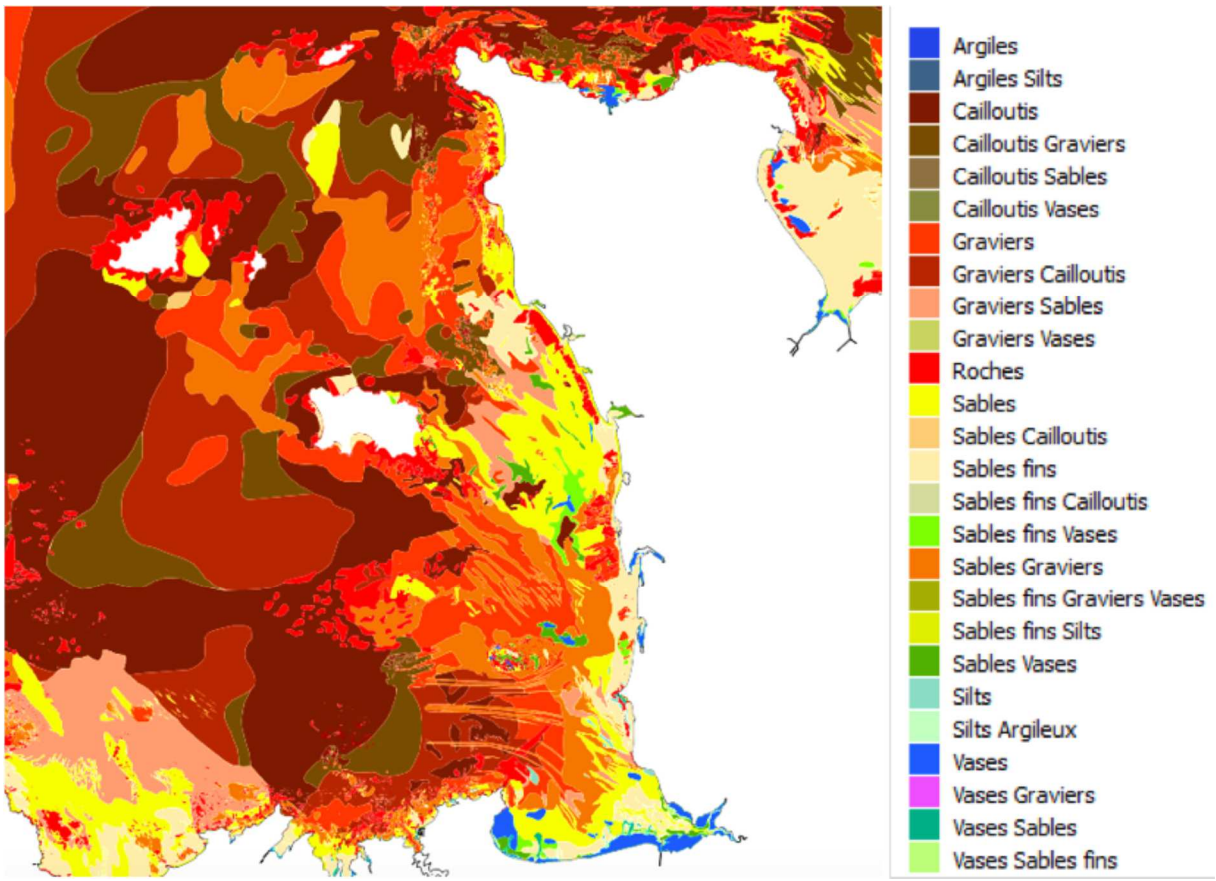



*Figure 62 – Carte morpho-sédimentaire du Golfe Normano-Breton ; source : data SHOM*

## V.2 Méthodologie

La dispersion larvaire a été simulée à l'aide d'un modèle numérique de transport lagrangien qui représente le suivi individuel et l'évolution (biologique) des particules, couplé à un modèle numérique de circulation régionale intégrant la circulation résiduelle de marée, la circulation induite par le vent, la turbulence marine, les vagues, la salinité, la température, forçage atmosphérique, la bathymétrie ou encore les apport d'eau douce.

### V.2.1- Modèle hydrodynamique

La dispersion des larves de palourdes dans le golfe est simulée à l'aide d'un modèle hydrodynamique 3D, MARS (Model for Applications at Regional Scale). Ce modèle résout les équations primitives en utilisant la méthode des différences finies et les coordonnées de terrain sigma [8] sous les hypothèses de Boussinesq et hydrostatiques sont appliquées. Le modèle numérique de circulation régionale MARS utilise comme coordonnée verticale, la coordonnée de terrain sigma tel que :

$$\sigma = \frac{z + H}{\xi + H} \tag{1}$$

où σ est la coordonnée verticale,

H(x; y) est la hauteur du fond par rapport au zéro hydrographique (position des plus basses mers),

ξ (x; y) est l'élévation de la surface de la mer,

H(x; y) + ξ(x; y) présente la hauteur de la colonne d'eau D(x; y).

Pour simplifier l'écriture du terme d'advection de toute variable A, la notation L(A) suivante est utilisée :

$$L(A) = u\frac{\partial A}{\partial x} + v\frac{\partial A}{\partial y} + w^*\frac{\partial A}{\partial \sigma} \tag{2}$$

Où u est la vitesse zonale, v est la vitesse méridienne et w* est la vitesse verticale dans le cadre de coordonnées sigma (x; y;σ) donné par :

$$W^* = \frac{1}{D}(w - \sigma\frac{\partial \xi}{\partial t} - u(\sigma\frac{\partial \xi}{\partial x} + (\sigma - 1)\frac{\partial H}{\partial x}) - v(\sigma\frac{\partial \xi}{\partial y} + (\sigma - 1)\frac{\partial H}{\partial y})) \tag{3}$$

Où w est la vitesse verticale dans le cadre physique (x; y; z).

Les approximations conventionnelles de Boussinesq et hydrostatiques sont utilisées pour résoudre les équations de Navier – Stokes dans les coordonnées cartésien (x; y). Les équations sont appelées équations primitives de l'océan σ et s'écrivent comme :

$$\frac{1}{D}\frac{\partial \rho}{\partial \sigma} = -\rho g \tag{4}$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + L(D) = 0 \tag{5}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + L(u) - fv = -g\frac{\partial \xi}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0}\frac{\partial Pa}{\partial x} + \pi_x + \frac{1}{D}\frac{\partial((nz/D)(\partial u/\partial \sigma))}{\partial \sigma} + F_x$$

(6)

$$\frac{\partial v}{\partial t} + L(v) - fu = -g\frac{\partial \xi}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0}\frac{\partial Pa}{\partial y} + \pi_y + \frac{1}{D}\frac{\partial((nz/D)(\partial v/\partial \sigma))}{\partial \sigma} + F_y$$

(7)

Où ρ est la densité de l'eau qui est en fonction de la salinité, de la température et de la pression,

g est l'accélération de la gravité,

f est le paramètre de Coriolis ,

u est la zonale (ie. Est-ouest),

v est la vitesse méridienne dans le cadre sigma (x; y; s),

ρ0 est la densité de référence de l'eau de mer,

Pa est la pression atmosphérique au niveau de la mer,

πx et πy sont les composantes zonales et méridionales du gradient de pression barocline,

nz est la viscosité verticale des tourbillons,

Fx et Fy sont les termes de frottement horizontal.

Le coefficient nz est calculé à partir d'un modèle à deux équations suivant la formulation k-ε adaptée au domaine côtier [Luyten et al., 1996).

L'approche de "split-mode" conduit à construire un modèle barotrope spécifique en intégrant les équations (5) (7) sur la verticale.

Le modèle MARS 3D a été largement utilisé pour étudier le transport des matières dissoutes et particulaires sur les plateaux continentaux d'Europe du Nord-Ouest (Lazure et Jegou, 1998 ; Delhez et al., 2004 ; Allain et al., 2007 ; Xie et al., 2009).

### V.2.2 Modèle de transport particulaire

Le modèle de transport particulaire, Ichthyop, est utilisé pour simuler la dispersion des larves de palourdes. Ichthyop a été développé pour étudier les facteurs physiques (ex : les courants océaniques, la température) et biologiques (ex : la croissance, la mortalité) affectant la dynamique de l'ichtyoplancton (L'ensemble des organismes planctoniques, constitué par les oeufs et les larves de poissons).

L'outil a besoin en entrée de séries chronologiques de champs de vitesse, de température et de salinité. Il permet également de suivre des dériveurs virtuels afin de simuler le mouvement des masses d'eaux. Ichthyop propose deux modes de fonctionnement. Le premier permet de visualiser le transport d'oeufs et de larves virtuels dans une interface graphique conviviale. Le deuxième mode permet d'exécuter des séries de simulations basées sur des ensembles de paramètres prédéfinis, avec une interface minimaliste.Le modèle d'advection-diffusion résout la forme conservatrice de flux de l'équation de continuité décrivant le transport d'une quantité scalaire en deux dimensions, donnée par :

$$\frac{\partial(HC)}{\partial t} + \frac{\partial(HUC)}{\partial x} + \frac{\partial(HVC)}{\partial y} - \frac{\partial^2(KH\frac{\partial C}{\partial x})}{\partial x} - \frac{\partial^2(KH\frac{\partial C}{\partial y})}{\partial y} - mC = 0$$

(8)

Où U et V sont les composantes des vitesses résiduelles le long de x et y,

m est le taux de mortalité larvaire,

C est la concentration larvaire,

H est la profondeur moyenne de l'eau sur un cycle de marée

et K est le coefficient de diffusion turbulente [14].

### V.2.3. Configurations numériques

Dans cette étude, MARS3D est utilisé dans une configuration avec un domaine allant de 48 à 50 N en latitude et de 4 W à 1 E en longitude en utilisant la bathymétrie réel (Figure 4), avec deux résolutions différentes selon un emboitement de grille : (1) la grille mère (rang ?) avec une résolution de 300m et (2) la grille fille (rang 1) avec une résolution de 100m. Vingt couches sigma sont utilisées avec des couches uniformes. Les conditions météorologiques, comme le vent, nécessaires au calcul des échanges de quantité de mouvement et de chaleur sont intégrés dans MARS3D via un forçage en surface par les champs de vent issus des simulations ALADIN de METEO-FRANCE. Le forçage est imposé

aux limites de la grille Mère. L'Atlas de marée CST FRANCE 2012 du Shom contenant 114 composantes de marée a été utilisé. La température n'étant pas calculée explicitement a été imposée est uniforme sur tout le Golfe Normano-Breton et évolue en fonction du temps pour reproduire le réchauffement printanier et estival (Fig.64). La salinité est fixée à 35 PSU.

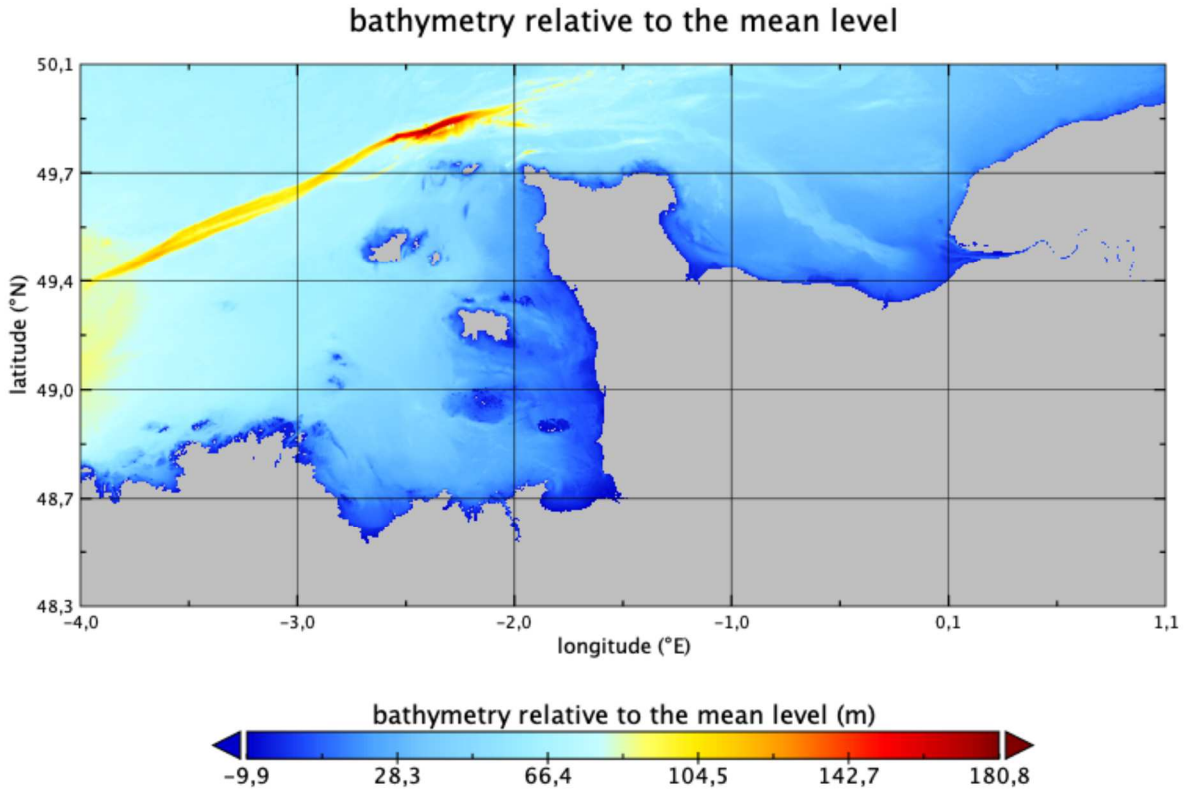



*Figure 63 – Bathymétrie pour la grille Mère par rapport au niveau moyen du site d'étude.*

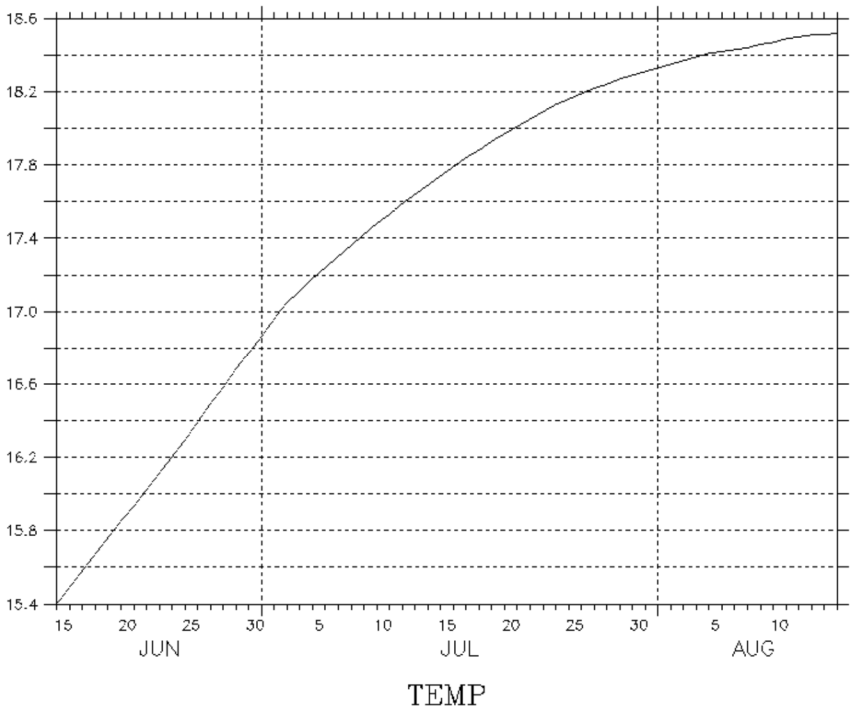



*Figure 64 – Une température uniforme sur le golfe N.B. variant en fonction du temps.*

À partir du modèle hydrodynamique MARS3D, les champs tridimensionnels de vitesse, de température au fil du temps et de salinité et l'environnement physique vécu par l'ichthyoplancton. Ichthyop crée une population d'individus qui sont libérés dans l'environnement advectif simulé par le modèle hydrodynamique, et qui augmentent en âge à chaque pas de temps. Chaque particule est exposée à ses propres conditions environnementales, déterminées par sa position, et suit son propre chemin, déterminé par l'hydrodynamique. Chaque particule a une mémoire de l'endroit et du moment où elle a été engendrée (emplacement, date, profondeur). Dans chaque simulation, le nombre de particules libérées, la date de libération, la profondeur de libération, la température létale, la période de suivi, la fréquence d'enregistrement, le pas de temps et les zones de frai sont définis par l'utilisateur. En couplant ces deux modèles, plusieurs simulations ont été réalisée (Table 21) afin de répondre aux questions scientifiques posées précédemment (Tab. 22). Sachant que la particularité de Ichthyop est la définition de la source d'injection larvaire qui diffère entre une simulation d'un seul point d'injection (Figure 65), qui se forme à partir des coordonnées d'un point centre, un rayon et une épaisseur, et un événement de plusieurs points sont obtenus, ce qui simule l'injection qui se présente sous forme des polygones comme le montre la Figure 60

| Tests | N. particules | N. sources | Moment d'injection | Données Mars-3D | Résolution |
|---|---|---|---|---|---|
| Test-1 | 100 000 | 1 | vive-eau | marée ; marée+vent | grille de 300m |
| Test-2 | 100 000 | 1 | mort-eau | marée ;marée+vent | grille de 300m |
| Test-3 | 100 000 | 1 | vive-eau | marée ; marée+vent | grille de 300m |
| Test-4 | 100 000 | 1 | mort-eau | marée ; marée+vent | grille de 300m |
| Test-5 | 50 000 | 5 | mi-marée montante | marée | grille de 300m |
| Test-6 | 50 000 | 5 | mi-marée montante | marée+vent | grille de 300m |
| Test-7 | 50 000 | 5 | mi-marée montante | marée | grille de 100m |
| Test-8 | 50 000 | 5 | mi-marée descendante | marée | grille de 300m |
| Test-9 | 50 000 | 5 | vive-eau (marée haute) | marée | grille de 300m |
| Test-10 | 1 000 000 | 5 | vive-eau (marée haute) | marée | grille de 300m |
| Test-11 | 1 000 000 | 5 | vive-eau (marée haute) | marée+vent | grille de 300m |

*Tableau 22 – Liste des différents tests effectués en fonction du nombre de particules (N.particule), de sources (N.sources), du moment d'injection des données d'entrée MARS3D et de la résolution du bathymétrie (grille Mère ou grille Fille).*

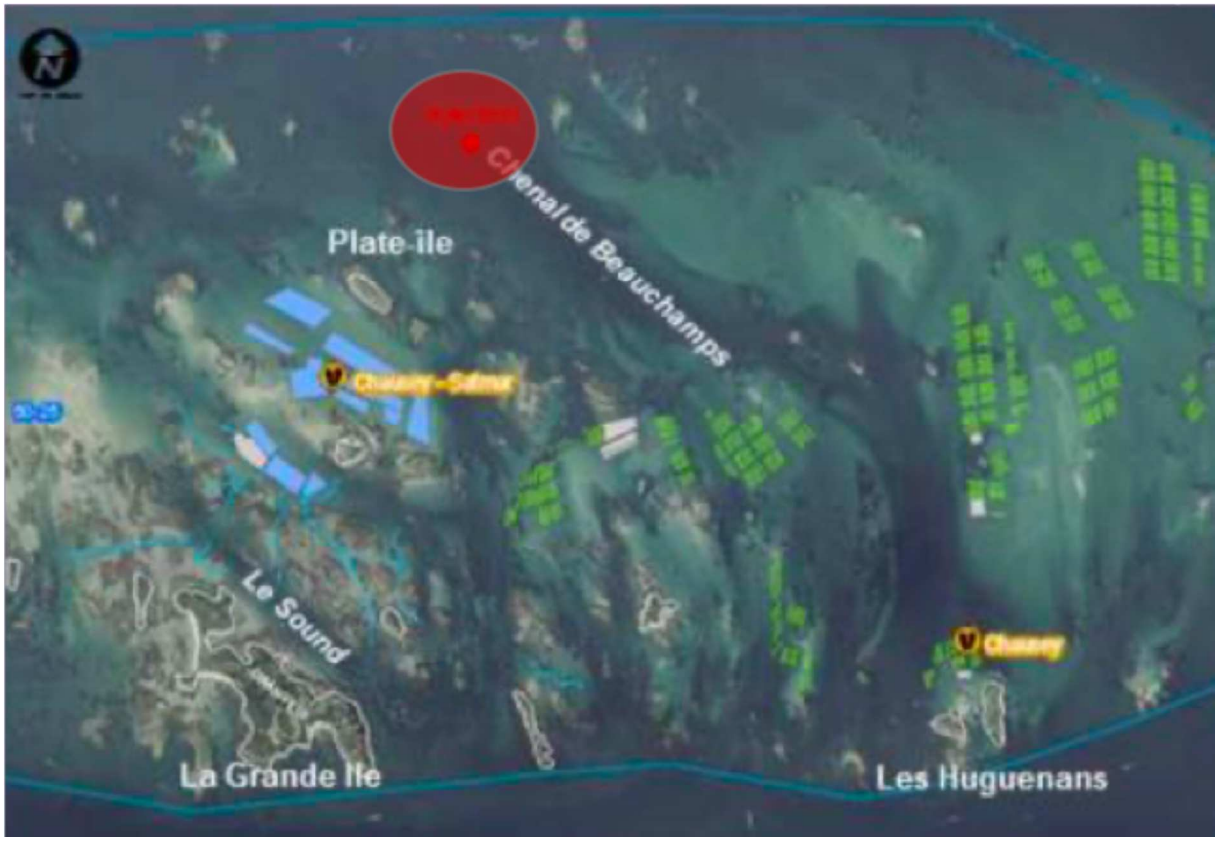



*Figure 65 – Représentation d'un point d'injection (cercle rouge) en bordure de l'île de Chausey.*

## V.3. Résultats numériques

Les résultats présentés dans cette partie sont issus de simulations Ichthyop forcées par les champs hydrodynamiques calculés par MARS3D. Les résultats des tests (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11) décrits en Table 2 seront particulièrement commentés

### V.5.3.1 L'effet du coefficient de marée (test 1 à 4)

Pour respecter le coté biologique, toutes les simulations ont une durée 30 jours de dispersion à partir du moment d'injection. Les premiers tests réalisés (Test-1 à Test-4) sur un seul point d'injection ont montré que le moment d'injection que ce soit en vive-eau ou en morte-eau (Fig. 66) ne fait pas un grand écart par rapport aux résultats de la dispersion des larves. Dans le cas d'une injection en vives-eaux 7% seulement des particules qui partent de l'île de Chausey arrivent sur les côtes ouest du Cotentin et environ 1% restent autour du point de départ. Cela peut s'expliquer par l'échouage des particules. Lorsque les effets du vent en plus de ceux de la marée sont pris en compte, 11% au lieu de 7% des palourdes émises sont retrouvées sur la côte ouest du Cotentin (Fig. 67). Lors de l'injection à Lingreville, les particules se dispersent un peu plus sur la côte ouest du Cotentin avec 23% de colonisation sous les effets de maree et 21% sous les effets de marée et du vent (Fig.68).

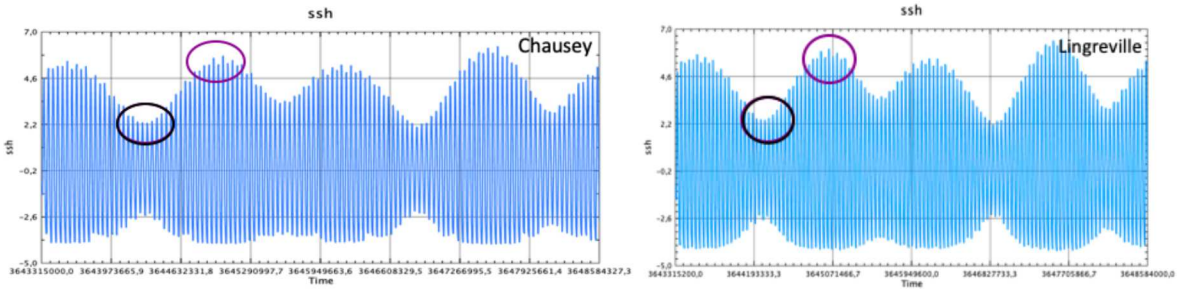



*Figure 66 – Série de l'élévation de surface d'eau pour Chausey (à gauche) et Lingreville (à droite) - Période de mortes-eaux (ovale noir) et de vives-eaux (ovale violet)*

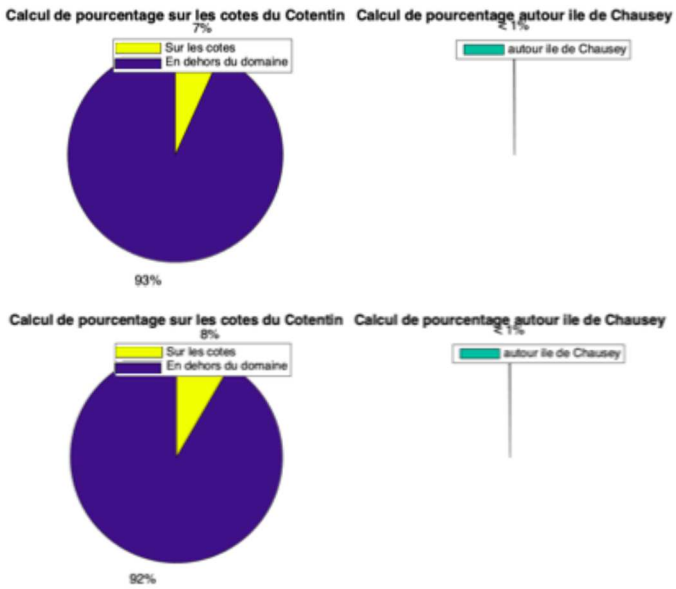



*Figure67 – Répartition des densités des larves venant de Chausey sous l'effet de la marée (en haut) et sous l'effet de la marée et du vent (en bas) - Larves sur la côte ouest du Cotentin (jaune), Chausey (vert) et en dehors (bleu)*

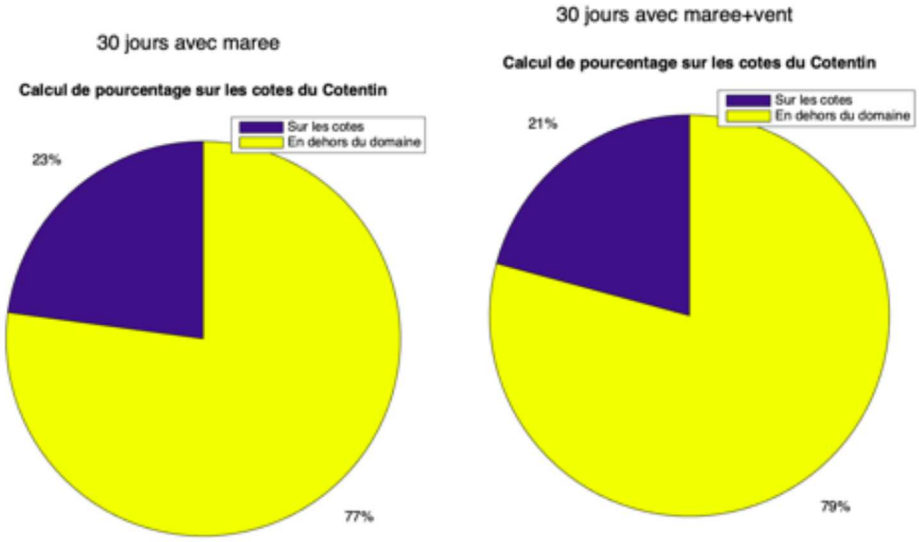



*Figure 68 – Répartition des densités des larves venant de Lingreville sous l'effet de la marée (à gauche) et sous l'effet de la marée et du vent (à droite) - Larves sur la côte ouest du Cotentin (en bleu) et en dehors (en jaune)*

### V.3.2 Modélisation multi source (test 5 à 9)

Par la suite, des tests avec les cinq sources ont été réalisées (Fig. 69) en même temps avec 50 000 particules reparties équitablement (10000 particules par source). On remarque qu'entre les Test-5 et Test-6 les particules se dispersent rapidement vers le Nord-Ouest sous l'effet du vent ce qui augmente le pourcentage de mortalité. Pour le Test-7 la mortalité est encore plus élevée comparant aux précédents car sur la Figure 70 il y a des particules qui sortent du domaine car le modèle de résolution de 100m a une emprise plus petite que celui à 300m. Le pourcentage de mortalité pour le Test-9 (point d'injection à marée haute) est moins élevé que pour le Test-8 et le Test-5. À marée haute les larves sont immergées dans l'eau plus longtemps vu que le niveau d'eau est plus élevé qu'à mi-marée (Fig. 71) et donc cela minimise l'échouage qui rentre comme facteur de mortalité. En partant de ces résultats, j'ai poursuivi les tests avec le début des simulations à marée haute (et en vive-eau), ce qui m'a permis de rapprocher de la côte pour avoir un maximum d'écart de 1,5km entre le centre d'une source et le trait de côte pour lesquels le point d'injection est à mi-marée.

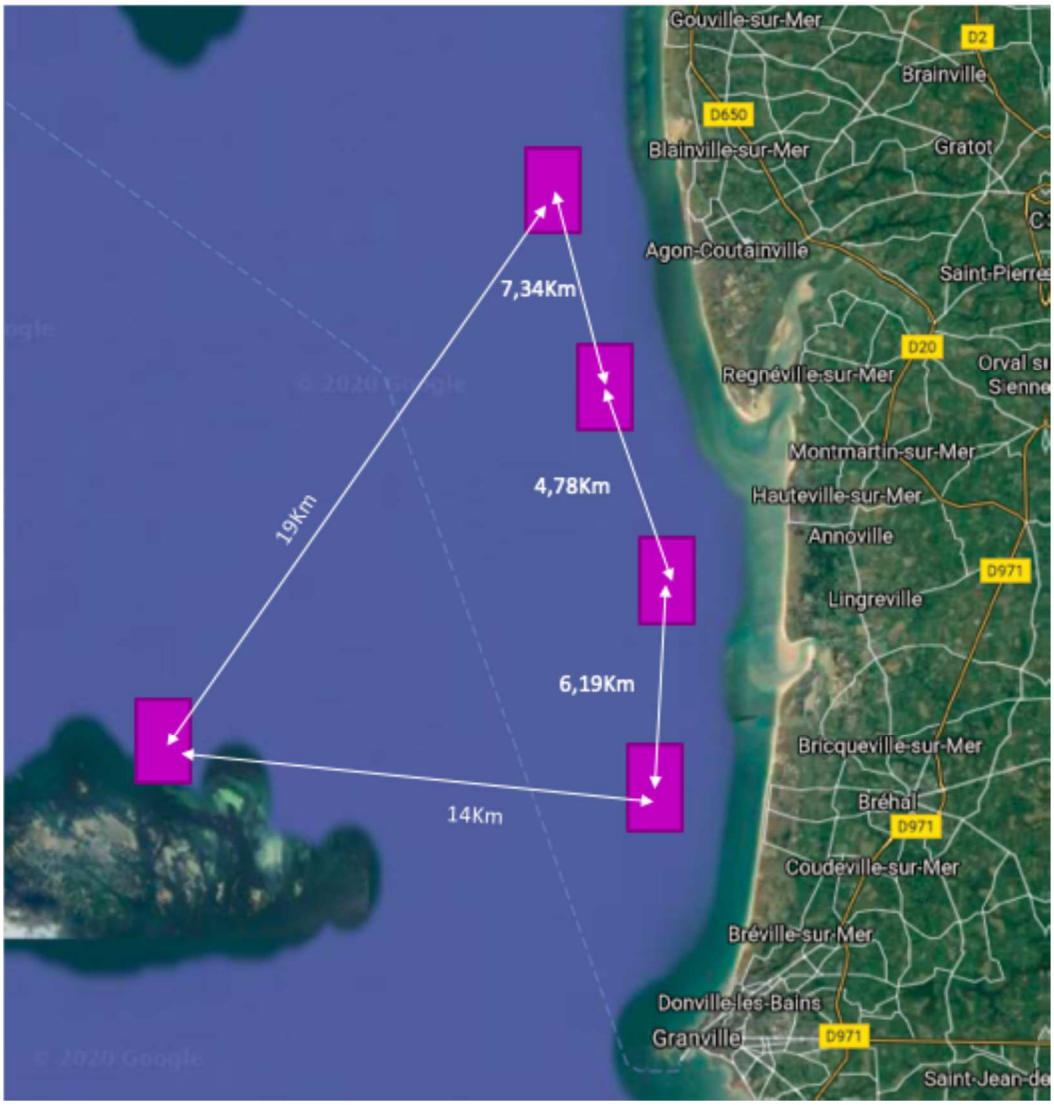



Figure 69 – Le positionnement des cinq sources et la distance entre chacune

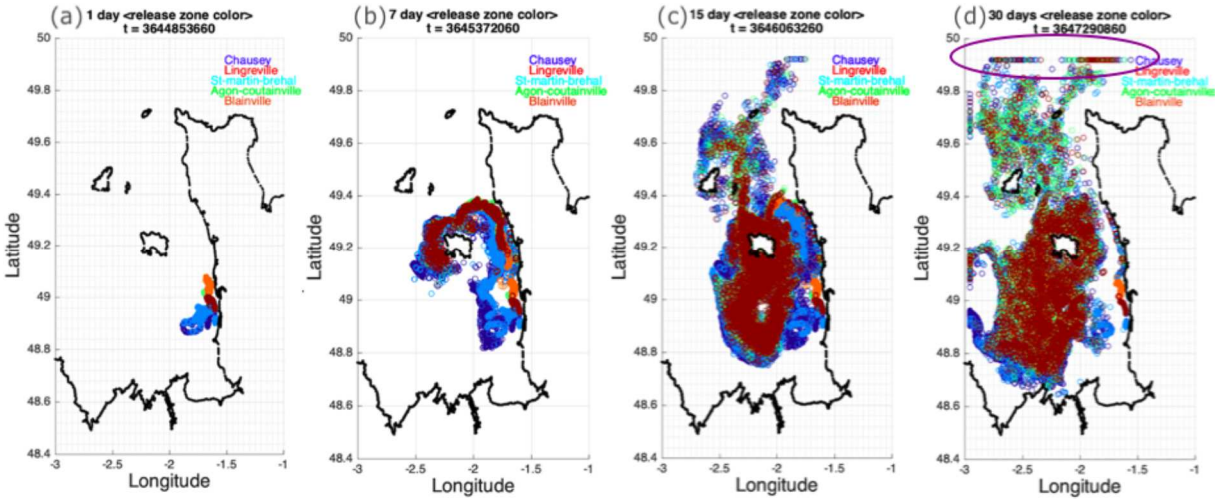



*Figure 70 – Dispersion des particules à partir des cinq sources sous l'effet de la marée après 1 jour (a), 7 jours (b), 15 jours (c), 30 jours (d) de la libération larvaire en distinguant les particules de chaque source - Test-7.*

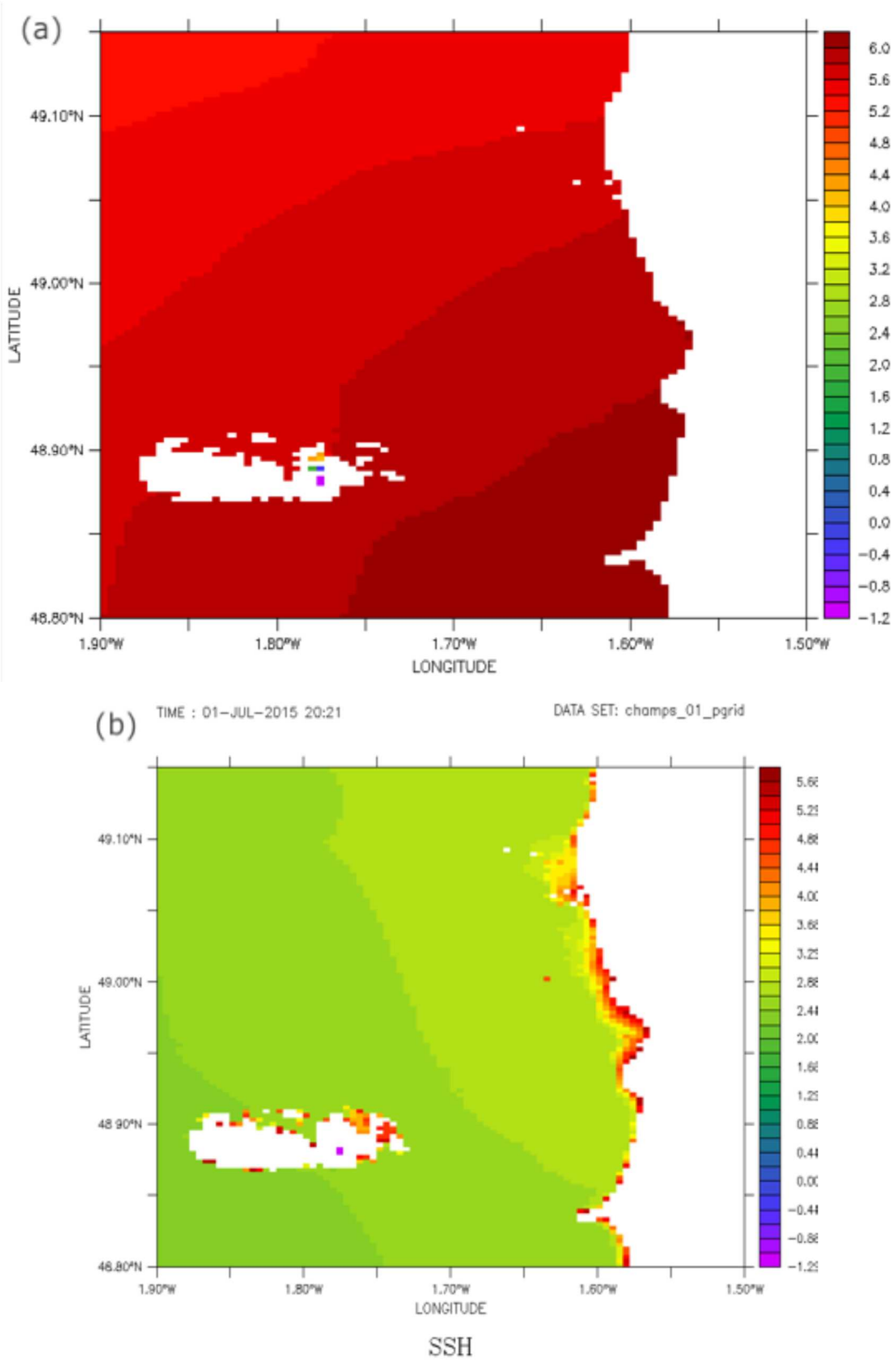



*Figure 71 – Élévation de surface à marée haute (a) et à mi-marée (b) en mètre.*

*5.3 Test-10 à Test-11*

Rapprocher les sources et lancer les simulations à marée haute donne des résultats plus réalistes avec un pourcentage de mortalité égal à 0; 8% au bout de 30 jours (Fig. 72). En ajoutant le vent (Test-11, Figure 73) le pourcentage de larves échouées passe à 1% (ce qui reste aussi raisonnable), et la dispersion est plus rapide vers le nord-ouest ce qui accélère le temps de recrutement vers le nord (Figure 75). La densité des larves en pourcentage sur côte ouest, où les injections sont faites, est faible (ex. Figure 75) qui peut être lié aussi aux conditions sédimentaires.

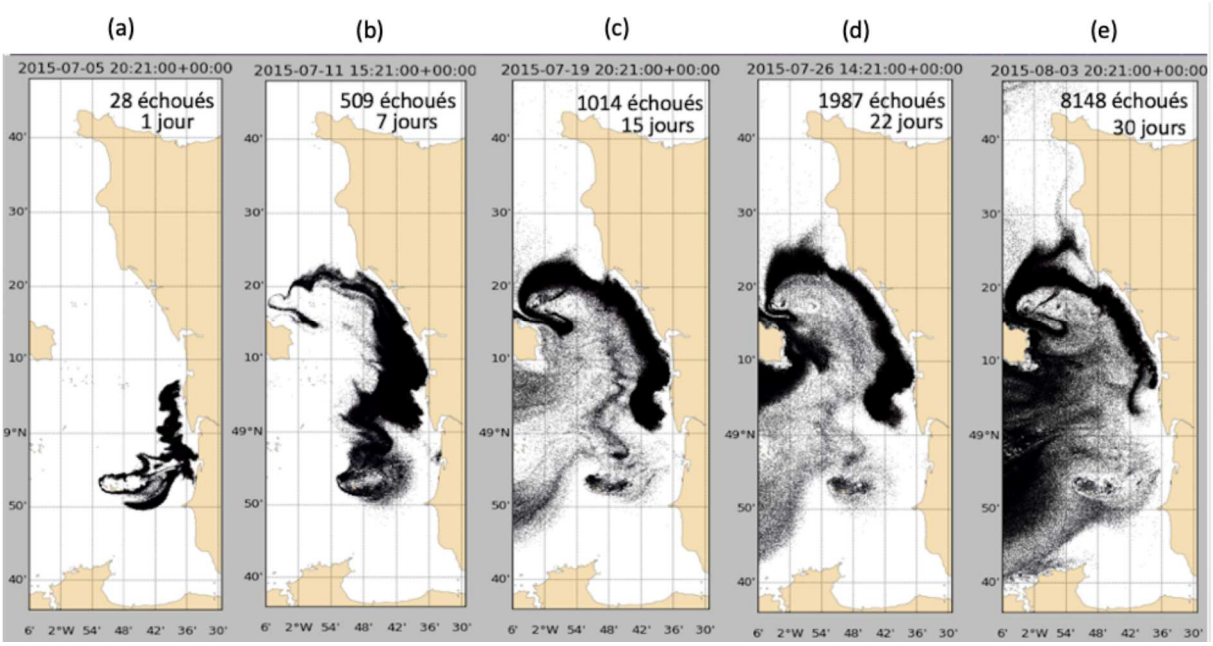



*Figure 72 – Dispersion des particules à partir des cinq sources sous l'effet de la marée après 1 jour (a), 7 jours (b), 15 jours (c), 22 jours (d), 30 jours (e) de la libération larvaire.*

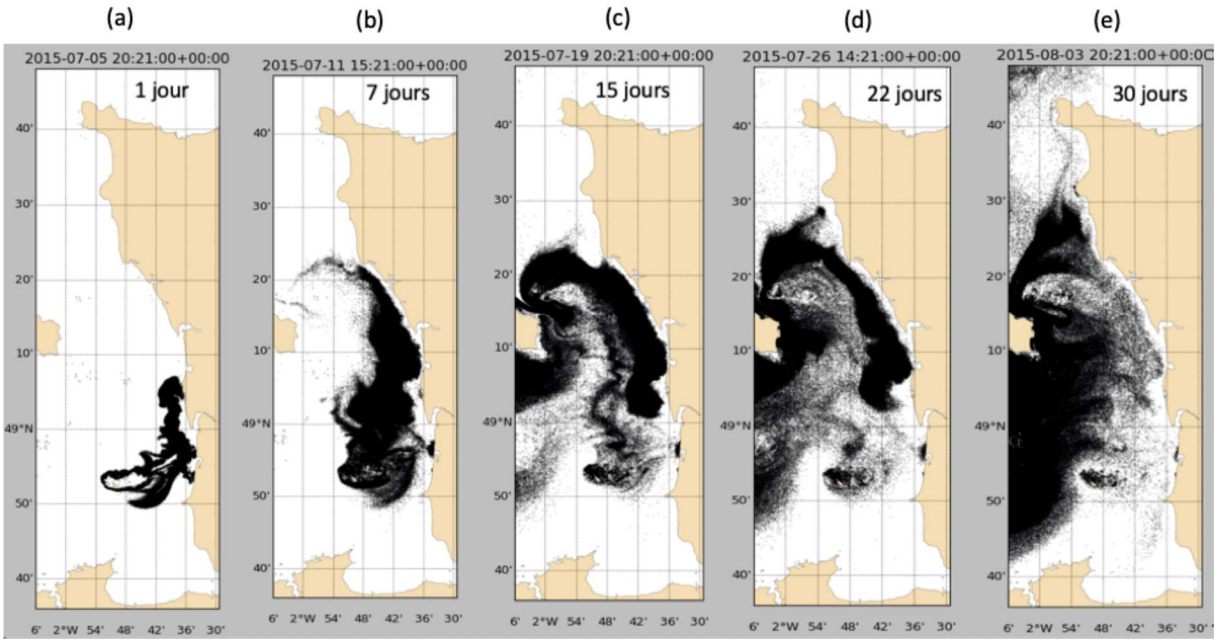



*Figure 73 – Dispersion des particules à partir des cinq sources sous l'effet de la marée avec le vent après 1 jour (a), 7 jours (b), 15 jours (c), 22 jours (d), 30 jours (e) de la libération larvaire.*

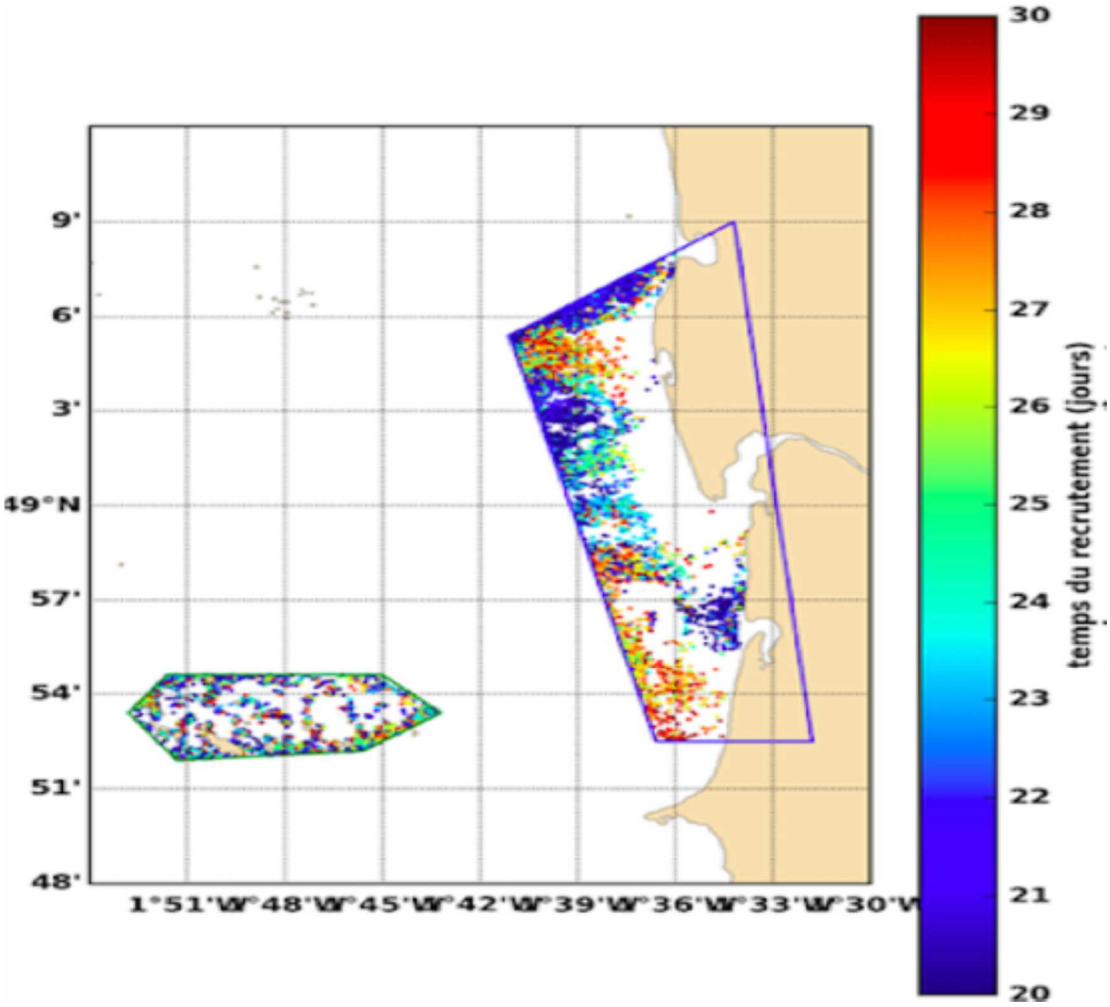
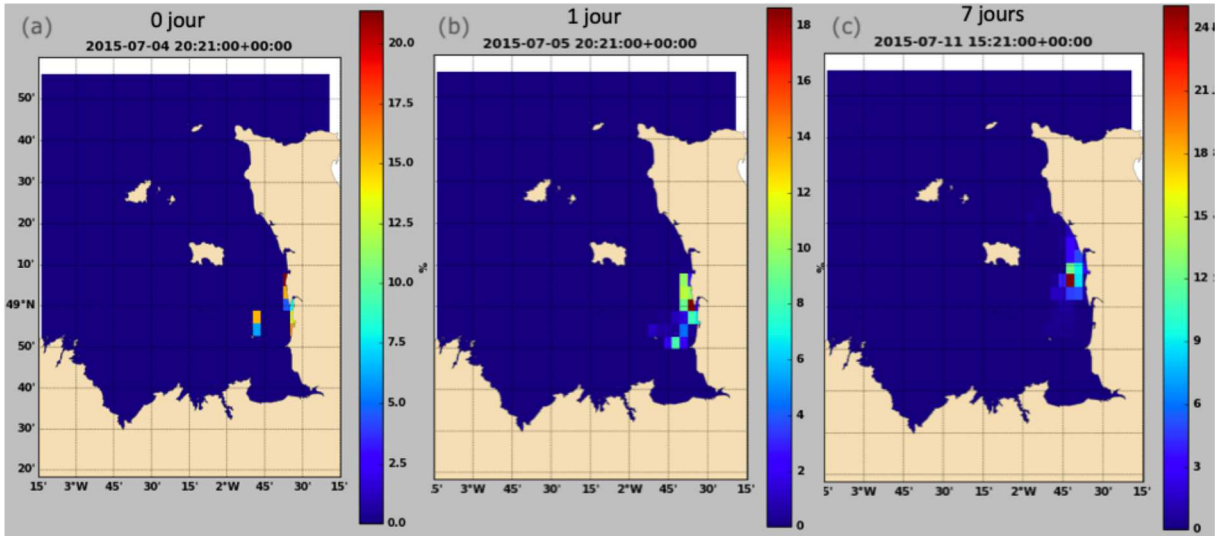



*Figure 74 – Le temps de recrutement des larves (en jours) pour le Test-11.*



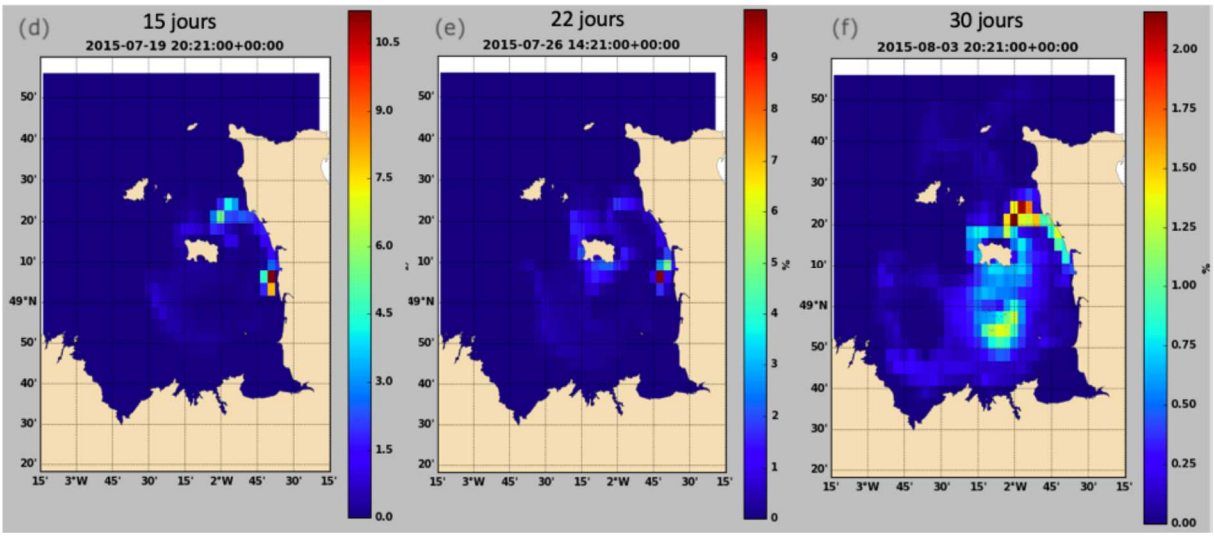



*Figure 75 – La densité des particules en pourcentages dans le moment de l'injection larvaire, après 1 jour (b), 7 jours (c), 15 jours (d), 22 jours (e), 30 jours (f) de la libération larvaire du Test-10 - Le maximum de la barre des couleurs change pour chaque figure.*

### V.3.3 Vents homogènes

L'option de vents homogènes est testée, car le golfe Normand-Breton est connu pour subir de forts vents assez unidirectionnels. On compare donc de nombreuses fois des simulations avec des vents réels, des simulations avec un vent d'est à 5m/s, et des simulations avec un vent d'ouest à 5m/s. Dans tous les cas, on fait partir 10 000 larves de palourdes des cinq endroits qui nous intéressent (points rouges sur les simulations) : les îles Chausey, et du sud au nord sur la côte, Saint-Martin-de-Bréhal, Lingreville, Agon/Coutainville et Blainville/Gouville-sur-mer. Puis on regarde leur dispersion pendant 30 jours.

Même si toutes les simulations ne sont pas identiques, les différences entre ces trois types de vents sont toujours les mêmes. Voici trois simulations où les larves de palourdes sont parties le 15 juin 2019. Les points noirs représentent les larves de palourdes. Et à partir de là toutes les simulations présentées seront pour 10 000 larves par site.

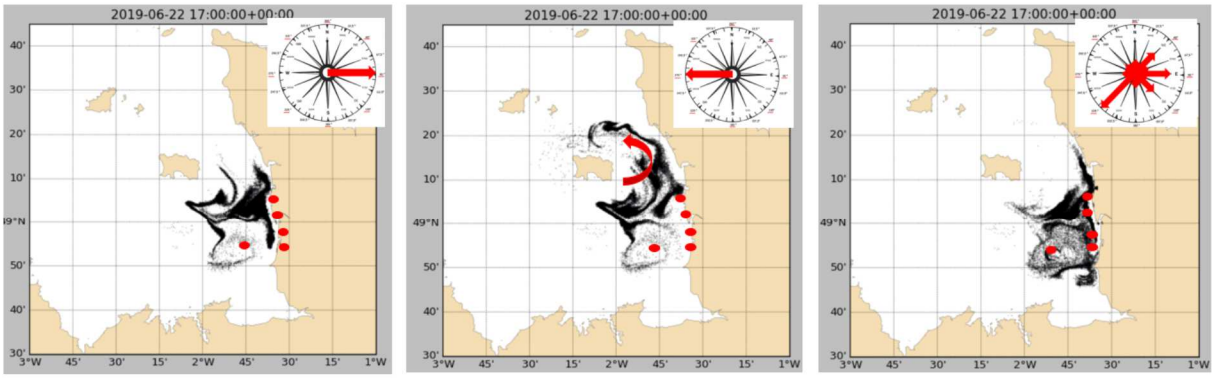



*Figure 76 – Dispersion des larves de palourdes après 7 jours*

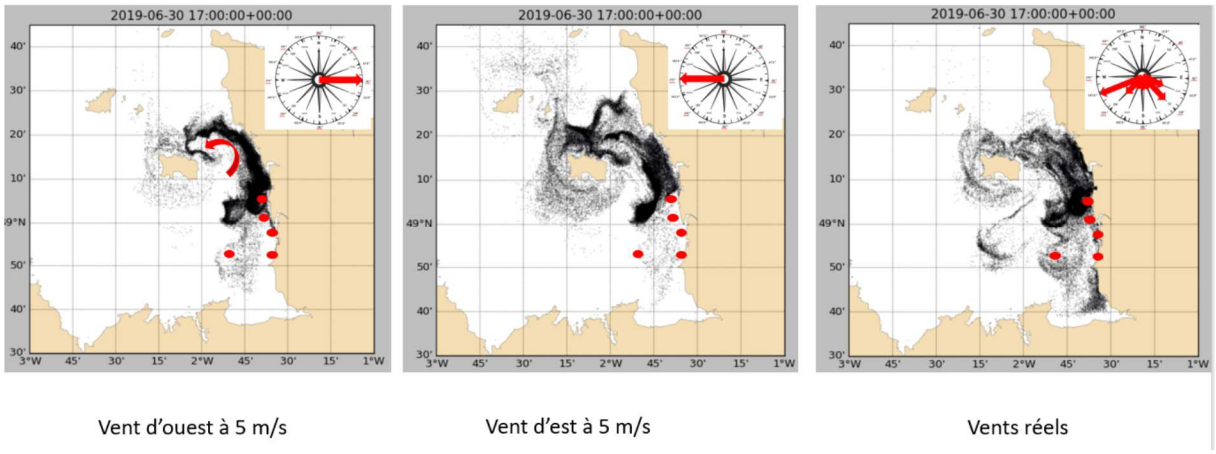



*Figure 77– Dispersion des larves de palourdes après 15 jours*

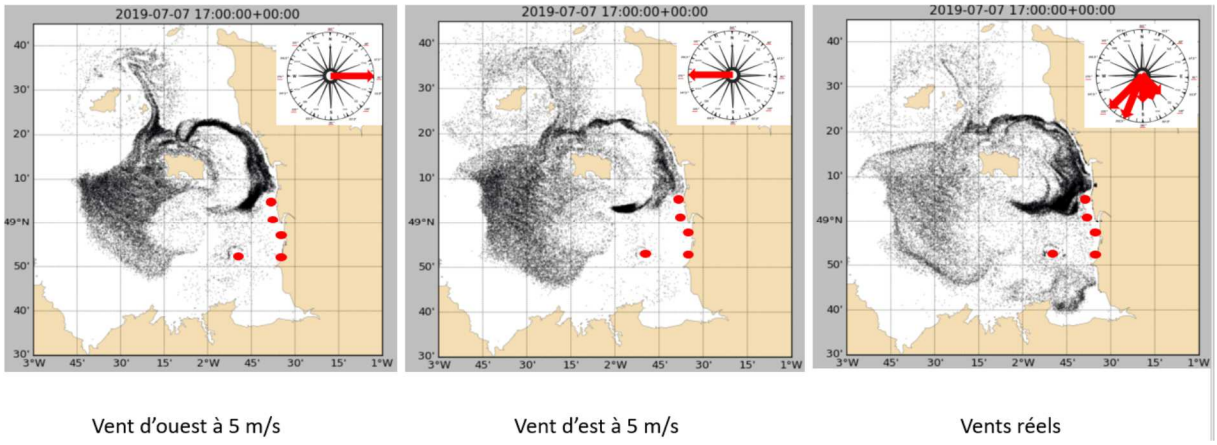



*Figure 78– Dispersion des larves de palourdes après 22 jours*

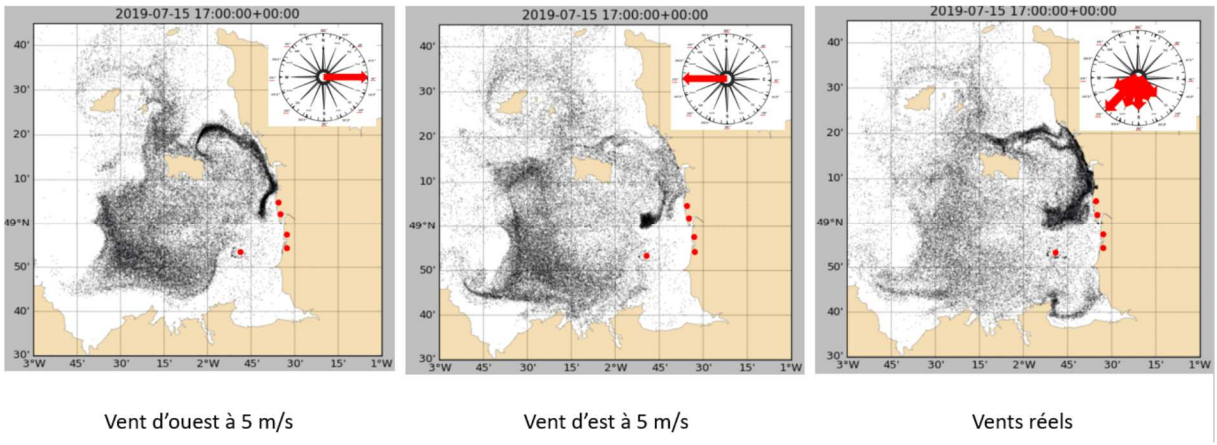



*Figure 79 – Dispersion des larves de palourdes après 30 jours*

La première différence principale est qu'avec les vents réels, il semble qu'à chaque fois une grosse proportion de palourdes soit retenue à l'est de Jersey (l'île la plus grosse), alors qu'avec des vents homogènes il y en a toujours moins. Cela est dû au couplage entre le vent et les gyres

(tourbillons) vers Jersey. Si le vent est homogène, les larves vont inévitablement aller vers un gyre. Alors que s'il varie, une proportion des larves va par chance éviter tous les gyres.

La seconde différence principale est qu'avec les vents réels, une partie des larves qui semblent provenir des îles Chausey est retenue dans le sud-est du golfe. Alors qu'avec des vents homogènes, juste après que les larves tourbillonnent autour des îles Chausey, elles vont inévitablement être envoyées vers le nord. La raison est la même que précédemment, le couplage vents/gyres, mais cette fois avec les gyres des îles Chausey.

Ainsi, même si utiliser des vents homogènes peut paraître une bonne idée pour réduire les coûts en calculs des simulations numériques, cela entraînerait des résultats non-probants

### V.3.4 Influence des vents

Même si on a pu penser que les vents pouvaient être modélisés de manière homogène, il se trouve que ce n'est pas le cas. Donc peut-être que suivant les vents, les larves de palourdes d'une population peuvent arriver à des endroits totalement différents. Il est à noter que la marée étant périodique (12h 25min dans le golfe Normand-Breton), elle ne peut pas apporter cet aspect aléatoire à la dispersion des larves de palourdes.

Étant donné que les pontes ont surtout lieu entre mi-juin et mi-juillet, on compare trois simulations dont les moments de ponte sont différents (mi-juin, début juillet et mi-juillet). L'année choisie est 2019, car on y relève des vents changeant vers cette période. (Sur les figures suivantes, suite à une erreur les points noirs représentants les larves pour l'injection mi-juin sont plus gros. Mais il n'y a pas plus de larves).

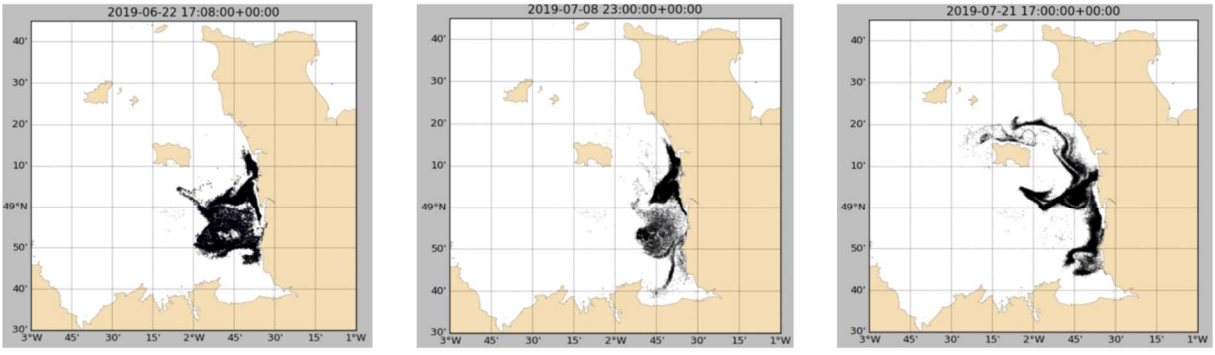



*Figure 80 – Dispersion des larves de palourdes après 7 jours*

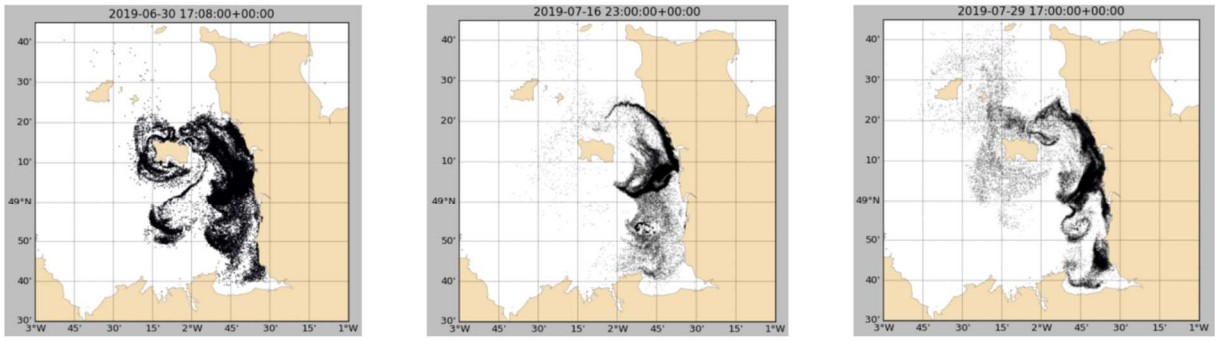



*Figure 81 – Dispersion des larves de palourdes après 15 jours*

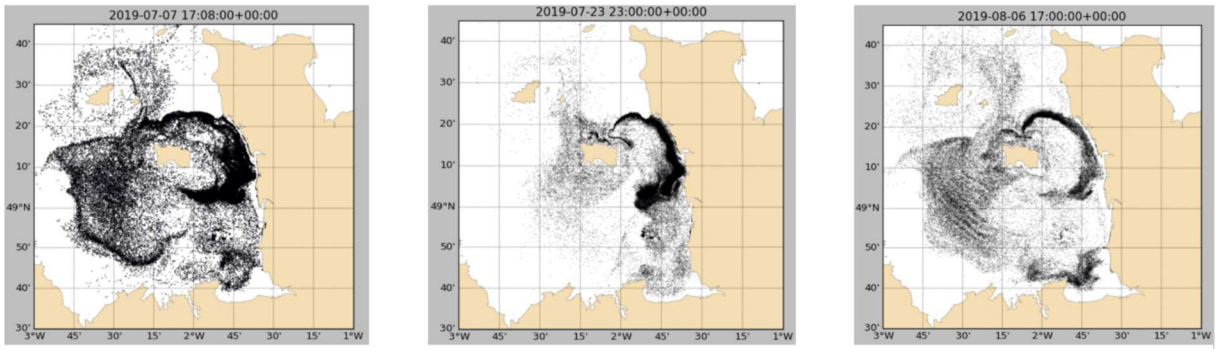



*Figure 82 – Dispersion des larves de palourdes après 22 jours*

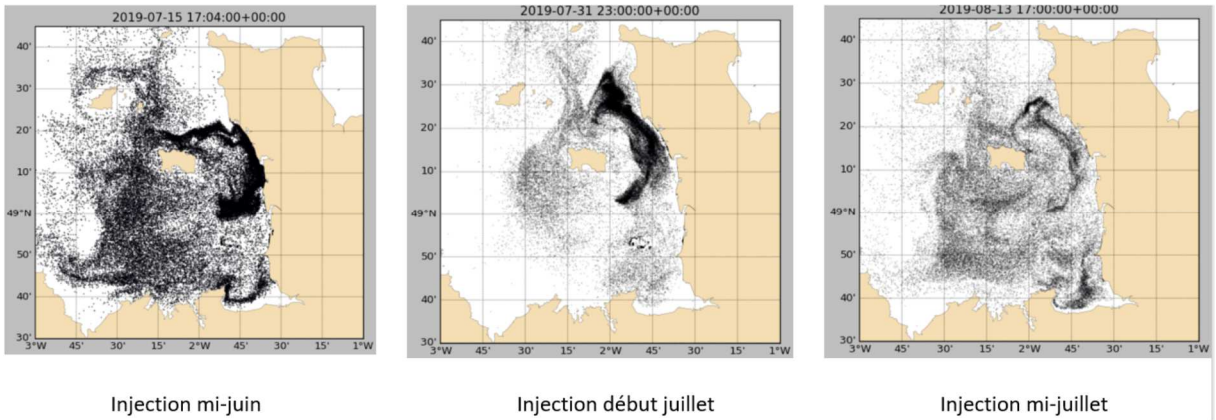



*Figure 83 – Dispersion des larves de palourdes après 30 jours*

On remarque que visuellement, les résultats semblent différents. On pourrait se dire que suivant les vents, les larves de palourdes ne vont pas aux mêmes endroits. Mais on remarque en fait que ce qui change concerne les larves qui après 30 jours se retrouvent au centre du golfe (donc les larves qui vont mourir). Pour ce qui est des larves qui reviennent sur la côte, les résultats sont en fait assez similaires peu importe les simulations effectuées durant les tests.

Ainsi, peu importe les vents, les larves de palourdes d'une population semblent toujours "atterrir" aux mêmes endroits. On analyse donc cela plus précisément en discriminant les larves de palourdes suivant leur endroit d'origine.

### V.3.5 Discrimination des lieux de fécondation

Grâce au modèle lagrangien, on est en mesure de discriminer les larves selon d'où elles viennent. Cela permet de savoir si les sites s'auto-approvisionnent ou pas, mais aussi de savoir si les vents différents ne changent réellement rien, ou si c'est l'impression que l'on avait lorsque toutes les larves étaient mélangées. Pour la discrimination, on utilise les trois simulations numériques précédentes.

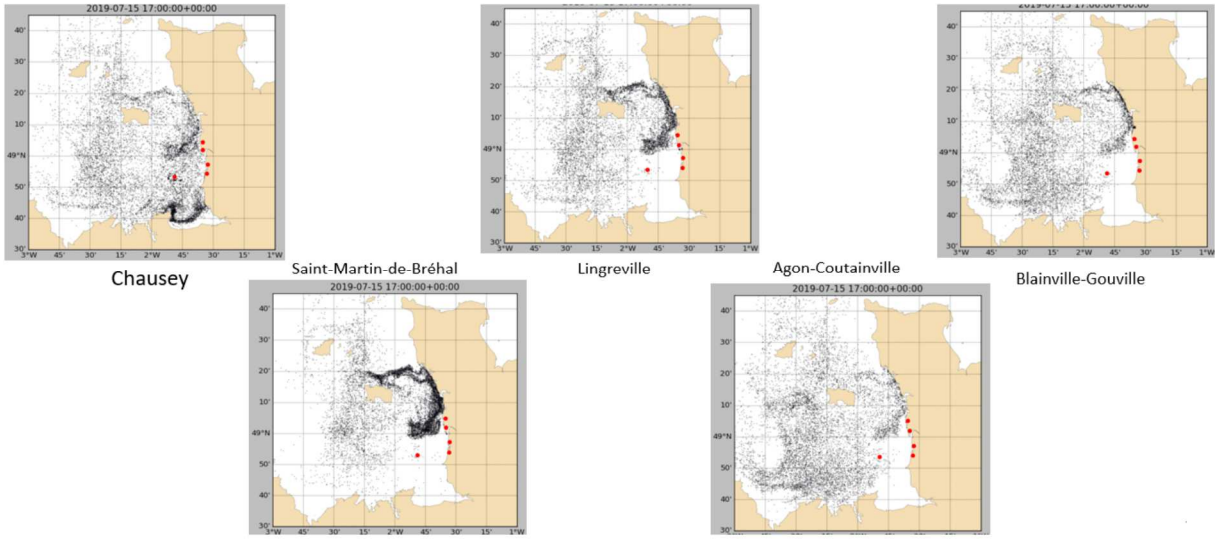



*Figure 84 – Dispersion après 30 jours des larves de palourdes fécondées mi-juin*

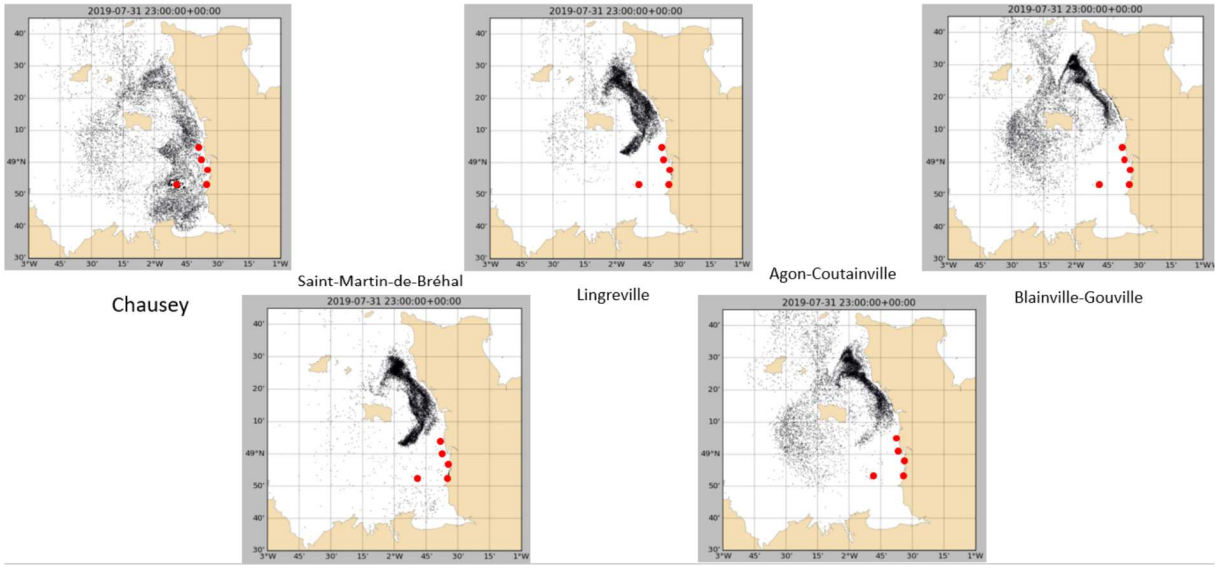



*Figure 85 – Dispersion après 30 jours des larves de palourdes fécondées début juillet*

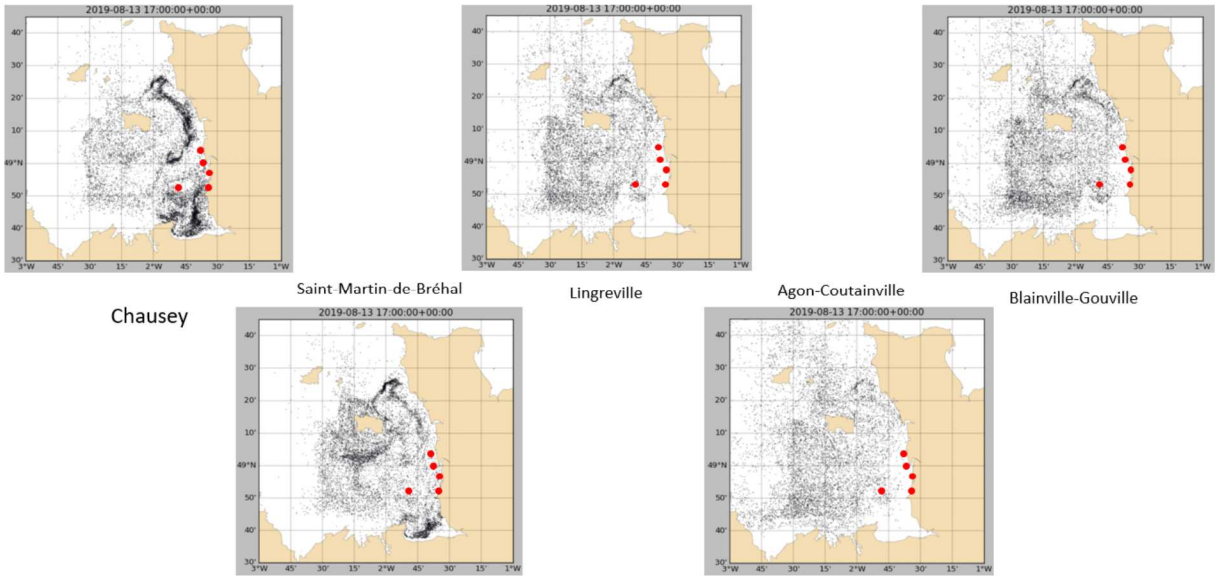



*Figure 86 – Dispersion après 30 jours des larves de palourdes fécondées mi-juillet*

La première chose que l'on observe, c'est que pour les quatre populations de la côte, il n'y a aucun auto-repeuplement. Et que comme supposé par les biologistes, les îles Chausey ont un rôle majeur pour la pérennité de ces populations. En fait, alors que les larves des quatre autres populations se dirigent vers le nord, puis sont redirigées vers le centre du golfe par les gyres de Jersey ; les larves des îles Chausey se prennent dans les gyres de ces îles. Donc une partie d'entre elles reste "coincée" dans les gyres de la baie du Mont Saint-Michel (baie à l'extrême sud-est du golfe). Et cela permet le fait qu'au bout de 30 jours il y ait des larves de palourdes dans cette partie sud-est du golfe où sont les cinq populations.

On remarque également que, comme supposé précédemment, peu importe les vents, tant qu'ils ne sont pas homogènes, les larves d'une population arrivent aux mêmes endroits. Sauf pour la population de Saint-Martin-de-Bréhal, la population la plus au sud sur la côte. Au vu de tous les tests effectués, on peut affirmer que Saint-Martin-de-Bréhal est la seule population dont les larves ont une dispersion vraiment différente selon les vents.

### V.3.6 Cas de Saint-Martin-de-Bréhal

Pour comprendre le cas de cette population, on utilise les courants résiduels. Le courant résiduel résulte de l'asymétrie flot/jusant (marée montante et descendante) et peut être approximé comme la moyenne de courants en un point durant un cycle de marée. Cela permet de voir vers où se dirigent globalement les courants, sans être faussé par l'état actuel de la marée. En traçant les courants résiduels dans cette zone, on obtient cela.

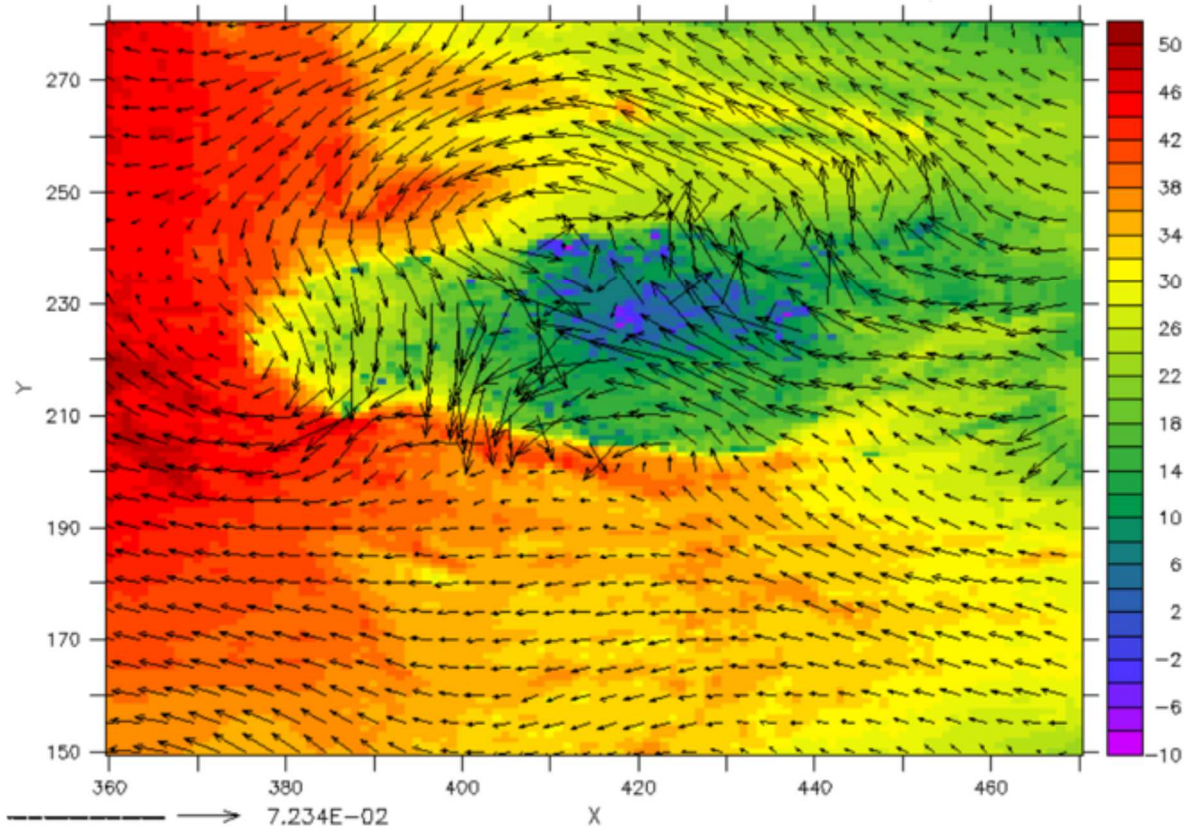



*Figure 87 – Courants résiduels (flèches noires) superposées à la bathymétrie (couleur)*

Les points rouges représentent les cinq populations de palourdes, Saint-Martin-de-Bréhal étant la plus au sud sur la côte. On s'aperçoit grâce aux courants résiduels que cette population est la seule qui se situe près de courants résiduels qui vont à la fois vers le sud et le nord. On comprend donc que les trois autres populations sur la côte ont leurs larves qui commencent donc forcément par se diriger vers le nord. Tandis que les îles Chausey ont des gyres qui font tourner les larves autour des îles, et envoient donc des larves dans toutes les directions suivant les courants résiduels à la sortie des gyres.

En multipliant les tests sur la population de Saint-Martin-de-Bréhal on s'aperçoit que ce qui est décisif est le sens du vent le premier jour de fécondation des larves. On teste donc les différents vents possibles grâce à des vents homogènes.

On constate que lorsque ce vent homogène va en direction de l'ouest, du sud-ouest ou du sud, les larves se dirigent vers le sud. Mais que pour les autres vents, les larves se dirigent vers le nord. Donc quand les vents sont favorables, les larves de Saint-Martin-de-Bréhal peuvent se disperser vers le sud, puis comme les larves des îles Chausey, revenir après 30 jours aux cinq populations étudiées grâce aux gyres de la baie du Mont Saint-Michel.

### V.3.7 Populations du golfe dans sa globalité

Quand on regarde les résultats précédents, on s'aperçoit que même si, hormis Chausey et parfois Saint-Martin-de-Bréhal, les populations étudiées ne s'auto-approvisionnent pas, elles envoient

leurs larves à d'autres endroits. Alors pourquoi est-ce que d'autres endroits n'enverraient pas leurs larves à ces cinq populations ?

Pour répondre à ces questions, il faut déjà savoir où sont les autres populations. En effet, même si un endroit reçoit des larves, encore faut-il que sa bathymétrie soit comprise entre 3 et 5 mètres au-dessus du niveau 0 de la mer, et que son fond soit fait de sable.

On recoupe donc ces trois informations, avec notamment les caractéristiques sédimentaires de la zone via le SHOM (annexe). Et on est en mesure de tester la dispersion des larves de palourdes venant des autres sites qui nous paraissent propices.

Les points rouges sont les populations initiales, et les points verts la nouvelle population étudiée pour ce cas. Les nouvelles populations sont localisées à Portbail (sur la côte, la plus au nord), Gouville-sur-mer /Créances (sûr la côte, la deuxième plus au nord) dans les baies du mont Saint-Michel et de Saint-Malo et proche de l'île Jersey.

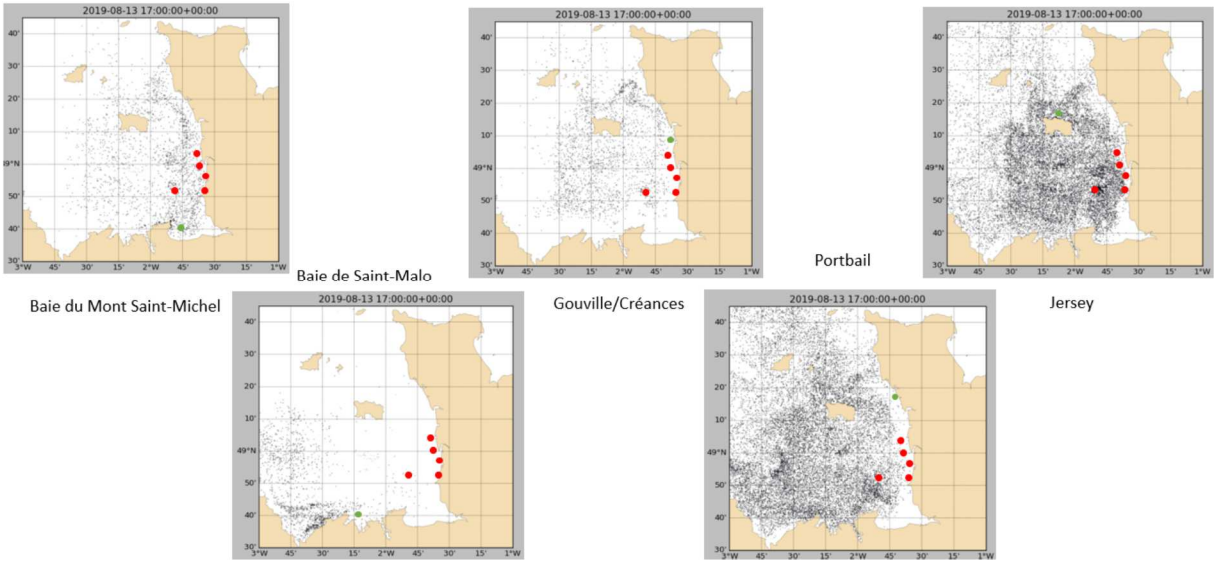



*Figure 88 – dispersion des larves des nouvelles populations*

On observe qu'en effet d'autres populations interagissent avec les cinq populations initialement étudiées. C'est en fait le cas de toutes ces populations, sauf celle de la baie de Saint-Malo, qui envoie toutes ses larves vers l'ouest.

### V.3.7 Échanges entre les populations

En connaissant la dispersion des larves de palourdes de toutes les populations du golfe Normand-Breton, et sachant que les populations hors du golfe ne peuvent pas en envoyer en raison des courants, on peut récapituler les échanges entre les populations. Malheureusement, on ne peut pas chiffrer ces échanges car on ne connaît la démographie que de quatre populations (tableau en introduction). Mais ultérieurement dans le projet RS2S cela serait possible.

Donc on doit évaluer ces échanges en pourcentages. On ne peut donc pas évaluer pour une population les pourcentages d'origine de ses larves reçues (puisqu'on n'a pas les démographies). Mais

on peut néanmoins évaluer pour chaque population les pourcentages des destinations de ses larves produites.

Quand on analyse les données, on remarque que les populations sur le côte à l'est du golfe ont beaucoup de similitudes. Portbail (la population la plus au nord sur la côte) est une exception, mais les cinq autres populations reçoivent les mêmes parts de larves de chaque population. On décide donc de considérer que les cinq sites de Saint-Martin-de-Bréhal à Créances ne sont qu'une destination. En revanche, même si les quatre autres sites envoient également leurs larves en mêmes proportions aux même endroits, Saint-Martin-de-Bréhal (la population la plus au sud sur la côte) se distingue pour cela. Donc, pour les points d'origine, seuls les populations de Lingreville à Créances sont regroupées.

On regroupe donc toutes ces données pour faire ces diagrammes représentant où vont les larves de chaque population. Les données sont en pourcentage par rapport au nombre total de larves qui arrivent dans une population (car par rapport aux larves de départ extrêmement peu arrivent dans une population, mais on ne donne pas ce pourcentage car il est sûrement biaisé sans l'intégration du modèle de croissance des larves).

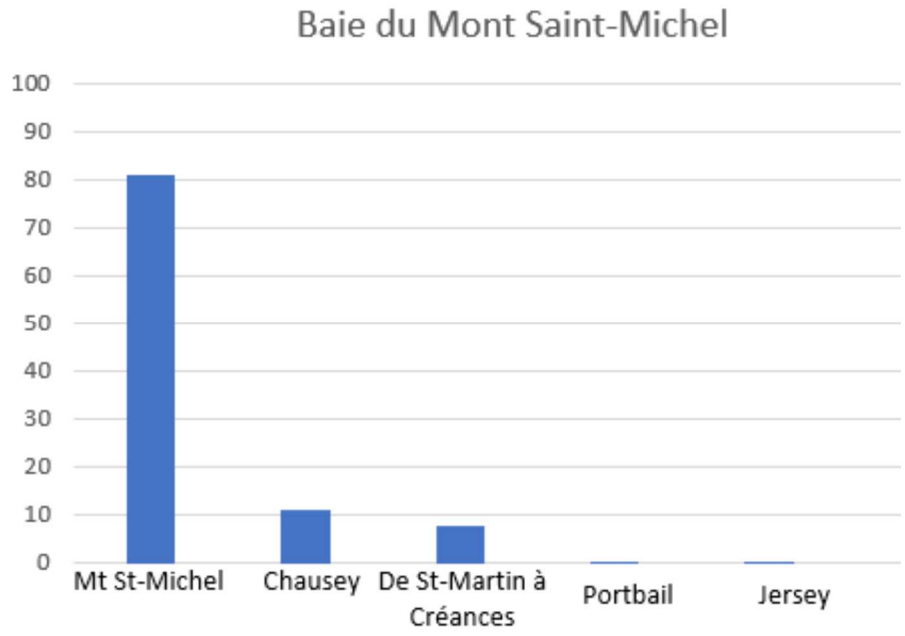



*Figure 89 – Destinations des larves des palourdes de la baie du Mont Saint-Michel*

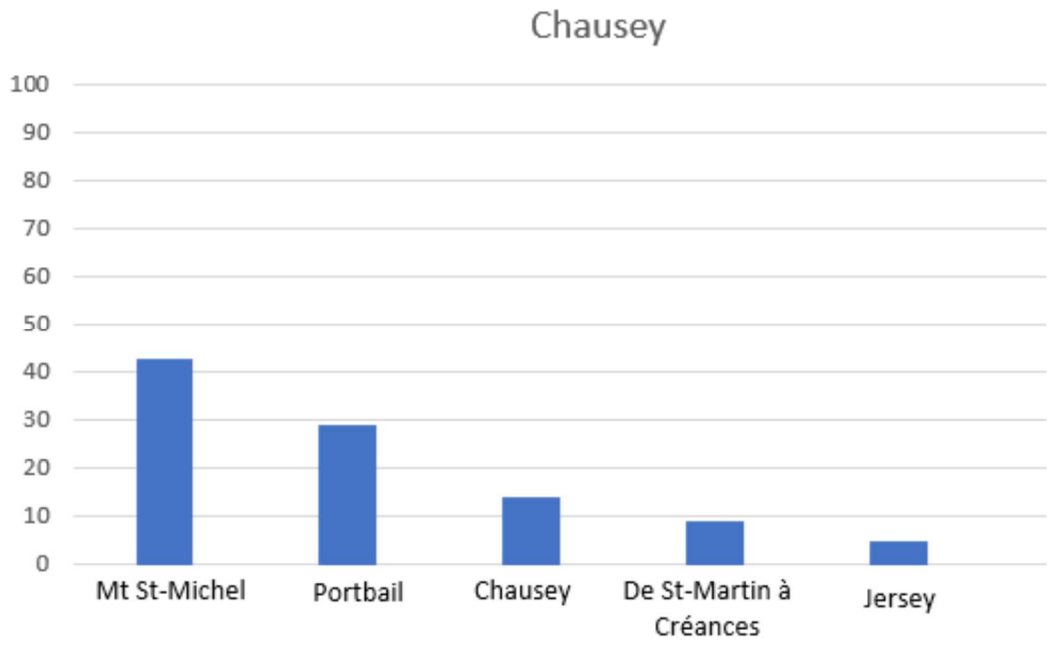



*Figure 90 – Destinations des larves des palourdes des îles Chausey*

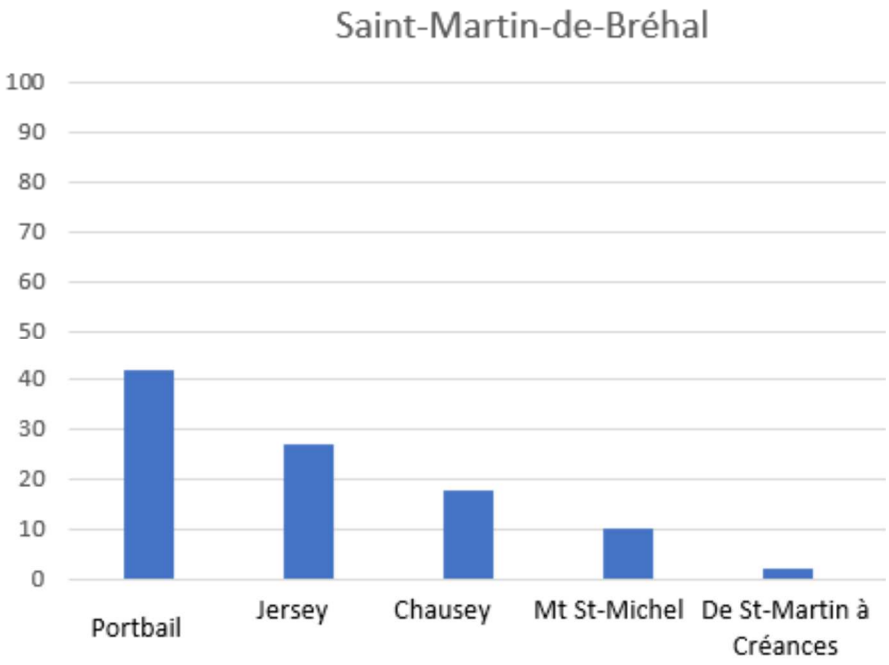



*Figure 91 – Destinations des larves des palourdes de Saint-Martin-de-Bréhal*

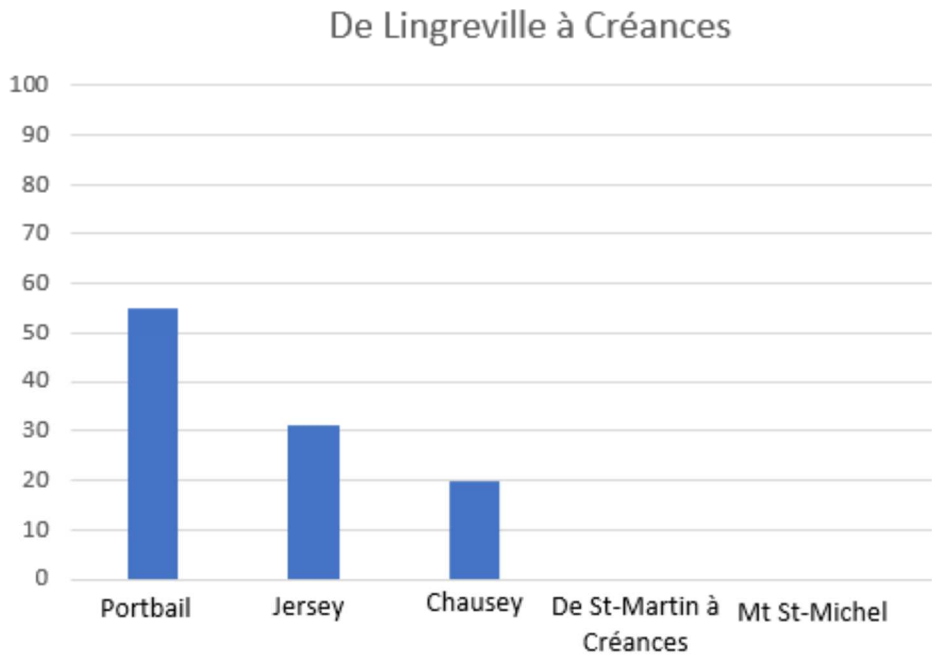



*Figure 92 – Destinations des larves des palourdes de Lingreville à Créances*

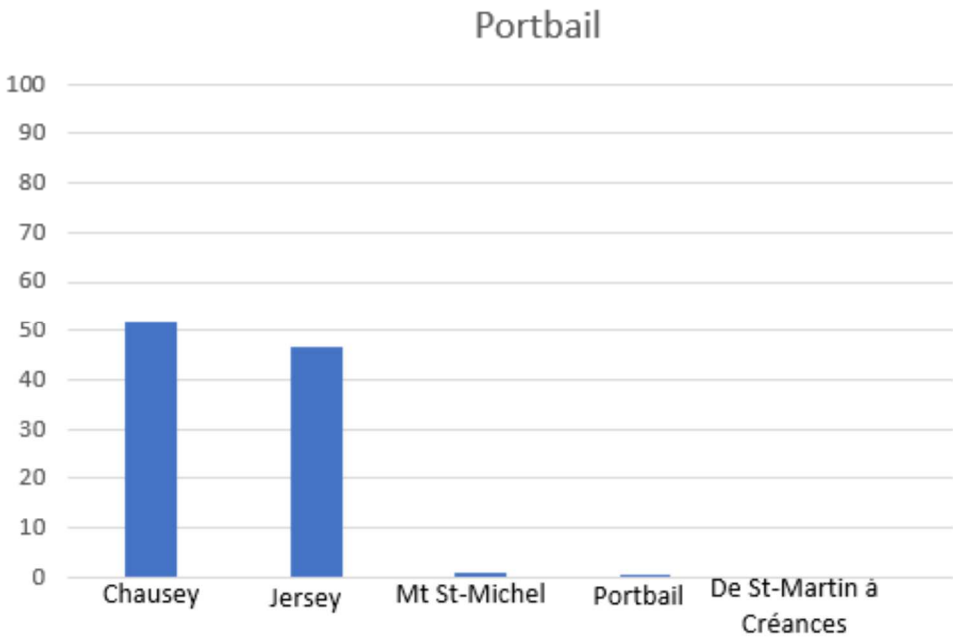



*Figure 93 – Destinations des larves des palourdes de Portbail*

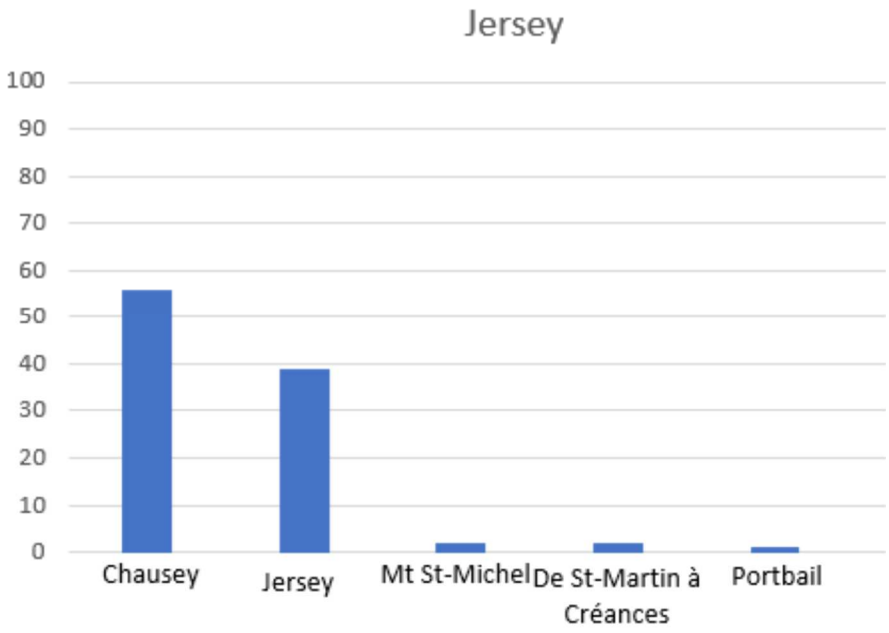



*Figure 94 – Destinations des larves des palourdes de l'île Jersey*

Grâce à ces diagrammes, on découvre que ces populations de palourdes ont une véritable synergie. En effet, chaque population est un rouage, et elles semblent toutes indispensables. Elles forment donc à elles toutes une méta-population. On peut avoir l'impression que la population de la baie du Mont Saint-Michel est un peu à part car elle s'auto-approvisionne beaucoup et envoie peu de ses larves aux autres populations. Mais on rappelle qu'il ne s'agit là que de pourcentages, et la baie du Mont Saint-Michel étant à priori la plus grosse démographie des populations de palourdes du golfe, même ces petits pourcentages représentent énormément de palourdes.

Sinon, ce qui n'apparaît pas sur ces graphiques est la discrimination entre les deux espèces de palourdes. On peut croire que les deux espèces se dispersent de la même manière, mais en fait rien ne le garanti. On sait déjà que ces deux espèces n'ont pas les mêmes démographies dans les populations, donc il se pourrait qu'elles n'aient également pas la même dispersion. Mais cela serait dû à un déplacement propre différent ou bien à une loi de croissance différente. Ce n'est donc pas à ce stade du projet RS2S que l'on peut répondre à cette question.

## SYNTHESE

Au vu des résultats, l'utilisation de la modélisation et simulation numérique est appropriée pour ce problème de dispersion. En effet, les codes de calcul Mars3D et Ichthyop permettent d'obtenir des résultats qui aident à comprendre la synergie des populations de palourdes dans le golfe Normand-Breton.

Même si les marées et la météo ont des impacts sur la dispersion des larves, il se trouve que ces dernières arrivent toujours à peu près aux mêmes proportions à chaque endroit. Et ces endroits ne sont pas forcément leur point de départ.

En effet, on découvre que dans le golfe Normand-Breton, chaque population de palourde ne s'auto-approvisionne pas. Mais qu'au contraire les populations semblent dépendre les unes des autres. Ces populations forment une méta-population. C'est une véritable synergie entre ces populations, qui montre qu'un équilibre est nécessaire. L'élevage des palourdes à Chausey semble être l'un des moteurs important de la dynamique larvaire de la façade ouest Cotentin.

# VI.Indicateur des stocks

L'utilisation d'une démarche traditionnelle d'évaluation des stocks passe généralement par la mise en place d'un protocole scientifique assez lourd et couteux à mettre en œuvre, en particulier dans les secteurs hétérogènes en faible densités. Bien qu'indispensable, cette évaluation doit est complétée de façon plus régulière par des indicateurs qui associent les pêcheurs eux-mêmes. Une démarche participative peut alors être mise en œuvre par le biais de Captures Par Unité d'Effort (CPUE) mais aussi en intégrant toutes les données issues des associations de pêcheurs plaisanciers et professionnels.

Cet indicateur apportera une information relative à la pêche des palourdes. Cette donnée va permettre d'apprécier la « capturabilité » des palourdes par secteur et d'évaluer son évolution dans le temps. L'acquisition de ces informations se fera à l'aide d'une démarche participative faisant appel aux pêcheurs de palourdes. Cette dernière doit être volontaire, anonyme et simple à mettre en œuvre afin d'obtenir une large adhésion et une grande participation. Cette donnée est spécifique d'un secteur. Deux campagnes par an (printemps et automne) sont mises en œuvre afin de prendre en compte la variabilité temporelle de la présence en palourdes. Un nombre important de pêcheurs volontaires sur chaque secteur est indispensable à une telle démarche.

La communication avec les pêcheurs se fait notamment par le biais des associations de pêcheurs à pied locales (APP2R, APAM…) ainsi que par la presse. La présence de personnels à quelques cales d'accès à la mer lors des premiers jours de marée permet d'étoffer le nombre de participants. A cette occasion, des fiches sont distribuées incluant les données importantes à collecter : date, cale d'accès, engin de pêche, heure de la première palourde pêchée, heure de fin de pêche, nombre de palourdes de 40 à 50 mm, de 50 à 60 mm et supérieur à 60 mm, nombre de pêcheurs dans un rayon d'une cinquantaine de mètres (approximativement), leur fréquentation des zones de pêche à la palourde. A l'issus de cette première étape, les informations sont retranscrites dans une base permettant la bancarisation et le traitement des données.

A compter de septembre 2019, le protocole a évolué afin de faire une enquête « en haut de cale » avec un comptage/mesure réalisée par un enquêteur permettant d'obtenir des résultats plus juste, plus rapide  et plus homogène.

## VI.1 Evaluation des captures par unité d'effort (CPUE)

Le calcul de cet indice est basé sur les captures par unité d'effort, il sera exprimé en nombre de palourdes par heure de pêche effective. L'indice représente la moyenne pondérée des indices des pêcheurs participant à l'opération pour chaque secteur. En aucun cas, cet indice ne doit être utilisé pour réaliser des extrapolations des captures totales.

## Indice de Taille

Associé à cet indice, une répartition (en %) en classe de taille sera demandée, cette répartition permettra de fournir une indication sur la taille des palourdes pêchées : 40 à 50 mm, 50-60 mm plus de 60 mm. Afin de faciliter la lecture et l'interprétation des résultats cette répartition sera classifiée en A, B, C, D et E (Fig. 95).

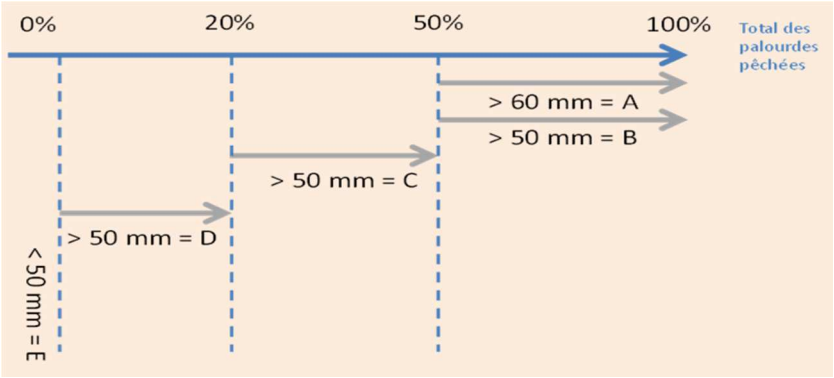



*Figure 95 : Caractérisation du panier par un Indice de taille*

Ces indices n'ont pas de « valeur biologique », les tailles choisies le sont au regard de la facilité de mise en œuvre par rapport à une démarche participative.

Les résultats bruts peuvent être analysés directement mais il sera privilégié d'observer plutôt l'évolution d'un secteur d'une part par rapport aux années précédentes et d'autre part par rapport aux autres secteurs (Fig. 96). Une évolution négative d'un secteur par rapport aux autres pourrait être la résultante d'une surexploitation si celle-ci est constatée. Une tendance générale de l'ensemble pourrait être une expression d'une forte pression globale mais peut être également d'une pathologie, d'un dérèglement environnemental ou d'un mauvais recrutement.

| Nb par heure | 0 | 20 | 40 |
|---|---|---|---|
| A | | | |
| B | | | |
| C | | | |
| D | | | |
| E | | | |

*Figure 96 : Caractérisation du site de pêche à la palourde en fonction de l'indice de taille et du nombre de palourdes pêchées par heure*

## VI.2 Evaluation de l'état de la ressource

Au total, plus de 700 enquêtes ont été réalisés auprès des pêcheurs à pied durant les 5 années de l'étude.

Les résultats montrent des rendements moyens d'une cinquantaine de palourdes (>40 mm) par heure de pêche (52 en juin et 48 en septembre). Les vitesses moyennes de capture les plus élevées sont observées à Blainville-sur-mer et à Gouville-sur-mer avant l'été (58) mais diminue sensiblement en septembre (43). Les rendements sont les plus faibles à Agon-Coutainville.

*Tableau 23 : Captures par unité d'effort (en haut) et indice de taille (en bas) sur chaque secteur*

| Rendement horaire | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Participation | Saint-Martin-de-Bréhal | Lingreville | Pointe d'Agon | Agon-Coutainville | Blainville-sur-mer | Gouville-sur-mer | Rndt moy. |
| **Nov.15** | 19 | NS | 44 | 16 | 13 | 27 | 40 | 28 |
| **Juin.16** | 105 | 42 | 31 | 39 | 15 | 28 | 32 | 31 |
| **Mai.18** | 55 | 53 | 64 | Fermé | 43 | 69 | 36 | 53 |
| **Sept.18** | 84 | 45 | 48 | Fermé | 39 | 47 | 52 | 46 |
| **Juin.19** | 34 | 57 | 30 | Fermé | 48 | 65 | 85 | 57 |
| **Sept.19** | 92 | 65 | 57 | Fermé | 36 | 49 | 35 | 48 |
| **Juil. 20** | 113 | 55 | 60 | Fermé | 27 | 60 | 54 | 51 |
| **Oct.20** | 55 | 46 | 48 | Fermé | 22 | 46 | 30 | 38 |
| **Juin. 21** | 64 | 48 | 22 | Fermé | 38 | 61 | 59 | 46 |
| **Sept.21** | 64 | 46 | 56 | Fermé | 22 | 38 | 32 | 39 |
| **Juin 22** | 68 | 58 | 61 | Fermé | NF | 43 | 50 | 53 |
| **Octo.22** | 75 | 60 | 64 | Fermé | 40 | 47 | 52 | 53 |

L'indicateur concernant la répartition des classes de taille dans le panier montre uniquement des indices C et D avant juin 2019. A partir de septembre 2019, seul l'indice D est observé quel que soit le site (Tab. 5). Cette évolution est sans doute imputable à la méthode de comptage et mesure réalisé en haut de cale. Les pêcheurs surestimant la taille de leurs palourdes.

*Tableau 24 : Indice de qualité des paniers sur chaque secteur*

| | Indice | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Participation | Saint-Martin-de-Bréhal | Lingreville | Pointe d'Agon | Coutainville | Blainville-sur-mer | Gouville-sur-mer | Indice global |
| **Nov.15** | 19 | NS | C | D | C | C | C | C |
| **Juin.16** | 105 | C | C | D | D | D | D | D |
| **Mai.18** | 55 | D | D | Fermé | D | D | D | D |
| **Sept.18** | 84 | D | C | Fermé | C | C | D | C |
| **Juin.19** | 34 | C | C | Fermé | C | D | D | C |
| **Sept.19** | 92 | D | D | Fermé | D | D | D | D |
| **Juil. 20** | 113 | D | D | Fermé | D | D | D | D |
| **Oct.20** | 55 | D | D | Fermé | D | D | D | D |
| **Juin. 21** | 64 | D | D | Fermé | D | D | D | D |
| **Sept.21** | 64 | D | D | Fermé | D | D | D | D |
| **Juin 22** | 68 | D | D | Fermé | NF | D | D | D |
| **Octo.22** | 75 | D | D | Fermé | D | D | D | D |

Globalement, il semble de la « capturabilité » des palourdes s'améliore. Le site de Coutainville qui était classé en rouge en 2015 et 2016 est repassé en vert grâce à des rendements plus élevés en 2018. Et 2019, puis en orange (changement de méthodologie). En 2022, le site est repassé en vert. Il est a noté le faible nombre de pêcheurs sur ce site, pêcheur plutôt très expérimenté.

D'autre part, le site de Gouville-sur-mer classé en orange en juin 2016 et mai 2018 est repassé en vert par une augmentation de taille des palourdes (Tab. 25) mais alterne ensuite le classement vert et orange. Globalement, tous les sites sont en vert en 2022.

Il est à noter que l'évolution méthodologique permet de prendre en compte une plus grande variabilité de pêcheur. En effet, les pêcheurs avec juste quelques palourdes ne remplissaient pas les feuilles les campagnes précédentes. De même des paniers non conformes ont été observés lorsque l'on réalise le comptage à la cale : palourdes sous tailles et quotat dépassé avec un maximum de 154 palourdes.

*Tableau 25 : Evaluation et évolution de l'état des stocks de palourdes pêchable et rendements de pêche estimés sur chaque secteur*

| Rendement horaire | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Participation | Saint-Martin-de-Bréhal | Lingreville | Pointe d'Agon | Coutainville | Blainville-sur-mer | Gouville-sur-mer |
| **Nov.15** | 19 | NS | 44 | 16 | 13 | 27 | 40 |
| **Juin.16** | 105 | 42 | 31 | 39 | 15 | 28 | 32 |
| **Mai.18** | 55 | 53 | 64 | Fermé | 43 | 69 | 36 |
| **Sept.18** | 84 | 45 | 48 | Fermé | 39 | 47 | 52 |
| **Juin.19** | 34 | 57 | 30 | Fermé | 48 | 65 | 85 |
| **Sept.19** | 92 | 65 | 57 | Fermé | 36 | 49 | 35 |
| **Juil. 20** | 113 | 55 | 60 | Fermé | 27 | 60 | 54 |
| **Oct.20** | 55 | 46 | 48 | Fermé | 22 | 46 | 30 |
| **Juin. 21** | 64 | 48 | 22 | Fermé | 38 | 61 | 59 |
| **Sept.21** | 64 | 46 | 56 | Fermé | 22 | 38 | 32 |
| **Juin 22** | 68 | 58 | 61 | Fermé | NF | 43 | 50 |
| **Octo.22** | 75 | 60 | 64 | Fermé | 40 | 47 | 52 |

Le panier moyen montre également une amélioration au cours du temps. En 2015 et 2016, les pêcheurs capturaient en moyenne 50 palourdes par jour (programme 3POC), ce chiffre augmente pour atteindre des valeurs comprises entre 71 et 78 palourdes par jour en moyenne entre 2018 et 2021. Le panier moyen atteint 88 en 2022. Il est a noté que sur Lingreville, ce panier moyen atteint 100 en octobre 2022 et à Saint-Martin-de-Bréhal, 102 en juin 2022.

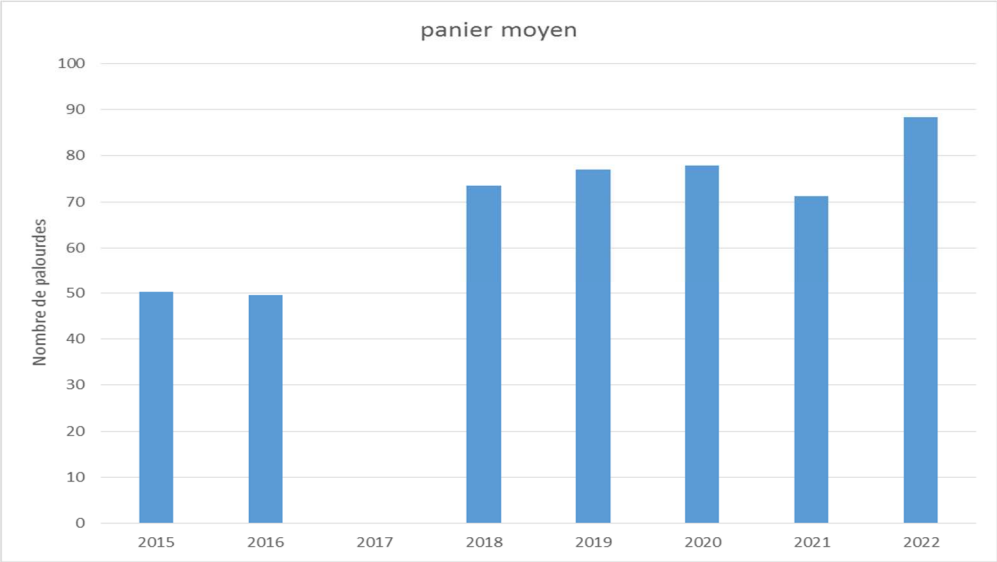



*Figure 97 : Evolution du nombre moyen de palourdes par panier*

L'évolution méthodologique à partir de septembre 2019 permet d'estimer le pourcentage de panier non-conforme. Cette non-conformité peut avoir pour cause un nombre de palourdes supérieur à 100 ou la présence de palourdes inférieures à 40 mm.

Non-conformité pour dépassement du nombre

Avant juin 2019, les déclarations volontaires des pêcheurs montraient une quasi-absence de non-conformité. Par contre, à partir de septembre 2019, les comptages réalisés en remontée de cale montrent des non-conformités importantes sur certains secteurs. Le site de Saint-Martin-de-Bréhal est particulièrement sensible avec au moins 25% de non-conformité, cette valeurs pouvant dépasser les 60% (juin 2022, septembre 2019). Nombreux des paniers non-conformes montrent un nombre de palourdes légèrement supérieur à 100 mais près d'un tiers (29%) des pêcheurs ont capturé plus de 110 palourdes, plusieurs paniers dépassant les 175 ont été observés.

*Tableau 26 : Pourcentage de panier non conforme (plus de 100 palourdes) sur chaque secteur de pêche*

| | Non-conformité (>100) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | juin-19 | sept-19 | juil-20 | sept-20 | juil-21 | sept-21 | juin-22 | oct-22 |
| *st martin* | 0% | 67% | 35% | 27% | 23% | 25% | 63% | 25% |
| *lingreville* | 0% | 22% | 52% | 38% | 0% | 43% | 33% | 50% |
| *Agon voile* | 11% | 13% | 4% | 0% | 20% | 0% | NF | 0% |
| *Blainville* | 0% | 13% | 39% | 50% | 18% | 11% | 19% | 39% |
| *Gouville* | 0% | 10% | 13% | 7% | 13% | 10% | 56% | 47% |

*Tableau 27: Pourcentage de panier non conforme (plus de 110 palourdes) sur chaque secteur de pêche*

| | Non conformité sévére (>110) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | juin-19 | sept-19 | juil-20 | sept-20 | juil-21 | sept-21 | juin-22 | oct-22 |
| *st martin* | 0% | 29% | 22% | 0% | 5% | 0% | 29% | 8% |
| *lingreville* | 0% | 22% | 29% | 13% | 0% | 21% | 13% | 12% |
| *Agon voile* | 11% | 0% | 4% | 0% | 0% | 0% | NF | 0% |
| *Blainville* | 0% | 4% | 4% | 25% | 6% | 6% | 13% | 6% |
| *Gouville* | 0% | 10% | 0% | 0% | 7% | 10% | 33% | 26% |

## SYNTHESE

Globalement la ressource en palourde sur les sites étudiés de la côte ouest du cotentin se porte bien, avec une augmentation du nombre de palourde par panier

La notion de science participative dans l'évaluation de la ressource montre ses limite en terme de fiabilité es résultats. La méthodologie de comptage en haut de place permet d'obtenir une vision assez réaliste de la pêche de ces bivalves

Les comptages dans les paniers montrent qu'un nombre parfois important selon de pêcheurs, selon les sites, ne respecte pas le nombre maximum de palourdes autorisés

La ressource est plus fragile dans certains secteurs mais avec un bon recrutement permettant un bon réapprovisionnement en palourdes.

# Vigie des havres

## I.Contexte

### *Le territoire*

La partie ouest du département de la Manche est caractérisée par une côte constituée de 8 estuaires nommés « havres ». Les havres sont des estuaires où des cours d'eau avec un débit plutôt faible viennent se jeter à la mer. On y retrouve une faune et une végétation particulières (obione, salicorne, oiseaux migrateurs, mammifères marins…) ce qui les classent en espace remarquable, certains sont même classés en site Natura 2000 comme par exemple le havre de Sienne. Ce sont des espaces qui sont en mouvement en permanence grâce à la mer qui y entre deux fois par jour.



Le territoire concerné dans ce projet se situe entre le havre de St Martin de Bréhal et le havre de Geffosses. L'estran ici peut se découvrir lors des grandes marées jusqu'à 5 km, laissant place à une grande étendue de sables. Diverses activités humaines se pratiquent sur cet estran : ostréiculture, mytiliculture et pêche à pied. La pêche à pied de loisir ou professionnelle représente un enjeu majeur pour la façade ouest du Cotentin, en particulier l'activité de loisir.

A marée haute les activités nautiques sont bien présentes avec des activités de voiles, de plaisance, de kayak.

Le territoire est aussi menacé par l'érosion du littoral surtout sur le secteur d'Agon-Coutainville, de Gouville sur mer et d' Hauteville sur mer.

### *Le projet*

Ce rapport s'articule autour de 3 axes majeurs : le programme Vigie des havres, le suivi bénévoles des phoques et le projet « extra ordinaires du littoral ».

Le programme Vigie des havres est un programme d'éducation à l'environnement basé sur la communication, la sensibilisation, l'éducation et la formation. Le caractère innovant du programme est la création d'un réseau de bénévoles et d'une application mobile pour alimenter une base de données locale. Les données récoltées sont remontées aux structures ou autorités compétentes. Le référent du programme organise régulièrement des sorties sciences participatives et peut créer et

développer un protocole spécifique pour répondre à une problématique locale pour impliquer le public dans les notions de connaissance et de protection de la biodiversité.

Ainsi après une première année de programme, le référent a choisi de travailler sur la problématique des phoques veaux marins dans le havre de Sienne. En effet la présence de phoques veaux marins est remontée plusieurs fois par les observateurs et au vu des nombreuses activités présentes dans le havre des conflits allaient surement se présenter. Au fil du temps un groupe de bénévoles s'est constitué autour des phoques veaux marins, de leur protection et du suivi de la population.

Le projet « les extra ordinaires du littoral » est une initiative du référent du programme qui, lors des différentes manifestations autour du littoral, a remarqué que le public semblait ne pas connaître la présence de nombreuses espèces communes. En effet le grand public ne sait pas que l'on y trouve des hippocampes, des phoques veaux marins, des limaces de mer, des raies ou encore des requins. C'est pour combler cette méconnaissance que le projet « extra ordinaires du littoral » a été lancé en 2021 en lien avec le programme Vigie des havres.

# II.Lancement du programme Vigie des havres

## II.1.Objectifs

Axe 3 du projet RS2S, Vigie des havres a pour objectif de renforcer la connaissance sur l'évolution du littoral et sur son niveau de qualité.

Il a pour objectif de sensibiliser le public à la connaissance, à la protection de la biodiversité et de promouvoir les programmes de sciences participatives.

Vigie des havres est un réseau de veille et d'information bénévole au service du littoral.

Le programme Vigie des havres est en lien avec les initiatives corrélées aux conséquences des changements climatiques.

Vigie des havres permet d'enregistrer tous les évènements observés au niveau local, de les bancariser et de les transmettre aux structures compétentes.

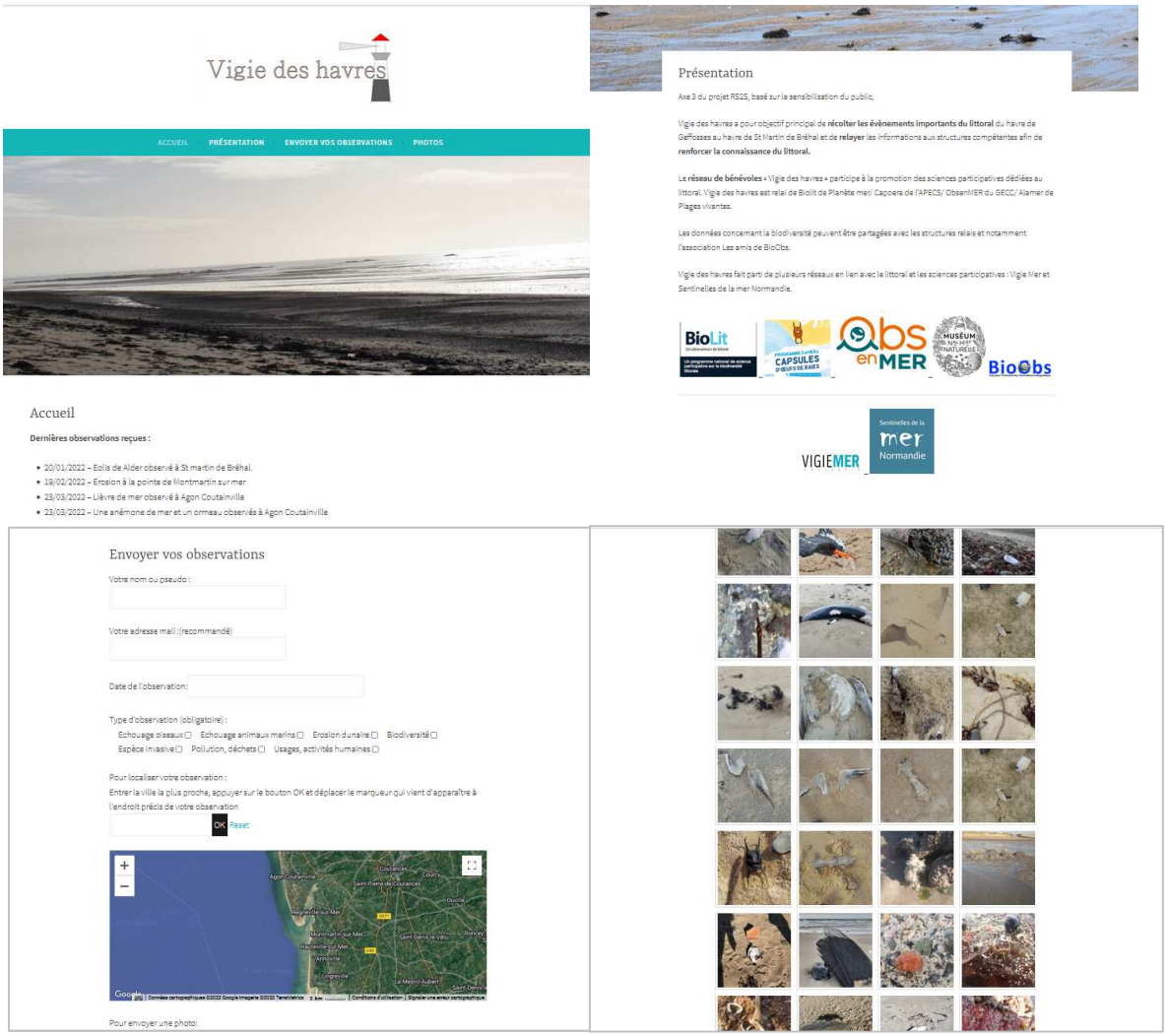
Si des problématiques ressortent des observations enregistrées, Vigie des havres crée et développe des protocoles spécifiques liés à ces problématiques comme l'élaboration d'un suivi phoques dans le havre de Sienne.

## II.2.Les premières actions

L'année 2018 a été une année de lancement et a permis de mettre en place les grandes lignes du programme. Les premières actions ont été de :

- Définir quelles animations de sciences participatives seront mises en place

- Définir les méthodes d'acquisition, de transmission de données
- Créer la plateforme en ligne et la base de données
- Créer un protocole spécifique répondant à une problématique locale
- Créer des documents de communication
- Rencontrer les partenaires et acteurs du territoire




## II.3.Création d'outils de communication

### II.3.1.La plateforme en ligne

Le site web a été créé pour être utilisable sur tous les supports (ordinateur, tablette, smartphone). Le site a été fait sur wordpress, il est facilement paramétrable. Il nous permet de communiquer et de récolter de la donnée.

Il est composé de 4 pages, il est fait pour être simple et que l'accès à l'information soit rapide.

La page d'**Accueil** permet de connaître les dernières observations avec photos reçues et de pouvoir regarder via une carte maps où certaines observations ont été faites.

La page **Présentation** expose les grandes lignes de Vigie des havres, du projet RS2S et renvoie vers nos partenaires.

La page **Envoyer vos observations** permet à l'utilisateur de transmettre son observation avec une date, une heure, de la décrire, de transmettre une photo et de la localiser sur une carte.

La page **Photos** expose les clichés envoyés au programme.

Les observateurs ponctuels utilisent le plus souvent le formulaire du site web pour envoyer la ou les observations.

Les observateurs permanents vont plutôt transmettre les observations par mail, par sms, et pour les plus investis vont venir à l'association pour déposer les photos.

### Ii.3.2.Communication

Pour faire connaître le programme de sciences participatives Vigie des havres, un logo a été créé.

Le logo avec un phare est utilisé sur nos documents de communication, sur les bilans, le site web, sur les réseaux sociaux.



Des flyers, cartes de visite et une flamme ont été fabriqués afin de pouvoir être repéré sur les évènements auxquels nous participons. La carte de visite permet aux observateurs d'avoir facilement l'adresse du site web, la boite mail de Vigie des havres et le numéro de téléphone de l'association Avril pour transmettre les données. Une affiche a aussi été mise aux cales en dessous des panneaux de Pêche à pied.

*Presse*







Nous avons aussi fait connaître Vigie des havres par la presse. En septembre 2018, Vigie des havres était en première page de la Manche libre avec une présentation du site web. Vigie des havres est aussi passée à la radio Tendance Ouest et dans d'autres médias :

- France bleu cotentin : 4 interviews
- Ouest France : 10 articles
- La Manche libre : 12 articles
- La Presse de la Manche : 2 articles
- Tendance Ouest : 1 interview


tendanceOUEST ACTU RADIO SPORTS LOISIRS VIDEO

Manche : devenez les sentinelles du littoral avec Vigie des Havres

Si vous êtes témoins sur le littoral de la côte ouest de la Manche d'un événement particulier ou insolite, un site désormais, répertorie vos observations, c'est la Vigie des Havres.





27 AVRIL 2019 LA MANCHE LIBRE

Découvrir les bigorneaux avec Avril

BLAINVILLE-SUR-MER

Mercredi 17 avril, une dizaine de personnes a répondu à l'appel des deux animateurs d'Avril, Jérémy Lefebvre et Sophie Hermy, médiatrice de l'Estran.

Découvrir les bigorneaux et autres petits habitants des algues de notre littoral et les recenser était le thème de la sortie, en accord avec un programme national de science participative portant sur la biodiversité littorale. *"Sur notre littoral, les algues brunes constituent un formidable habitat pour de nombreuses espèces animales, pas seulement les bigorneaux mais toutes les littorines, gibbules et autres mollusques brouteurs ou perceurs qui y trouvent un refuge et de quoi se nourrir,* explique Jérémy, avant le départ. *Un écosystème mal connu des scientifiques, manquant d'informations pour comprendre comment fonctionnent toutes ces espèces ensemble. Leur présence est-elle à l'origine de la disparition de ces algues ou y a-t-il un autre facteur, comme la pollution, le réchauffement climatique ou éventuellement le piétinement de l'homme".*

Les deux animateurs d'Avril, Sophie Hermy et Jérémy Lefebvre, donnent quelques explications avant de partir.

## *Promotion des Sciences participatives*

Les sciences participatives permettent d'impliquer le public dans les notions de connaissance du milieu et d'acquérir des données. Plusieurs réseaux se sont développés depuis quelques années :

- **BIOLIT** propose des protocoles de sciences participatives dans plusieurs domaines ; « A vos obs » tourné vers la biodiversité sur le littoral, « Algues et bigorneaux » tourné vers les algues et la faune associée. D'autres domaines en dehors du milieu marin sont proposés. Biolit utilise un site internet et un site mobile sur lesquels il faut indiquer les horaires de marées, la localisation approximative (pas de localisation GPS) et des photos (<5Mo).

- **RIVAGES** est une application qui permet d'enregistrer le trait de côte du littoral français. Elle a été créée par le CEREMA (Centre d'étude et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) pour mesurer l'érosion côtière. L'application nous géolocalise et mesure avec nos déplacements le trait de côte du littoral. Il est possible de télécharger les données brutes. L'application est disponible sur android. Elle nécessite une connexion internet et une géolocalisation (smartphone obligatoire).

- **PHENOMER** permet de relever les épisodes de bloom planctoniques. C'est un site internet avec formulaire en ligne (coordonnées GPS, date, lieu, profondeur d'eau, photo, description).

- **COCLICO** a pour objectif de mesurer le recul du trait de côte via des bénévoles appelés « veilleurs de côtes ». Pour participer il faut prendre contact avec le service Gemapi. Une trousse comprenant le matériel nécessaire au suivi est fourni par un pôle de proximité pour

pouvoir réaliser les mesures du trait de côte (télémètre laser, d'une tablette tactile, d'un mètre ruban). Les données récoltées semblent très précises, le protocole demande un réel engagement de la part du veilleur de côte.

- **OBS EN MER** est un réseau d'observation en mer (cétacés, macro déchets, macro plancton …). C'est une application mobile liée à un backoffice, l'accès aux données peut être partagé entre les partenaires mais un compte doit être créé. L'observateur peut envoyer ses données directement en étant géolocalisé ou en rentrant chez lui.

- **CAPOERA** permet d'améliorer la connaissance sur les raies des côtes françaises. Le programme se présente sous forme de chasse aux œufs de raie dans la laisse de mer, puis d'une phase d'identification des capsules. Pour la communication et les informations, on retrouve l'essentiel dans la plaquette explicative et sur le site internet.

*Relai*

Vigie des havres est relai de Capoera, Biolit algues et bigorneau, Obsenmer et ALAMER de plages vivantes (2019).

**BIOLIT**

Vigie des havres est relai du programme Biolit de Planète mer. Cela consiste à transmettre les observations susceptibles d'intéresser Planète mer, d'animer des sorties sciences participatives Algues et bigorneaux et à faire connaître Biolit au grand public.



L'animation Algues et Bigorneaux permet de connaitre la répartition des bigorneaux par rapport aux algues brunes présentes. Pour réaliser ce protocole il faut une clé d'identification des bigorneaux, un appareil photo, L'animateur renvoie les photos des quadrats à Planète Mer qui publie un bilan : le biolimètre

**OBS EN MER**

Vigie des havres est relai du programme Obsenmer du GECC. Nous communiquons sur cette science participative lors de manifestations sur le littoral ou en début d'animation sciences participatives. Les observations du réseau Vigie des havres concernant les dauphins sont retransmises sur l'application Obsenmer. Obsenmer permet d'échanger des observations, des données facilement.

**CAPOERA**



L'objectif est d'améliorer la connaissance sur les raies de la côte française. Le programme a arrêté la collecte de données depuis 2016.

Le programme se présente sous forme de chasse aux œufs de raie dans la laisse de mer, puis d'une phase d'identification des capsules. Pour la communication et les informations, on retrouve l'essentiel dans la plaquette explicative. Les espèces rencontrées sont majoritairement de la raie brunette, mais on trouve aussi des œufs de raie lisse, raie mêlée, et de grandes et petites roussettes.

**ALAMER** du Programme Plages vivantes (Muséum National d'Histoire Naturelle)

ALAMER de Plages vivantes est une nouveauté de l'année 2019. Le protocole a pour objectif d'étudier la composition des algues de la laisse de mer et d'observer s'il y a des modifications de celle-ci à cause du changement climatique et de l'eutrophisation des eaux. Le protocole ALAMER a été créé par le MNHN.



L'animation démarre par ce qu'est une algue, la laisse de mer, les algues comestibles et leur utilisation. Le groupe ensuite est initié au protocole.

## II.4.Création d'outil de base de données

### II.4.1.La base de donnée

La base de données est de format Excel. Il n'y a pas de back office lié à la plateforme en ligne, les données sont vérifiées et saisies dans le fichier Excel.

La base de donnée comporte plusieurs champs : date, nom de l'observateur, localisation, coordonnées GPS, type d'observations, données transmises.

Plusieurs types d'observations existent permettant de regrouper les évènements du littoral : biodiversité, échouages d'animaux marins, échouages d'oiseaux, pollutions et déchets, espèce invasive, activité humaine.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Date | Mois année | Num_ligne | Nom de l'observateur | GPS lat | Gps long | Localisation | Type | Description | Effectif | Données transmises |
| 651 | 2022-04-19 | Avril_2022 | 650 | Maxime Spagnol | 48.84830240843782 | -1.5934340058205 | Donville les bains | Biodiversité | Moule barbue | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 652 | 2022-04-19 | Avril_2022 | 651 | Maxime Spagnol | 48.84830240843782 | -1.5934340058205 | Donville les bains | Biodiversité | Venus canisa, Praire lisse | 1 | - |
| 653 | 2022-04-19 | Avril_2022 | 652 | Maxime Spagnol | 48.84830240843782 | -1.5934340058205 | Donville les bains | Biodiversité | Antalis Vulgaris, Dentale | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 654 | 2022-04-19 | Avril_2022 | 653 | Francoise Lemarechal | 49.074407888432 | -1.6100939376084 | Montmartin sur mer | Usages, activités humaines | Ganivelle détruite | 1 | Transmis GEMAPI |
| 655 | 2022-04-21 | Avril_2022 | 654 | Maxime Spagnol | 48.83390184570639 | -1.6035819561284 | Granville | Usages, activités humaines | Mauvais comportement pêche, avec déchets de | 1 | Transmis ULAM - DDTM |
| 656 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 655 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Echouage animaux marins | squelette roussette | 1 | - |
| 657 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 656 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | pontes calmar | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 658 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 657 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | œufs de bulot | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 659 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 658 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | œufs de seiche | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 660 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 659 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | œufs de pourpre | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 661 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 660 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | œufs de nasse réticulée | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 662 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 661 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | crabe porcelaine | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 663 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 662 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Usages, activités humaines | Araignée de mer morte | 5 | - |
| 664 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 663 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | Ascidie japonaise | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 665 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 664 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | Serpule triangulaire | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 666 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 665 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | ophiure | 3 | - |
| 667 | 2022-05-02 | Mai_2022 | 666 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | chiton | 1 | - |
| 668 | 2022-05-16 | Mai_2022 | 667 | Gp college les embruns | 49.060312642053 | -1.6058086458441 | Blainville sur mer - Grand herbet | Biodiversité | codium | 1 | - |
| 669 | 2022-05-25 | Mai_2022 | 668 | Jeremy Lefebvre | 48.9904452 | -1.5582479 | Plage de Montmartin sur mer | Biodiversité | 40 os de seiche | 40 | - |
| 670 | 2022-06-04 | Juin_2022 | 669 | Marion Brieuc | 49.04380097608994 | -1.6024908584880 | Agon Coutainville | Biodiversité | Dauphins près de la côte | 3 | - |
| 671 | 2022-06-06 | Juin_2022 | 670 | Christophe Dupont | 49.074407888432 | -1.6100939376084 | Montmartin sur mer | Usages, activités humaines | Dérangements phoque veau marin, baignade | 1 | - |
| 672 | 2022-06-06 | Juin_2022 | 671 | Christophe Dupont | 49.074407888432 | -1.6100939376084 | Montmartin sur mer | Usages, activités humaines | Dérangements phoque veau marin,chien dans l'eau | 1 | - |
| 673 | 2022-06-13 | Juin_2022 | 672 | Jeremy Lefebvre | 49.01958856781451 | -1.5559524115924 | Regnéville sur mer | Usages, activités humaines | jet ski descendant à la cale de regnéville | 1 | - |
| 674 | 2022-06-13 | Juin_2022 | 673 | Olivier Basuyaux | 49.11579161006924 | -1.6021823380495 | Anneville sur mer | Echouage oiseaux | mouette | 1 | - |
| 675 | 2022-06-13 | Juin_2022 | 674 | Olivier Basuyaux | 49.11962798075976 | -1.5398060625582 | Anneville sur mer | Echouage oiseaux | goéland | 1 | - |
| 676 | 2022-06-13 | Juin_2022 | 675 | Leatitia | 49.02814582249543 | -1.5967488173931 | Pêcheries Agon Coutainville | Biodiversité | Hippocampe à museau court | 1 | transmis Bioobs - INPN |
| 677 | 2022-06-13 | Juin_2022 | 676 | Jeremy Lefebvre | 48.91383397797382 | -1.5666641597166 | Bricqueville sur mer | Usages, activités humaines | spect de la taille minimale palourdes, 2 seaux non con | 1 | Transmis ULAM - DDTM |
| 678 | 2022-06-15 | Juin_2022 | 677 | Aline Legrand | 49.09333953079537 | -1.6099400232229 | Gouville sur mer | Usages, activités humaines | spect de la taille minimale palourdes, 8 seaux non con | 1 | Transmis ULAM - DDTM |
| 679 | 2022-06-20 | Juin_2022 | 678 | Christophe Dupont | 49.006395793606 | -1.5587521808340 | Regnéville sur mer | Echouage oiseaux | 2 goélands échoués | 2 | Transmis OFB |
| 680 | 2022-06-21 | Juin_2022 | 679 | Jeremy Lefebvre | 49.082227862457 | -1.6111278533935 | Gonneville - Blainville sur mer | Echouage animaux marins | Roussette échouée | 1 | - |
| 681 | 2022-06-29 | Juin_2022 | 680 | Promeneur anonyme | 49.04380097608994 | -1.6024908584807 | Agon Coutainville | Echouage oiseaux | 1goéland mort | 1 | - |
| 682 | 2022-07-01 | Juillet_2022 | 681 | Christophe Dupont | 49.006395793606447 | -1.5587521808340 | Regnéville sur mer | Usages, activités humaines | Pêche filet illégal | 1 | Transmis OFB |
| 683 | 2022-07-01 | Juillet_2022 | 682 | Jeremy Lefebvre | 49.006395793606447 | -1.5587521808340 | Regnéville sur mer | Biodiversité | Naissance phoque veau marin | 1 | Transmis GMN , BMSM, OFB, mairie |

Après la saisie le responsable du programme transmet la donnée à la structure compétente avec la photo.

Un protocole de renvoie de données a été créé. Le responsable a pris contact avec les structures compétentes (DDTM, ARS, association diverses…) pour pouvoir identifier quelles données leur transmettre. Les données sont enregistrées de manière à être facilement utilisables dans les logiciels SIG.

### II.4.2.Renvoie de données

Une convention a été signée avec l'association les amis de Bioobs et le GMN pour la transmission des données.

Les données sont vérifiées par photos et/ou sur le terrain. Voici les acteurs qui ont été identifié pour transmettre les données reçues. Des rencontres ont été organisées avec ces structures afin de connaître leur besoin en donnée et leur présenter Vigie des havres.

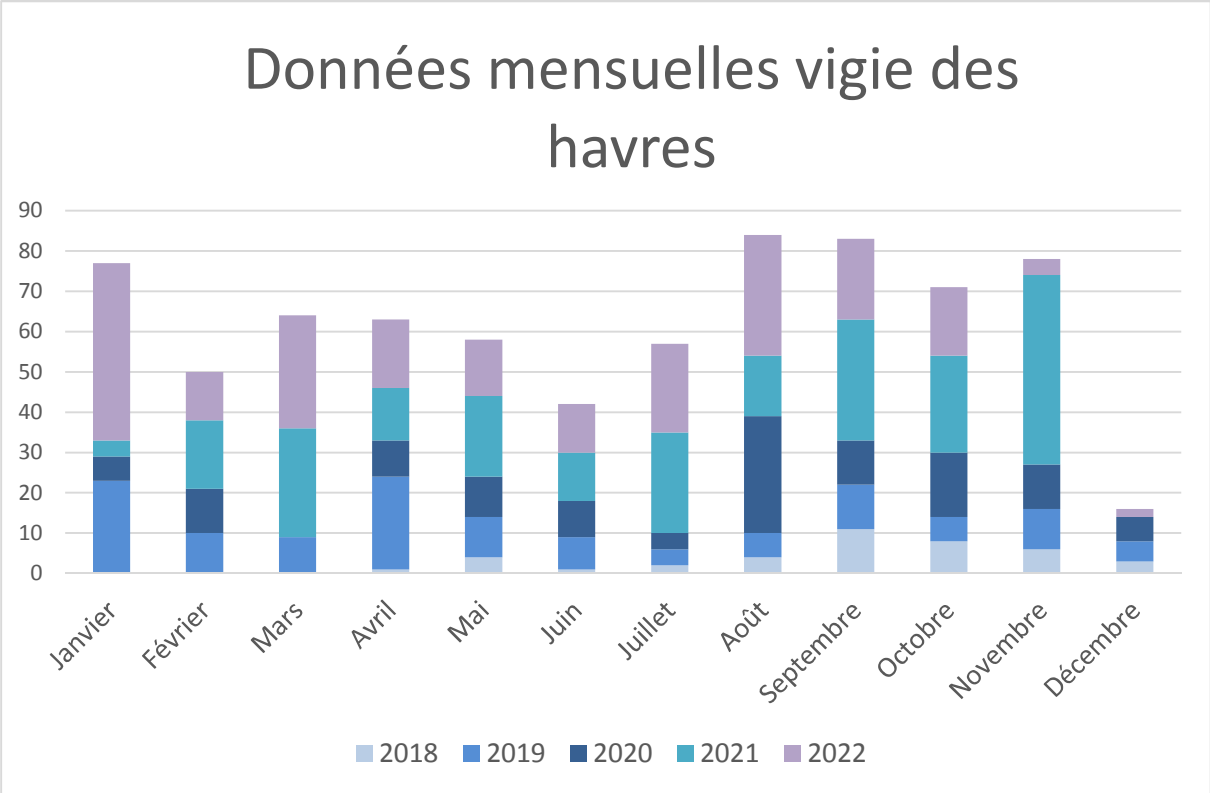
| Acteurs concernés | Évènements |
|---|---|
| SMEL | Pêche à pied, activité conchylicole, échouage mammifère marin, œufs de seiche |
| DDTM pêche et activité maritime | Mauvais usages, reste de pêche |
| DDTM Polmar | Forte pollution |
| Pelagis, RNE | Echouage de mammifères marins |

| | |
|---|---|
| GONm | Echouage d'oiseaux |
| ARS | Algues vertes, méduses, forte population d'oiseaux à un endroit |
| Association Peau bleue | Raies, requins, syngnathes et hippocampes, poissons |
| GEMAPI | Erosion et dégradation des ouvrages. |
| Qualité des eaux littorales CMB | Pollutions, déchets |
| Biolit | Physalie, échouage lièvre de mer, comptage bigorneaux |
| OFB | Echouage oiseaux grippe aviaire Dérangement faune flore |
| ULAM | chasse, reste de pêche, dérangement faune flore |
| Bioobs | Espèces vivantes, pontes |
| Faune france | Echouage d'oiseaux, comptage oiseaux |
| ROLNP | Suivi tempête |
| Centre nautique Regnévillais CROSS | Echouage bateau havre |

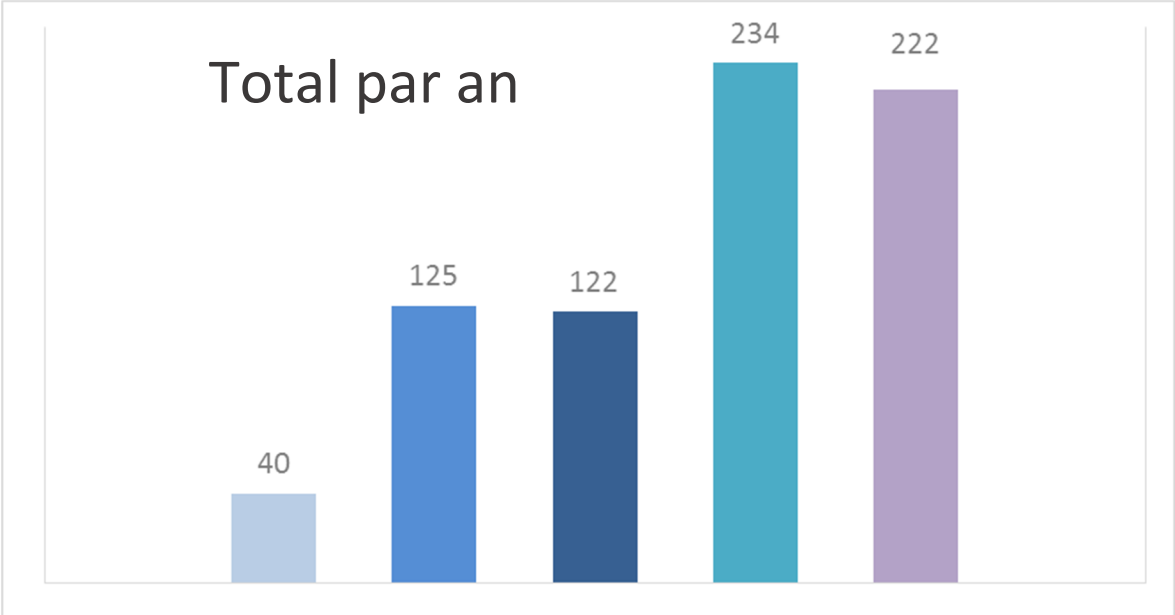
# III.Résultats du programme Vigie des havres

## III.1.Résultats des données reçues

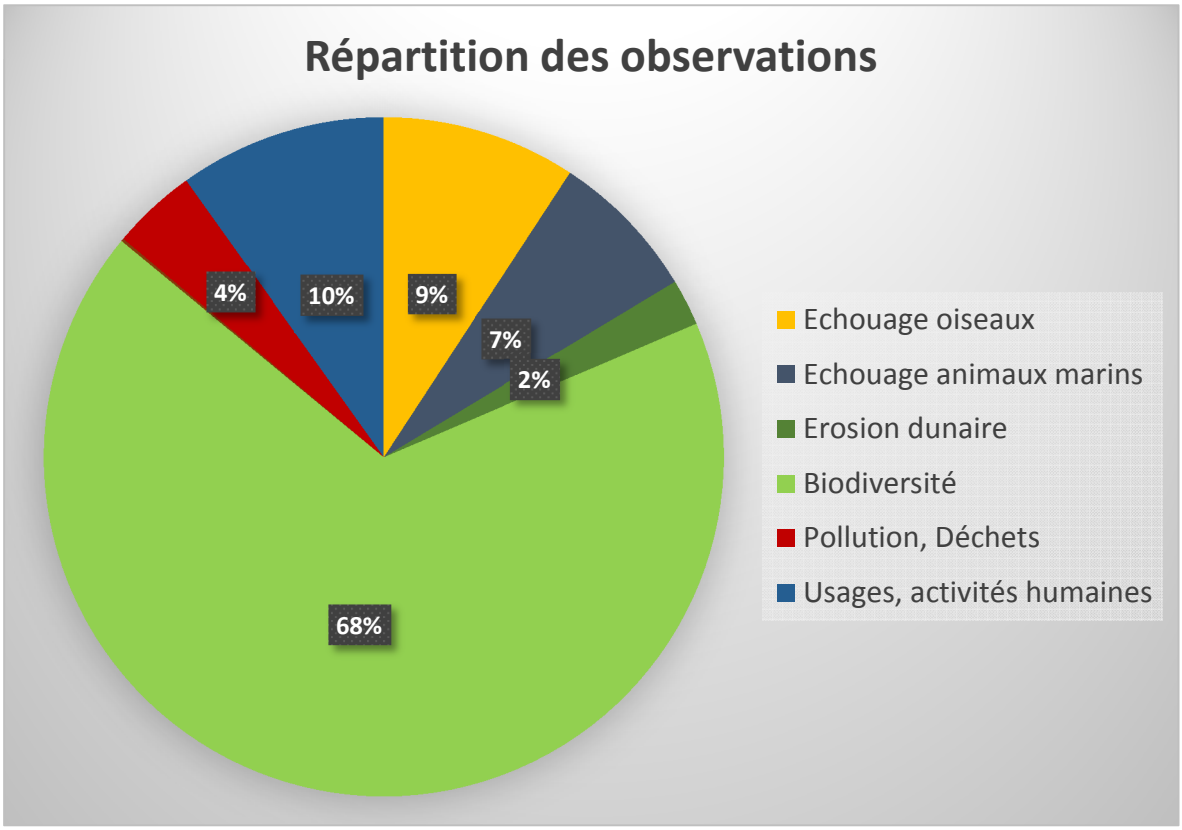
Voici le nombre de données reçues de 2018 à 2022 sur un même graphique. Les mois d'Août et de Septembre ressortent de ce graphique. Peu de données ont été reçues en décembre.




Malgré les différents confinements, le réseau a pu continuer de fonctionner. L'année 2021 bat les records en volume de données notamment grâce aux inventaires de la biodiversité de l'estran, aux sorties tour du Ronquet, pêcheries d'Agon et au projet « extra ordinaires du littoral ». 775 données ont été transmises depuis 2018, par 140 observateurs ou groupe d'observateurs.



*Répartition des observations*




Les données sont séparées en 6 catégories différentes afin de pouvoir définir quels évènements arrivent le plus souvent sur notre estran et de pouvoir trier efficacement la base de donnée.

*Biodiversité*

La donnée biodiversité est celle qui revient le plus souvent. C'est une thématique qui est porteuse pour le public. Les espèces rencontrées par les observateurs sont par exemple l'hippocampe, le congre sur la photo ci-contre, la doris épineuse, la raie pastenague, le gonfaron.



*Congre*

En 2021 deux conventions ont été signées afin de pouvoir transmettre efficacement les données biodiversité. De nombreuses données ont été récoltées dans le cadre du projet « extraordinaire du littoral » où des inventaires du littoral ont été réalisées par des groupes ou des bénévoles.

*Usages, activités humaines*

.On retrouve :

- Dérangements d'animaux dans le havre de Sienne et sur l'estran
- Des restes de pêches (raie sans ailerons)
- Des travaux sur le littoral : rechargement en sable des massifs dunaires
- De la pêche illégale
- Des dégâts sur un herbier de zostère



*Reste de raie*



*Pollutions et déchets*

Les observations signalant de la pollution et des déchets restent faibles. En effet, des campagnes de ramassage de déchets de plage existent (et permettent de ramasser les déchets). Des bacs à marées ont été installés aux cales et des professionnels interviennent pour enlever les déchets.

Vigie des havres s'oriente sur les gros déchets. Les observations de gros déchets potentiellement dangereux sont transmises avec une localisation aux services municipaux compétents.

Il y a peu de retour de pollutions, marée noire, hydrocarbures. Les seules observations reçues correspondent à un échouage d'algues conséquents en août 2021 et à de la mortalité de coques à Montmartin en 2022. Suite à l'échouage d'algues, le responsable du programme s'est rendu sur le terrain pour estimer la nature des algues échouées et pouvoir avertir les communes, l'ARS, en cas de présence trop importante d'algues vertes. Nous restons vigilants sur la thématique pollution puisque ce sont des évènements ponctuels souvent dramatiques pour la faune, la flore et les usagers.

*Espèces invasives*

De nouveaux projets voient le jour sur cette thématique tel que Alien Normandie qui permettra de recenser les espèces invasives du littoral. Certaines espèces classées dans la catégorie biodiversité sont certainement des espèces invasives, un travail sur la base de données en s'appuyant sur les travaux du GEMEL et de l'université de Caen permettrait de mieux valoriser cette catégorie d'observation.

### *Echouages animaux marins*

Peu d'échouages d'animaux marins ont été transmis. L'observatoire PELAGIS reste l'acteur qui doit être contacté principalement, le référent de notre secteur est le SMEL. En 2021 des échouages de tortues ont de nouveau été observés, l'une d'entre elle a pu être secourue et envoyée à l'aquarium de la Rochelle. Une observation de phoque échoué n'a pas été transmise au réseau Pelagis mais à la base de données Faune France par l'observateur. Un phoque veau marin s'est échoué en 2022 et a été secouru par l'OFB et le référent du programme Vigie des havres. L'observation a été remontée par les bénévoles du suivi phoques.





### *Echouages d'oiseaux*

Les effectifs d'oiseaux échoués restent faibles sur notre zone. On retrouve échoués des fous de Bassan, des goélands, des mouettes et des huitriers pie. En 2021 et 2022 nous avons participé au suivi GONM des oiseaux échoués sur les plages pour le secteur Regnéville – Montmartin sur mer. A noter que les mouettes retrouvées sur l'estran sont toutes sans le corps, il ne reste que les ailes. Cela pourrait être la trace d'une prédation.

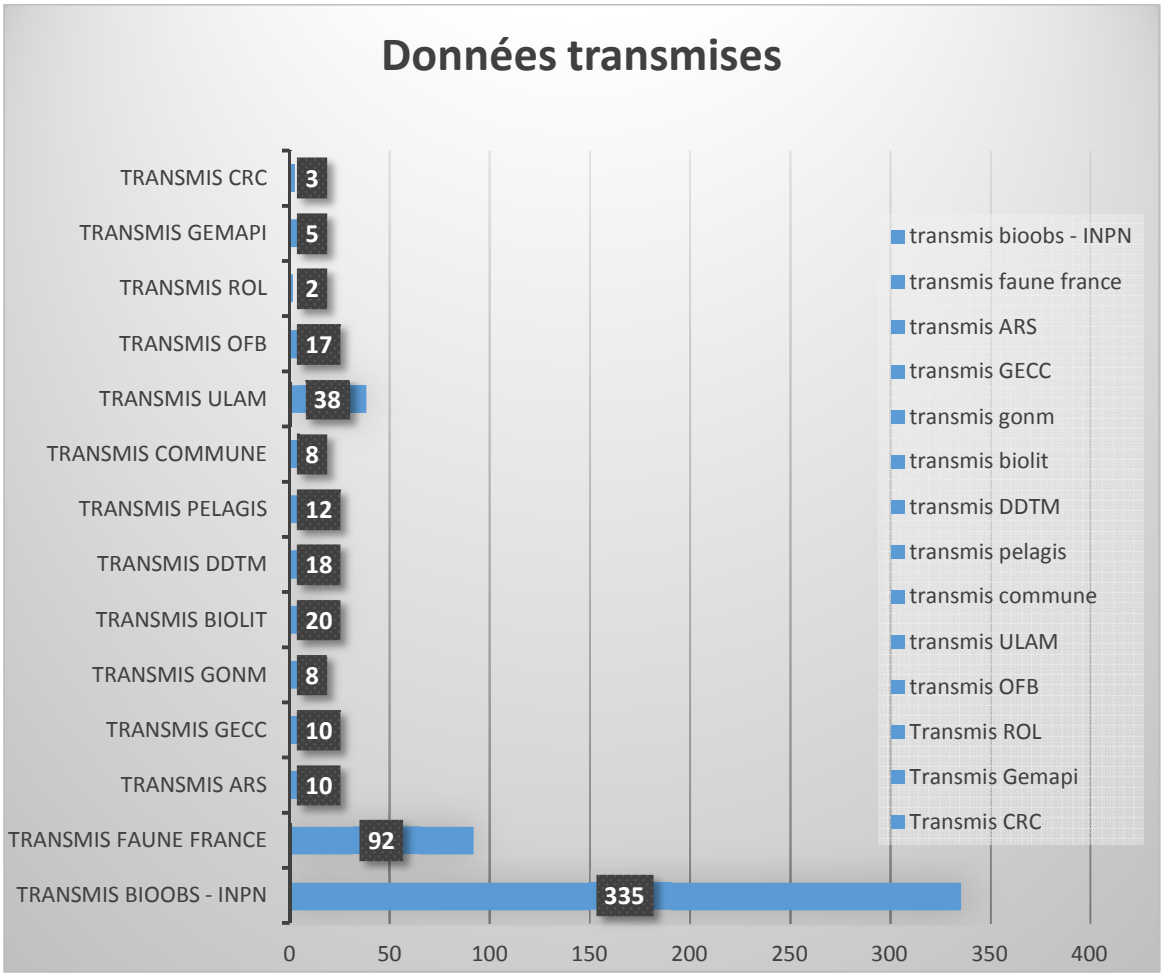
Avec la grippe aviaire les observations d'échouages d'oiseaux ont augmenté et sont remontées à l'OFB.

*Erosion dunaire*



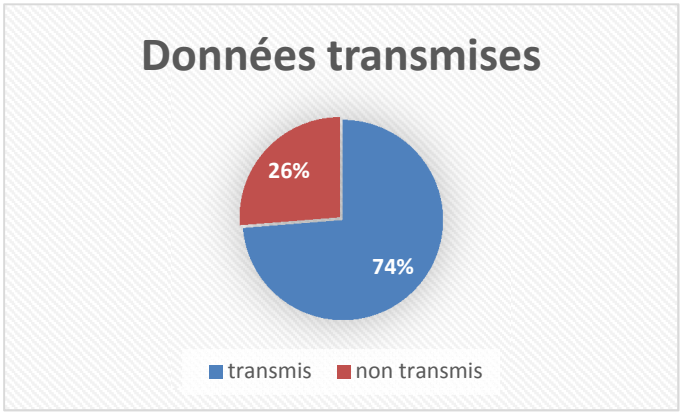
L'évolution du trait de côte est un enjeu majeur. Le suivi de la topographie des plages et du trait côte est réalisé par des mesures Lidar topographiques aéroportées. Des structures telles que le ROL, le CREC Unicaen travaillent sur cette thématique et éditent des bilans du trait de côte. Vigie des havres peut transmettre les observations d'érosion dunaire au ROL dans le cadre du suivi tempête. On a pu observer une forte érosion pointe de Montmartin suite aux grandes marées. Les données et les photos sont transmises à la Gemapi afin d'intervenir en cas de problèmes sur les ouvrages.

## III.2.Données transmises




Comme on peut le voir sur le graphique, une grande partie des données a été transmises à Bioobs et à Faune France. Les données transmises à ses 2 structures se font grâce à une plateforme en

ligne. Au vu du nombre d'observations transmises à Bioobs une convention a été signée avec l'association Avril. Les données seront valorisées par une contribution à l'INPN. Il s'est avéré qu'il y avait justement un manque de données sur la côte ouest de la Manche. La plateforme Faune France permet d'envoyer toutes nos observations d'oiseaux vivant ou mort. Le GMN et les ULAM ont reçu une extraction de données les concernant. Les données envoyées aux autres structures ont été transmises au fur et à mesure par mail ou par téléphone. La transmission des données concernant les phoques veaux marins n'est pas dans ce graphique, mais dans le chapitre suivi bénévoles des phoques - résultats.




Toutes les données ne peuvent pas être transmises :

- certaines ne sont pas vérifiables (pas de photos, pas de contact avec l'observateur, transmis trop tard)

- certaines sont trop imprécises (localisation approximative)

## III.2.Résultats de la Sensibilisation

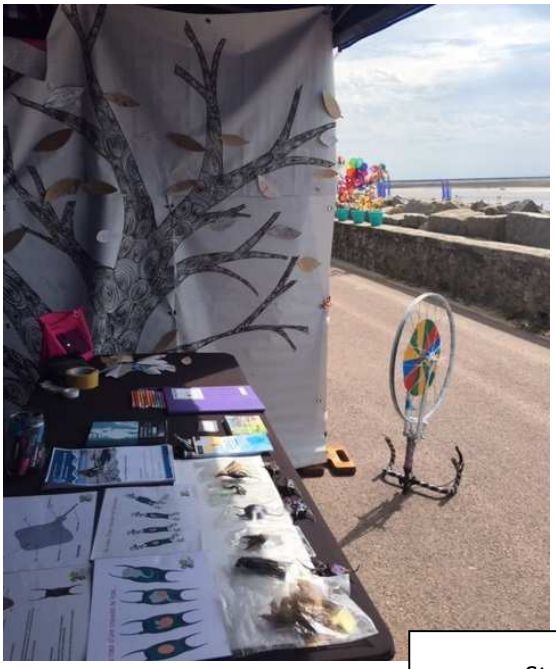
### III.2.1.Stand Vigie des havres

Pour communiquer et sensibiliser sur notre démarche, le stand Vigie des havres est présent sur les évènements où l'on parle du littoral :

- Coutainville la plage
- Présentation bilan à l'assemblée générale de l'association AVRIL
- Présentation au Conservatoire du littoral dans le cadre de la révision du Docob de la mission Vigie des havres
- Stand numérique aux Rencontre REEB
- Forum des associations de Coutances
- Forum des associations de Montmartin
- A l'assemblée générale de l'APP2R (association pour une pêche à pied respectueuse de la ressource)
- Au Rencontre du développement durable en Norma
  Le stand Vigie des havres a eu lieu 20 fois.



Assemblée Générale de l'association






Stand à Coutainville la Plage

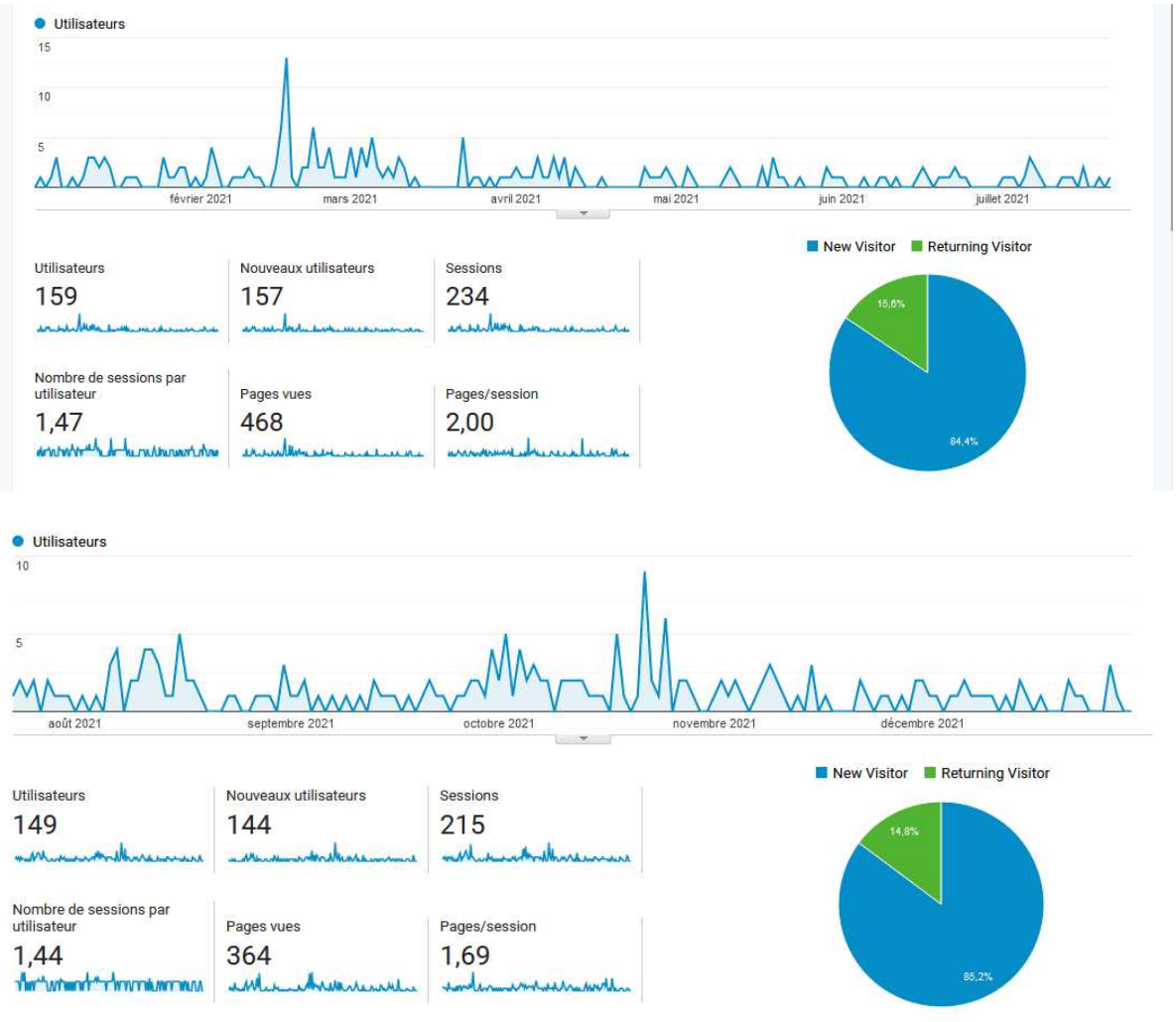
### III.2.2.Sciences Participatives

Voici le nombre d'animations de sciences participatives qui ont eu lieu et le nombre de personnes sensibilisées lors de ces animations. 4 sorties ont été annulées lors de l'année 2020.

| | |
|---|---|
| **Biolit, algues bigorneaux** | 10 animations |
| **Capoera** | 11 animations |
| **ALAMER, algues de la laisse de mer** | 11 animations |
| **Sortie Vigie, Biodiversité de l'estran** | 6 animations |
| **Total 2018-2022 :** | 422 personnes sensibilisées |

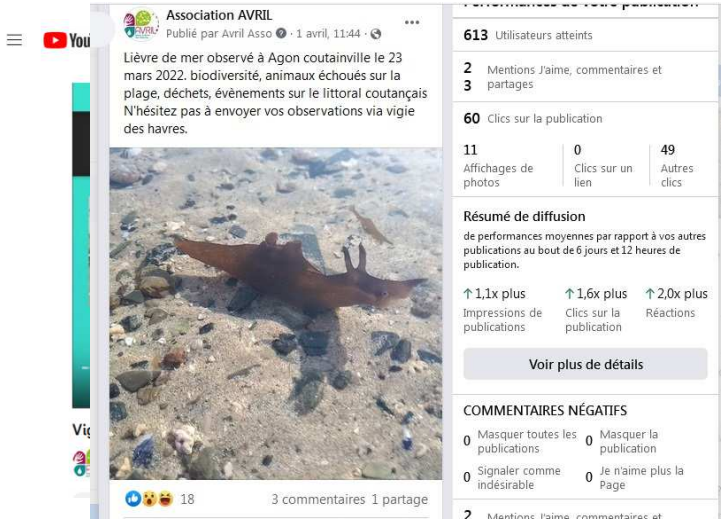
### III.2.3. Site web / réseaux sociaux

Le site Vigie des havres permet aussi de sensibiliser le public. Les dernières observations sont affichées sur la page d'accueil, les photos transmises sont visibles sur la page « carte et photos ». Une carte interactive permet de retrouver certaines observations. Depuis l'installation d'un outil de mesure de l'audience sur le site web en février 2020, le site web totalise 719 utilisateurs. Voici un exemple de l'audience du site web en 2021 :




*Statistique du site Vigie des havres 2021 janvier à juillet*

Les observations sont aussi publiées sur les réseaux sociaux afin de toucher un large public et de profiter du réseau de l'association Avril. La présentation bilan du 15/12/2021 est disponible sur Youtube, des publications sont ajoutées sur le Facebook de l'association Avril afin de faire connaître Vigie des havres.




## III.2.4. Projet scolaire : Participation à l'Aire marine éducative



Le collège Les embruns situé à Agon Coutainville s'est lancé dans l'aventure Aire marine éducative en 2020-2021. Le programme Vigie des havres soutient cette initiative par une présentation du programme et des animations de découverte de sciences participatives et de récolte de données. Les données intègrent la base de données sur le secteur d'Agon Coutainville.

- 13 observations ont été reçues en Mai 2022 par l'AME du collège Les embruns, ce sont des observations d'échouages de roussette, d'araignée de mer, des pontes de calmars, de seiche, de pourpres, ou des crabes porcelaines.

### II.2.5. Projet scolaire : Animation ENBIMANOR en partenariat avec Unicaen

-



- Le collège Les embruns situé à Agon Coutainville a pu participer en 2019 à des protocoles participatifs portant sur les crabes, notamment les crabes invasifs Hemigrapsus takanoï et sanguineus. Vigie des havres a mis en lien les 6ème du collège et l'université de Caen, a organisé la rencontre et a participé à l'animation des journées. Les élèves ont réalisé un comptage crabes et bigorneaux grâce à des quadras posés sur l'estran et à une fiche d'identification.
- L'objectif était de leur faire découvrir des protocoles scientifiques et participatifs du littoral. Un article est paru dans Ouest France.
- Cette animation a permis la prise de contact avec le collège et de favoriser la naissance de l'AME par la suite.
-

### III.2.6. Participation au réseau Sentinelles de la mer Normandie et au réseau Vigie Mer

Vigie des havres s'intègre dans les réseaux existants dédiés au littoral et aux sciences participatives que sont le collectif Vigie Mer et le réseau Sentinelles de la mer Normandie.

Les objectifs du réseau **Sentinelles de la mer Normandie** sont :

- de favoriser l'interconnaissance entre structures œuvrant pour la préservation du littoral normand ;
- de valoriser les programmes de sciences participatives et d'acquisition de données sur le milieu marin et littoral en



Normandie, pour optimiser la collecte de données scientifiques

- de favoriser la participation citoyenne pour sensibiliser et impliquer les usagers du littoral et de la mer aux enjeux de la préservation et à la valorisation de ces milieux.

Le référent Vigie des havres a suivi ce programme depuis ces débuts et soutient la démarche. Cela représente deux réunions par an. Un site internet a été créé :

https://sentinellesdelamer-normandie.fr/les-sentinelles-de-la-mer-normandie/

De nombreuses rencontres au sein du réseau ont déjà eu lieu comme par exemple :

- Réunion à la DDTM de la Manche avec présentation du plan POLMAR,

- GT érosion du littoral le 12 /02/2021

- réunion d'interconnaissance en visioconférence le 17/02/2021

- Journée Sentinelles de la mer le 5/10/2021 avec notamment la présentation de la collaboration entre Vigie des havres et Bioobs

- Journée Sentinelles de la mer le 9/11/2022 avec formation au programme Alien de Normandie.

Nous sommes actuellement en train de travailler sur un évènement «  Tous Sentinelles »



Sentinelles de la mer Normandie

## IV. Vigie Mer

**Vigie Mer** est un réseau d'acteur dédié aux sciences participatives du littoral. Il vise à encourager et améliorer la visibilité des sciences participatives en France. L'association Avril est signataire de la charte Vigie mer et participe aux divers évènements organisés par ce collectif :

- Les Assemblées générales du collectif depuis 2020

- Le Séminaire du ROL sur les tempêtes le 17 novembre 2021





Assemblée générale du collectif 2020 à la maison des

## V. Suivi bénévoles des phoques



*Phoques veaux marins*

## V.1.Objectif

Le suivi phoques a pour objectif de :

- Suivre l'évolution de la population de phoques veaux marins du havre de Sienne
- Sensibiliser le public sur les phoques et sur les comportements à avoir en leur présence
- Participer à la protection des phoques et du havre de Sienne

Le suivi phoques est réalisé de manière autonome par les observateurs tout au long de l'année. Le référent réalise deux observations minimum par mois, celles-ci permettent de recenser les phoques, de sensibiliser le public, de rencontrer les participants au suivi. Le suivi est réalisé le plus souvent sur la terre ferme, mais aussi quelquefois en kayak ou bateau.

Les photos de phoques bagués ou possédant des marques remarquables sont transmises au syndicat mixte de la baie du mont St Michel afin de pouvoir déterminer si des individus proviennent de la colonie. Un suivi concerté avec la Baie du Mont St Michel a eu lieu au 1er mars 2021. Une formation à la photo identification de la part de Audrey Hémon Etablissement public du Mont st Michel a eu lieu en octobre 2022.

Les résultats observés sont relayés aux bénévoles, les photos prises sont partagées afin de permettre à tous les bénévoles d'en profiter. En 2021 une présentation des résultats au bénévole a eu lieu en fin d'année.

Une newsletter est envoyée aux bénévoles afin de s'échanger les informations importantes et d'organiser les suivis ensemble. Chaque nouveau bénévole dispose d'un temps de formation pour faire le suivi.

## V.2.Résultats

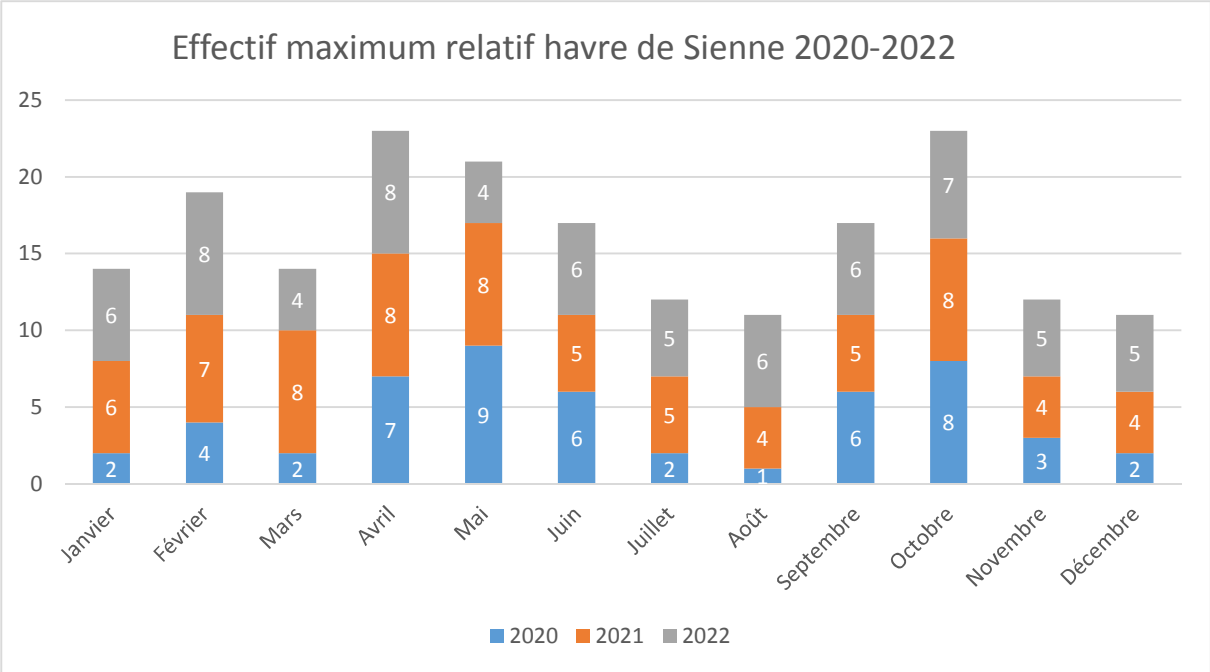
Deux spots sont suivis actuellement à la Miellette et à la pointe de Montmartin. Ils ont été choisis pour leur accessibilité et pour la présence régulière de phoques. De ces spots, les observateurs peuvent observer les reposoirs principaux.

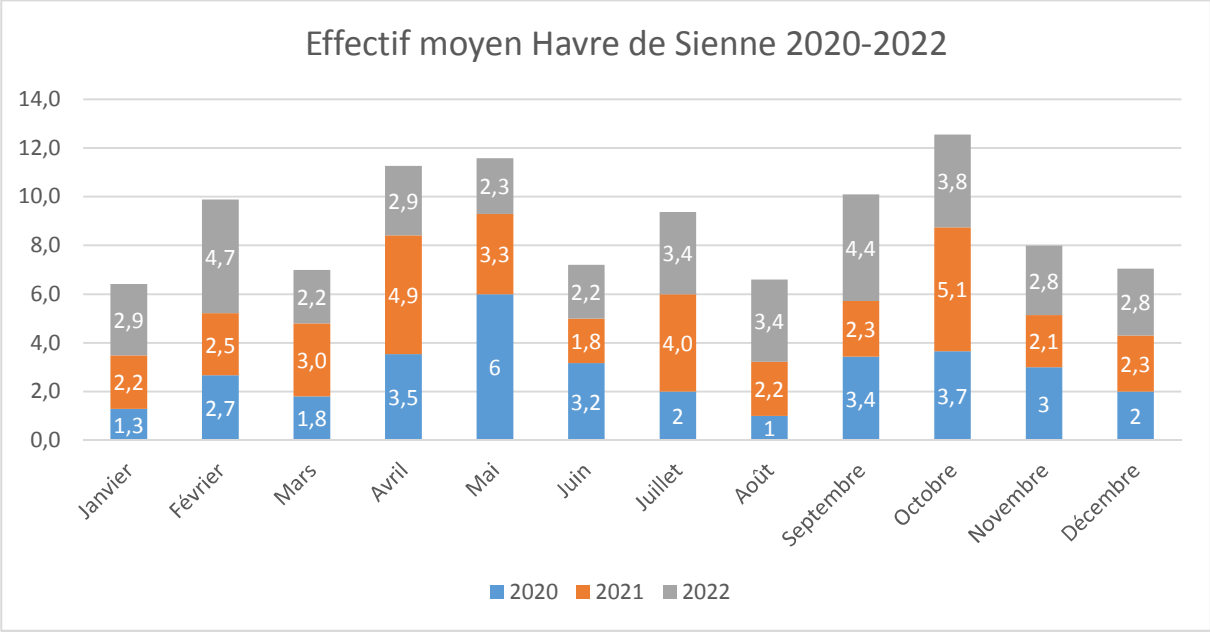
Phoques reconnus : Pour 6 phoques nous disposons d'assez de photos pour les identifier et démarrer une fiche d'identification. 2 phoques sont formellement identifiés dans le Havre de Sienne et dans la Baie du Mont St Michel et prouvent la connexion entre les deux sites.

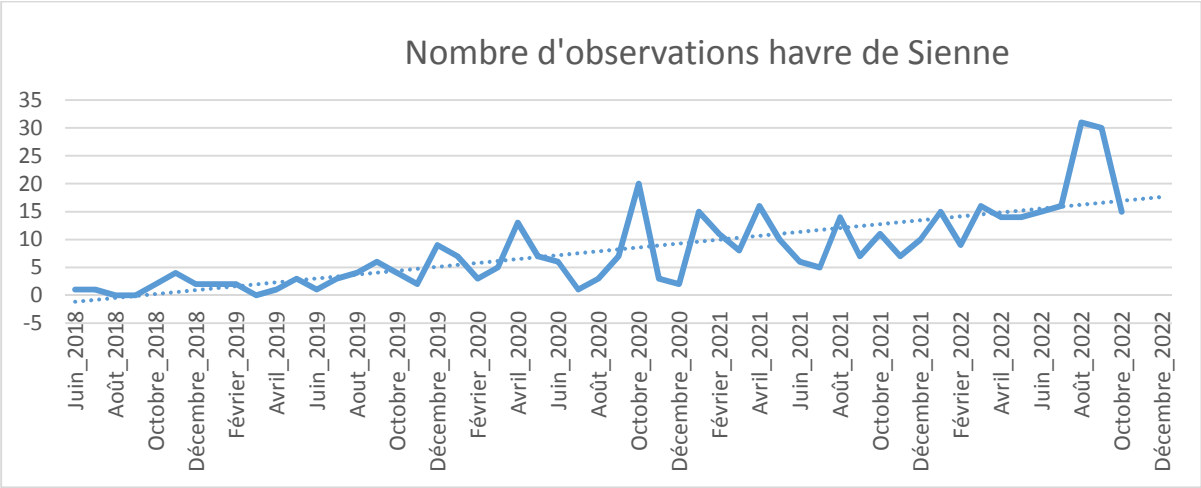
Des dérangements de phoques ont pu être observés : chiens, promeneurs, baigneurs, pêcheurs, jet ski, photographe, drone, kayak. Les bénévoles font remonter une forte pression sur les animaux lors de la période estivale et lors des vacances scolaires. Ils arrivent que les animaux quittent le banc de sable suite à un dérangement.

Selon nos observations, le havre de Sienne est un endroit où les phoques chassent et se reposent ensuite. Nous avons observé une naissance le 1er Juillet 2022. L'effectif maximum observé est de 9 individus. Les animaux remontent la Sienne et vont bien en amont du Pont de la Roque durant

les grandes marées. 2 pics sont observables au printemps et à l'automne sur le graphique ci-dessous. Les phoques restent présents durant la période estivale depuis 2021.





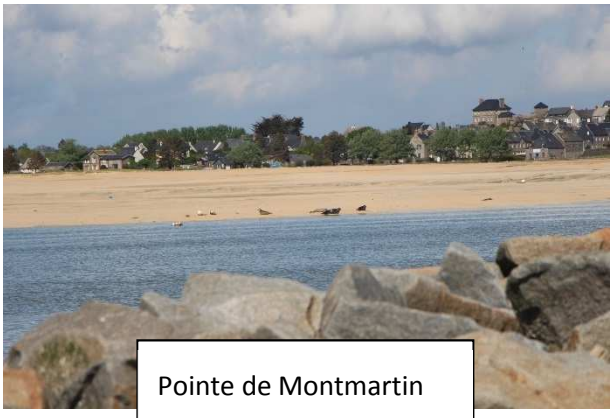

La base de données du suivi a été transmise au conseil municipal de Regnéville sur mer pour aider à la prise de décision et au GMN dans le cadre de l'atlas des mammifères de Normandie.

Le GMN a reçu **138** données, la commune de Regnéville sur mer **154** données.

Plusieurs actions ont lieu chaque année : Réunion suivi national (OFB); réunion nouveaux projets avec le GMN; présentation des résultats mi-décembre ; des temps de formations pour les acteurs du territoire, les bénévoles.

## V.3.Les reposoirs à marée basse




Le reposoir de la pointe de Montmartin est aussi utilisé lors des pleines mers de petit coefficient.

227 observations de phoques veaux marins depuis 2018 au niveau de la pointe de Montmartin sur mer




150 observations de phoques veaux marins à la Miellette Regnéville sur mer depuis 2018

## V.4.Les limites du suivi

Grâce à l'implication des bénévoles, nous remarquons depuis 2017 l'implantation d'une colonie. Les lectures de bagues et la photo identification ont permis d'établir un lien avec la colonie reproductrice de la Baie du Mont St Michel. Les nombreuses observations ont permis également d'identifier des zones de reposoirs très appréciés des phoques.

Toutefois, ce suivi ne nous permet pas d'identifier correctement les enjeux de dérangements, de cohabitation entre usagers et phoques. La raison de leur présence et leur utilisation du havre n'est pas clairement établie.

En effet, le protocole de suivi actuel est contraint par des biais d'observations. Il est nécessaire d'affiner l'étude pour répondre aux enjeux cités ci-dessus.

## V.5.Les perspectives pour 2023

Le programme Vigie des havres a permis de lancer le suivi phoque, il semble pertinent de le continuer notamment sur la thématique des dérangements et sur l'identification des

phoques présents dans le havre. A l'heure actuelle une piste de financement se dégage avec l'OFB ou la DREAL pour continuer le suivi.

*Objectif pour la suite du projet 2023 :*

- Améliorer les connaissances sur la fréquentation du site par les phoques : localisation des reposoirs et heure d'utilisation, influence des marées et des coefficients, zones de chasse potentielles, etc.. (GMN)
- Dénombrer les individus et préciser le statut reproducteur du site et du groupe (présence de femelle gestante, de jeunes, etc) (GMN)
- Etudier la fidélité au site des individus (photo identification) et mettre en évidence des échanges avec d'autres sites (GMN-AVRIL-Audrey HEMON)
- Evaluer la pression des activités humaines et identifier les types de dérangements (AVRIL)
- Sensibiliser les usagers du littoral aux bons comportements à adopter face aux phoques présents sur les reposoirs (AVRIL)

*Photos du suivi phoque havre de Sienne :*











# VI. Projet Les extra ordinaires du littoral

Le projet a pour objectif de cartographier les sites à fort potentiel patrimonial, à créer une affiche « extraordinaires du littoral coutancais », à animer une conférence pour restituer les résultats, à réaliser des sorties inventaires sur le terrain. La base de données de Vigie des havres et les sorties inventaires nous ont permis de faire ressortir des endroits à fort potentiel patrimonial ;

*Six grands hots spots de biodiversité ont été repérés au cours de l'année 2021 :*

**Le site de Champeaux :** situé à l'est de la Baie du Mont-Saint-Michel, le site de Champeaux est remarquable car celui-ci accueille l'un des plus grands récifs d'Hermelles d'Europe. En effet, certains secteur font 2,5 km de long et jusqu'à 2,50m de hauteur. Ce récif joue un rôle de refuge, de site d'alimentation et de nurserie pour les animaux marins. L'association des récifs d'hermelles aux banquettes de lanice, crée une stratification remarquable, multipliant par 5 la biodiversité par rapport au substrat sableux avoisinant. Ce nouvel écosystème est également un véritable buffet pour les limicoles (bécasseaux, barges, courils, …), les laridés (mouettes, goélands) et les anatidés (macreuse noire, …).

**Le site de Donville-les bains :** La particularité du site de Donville, c'est l'estran rocheux supralittoral et sa diversité de micro-habitat (roche nue, flaque rocheuse, cuvette sableuse, sable battus, bloque rocheux …). Une diversité d'espèce benthique supra et médiolittoral se côtoient. Ce type d'écosystème est en général sur la zone infralittorale sur la côte ouest de la Manche. Des espèces protégées comme les syngnathes et les entélures, ainsi que la présence de récif d'hermelles qui ont colonisé une partie de la roche nue, constituent un site vraiment très intéressant.

**Saint-Martin-de-Bréhal :** Sur ces communes, la zone infralittorale est encore aujourd'hui assez bien préservée, la conchyliculture ne s'étant pas encore déployée sur le secteur. Des espèces protégées comme les hippocampes et les syngnathes y sont de temps en temps observées. L'un des faits remarquables sur cette zone, ce sont les étendus d'Herbiers de zostère, habitat indicateur du bon état écologique de l'estran et de la qualité de l'eau, retenu dans le cadre de la directive sur l'eau. Mais il nous a manqué du temps pour prospecter correctement le lieu. Celui-ci semble très prometteur, au vu des premières observations. De plus, ce site est préservé par le phénomène des marées. Il est accessible que durant les coefficients 95 et plus.

**La tour du Ronquet à Agon-Coutainville** : Voici notre site de prédilection pour faire des animations sur la thématique de la biodiversité de l'estran. Hippocampes, syngnathes, raie se côtoient sur le secteur, avec une multitude d'autres espèces. Tout comme, le site de Saint-Martin-de-Bréhal, le phénomène des marées permet de protéger ce site, car il est rarement découvert par la mer. Des patches de zostères se sont également développés autour de la Tour du Ronquet. Lorsque nous prenons le chemin pour atteindre le site à 4km de la côte, nous réalisons plusieurs arrêts au niveau des pêcheries pour découvrir la biodiversité du large piégée dans ces infrastructures historiques.

**La tour du Sénéquet à Blainville-sur-Mer** : Tout comme la Tour du Ronquet, la tour du Sénéquet est accessible que durant les grandes marées. Les risques d'encerclements, le substrat rocheux accidentel, en fait un site où il existe peu d'usage. De ce fait, les habitats marins y sont préservés, et des espèces protégées (hippocampes et syngnathes), ont déjà été signalées.

**Le havre de Sienne** : Par la présence de phoques veaux marins toute l'année et d'oiseaux migrateurs l'hiver, le havre de Sienne est un site remarquable. Composé de prés salés, de marais et bordé de milieux dunaires, le havre de Sienne attire une faune et une flore particulièrement intéressante. Le site est aussi connu pour ses ballades et ses activités nautiques.

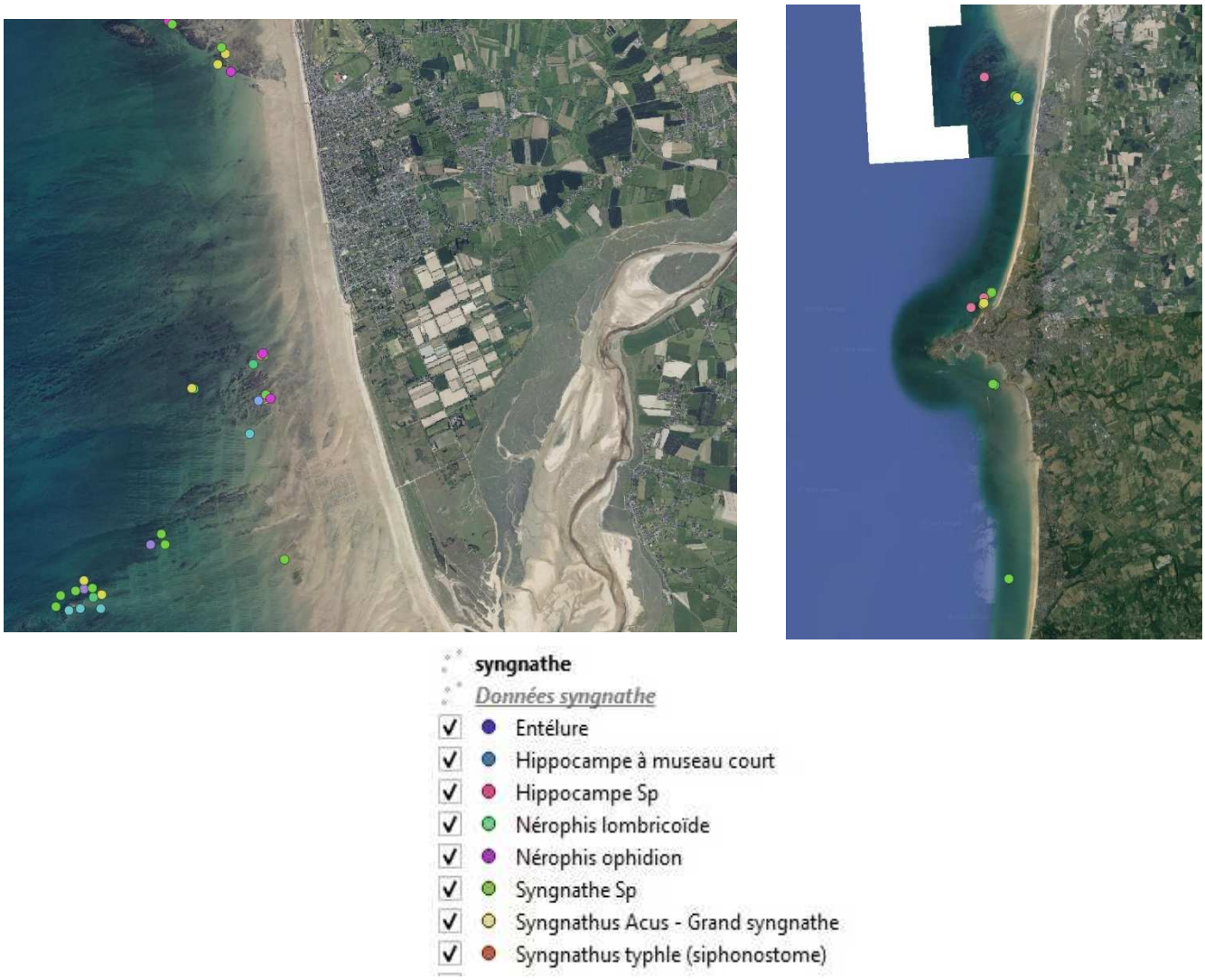
*Tableaux des espèces rencontrées au cours de l'année 2021 :*

| Poisson | Mollusque |
|---|---|
| **Petite roussette** (*Scyliorhinus canicula*) | **Fissurelle** (*Diodora graeca*) |
| **Raie torpille** (*Torpedomarmorata*) | **Crépidule** (*Crepidula fornicata*) |
| **Raie pastenague** (*Dasyatis pastenaca*) | **Grain de café** (*Trivia monacha*) |
| **Raie brunette** (*Raja undulata*) | **Patelle commune** (*Patella vulgata*) |
| **Raie bouclée** (*Raja clavata*) | **Calliostome** (*Calliostoma zizyphinum*) |
| **Raie lisse** (*Raja brachyura*) | **Gibulle cendré** (*Steromphala cineria*) |
| **Raie mêlée** (*Raja microocellata*) | **Gibulle pennanti** (*Steromphala pennanti*) |
| **Sole commune** (*Solea vulgaris*) | **Gibulle ombiliquée** (*Steromphala umbilicalis*) |
| **Carrelet** (*Pleuronectes platessa*) | **Monodonte** (*Phorcus lineatus*) |
| **Orphie commune** (*Belone belone*) | **Natice** (*Euspira catena*) |
| **Baliste** (*balistes capriscus*) | *Lacuna pallidula* |
| **Grondin perlon** (*Chelidonichtys lucerna*) | **Pourpre** (*Nucella lapillus*) |
| **Lançon commun** (*Hyperoplus lanceolatus*) | **Cormaillot** (*Ocenebra erinaceus*) |
| **Congre** (*Conger conger*) | **Nasse réticulé** (*Tritia reticulata*) |
| **Motelle commune** (*Ciliata mustela*) | *Antiopella cristata* |
| **Bar** (*Dicentrarchus labrax*) | **Doris citron** (*Doris pseudoargus*) |
| **Hippocampe à museau court** (*Hippocampus hippocampus*) | **Pétoncle, Peigne variable** (*Mimachlamys varia*) |
| **Grand syngnathe** (*Syngnathus acus*) | **Coquille Saint-Jacques** (*Pecten maximus*) |
| **Siphonostome** (*Synghnatus typhle*) | **Huître creuse type japonaise** (*Magallana gigas*) |
| **Entétlure** (*Entelurus aequoreus*) | **Huître plate** (*Ostrea edulis*) |
| **Nérophis lombricoïde** (*Nerophis lumbriciformis*) | **Moule** (*Mytius sp.*) |
| **Nérophis ophidion** (*Nerophis ophidion*) | **Coque blanche** (*Cerastoderma edule*) |
| | **Praire** (*Venus verrucosa*) |
| | **Mactre Glauque** (*Mactra glauca*) |
| | **Mactre Coralline** (*Mactra stultorum*) |
| | **Spisule, Mactre solide** (*Spisula solida*) |
| | **Palourde japonnaise/europpéenne** (*Ruditapes sp.*) |
| | **Palourde bleue** (*Venerupis corrugata*) |
| | **Amande de mer** (*Glycymeris glycymeris*) |

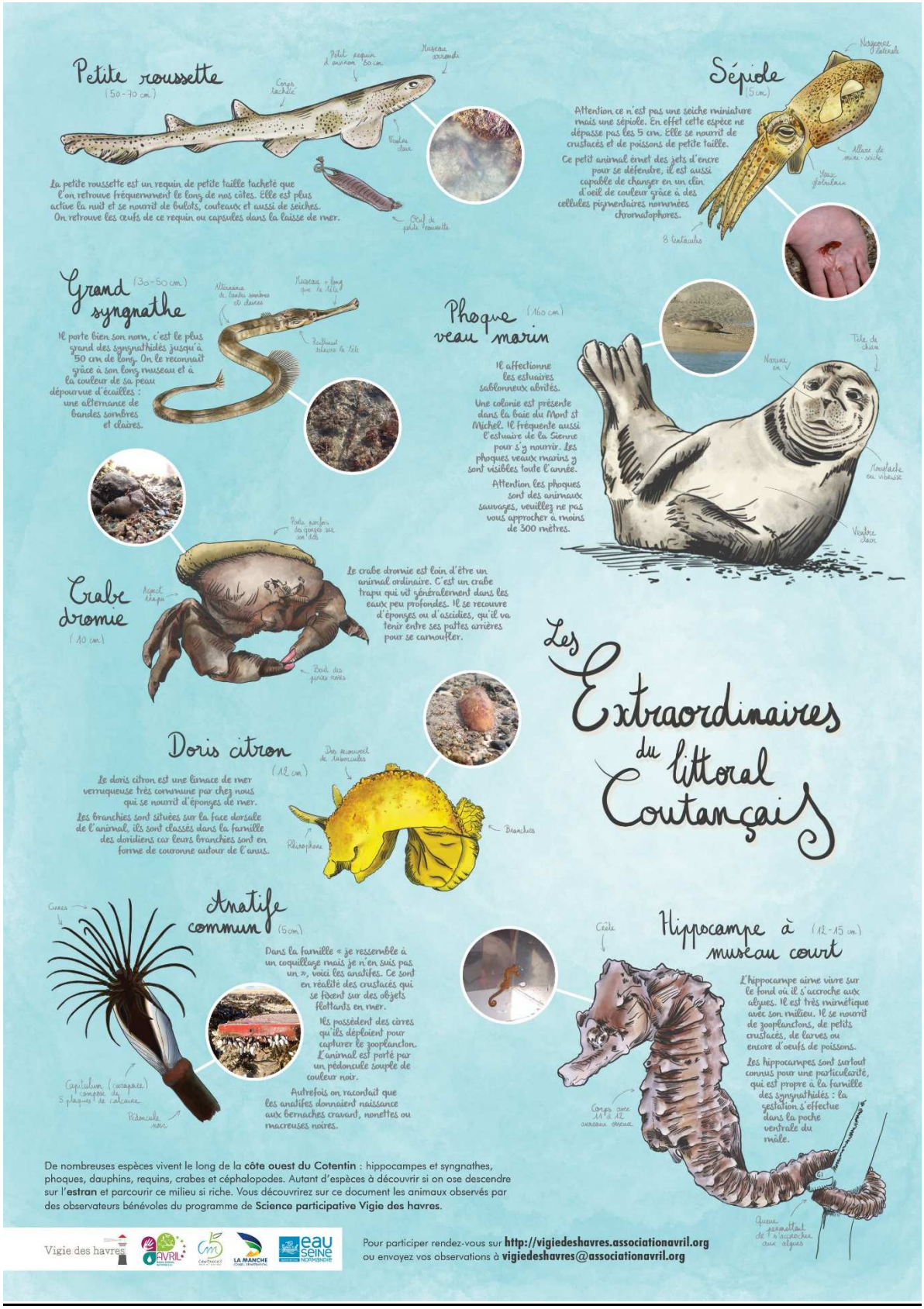
| | |
|---|---|
| | **Pholade** (*Barnea candida*) |
| | **Bucarde de Norvège** (*Laevicardium crassum*) |
| | **Bucarde** (*Acanthocardia tuberculata)* |
| | **Couteau gaine** (Solen marginatus) |
| | **Bulot, buccin** (*Buccinum undatum*) |
| | **Bigorneau** (*Littorina littorea*) |
| | **Ormeau** (*Haliotis tuberculata*) |
| | **Littorine sp.** (*obtusata ou fabalis*) |
| | **Calamar** (*Loligo sp.*) |
| | **Seiche commune** (*Sepia officinalis*) |
| | **Sépiole** (*Sepiola sp.*) |
| | **Doris épineuse** (*Acanthodoris pilosa*) |
| | **Elysie verte** (*Elysia viridis*) |
| | **Lièvre de mer** (*Aplysia punctata ou depilans*) |

| **Crustacés** | **Cnidaire** |
|---|---|
| **Tourteaux** (*Cancer pagurus*) | **Physalie** (*Physalia physalis*) |
| **Etrille** (*Necora puber*) | **Méduse** (*Rhizostoma pulmo*) |
| **Crabe vert** (*Carcinus maenas*) | **Anémone verte** (*Anemonia viridis*) |
| **Crabe porcelaine** (*Porcellana platycheles*) | **Anémone tomate** (*Actinia equina*) |
| **Gonfaron** (*Pagurus prideaux*) | **Anémone commensale** (*Adamsia palliata*) |
| *Macropedia sp.* | |
| **Balanes** (*Perforatus perforatus*) | **Echinoderme** |
| **Bouquet élégant** (*Palaemon elegans*) | **Etoile de mer** (*Asterina gibbosa*) |
| **Bouquet brun** (*Palaemon serratus*) | **Ophiure** (*Amphipholis squamata*) |
| Pisidia longicornis | |
| **Galathée** (*Galathea squamifera*) | **Vers** |
| **Araignée de mer** (*Maja brachydactyla*) | **Hermelles** (*Sabellaria alveolata*) |
| *Inachus sp.* | **Lanice** (*Lanice conchilega*) |
| **Crabe hirsute** (*Pilumnus hirsut*) | **Serpule** (*Spirobranchus lamarcki*) |
| **Anatifes** (*Lepas anatifera*) | **Eulalie** (*Eulalia clavigera*) |
| **Crevette** (*Athanas nitescens*) | *Symsagittifera roscoffensis* |
| **Hippolyte variant** (*Hippolyte varians*) | **Arénicole** (*Arenicola marina*) |
| **Crevette grise** (*Crangon crangon*) | |
| | **Mammifères marins** |
| **Reptiles** | **Grand dauphin** (*Tursiops truncatus*) |
| **Tortue de Kemp** (*Lepidochelys kempii*) | **Dauphin commun** (*Delphinus delphis*) |
| **Tortue Luth** (*Dermochelys coriacea*) | **Phoque Veau-marin** (*Phoca vitulina*) |

*Cartographie des syngnathes côte ouest Cotentin à partir des données de Vigie des havres 2018-2021*



*Création de l'affiche les extraordinaires du littoral*




L'affiche a été et continue à être diffusée auprès de nos partenaires et écoles, collèges, acteurs du littoral coutançais. Le référent du programme Vigie des havres est à l'origine du texte, les photos

proviennent de la base de donnée Vigie des havres, une graphiste est à l'origine des dessins et du graphisme.

## SYNTHESE

Le programme Vigie des havres a permis de collecter des données sur le territoire pendant 5 années et a offert l'opportunité de créer de nouveaux projets autour du littoral qui continuent à porter leur fruit. Il a permis aussi à l'association de continuer à travailler avec nos partenaires et à en rencontrer de nouveaux.

Le programme a aussi renforcé au sein de l'équipe de l'association, la culture de la science participative : collecte de donnée, vérifications des données, identifications, transmission aux partenaires. On se rend compte aussi de l'importance d'être présent sur le terrain pour rencontrer les bénévoles et vérifier les données.

Parmi les sciences participatives il y a des thématiques plus porteuses que d'autres comme le suivi des phoques veaux marins dans le havre de Sienne. La présence des mammifères marins nous a permis de toucher des publics que l'on ne voyait pas sur nos animations et de trouver des bénévoles investis sur le littoral. A l'heure actuelle une piste de financement se dégage avec l'OFB et/ou la DREAL pour continuer le suivi et travailler sur les dérangements.

Vigie des havres permet d'avoir une vue d'ensemble des évènements d'un littoral, de les garder en mémoire, et de pouvoir travailler dessus par la suite. Il serait intéressant de pouvoir dupliquer ce type de programme sur d'autres estrans avec des acteurs, des problématiques et des milieux différents.

Vigie des havres reste actif en 2023, nous continuons à recevoir des données d'observateurs, à les transmettre et à participer au réseau Sentinelles de la mer Normandie, à Alien Normandie ainsi qu'aux évènements du littoral coutançais.



27 AVRIL 2019 | LA MANCHE LIBRE

# Découvrir les bigorneaux avec Avril

**BLAINVILLE-SUR-MER**

Mercredi 17 avril, une dizaine de personnes a répondu à l'appel des deux animateurs d'Avril, Jérémy Lefebvre et Sophie Hermy, médiatrice de l'Estran.

Découvrir les bigorneaux et autres petits habitants des algues de notre littoral et les recenser était le thème de la sortie, en accord avec un programme national de science participative portant sur la biodiversité littorale. *"Sur notre littoral, les algues brunes constituent un formidable habitat pour de nombreuses espèces animales, pas seulement les bigorneaux mais toutes les littorines, gibbules et autres mollusques brouteurs ou perceurs qui y trouvent un refuge et de quoi se nourrir,* explique Jérémy, avant le départ. *Un écosystème mal connu des scientifiques, manquant d'informations pour comprendre comment fonctionnent toutes ces espèces ensemble. Leur présence est-elle à l'origine de la disparition de ces algues ou y a-t-il un autre facteur, comme la pollution, le réchauffement climatique ou éventuellement le piétinement de l'homme".*



Les deux animateurs d'Avril, Sophie Hermy et Jérémy Lefebvre, donnent quelques explications avant de partir.

# Conclusion

La pêche à pied de loisir ou professionnelle prend de l'essor sur l'ensemble des littoraux de la Manche et de l'Atlantique pouvant entrainer des impacts sur la ressources ciblée par les pratiquant mais également sur l'écosystème côtier en perturbant les sédiments et les l'agencement des rochers. Les études sur ces pratiques sont encore malgré tout relativement rares et il est difficile d'évaluer correctement les impacts et la résilience des écosystèmes car les facteurs naturels ou anthropiques pouvant les influencer sont nombreux.

La création d'une réserve scientifique pour une durée de 5 ans sur l'estran est inédite. Elle avait pour premier objectif de permettre d'étudier l'évolution du benthos sur un secteur non soumis à l'action de pêche, de mesurer l'évolution des populations de bivalves et de mieux comprendre la dynamique globale en comparaison avec des secteurs avoisinant où la pêche est autorisée. Pour atteindre ces objectifs, il était indispensable de disposer de compétences très variées en biologie, sédimentologie, détermination, prélèvements de terrain, pathologie, génétique, modélisation, halieutique…L'implication des pêcheurs est également nécessaire, elle s'est concrétisée par un volet de science participative et de communication grand public notamment au travers un projet de bancarisation des données des événements littoraux.

Les résultats de cette étude peuvent être surprenant sur certains points mais ont permis d'apporter des éléments pertinents dans la gestion des pêcheries de bivalves, en particulier la palourde, et de la mise en œuvre d'une réserve de pêche.

Alors que l'on pouvait s'attendre à une augmentation sensible des densités et des tailles des bivalves, l'évolution de ces paramètres au sein de la réserve est très faible, voire quasi nulle en comparaison avec les deux stations voisines étudiées. La station de Lingreville, interdite à la pêche pour raison sanitaire en été, voit ses densités et tailles de palourdes augmenter sensiblement. L'explication, vient sans doute de l'origine des larves de palourdes, issus des élevages de Chausey comme le montre la modélisation. Alors que les larves semblent arriver massivement sur les secteurs pêchés, les larves portées par les courants marins semblent en grande majorité contourner la réserve. La seconde surprise vient également de l'absence de palourdes de grande taille dans la réserve ; il est probable que la mortalité naturelle des palourdes soit massive dès l'âge de 4 à 5 ans limitant la survie des gros individus (>55mm). Cet apport de larve de Chausey explique également la dominance extrême de la palourde japonaise et la quasi-disparition de la palourde européenne sur ce secteur. L'absence d'hybridation constatée va dans le même sens. Alors que les années antérieures à cette étude semblaient montrer une recrudescence de l'anneau brun, les prévalences ont tendance à se limiter.

Les analyses du benthos réalisées dans cette étude apportent également des tendances pouvant apparaitre surprenantes : aucune évolution majeure n'a été observée dans les zones pêchées et la réserve. Bien que l'activité de pêche à pied peut avoir des impacts au niveau local, ces observations nous rappellent que de nombreux autres facteurs peuvent influencer l'évolution du benthos tels que les facteurs météorologiques, les activités conchylicoles, la nature du sédiment…

La mise en œuvre de la réserve montre également des enseignements au niveau sociologique. La délimitation de la réserve, l'affichage sur les accès à l'estran, la présence des associations de pêcheurs à pied amateurs, la communication, la pédagogie et la présence sur le terrain ont permis de limiter le contournement de l'interdiction de pêche dans la réserve sans avoir jamais eu recours à la verbalisation. La réserve peut également servir de levier à la communication et sensibilisation à l'environnement comme le montre les nombreuses actions réalisées et la mise en œuvre de la bancarisation des données Vigie de havres qui perdurera après cette étude.

La mise en œuvre d'une réserve de pêche ou à caractère scientifique est un véritable outil de communication et de sensibilisation mais également un outil pour fédérer scientifiques, gestionnaires, éducateurs, pêcheurs autour d'un projet commun permettant d'apporter des réponses pour la gestion des pêches et la compréhension des systèmes écologiques, toutefois, sa localisation et son emprise doit faire l'objet d'une réflexion concertée avec l'ensemble des acteurs afin d'en déterminer les attendus.

# Bilbiographie

Ajmi Souha, 2020, Modélisation de la dispersion des larves de palourdes dans le Golfe Normand-breton.

G. Allain, P. Petitgas, P. Lazure, and P. Grellier, 2007. “Biophysical modelling of larval drift, growth and survival for the prediction of anchovy (engraulis encrasicolus) recruitment in the bay of biscay (NE atlantic),” Fisheries Oceanography, vol. 16, no. 6, pp. 489–505.

Allam B., C. Paillard, S. E. Ford, 2002, Pathogenicity of Vibrio tapetis, the etiological agent of brown ring disease in clams.

Amara R., Meziane T., Gilliers C., Hermel G., Laffargue P., 2007. Growth and condition indices in juvenile sole Solea solea measured to assess the quality of essential fish habitat. Marine Ecology Progress Series 351, 201–208.

Amara R., Selleslagh J., Billon G., Minier C., 2009. Growth and condition of 0-group European flounder, Platichthys flesus as indicator of estuarine habitat quality. Hydrobiologia 627, 87–98.

Arbizu P.M., 2020. pairwiseAdonis: Pairwise multilevel comparison using adonis. R package version 0.4. https://github.com/pmartinezarbizu/pairwiseAdonis.

Arrêté du 26 octobre 2012 déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture des poissons et autres organismes marins (pour une espèce donnée ou pour une zone géographique donnée) effectuée dans le cadre de la pêche maritime de loisir.

Arrêté n°76/017 modifiant l’arrêté n°127/2008 du 26 août 2008 réglementant l’exercice de la pêche maritime de loisir pratiquée à pied, à la nage ou sous-marine dans le département de la Manche.

Arrêté n°12/2018 portant création d’une réserve temporaire pour l’étude des bivalves fouisseurs dans la zone de la pointe d’Agon à Agon-Countainville (département de la Manche).

Association Legisplaisance, 2020. Pêche à pied récréative. Légisplaisance. https://www.legisplaisance.fr/2020/02/14/peche-a-pied-recreative/

Ayata S.-D., C. Ellien F. Dumas S. Dubois and É. Thiébaut, 2009. “Modelling larval dispersal and settlement of the reef-building polychaete sabellaria alveolata : role of hydroclimatic processes on the sustainability of biogenic reefs,” Continental Shelf Research, vol. 29, no. 13, pp. 1605–1623.

Basuyaux O., 2021. “Etude et cartographie de sabellaria alveolata sur la côte ouest du département de la manche—focus sur les abords de granville,” Rapport SMEL/CE-env/2011-01.

Basuyaux O., Joncourt Y., Tetard X., Paillard C., Dauvin J.-C., 2016. 3POC Pêche à pied à la palourde sur la façade Ouest du Cotentin.

Basuyaux O. , F. Beck P. J-P Pezzy, A. Baffreau, Y. Joncourt, et al., “Evaluation of *ruditapes spp*. clam stock on the western coast of cotentin (english channel),” J Mar Biol Oceanogr 7, vol. 1, p. 2, 2018.

Basuyaux O., Joncourt Y., Tétard X., Paillard C., Dauvin J.-C. (2016b). 3POC Pêche à pied de la palourde sur la façade Ouest du Cotentin. « Mieux connaitre la pêche à pied dans l'oeust du Cotentin ». Diaporama 7p.

Basuyaux O. , Y. Joncourt, 2016. Elaboration et test d'un dispositif d'évaluation et de suivi de stock des espèces palourdes sur la Côte d'Ouest du Cotentin. B6-C3-2015-AAMP-GNB-Evaluation-suivi-palourdes-FNPPSF_Ouest-Cotentin_SMEL-1.pdf (pecheapied-loisir.fr).

Basuyaux O., Beck F., Pezy J.-F., Baffreau A., Joncourt Y., Tetard X., Dauvin J.-C., 2018. Evaluation of Ruditapes spp. Clam Stock on the Western Coast of Cotentin (English Channel), J. Mar. Biol. Oceanogr., vol. 07, 1.

Beck F., Pezy J.-P., Baffreau A., J.-C. Dauvin, 2015, Effects of clam rake harvesting on the intertidal Ruditapes habitat of the English Channel, ICES J. Mar. Sci. J. Cons., vol. 72, n°9, p.2663-2673.

Beck F., Dauvin J.-C., 2016. Comparaison de différentes méthodes d'échantillonnage d'espèces à forte variabilité spatio-temporelle et effet du transit sédimentaire sur les populations de palourdes. Etude réalisée pour le programme 3POC (Pêche à Pied à la Palourde sur la côte Ouest du Cotentin). 33 p.

Bioret F., 2003. L'élaboration des plans de gestion des réserves naturelles, bien plus qu'un simple exercice de style. https://core.ac.uk/download/pdf/52838546.pdf.

Croguennec G., 2021, Modélisation numérique de la dispersion des larves de palourdes dans le Golfe Normand-Breton.

Dajoz R., 1982. Précis d'écologie, 4ème édition, Paris, Bordas, 503p.

Dang C., 2009. Dynamique des populations de palourdes japonaises (*Ruditapes philippinarum*) dans le bassin d'Arcachon : conséquences sur la gestion des populations exploitées, Th. Doct., Université Bordeaux I, Bordeaux, 374p.

Dang C., de Montaudouin X., Gam M., Bru N., Paroissin C., Cailly-Milly N., 2010. The Manila clam population in Arcachon Bay (SW France): can it be kept sustainable? Journal of Sea Research 63, p.108-118.

Dauvin J.-C., 1993. Le benthos : témoin des variations de l'environnement. Oceanis, vol. 19, n°6, p.25-53.

DDTM 50/SE/FNB et SIAES, 2017. Projet d'Arrêté Préfectoral de Protection de Biotopes sur la Sienne et ses affluents. Rapport de présentation. 54 p.

Delhez É. J., P. Damm, E. De Goede, J. De Kok, F. Dumas, H. Gerritsen, J. Jones, J. Ozer, T. Pohlmann, P. Rasch, et al., 2004"Variability of shelf-seas hydrodynamic models : lessons from the nomads2 project," Journal of Marine Systems, vol. 45, no. 1-2, pp. 39–53, 2004.

Dubois A., Bourrain X., Brannellec C., avec les contributions de Lasavre J., Lamy F., Blot O., Bruchon F., Lequien A., 2012. Pressions et impacts – Manche mer du Nord. Pressioins chimiques et impacts associés. Enrichissement en nutriments et en matière organique. Apports fluviaux en nutriments et en matière organique. 17 p.

Dufrene M., Legendre P., 1997. Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach, Ecol. Monogr., vol. 67, p.345‑366.

EUNIS, 2023. European Environment Agency, EUNIS habitat type hierarchical view. [En ligne]. Disponible sur : https://eunis.eea.europa.eu/habitats-code-browser.jsp . [Consulté le : 02-mars-2023].

Habtemariam T.B, Arias A., García-Vázquez E., Borrell Y.J., 2015. Impacts of supplementation aquaculture on the genetic diversity of wild Ruditapes decussatus from northern Spain, Aquacult Env. Interact, vol. 6, no 3, p.241‑254.

Flye-Sainte-Marie J., F. Jean; C. Paillard; Sebastiaan A.L.M. Kooijman, 2009. A quantitative estimation of the energetic cost of brown ring disease in the Manila clam using Dynamic Energy Budget theory. , 62(2-3), 0–123.

Folk R. L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature, Jour. Geology 62, p.344–359.

Folmer O., Black M., Hoeh W., Lutz R., Vrijenhoek R., 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial Cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Molecular marine biology and biotechnology 3, 294-299.

Forêt M., 2018. Les migrations secondaires des recrues de bivalves : approche éco-éthophysiologique. Ecologie, Environnement. Museum national d'histoire naturelle – MNHN PARIS ; Institut des sciences de la mer de Rimouski. Français.NNT:2018MNHN0017. 161 p.

Gallon R. K., Fournier J., 2015. G2Sd : Grain-Size Statistics and Description of Sediment. R package version 2.1.5. https://cran.r-project.org/package=G2Sd

Garcia A., Desroy N., Le Mao P. & Miossec L., 2014. Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidaux et intertidaux dans le cadre de la DCE-Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF.

Gilliers C., Amara R., Bergeron J.-P., Le Pape O., Desaunay Y., 2002. Comparaison de la qualité des zones de nourriceries côtières du littoral français à partir de l'étude d'indices de condition mesurés

Gosling E.M., 2003. Bivalve molluscs: biology, ecology, and culture, Fishing News Books. Oxford ; Malden, MA: Blackwell Publishing, 2003, 443 p, ISBN 978-0-85238-234-9.

Grosjean P., Ibanez F., Etienne M., 2022. pastecs: Package for Analysis of Space-Time Ecological Series. R package version 1.3.21. https://github.com/phgrosjean/pastecs.

Guillaumont B., 1987. Etude régionale intégrée du Golfe normano-breton : carte biomorphosédimentaire de la zone intertidale au 1/25 000. Côte ouest du Cotentin et baie du Mont Saint-Michel. IFREMER.

Hasegawa M., Kishino H., Yano T., 1985. Dating the human-ape split by a molecular clock of mitochondrial DNA. Journal of Molecular Evolution 22, 160-174.

Hebert P., Cywinska A., Ball S., deWaard J., 2003a. Biological identifications through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 270, 313-321.

Hebert P.D.N., Ratnasingham S., deWaard J.R., 2003b. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. Proceedings of the Royal Society of London B Biological Sciences 270, S96-S99 .

Hurtado N.S., Pérez-García C., Morán P., Pasantes J.J., 2011. Genetic and cytological evidence of hybridization between native *Ruditapes decussatus* and introduced *Ruditapes philippinarum* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) in NW Spain. Aquaculture 311 (1-4), p.123-128 - doi : 10.1016/j.aquaculture.2010.12.015

Kashiwai, M., 1995. History of carrying capacity concept as an index of ecosystem productivity (Review). Hokkaido National Fisheries Research Institute p.81-100.

Koichiro T., Stecher G., Kumar S., 2021. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. Molecular Biology and Evolution 38, 3022-3027.

Labrune C., 2006. Utilisation de la macrofaune benthique en tant qu'indicateur des changements environnementaux : création et utilisation d'une base de données sur les côtes du Languedoc-Roussillon, Th. Doct., École doctorale Énergie environnement, Perpignan, 250 p.

Laspougeas C., 2007. Etude des gisements naturels de mollusques bivalves accessibles en pêche à pied en Basse-Normandie, aspects biologiques, halieutiques et sanitaires. Rapport IFOP - AESN - SMEL - DDASS 50 – Université de Caen, France. 195 p.

Lazure P. and A.-M. Jégou, 1998. “3d modelling of seasonal evolution of Loire and Gironde plumes on biscay bay continental shelf,” Oceanologica acta, vol. 21, no. 2, pp. 165–177.

Lazure P. and F. Dumas, 2008. “An external–internal mode coupling for a 3d hydrodynamical model for applications at regional scale (mars),” Advances in water resources, vol. 31, no. 2, 233–250 pp.

Le Mao P., L. Godet, J. Fournier, N. Desroy, F. Gentil, E. Thiébault, and L. Pourinet, 2019. “Atlas de la faune marine invertébrée du golfe normano-breton. volume 7. bibliographie, glossaire & index,”.

Lett C., P. Verley, C. Mullon, C. Parada, T. Brochier, P. Penven, and B. Blanke, 2008. “A lagrangiantool for modelling ichthyoplankton dynamics,” Environmental Modelling & Software, vol. 23, no. 9, pp. 1210–1214.

Levin L.A., Plaia G. R., Huggett C.L., 1994. The influence of natural organic enhancement on life histories and community structure of bathyal polychaetes., Reprod. Larval Biol. Recruit. Deep-Sea Benthos CM Young KJ Eckelbarger, p.261–283.

Long D., 2006. Seabed sediment classification, p.7.

Luyten P. J., E. Deleersnijder, J. Ozer, and K. G. Ruddick, 1996 “Presentation of a family of turbulence closure models for stratified shallow water flows and preliminary application to the rhine outflow region,” Continental Shelf Research, vol. 16, no. 1, pp. 101–130.

McKinney, R.A., Glatt, S.M. & Williams, S.R., 2004. Allometric length-weight relationships for benthic prey of aquatic wildlife in coastal marine habitats. - Wildl. Biol. 10: p.241-24.

Ménesguen A. and F. Gohin, 2006. “Observation and modelling of natural retention structures in the english channel,” Journal of Marine Systems, vol. 63, no. 3-4, pp. 244–256.

Navon M., Dauvin J.-C., 2013. The immediate impact of intertidal pebble fork harvesting on the warty venus *Venus verrucosa* benthic community, Cah. Biol. Mar., vol. 54, n°3, p.385‑392.

Oksanen J., Simpson G., Blanchet F., Kindt R., Legendre P., Minchin P., O'Hara R., Solymos P., Stevens M., Szoecs E., Wagner H., Barbour M., Bedward M., Bolker B., Borcard D., Carvalho G., Chirico M., De Caceres M., Durand S., Evangelista H., FitzJohn R., Friendly M., Furneaux B., Hannigan G., Hill M., Lahti L., McGlinn D., Ouellette M., Ribeiro Cunha E., Smith T., Stier A., Ter Braak C., Weedon J., (2023. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-5, https://github.com/vegandevs/vegan.

Paillard C., Maes P., 1994. Brown ring disease in the Manila clam Ruditapes philippinarum: establishment of a classification system. *Diseases of Aquatic Organisms* 19(2):137-146.

Paillard C., 2004. A short-review of brown ring disease, a vibriosis affecting clams, Ruditapes philippinarum and Ruditapes decussatus. *Aquat. Living Resour*., 17 (4): 467 – 475.

Paillard C., 2017. Brown ring disease: a vibriosis affecting clams *Ruditapes philippinarum* and *R. decussatus. ICES Identification leaflets for diseases and parasites of fish ans shellfish,* 65.January 2017.

Park K., Paillard C., Le Chevalier P., Choi K., 2006. Report on the occurrence of brown ring disease (BRD) in Manila clam, Ruditapes philippinarum, on the west coast of Korea. , 255(1-4), 0–613. doi:10.1016/j. *aquaculture*.2005.12.011.

Pêche à pied de loisir, 2020. Milieu Marin France, https://www.milieumarinfrance.fr/Portails-de-donnees/Peche-a-pied-de-loisir

QGIS, 2020. Système d'Information Géographique Libre et Open Source. Version 3.4.15-Madeira. https://www.qgis.org/

Sanchez F., Caill-Milly N., de Casamajor M.-N., Lissardy M., Binias C., Bru N., 2013. Campagne d'évaluation du stock de palourdes du bassin d'Arcachon – année 2013, IFREMER.

Ratnasingham S., Hebert P.D.N., 2007. BOLD: The Barcode of Life Data System (http://www.barcodinglife.org). *Molecular Ecology Notes* 7, 355-364 .

Ricklefs, R.E., Miller, G.L., 1999. Ecology, 4th ed. W.H.Freeman & Co Ltd.

Rita C., Gaspar M.B., Tata-Regala J., Carvalho S., Cúrdia J., Drago T., Taborda R., Costa Monteiro C., 2009. Clam dredging effects and subsequent recovery of benthic communities at different depth ranges. *Mar. Environ. Res*., vol. 67, n°2, p.89‑99.

Roberts D.W., 2016. labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 2.0-1.

ROCCH, 2021. Etude sanitaire des zones 50.14 « Gouville-Blainville », 50.14.01 « Gouville » et 50.14.02 « Blainville » - groupes 2 et 3 (coquillages bivalves fouisseurs et non fouisseurs). 67 p.

Richard G., 2015. Influence of diet and sex on host-pathogen relationship: the case of the manila clam (Ruditapes philippinarum) and its pathogen Vibrio tapetis

RStudio Team, 2022. « RStudio | Open Source & Professional Software for Data Science Teams ». Version 2022.07.2. [Consulté le 31 janvier 2023]. https://rstudio.com/.

Salomon J.-C., M. Breton, 1993. "An atlas of long-term currents in the channel," *Oceanologica Acta*, vol. 16, no. 5-6, pp. 439–448.

Service de l'Etat de la Manche, 2014. Profil de vulnérabilité. Rapport technique. Zones de production : (50-15-01) - AGON NORD & (50-15-02) - AGON SUD. Edition Février 2014. 162 p.

Thompson J.D., Higgins D.G., Gibson T.J., 1994. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research* 22, 4673-4680.

Vinagre, C., Fonseca, V., Maia, A., Amara, R., Cabral, H., 2008. Habitat specific growth rates and condition indices for the sympatric soles *Solea solea* (Linnaeus, 1758) and *Solea senegalensis* Kaup 1858, in the Tagus estuary, Portugal, based on otolith daily increments and RNA-DNA ratio. *Journal of Applied Ichthyology* 24, p.163-169.

Wickham H., 2017. tidyverse: Easily Install and Load the « Tidyverse ».

WoRMS, 2023. WoRMS, World Register of Marine Species. [En ligne]. Disponible sur : http://marinespecies.org/. [Consulté le : 01-mars-2023].

Xie H., P. Lazure, and P. Gentien, 2007. "Small scale retentive structures and dinophysis." *Journal of Marine systems*, vol. 64, no. 1-4, pp. 173–188.

*Sites internet*

http ://www.ecologie.gouv.fr

http ://www.environnement-sante-manche.org

http ://www.ifremer.fr

https ://data.shom.fr

https ://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/rec/docs/clams-intertidal-palourde-intertidale-fra.html

Vers une pêche à pied de loisir durable. https://www.parc-golfe-morbihan.bzh/vers-une-peche-a-pied-de-loirsir-durable/.

Seatemperature, 2023. 2023 - 2013 © seatemperature.net. https://seatemperature.net/current/france/pirou-basse-normandie-france-sea-temperature

Les interdictions de pêche pour protéger la ressource et la biodiversité | Pêche à Pied Responsable. https://www.pecheapied-responsable.fr/fr/les-interdictions-de-peche-pour-proteger-la-ressource-et-la-biodiversite

Les tailles, quotas et outils de pêche | Pêche à Pied Responsable. https://www.pecheapied-responsable.fr/fr/les-tailles-quotas-et-outils-de-peche

Réserve Naturelle Nationale de la baie de Somme | Syndicat Mixte Baie de Somme. https://www.baiedesomme.org/themes/2233-1002-reserve-naturelle-nationale-de-la-baie-de-somme

Cadre juridique pour les Réserves naturelles | Guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels. http://ct88.espaces-naturels.fr/node/1946

Réserve de pêche | Outils juridiques pour la protection des espaces naturels. http://ct78.espaces-naturels.fr/reserve-de-peche

Modalités d'interprétation des résultats. https://www.normandie.ars.sante.fr/modalites-dinterpretation-des-resultats

# Annexes

# Annexe 1 : Récapitulatif des différentes réserves de France recueillis par les interviews

| Région de France | Zone | type | arrêté |
|---|---|---|---|
| Hauts-de-France | Hauts-de-France | ouverture/fermeture | DIRM Manche Est-Mer du Nord n°107/2019 |
| | Baie de Somme | réglementation | DIRM Manche Est-Mer du Nord n°104/2022 |
| | Estuaire de la Seine | interdiction raison sanitaire | DIRM Manche Est-Mer du Nord n° 69/2016, n° 17/2019 |
| Normandie | Agon Coutainville | réserve scientifique | DIRM Manche Est - Mer du Nord n°12/2018 |
| | Manche Est | jachères | X |
| | côte ouest | ouverture/fermeture | X |
| Bretagne | Baie du Mont-St-Michel | ouverture/fermeture | DIRM Nord Atlantique-Manche Ouest n° 2010-1644 |
| | Rance | ouverture/fermeture | DIRM Nord Atlantique-Manche Ouest n° 2010-1597 |
| | Baie de St-Brieuc | réserve | DIRM Nord Atlantique-Manche Ouest n° 2017-15513 |
| | Golfe du Morbihan | réglementation | X |
| | Goas Treiz (Tréberden) | gisement classé | DIRM Nord Atlantique-Manche Ouest n° 2017-15623 |
| | banc du Guer (Ploulec'h) | gisement classé | DIRM Nord Atlantique-Manche Ouest n° 2017-15624 |
| | rivière de Pont-l'Abbé | gisement classé | DIRM Nord Atlantique-Manche Ouest R53-2022-07-20-00001 |
| Charente-Maritime | Fier d'Ars | réserve | X |
| | Bellevue | ouverture/fermeture | X |
| | Bonne Anse | ouverture/fermeture | X |
| | Ade Manson | ouverture/fermeture | X |
| | Vert bois | interdiction raison sanitaire | X |
| | côte sauvage | interdiction raison sanitaire | X |

Avec la participation de :

**Julien Dubreuil**, chargé de mission au CRPMEM de Bretagne : jdubreuil@bretagne-peches.org ou 06.67.21.15.98

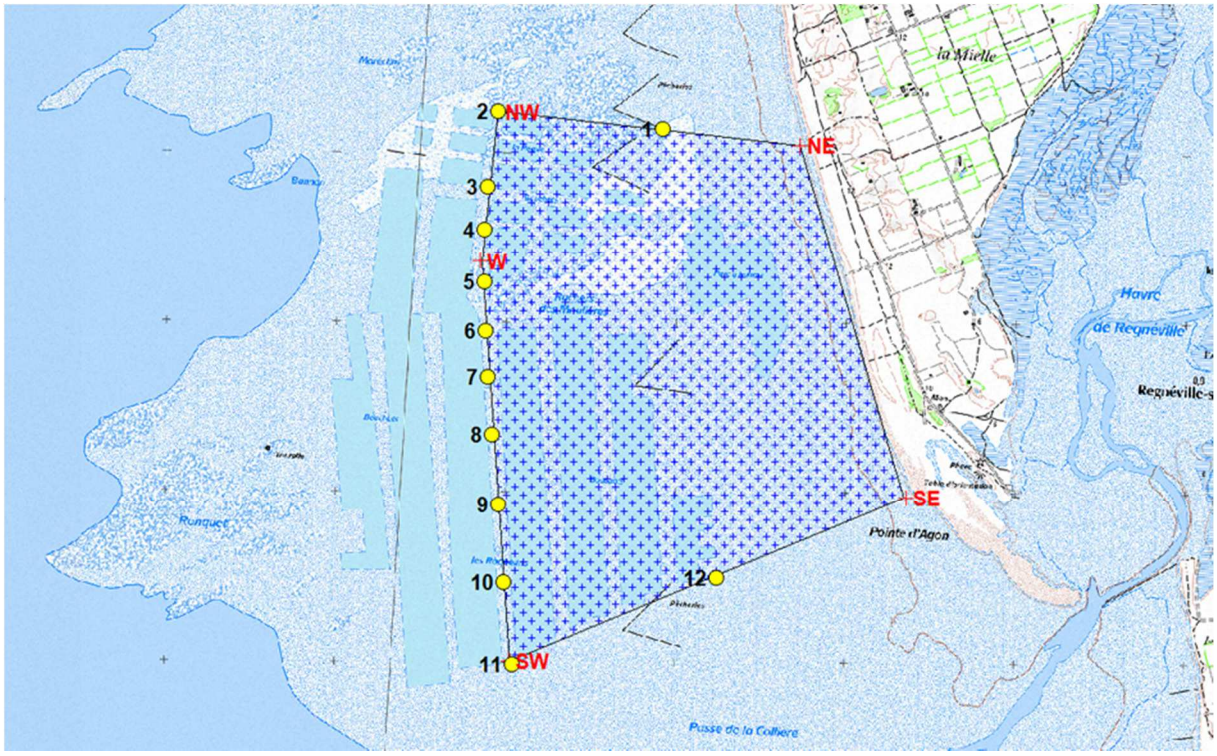
**Xavier Tétard**, chargé de mission pêche à pied et arts dormants de Manche-Est au CRPMEM de Normandie : xavier.tetard@comite-peches-normandie.fr ou 06.85.14.39.14

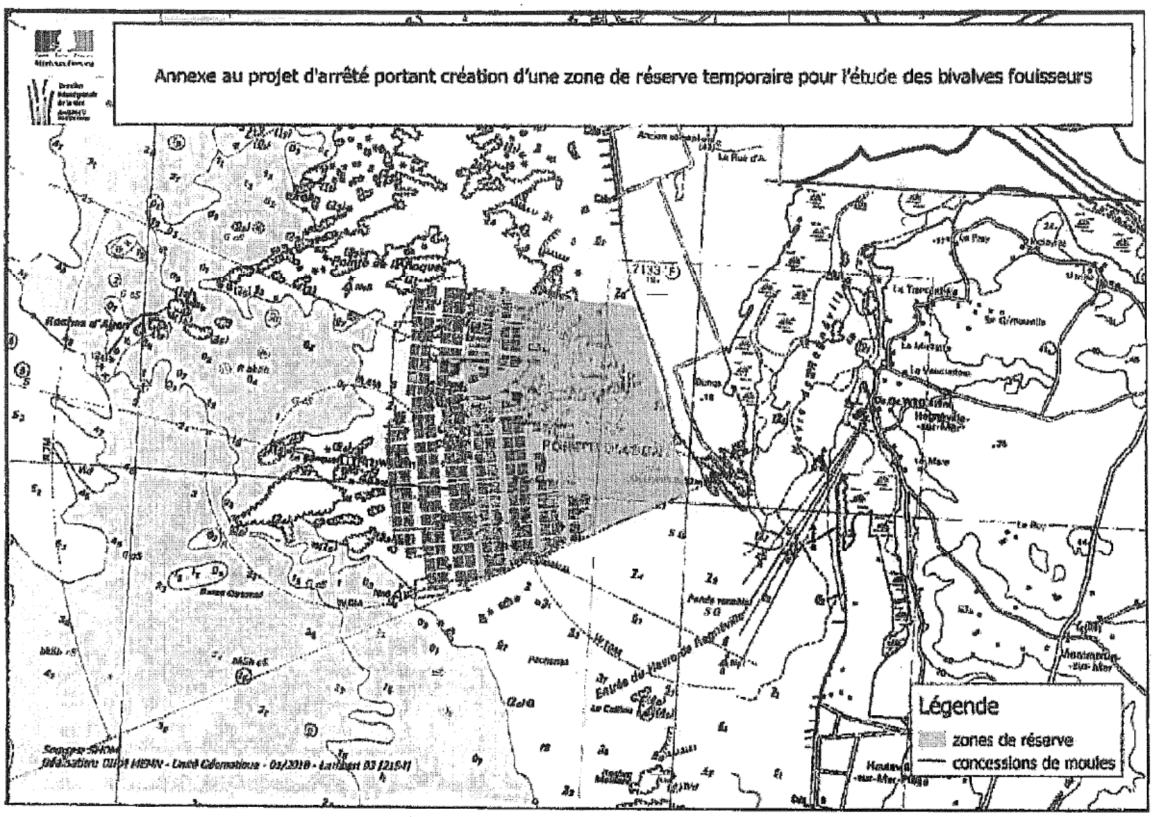
**Alain Ponsero**, conservateur site de l'étoile Baie de Saint Brieuc : rn.saintbrieuc@espaces-naturels.fr ou 02.96.32.31.40

**Ambre Damour**, chargée de mission Exploitation des gisements de palourdes (suivis, valorisation, gestion) du PNMEGMP : ambre.damour@ofb.gouv.fr ou 06.51.98.60.15 / 06.25.03.21.37

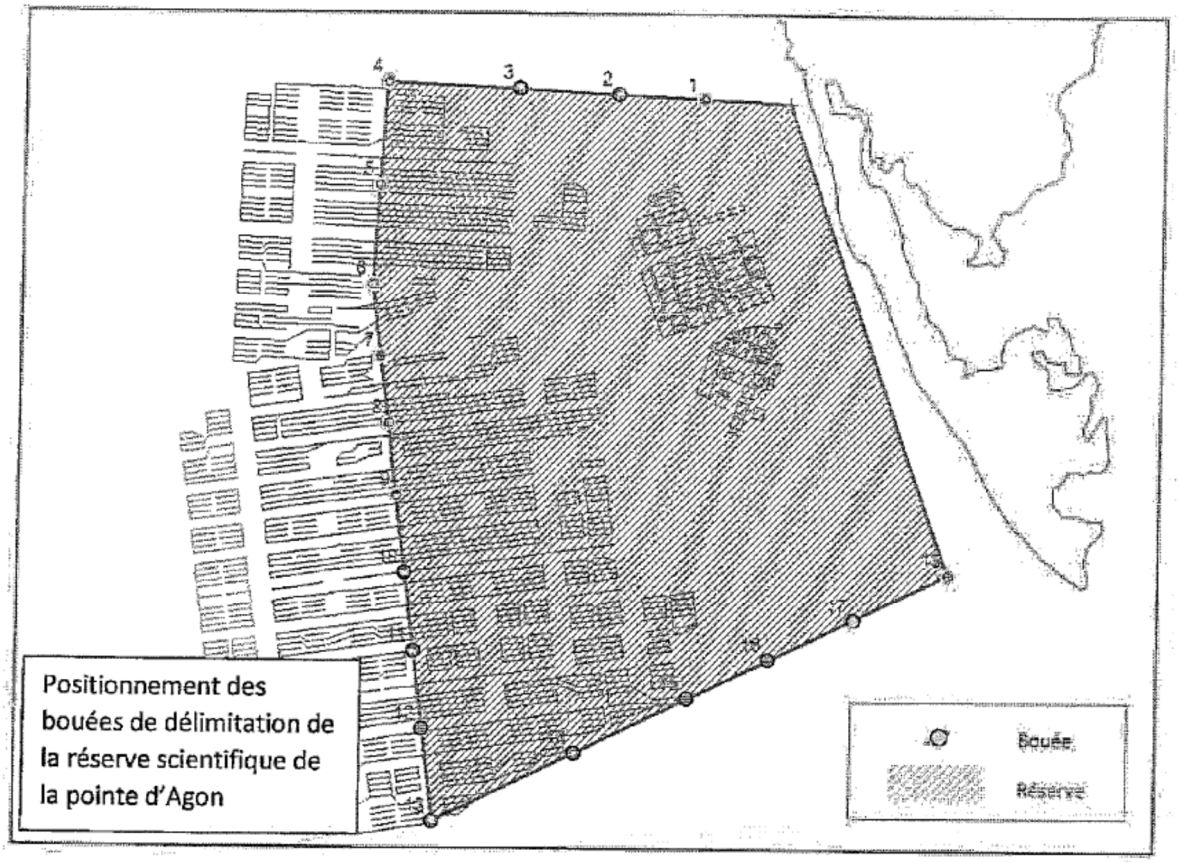
**CRPMEM de Picardie** : crpm.nord@wanadoo.fr ou 03.21.10.90.50

## Annexe 2 : Arrêté préfectoral de création de la réserve scientifique






Carte 1 : Zone d'implantation de la réserve scientifique




Carte 2 : Plan de masse

affichage aout 2018 - Word

# Réserve Scientifique

**PECHE INTERDITE** toute l'année aux palourdes[1], praires[2], spisules[3], coques[4], amandes de mer[5] dans la zone orange délimitée par des bouées orange.

Pêche autorisée en dehors de cette zone hors période de fermeture annuelle ou exceptionnelle.




Arrêté préfectoral n°12-2018 du 8 février 2018

(Disponible en mairie d'Agon Coutainville)



# Annexe 3 – Coordonnées des stations

## Stations pour le suivi des bivalves

| Station | Longitude | Latitude |
|---|---|---|
| A1 | -1,621673379 | 49,07104 |
| A2 | -1,627969307 | 49,06691 |
| A3 | -1,615285832 | 49,06717 |
| A4 | -1,615478444 | 49,06232 |
| A5 | -1,62937 | 49,0613 |
| A6 | -1,615604281 | 49,05828 |
| A7 | -1,614227237 | 49,05394 |
| A8 | -1,609008795 | 49,05243 |
| A9 | -1,614127283 | 49,07599 |
| A10 | -1,611743686 | 49,0586 |
| A11 | -1,612843762 | 49,04756 |
| A12 | -1,60932697 | 49,04378 |
| B1 | -1,613836155 | 49,01806 |
| B2 | -1,607680333 | 49,01888 |
| B3 | -1,610388324 | 49,01713 |
| B4 | -1,61000724 | 49,016 |
| B5 | -1,605016897 | 49,01794 |
| B6 | -1,605515464 | 49,01581 |
| B7 | -1,614365521 | 49,01276 |
| B8 | -1,61719264 | 49,01103 |
| B9 | -1,604821652 | 49,0188 |
| B10 | -1,602860863 | 49,01721 |
| B11 | -1,603448711 | 49,01501 |
| B12 | -1,608910473 | 49,01435 |

| Station | Longitude | Latitude |
|---|---|---|
| C1 | -1,612066881 | 49,00951 |
| C2 | -1,60728843 | 49,00964 |
| C3 | -1,603944165 | 49,00872 |
| C4 | -1,609486602 | 49,00565 |
| C5 | -1,60046779 | 49,00582 |
| C6 | -1,60482806 | 49,00438 |
| C7 | -1,599226026 | 49,00359 |
| C8 | -1,596027813 | 49,00103 |
| C9 | -1,594917029 | 49,01035 |
| C10 | -1,593468371 | 49,00733 |
| C11 | -1,593592388 | 48,99836 |
| C12 | -1,60784136 | 49,00117 |
| D1 | -1,577219539 | 48,95723 |
| D2 | -1,582229216 | 48,95617 |
| D3 | -1,581438111 | 48,95481 |
| D4 | -1,577908074 | 48,95427 |
| D5 | -1,581028324 | 48,95322 |
| D6 | -1,581314924 | 48,95211 |
| D7 | -1,576103286 | 48,95248 |
| D8 | -1,583194946 | 48,95111 |
| D9 | -1,581758177 | 48,95946 |
| D10 | -1,578429949 | 48,96037 |
| D11 | -1,572748341 | 48,95839 |
| D12 | -1,571240612 | 48,95596 |

## Stations pour le suivi des communautés benthique et des paramètres sédimentaires

| Station | Longitude | Latitude |
|---|---|---|
| AA | -1,615776138 | 49,07385 |
| AB | -1,616246939 | 49,06953 |
| AC | -1,614011481 | 49,07181 |
| BA | -1,612555022 | 49,01725 |
| BB | -1,607761459 | 49,01775 |
| BC | -1,609739074 | 49,01488 |

| Station | Longitude | Latitude |
|---|---|---|
| CA | -1,594548549 | 49,00425 |
| CB | -1,59104276 | 49,00202 |
| CC | -1,595887005 | 49,00149 |
| DA | -1,578050826 | 48,95598 |
| DB | -1,573678509 | 48,95446 |
| DC | -1,577168036 | 48,95278 |

## Annexe 4 – Abondance relative des espèces de bivalves par saison

| Hiver 2018 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 219 | 47,8 |
| *Venerupis corrugata* | 87 | 19,0 |
| *Spisula solida* | 80 | 17,5 |
| *Cerastoderma edule* | 37 | 8,1 |
| *Glycymeris glycymeris* | 10 | 2,2 |
| Vide | 9 | 2,0 |
| *Abra alba* | 3 | 0,7 |
| *Nucula nitidosa* | 3 | 0,7 |
| *Venus verrucosa* | 3 | 0,7 |
| *Gari depressa* | 2 | 0,4 |
| *Donax trunculus* | 1 | 0,2 |
| *Dosinia exoleta* | 1 | 0,2 |
| *Gari tellinella* | 1 | 0,2 |
| *Loripes orbiculatus* | 1 | 0,2 |
| Lucinidae nd. | 1 | 0,2 |

| Eté 2018 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 177 | 40,4 |
| *Spisula solida* | 80 | 18,3 |
| *Venerupis corrugata* | 60 | 13,7 |
| *Abra alba* | 49 | 11,2 |
| *Cerastoderma edule* | 37 | 8,4 |
| *Nucula nitidosa* | 13 | 3,0 |
| Vide | 7 | 1,6 |
| *Glycymeris glycymeris* | 5 | 1,1 |
| *Parvicardium sp.* | 4 | 0,9 |
| *Venus verrucosa* | 3 | 0,7 |
| *Dosinia lupinus* | 1 | 0,2 |
| *Magallana gigas* | 1 | 0,2 |
| *Polititapes rhomboides* | 1 | 0,2 |

| Automne 2018 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 268 | 35,6 |
| *Spisula solida* | 225 | 29,9 |
| *Cerastoderma edule* | 105 | 13,9 |
| *Venerupis corrugata* | 97 | 12,9 |
| *Abra alba* | 40 | 5,3 |
| Vide | 5 | 0,7 |
| *Ensis sp.* | 4 | 0,5 |
| *Glycymeris glycymeris* | 3 | 0,4 |
| *Nucula hanleyi* | 3 | 0,4 |
| *Donax variegatus* | 1 | 0,1 |
| *Dosinia sp.* | 1 | 0,1 |
| *Polititapes rhomboides* | 1 | 0,1 |

## Année 2019

| Hiver 2019 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 349 | 52,3 |
| *Cerastoderma edule* | 111 | 16,6 |
| *Spisula solida* | 106 | 15,9 |
| *Venerupis corrugata* | 61 | 9,1 |
| *Abra alba* | 6 | 0,9 |
| *Glycymeris glycymeris* | 6 | 0,9 |
| Vide | 6 | 0,9 |
| *Venus verrucosa* | 5 | 0,7 |
| *Nucula sp.* | 4 | 0,6 |
| *Timoclea ovata* | 3 | 0,4 |
| *Arcopagia crassa* | 2 | 0,3 |
| *Dosinia lupinus* | 2 | 0,3 |
| *Nucula hanleyi* | 2 | 0,3 |
| *Ensis sp.* | 1 | 0,1 |
| *Gari depressa* | 1 | 0,1 |
| *Pandora inaequivalvis* | 1 | 0,1 |
| *Spisula elliptica* | 1 | 0,1 |

| Eté 2019 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 274 | 50,6 |
| *Venerupis corrugata* | 89 | 16,5 |
| *Spisula solida* | 84 | 15,5 |
| *Cerastoderma edule* | 54 | 10,0 |
| *Abra alba* | 18 | 3,3 |
| *Venus verrucosa* | 6 | 1,1 |
| Vide | 5 | 0,9 |
| *Ensis sp.* | 3 | 0,6 |
| *Arcopagia sp.* | 2 | 0,4 |
| *Glycymeris glycymeris* | 2 | 0,4 |
| *Donax trunculus* | 1 | 0,2 |
| *Dosinia lupinus* | 1 | 0,2 |
| *Macoma balthica* | 1 | 0,2 |
| *Nucula sp.* | 1 | 0,2 |

| Automne 2019 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 356 | 46,7 |
| *Venerupis corrugata* | 164 | 21,5 |
| *Cerastoderma edule* | 96 | 12,6 |
| *Spisula solida* | 62 | 8,1 |
| *Solen marginatus* | 39 | 5,1 |
| *Abra alba* | 18 | 2,4 |
| Vide | 9 | 1,2 |
| *Venus verrucosa* | 5 | 0,7 |
| *Nucula sp.* | 4 | 0,5 |
| *Glycymeris glycymeris* | 3 | 0,4 |
| *Moerella donacina* | 2 | 0,3 |
| *Dosinia lupinus* | 1 | 0,1 |
| *Gari depressa* | 1 | 0,1 |
| *Loripes orbiculatus* | 1 | 0,1 |
| *Polititapes rhomboides* | 1 | 0,1 |

## Année 2020

| Hiver 2020 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 169 | 51,8% |
| *Venerupis corrugata* | 61 | 18,7% |
| *Spisula sp.* | 41 | 12,6% |
| *Cerastoderma edule* | 33 | 10,1% |
| Vide | 16 | 4,9% |
| *Glycymeris glycymeris* | 2 | 0,6% |
| *Donax vittatus* | 1 | 0,3% |
| *Nucula sp.* | 1 | 0,3% |
| *Timoclea ovata* | 1 | 0,3% |
| *Venus verrucosa* | 1 | 0,3% |

| Eté 2020 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 231 | 59,5% |
| *Spisula sp.* | 54 | 13,9% |
| *Venerupis corrugata* | 52 | 13,4% |
| *Cerastoderma edule* | 21 | 5,4% |
| Vide | 13 | 3,4% |
| *Abra alba* | 5 | 1,3% |
| *Nucula sp.* | 4 | 1,0% |
| *Glycymeris glycymeris* | 2 | 0,5% |
| *Venus verrucosa* | 2 | 0,5% |
| *Dosinia sp.* | 1 | 0,3% |
| *Mactra stultorum* | 1 | 0,3% |
| *Moerella donacina* | 1 | 0,3% |
| *Ostrea edulis* | 1 | 0,3% |

| Automne 2020 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 503 | 49,6% |
| *Spisula sp.* | 141 | 13,9% |
| *Abra alba* | 122 | 12,0% |
| *Cerastoderma edule* | 121 | 11,9% |
| *Venerupis corrugata* | 87 | 8,6% |
| *Venus verrucosa* | 12 | 1,2% |
| *Nucula sp.* | 10 | 1,0% |
| *Ensis sp.* | 6 | 0,6% |
| *Glycymeris glycymeris* | 4 | 0,4% |
| *Laevicardium crassum* | 2 | 0,2% |
| *Polititapes rhomboides* | 2 | 0,2% |
| Vide | 2 | 0,2% |
| *Donax variegatus* | 1 | 0,1% |
| *Timoclea sp.* | 1 | 0,1% |

## Année 2021

| Hiver 2021 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 357 | 55,8 |
| *Venerupis corrugata* | 96 | 15,0 |
| *Spisula sp.* | 86 | 13,4 |
| *Cerastoderma edule* | 72 | 11,2 |
| *Venus verrucosa* | 8 | 1,3 |
| Vide | 5 | 0,8 |
| *Abra alba* | 4 | 0,6 |
| *Glycymeris glycymeris* | 3 | 0,5 |
| *Nucula hanleyi* | 2 | 0,3 |
| *Timoclea ovata* | 2 | 0,3 |
| *Donax trunculus* | 1 | 0,2 |
| *Ensis sp.* | 1 | 0,2 |
| *Moerella donacina* | 1 | 0,2 |
| *Nucula sp.* | 1 | 0,2 |
| *Spisula solida* | 1 | 0,2 |

| Eté 2021 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 431 | 62,7 |
| *Venerupis corrugata* | 91 | 13,2 |
| *Cerastoderma edule* | 57 | 8,3 |
| *Spisula sp.* | 53 | 7,7 |
| *Abra alba* | 29 | 4,2 |
| *Venus verrucosa* | 7 | 1,0 |
| *Ensis sp.* | 5 | 0,7 |
| Vide | 5 | 0,7 |
| *Glycymeris glycymeris* | 3 | 0,4 |
| *Dosinia exoleta* | 1 | 0,1 |
| *Gari sp.* | 1 | 0,1 |
| *Magallana gigas* | 1 | 0,1 |
| *Moerella donacina* | 1 | 0,1 |
| *Nucula sp.* | 1 | 0,1 |
| *Timoclea ovata* | 1 | 0,1 |

| Automne 2021 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 311 | 32,6 |
| *Venerupis corrugata* | 235 | 24,7 |
| *Cerastoderma edule* | 170 | 17,8 |
| *Spisula solida* | 156 | 16,4 |
| *Abra alba* | 48 | 5,0 |
| *Ensis sp.* | 7 | 0,7 |
| *Venus verrucosa* | 7 | 0,7 |
| Vide | 6 | 0,6 |
| *Dosinia exoleta* | 2 | 0,2 |
| *Glycymeris glycymeris* | 2 | 0,2 |
| *Nucula nitidosa* | 2 | 0,2 |
| *Polititapes rhomboides* | 2 | 0,2 |
| *Timoclea ovata* | 2 | 0,2 |
| *Bosemprella incarnata* | 1 | 0,1 |
| *Donax variegatus* | 1 | 0,1 |
| *Pandora inaequivalvis* | 1 | 0,1 |

## Année 2022

| Hiver 2022 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 318 | 46,6 |
| *Cerastoderma edule* | 125 | 18,3 |
| *Spisula solida* | 122 | 17,9 |
| *Venerupis corrugata* | 72 | 10,6 |
| *Abra alba* | 19 | 2,8 |
| *Venus verrucosa* | 7 | 1,0 |
| Vide | 7 | 1,0 |
| *Nucula nucleus* | 6 | 0,9 |
| *Glycymeris glycymeris* | 3 | 0,4 |
| *Arcopagia crassa* | 1 | 0,1 |
| *Ensis sp.* | 1 | 0,1 |
| *Gari depressa* | 1 | 0,1 |

| Eté 2022 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 316 | 34,5 |
| *Spisula solida* | 277 | 30,2 |
| *Venerupis corrugata* | 121 | 13,2 |
| *Cerastoderma edule* | 92 | 10,0 |
| *Abra alba* | 78 | 8,5 |
| *Nucula nitidosa* | 8 | 0,9 |
| *Venus verrucosa* | 7 | 0,8 |
| Vide | 6 | 0,7 |
| *Glycymeris glycymeris* | 2 | 0,2 |
| *Arcopagia crassa* | 1 | 0,1 |
| *Donax variegatus* | 1 | 0,1 |
| *Dosinia exoleta* | 1 | 0,1 |
| *Dosinia lupinus* | 1 | 0,1 |
| *Lucinoma borealis* | 1 | 0,1 |
| *Mactra glauca* | 1 | 0,1 |
| *Nucula hanleyi* | 1 | 0,1 |
| *Solen marginatus* | 1 | 0,1 |
| *Spisula elliptica* | 1 | 0,001 |

| Automne 2022 | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 503 | 51,3 |
| *Cerastoderma edule* | 182 | 18,6 |
| *Venerupis corrugata* | 146 | 14,9 |
| *Spisula solida* | 92 | 9,4 |
| *Abra alba* | 17 | 1,7 |
| *Ensis sp.* | 12 | 1,2 |
| *Venus verrucosa* | 8 | 0,8 |
| Vide | 8 | 0,8 |
| *Glycymeris glycymeris* | 3 | 0,3 |
| *Nucula nucleus* | 2 | 0,2 |
| *Dosinia exoleta* | 1 | 0,1 |
| *Gari fervensis* | 1 | 0,1 |
| *Loripes orbiculatus* | 1 | 0,1 |
| *Moerella donacina* | 1 | 0,1 |
| *Mysia undata* | 1 | 0,1 |
| *Polititapes rhomboides* | 1 | 0,1 |
| *Thracia phaseolina* | 1 | 0,1 |

# Annexe 5 – Abondance relative des espèces de bivalves par zone

## Année 2018

**Zone A**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 149 | 57,1 |
| *Venerupis corrugata* | 45 | 17,2 |
| *Cerastoderma edule* | 25 | 9,6 |
| *Spisula solida* | 16 | 6,1 |
| Vide | 9 | 3,4 |
| *Abra alba* | 7 | 2,7 |
| *Glycymeris glycymeris* | 4 | 1,5 |
| *Venus verrucosa* | 3 | 1,1 |
| *Loripes orbiculatus* | 1 | 0,4 |
| *Magallana gigas* | 1 | 0,4 |
| *Nucula nitidosa* | 1 | 0,4 |

**Zone B**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 90 | 40,5 |
| *Venerupis corrugata* | 37 | 16,7 |
| *Spisula solida* | 35 | 15,8 |
| *Cerastoderma edule* | 27 | 12,2 |
| *Abra alba* | 19 | 8,6 |
| Vide | 5 | 2,3 |
| *Venus verrucosa* | 3 | 1,4 |
| *Gari depressa* | 2 | 0,9 |
| *Nucula nitidosa* | 2 | 0,9 |
| *Dosinia lupinus* | 1 | 0,5 |
| *Polititapes rhomboides* | 1 | 0,5 |

**Zone C**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Spisula solida* | 289 | 53,6 |
| *Ruditapes sp.* | 158 | 29,3 |
| *Cerastoderma edule* | 44 | 8,2 |
| *Venerupis corrugata* | 30 | 5,6 |
| *Glycymeris glycymeris* | 8 | 1,5 |
| Vide | 4 | 0,7 |
| *Abra alba* | 1 | 0,2 |
| *Donax trunculus* | 1 | 0,2 |
| *Dosinia exoleta* | 1 | 0,2 |
| *Gari tellinella* | 1 | 0,2 |
| Lucinidae nd. | 1 | 0,2 |
| *Polititapes rhomboides* | 1 | 0,2 |

**Zone D**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 267 | 42,6 |
| *Venerupis corrugata* | 132 | 21,1 |
| *Cerastoderma edule* | 83 | 13,2 |
| *Abra alba* | 65 | 10,4 |
| *Spisula solida* | 45 | 7,2 |
| *Nucula nitidosa* | 13 | 2,1 |
| *Glycymeris glycymeris* | 6 | 1,0 |
| *Ensis sp.* | 4 | 0,6 |
| *Parvicardium sp.* | 4 | 0,6 |
| *Nucula hanleyi* | 3 | 0,5 |
| Vide | 3 | 0,5 |
| *Donax variegatus* | 1 | 0,2 |
| *Dosinia sp.* | 1 | 0,2 |

Année 2019

| Zone A | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 130 | 66,7 |
| *Venerupis corrugata* | 25 | 12,8 |
| *Cerastoderma edule* | 17 | 8,7 |
| Vide | 12 | 6,2 |
| *Spisula solida* | 9 | 4,6 |
| *Dosinia lupinus* | 1 | 0,5 |
| *Venus verrucosa* | 1 | 0,5 |

| Zone B | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 127 | 43,2 |
| *Venerupis corrugata* | 76 | 25,9 |
| *Cerastoderma edule* | 35 | 11,9 |
| *Spisula solida* | 27 | 9,2 |
| *Venus verrucosa* | 13 | 4,4 |
| *Ensis sp.* | 4 | 1,4 |
| *Gari depressa* | 2 | 0,7 |
| *Glycymeris glycymeris* | 2 | 0,7 |
| *Moerella donacina* | 2 | 0,7 |
| Vide | 2 | 0,7 |
| *Arcopagia crassa* | 1 | 0,3 |
| *Dosinia lupinus* | 1 | 0,3 |
| *Nucula sp.* | 1 | 0,3 |
| *Solen marginatus* | 1 | 0,3 |

| Zone C | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Spisula solida* | 160 | 38,8 |
| *Ruditapes sp.* | 149 | 36,2 |
| *Cerastoderma edule* | 49 | 11,9 |
| *Venerupis corrugata* | 33 | 8,0 |
| Vide | 5 | 1,2 |
| *Glycymeris glycymeris* | 3 | 0,7 |
| *Timoclea ovata* | 3 | 0,7 |
| *Arcopagia sp.* | 2 | 0,5 |
| *Venus verrucosa* | 2 | 0,5 |
| *Arcopagia crassa* | 1 | 0,2 |
| *Donax trunculus* | 1 | 0,2 |
| *Dosinia lupinus* | 1 | 0,2 |
| *Nucula sp.* | 1 | 0,2 |
| *Polititapes rhomboides* | 1 | 0,2 |
| *Spisula elliptica* | 1 | 0,2 |

| Zone D | | |
|---|---|---|
| **Taxon** | **N** | **Nrel (%)** |
| *Ruditapes sp.* | 573 | 53,6 |
| *Venerupis corrugata* | 180 | 16,8 |
| *Cerastoderma edule* | 160 | 15,0 |
| *Spisula solida* | 56 | 5,2 |
| *Abra alba* | 42 | 3,9 |
| *Solen marginatus* | 38 | 3,6 |
| *Nucula sp.* | 7 | 0,7 |
| *Glycymeris glycymeris* | 6 | 0,6 |
| *Nucula hanleyi* | 2 | 0,2 |
| *Dosinia lupinus* | 1 | 0,1 |
| *Loripes orbiculatus* | 1 | 0,1 |
| *Macoma balthica* | 1 | 0,1 |
| *Pandora inaequivalvis* | 1 | 0,1 |
| Vide | 1 | 0,1 |

Année 2020

**Zone A**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 58 | 38,7 |
| *Cerastoderma edule* | 41 | 27,3 |
| *Venerupis corrugata* | 19 | 12,7 |
| Vide | 14 | 9,3 |
| *Abra alba* | 10 | 6,7 |
| *Nucula sp.* | 2 | 1,3 |
| *Spisula sp.* | 2 | 1,3 |
| *Venus verrucosa* | 2 | 1,3 |
| *Dosinia sp.* | 1 | 0,7 |
| *Ensis sp.* | 1 | 0,7 |

**Zone B**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 120 | 48,8 |
| *Venerupis corrugata* | 46 | 18,7 |
| *Cerastoderma edule* | 30 | 12,2 |
| *Spisula sp.* | 24 | 9,8 |
| *Venus verrucosa* | 9 | 3,7 |
| Vide | 6 | 2,4 |
| *Abra alba* | 2 | 0,8 |
| *Glycymeris glycymeris* | 2 | 0,8 |
| *Laevicardium crassum* | 2 | 0,8 |
| *Nucula sp.* | 2 | 0,8 |
| *Polititapes rhomboides* | 2 | 0,8 |
| *Timoclea sp.* | 1 | 0,4 |

**Zone C**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Spisula sp.* | 160 | 48,0 |
| *Ruditapes sp.* | 116 | 34,8 |
| *Cerastoderma edule* | 22 | 6,6 |
| *Venerupis corrugata* | 19 | 5,7 |
| Vide | 9 | 2,7 |
| *Venus verrucosa* | 3 | 0,9 |
| *Glycymeris glycymeris* | 2 | 0,6 |
| *Donax vittatus* | 1 | 0,3 |
| *Timoclea ovata* | 1 | 0,3 |
| *Spisula sp.* | 160 | 48,0 |

**Zone D**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 609 | 61,0 |
| *Venerupis corrugata* | 116 | 11,6 |
| *Abra alba* | 115 | 11,5 |
| *Cerastoderma edule* | 82 | 8,2 |
| *Spisula sp.* | 50 | 5,0 |
| *Nucula sp.* | 11 | 1,1 |
| *Ensis sp.* | 5 | 0,5 |
| *Glycymeris glycymeris* | 4 | 0,4 |
| Vide | 2 | 0,2 |
| *Donax variegatus* | 1 | 0,1 |
| *Mactra stultorum* | 1 | 0,1 |
| *Moerella donacina* | 1 | 0,1 |
| *Ostrea edulis* | 1 | 0,1 |
| *Venus verrucosa* | 1 | 0,1 |

Année 2021

**Zone A**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 121 | 47,3 |
| *Cerastoderma edule* | 82 | 32,0 |
| *Venerupis corrugata* | 31 | 12,1 |
| *Abra alba* | 7 | 2,7 |
| Vide | 7 | 2,7 |
| *Spisula sp.* | 3 | 1,2 |
| *Venus verrucosa* | 2 | 0,8 |
| *Magallana gigas* | 1 | 0,4 |
| *Spisula solida* | 1 | 0,4 |
| *Timoclea ovata* | 1 | 0,4 |

**Zone B**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 181 | 51,0 |
| *Venerupis corrugata* | 64 | 18,0 |
| *Cerastoderma edule* | 52 | 14,6 |
| *Spisula solida* | 16 | 4,5 |
| *Spisula sp.* | 14 | 3,9 |
| *Venus verrucosa* | 13 | 3,7 |
| *Ensis sp.* | 4 | 1,1 |
| *Timoclea ovata* | 3 | 0,8 |
| Vide | 2 | 0,6 |
| *Donax trunculus* | 1 | 0,3 |
| *Dosinia exoleta* | 1 | 0,3 |
| *Glycymeris glycymeris* | 1 | 0,3 |
| *Moerella donacina* | 1 | 0,3 |
| *Pandora inaequivalvis* | 1 | 0,3 |
| *Polititapes rhomboides* | 1 | 0,3 |

**Zone C**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 221 | 36,3 |
| *Spisula solida* | 120 | 19,7 |
| *Cerastoderma edule* | 112 | 18,4 |
| *Spisula sp.* | 98 | 16,1 |
| *Venerupis corrugata* | 38 | 6,2 |
| *Venus verrucosa* | 6 | 1,0 |
| Vide | 4 | 0,7 |
| *Ensis sp.* | 2 | 0,3 |
| *Abra alba* | 1 | 0,2 |
| *Donax variegatus* | 1 | 0,2 |
| *Dosinia exoleta* | 1 | 0,2 |
| *Glycymeris glycymeris* | 1 | 0,2 |
| *Moerella donacina* | 1 | 0,2 |
| *Polititapes rhomboides* | 1 | 0,2 |
| *Timoclea ovata* | 1 | 0,2 |

**Zone D**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes* | 576 | 54,3 |
| *Venerupis corrugata* | 289 | 27,2 |
| *Abra alba* | 73 | 6,9 |
| *Cerastoderma edule* | 53 | 5,0 |
| *Spisula sp.* | 24 | 2,3 |
| *Spisula solida* | 20 | 1,9 |
| *Ensis sp.* | 7 | 0,7 |
| *Glycymeris glycymeris* | 6 | 0,6 |
| Vide | 3 | 0,3 |
| *Nucula sp.* | 2 | 0,2 |
| *Nucula hanleyi* | 2 | 0,2 |
| *Nucula nitidosa* | 2 | 0,2 |
| *Bosemprella incarnata* | 1 | 0,1 |
| *Dosinia exoleta* | 1 | 0,1 |
| *Gari sp.* | 1 | 0,1 |
| *Venus verrucosa* | 1 | 0,1 |

Année 2022

**Zone A**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 225 | 50,2 |
| *Cerastoderma edule* | 123 | 27,5 |
| *Venerupis corrugata* | 57 | 12,7 |
| *Abra alba* | 13 | 2,9 |
| *Spisula solida* | 11 | 2,5 |
| *Venus verrucosa* | 8 | 1,8 |
| Vide | 5 | 1,1 |
| *Loripes orbiculatus* | 1 | 0,2 |
| *Lucinoma borealis* | 1 | 0,2 |
| *Nucula nitidosa* | 1 | 0,2 |
| *Solen marginatus* | 1 | 0,2 |
| *Spisula elliptica* | 1 | 0,2 |
| *Timoclea ovata* | 1 | 0,2 |

**Zone B**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 135 | 58,7 |
| *Spisula solida* | 26 | 11,3 |
| *Venerupis corrugata* | 24 | 10,4 |
| *Cerastoderma edule* | 19 | 8,3 |
| *Venus verrucosa* | 7 | 3,0 |
| Vide | 6 | 2,6 |
| *Abra alba* | 5 | 2,2 |
| *Arcopagia crassa* | 1 | 0,4 |
| *Donax variegatus* | 1 | 0,4 |
| *Gari fervensis* | 1 | 0,4 |
| *Glycymeris glycymeris* | 1 | 0,4 |
| *Moerella donacina* | 1 | 0,4 |
| *Nucula nitidosa* | 1 | 0,4 |
| *Polititapes rhomboides* | 1 | 0,4 |
| *Thracia phaseolina* | 1 | 0,4 |

**Zone C**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Spisula solida* | 379 | 43,0 |
| *Ruditapes sp.* | 233 | 26,4 |
| *Cerastoderma edule* | 201 | 22,8 |
| *Venerupis corrugata* | 43 | 4,9 |
| Vide | 7 | 0,8 |
| *Abra alba* | 6 | 0,7 |
| *Venus verrucosa* | 5 | 0,6 |
| *Dosinia exoleta* | 2 | 0,2 |
| *Glycymeris glycymeris* | 2 | 0,2 |
| *Arcopagia crassa* | 1 | 0,1 |
| *Ensis sp.* | 1 | 0,1 |
| *Gari depressa* | 1 | 0,1 |
| *Mysia undata* | 1 | 0,1 |
| *Spisula solida* | 379 | 43,0 |

**Zone D**

| Taxon | N | Nrel (%) |
|---|---|---|
| *Ruditapes sp.* | 544 | 53,4 |
| *Venerupis corrugata* | 215 | 21,1 |
| *Abra alba* | 90 | 8,8 |
| *Spisula solida* | 75 | 7,4 |
| *Cerastoderma edule* | 56 | 5,5 |
| *Ensis sp.* | 12 | 1,2 |
| *Nucula nucleus* | 8 | 0,8 |
| *Nucula nitidosa* | 6 | 0,6 |
| *Glycymeris glycymeris* | 5 | 0,5 |
| Vide | 3 | 0,3 |
| *Venus verrucosa* | 2 | 0,2 |
| *Dosinia lupinus* | 1 | 0,1 |
| *Mactra glauca* | 1 | 0,1 |
| *Nucula hanleyi* | 1 | 0,1 |

## Annexe 6 – Taille moyenne de la population de palourdes entre 2018 et 2022

| | 2018 | | | 2019 | | | 2020 | | | 2021 | | | 2022 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | H | E | A | H | E | A | H | E | A | H | E | A | H | E | A |
| **A** | 32 ± 9 | 34 ± 8 | 32 ± 9 | 29 ± 11 | 33 ± 9 | 38 ± 8 | 40 ± 5 | 33 ± 9 | 31 ± 14 | 28 ± 13 | 34 ± 9 | 30 ± 11 | 30 ± 9 | 32 ± 8 | 30 ± 11 |
| **B** | 34 ± 10 | 38 ± 9 | 38 ± 11 | 38 ± 8 | 39 ± 8 | 36 ± 12 | 43 ± 5 | 35 ± 8 | 30 ± 12 | 34 ± 11 | 36 ± 10 | 38 ± 9 | 38 ± 9 | 39 ± 9 | 38 ± 8 |
| **C** | 31 ± 9 | 36 ± 8 | 31 ± 10 | 35 ± 9 | 37 ± 7 | 39 ± 6 | 29 ± 12 | 38 ± 7 | 35 ± 8 | 32 ± 9 | 33 ± 8 | 33 ± 10 | 27 ± 8 | 34 ± 7 | 35 ± 7 |
| **D** | 38 ± 10 | 36 ± 10 | 32 ± 14 | 29 ± 13 | 37 ± 8 | 36 ± 10 | 40 ± 8 | 40 ± 6 | 28 ± 12 | 38 ± 6 | 35 ± 10 | 34 ± 11 | 35 ± 9 | 37 ± 7 | 38 ± 8 |

## Annexe 5 – Espèces de macrofaune benthique par zone (ind/m²)

| Zone A | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Actinia sp.* | 287,82 | 732,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Notomastus latericeus* | 153,51 | 1205,02 | 95,94 | 280,15 | 149,67 |
| *Syllis mauretanica* | 111,29 | 184,21 | 49,89 | 107,45 | 0,00 |
| *Ruditapes sp.* | 107,45 | 103,62 | 30,70 | 23,03 | 3,84 |
| Nemertea nd. | 92,10 | 134,32 | 72,92 | 11,51 | 19,19 |
| Nematoda nd. | 84,43 | 141,99 | 126,64 | 341,55 | 168,86 |
| *Goniadella bobrezkii* | 72,92 | 80,59 | 34,54 | 26,86 | 19,19 |
| *Caulleriella sp.* | 34,54 | 103,62 | 57,57 | 19,19 | 92,10 |
| *Golfingia (Golfingia) elongata* | 34,54 | 95,94 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Schistomeringos neglecta* | 34,54 | 23,03 | 0,00 | 34,54 | 3,84 |
| *Nephtys cirrosa* | 30,70 | 7,68 | 3,84 | 11,51 | 11,51 |
| *Caulleriella bioculata* | 23,03 | 23,03 | 130,48 | 0,00 | 99,78 |
| *Scolelepis sp.* | 19,19 | 34,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Grania sp.* | 15,35 | 92,10 | 46,05 | 15,35 | 19,19 |
| *Cirriformia tentaculata* | 15,35 | 11,51 | 0,00 | 7,68 | 15,35 |
| *Venerupis corrugata* | 15,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Protodorvillea kefersteini* | 11,51 | 26,86 | 34,54 | 11,51 | 7,68 |
| *Tritia reticulata* | 11,51 | 11,51 | 30,70 | 11,51 | 11,51 |
| *Phascolosoma (Phascolosoma) stephensoni* | 11,51 | 0,00 | 19,19 | 0,00 | 0,00 |
| Ceriantharia nd. | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Chaetozone zetlandica* | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Golfingia sp.* | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Tubificoides benedii* | 7,68 | 46,05 | 42,21 | 30,70 | 53,73 |
| *Cerastoderma edule* | 7,68 | 11,51 | 23,03 | 34,54 | 19,19 |
| *Spisula solida* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Prosphaerosyllis chauseyensis* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| Ascidiacea nd. | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Parapionosyllis sp.* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Sertularia sp.* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Scolelepis (Scolelepis) squamata* | 3,84 | 42,21 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Glycera tridactyla* | 3,84 | 23,03 | 49,89 | 30,70 | 30,70 |
| Sipuncula nd. | 3,84 | 19,19 | 11,51 | 0,00 | 3,84 |
| *Caulleriella viridis* | 3,84 | 11,51 | 15,35 | 42,21 | 0,00 |
| Lumbrineridae nd. | 3,84 | 11,51 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Amathia lendigera* | 3,84 | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cradoscrupocellaria reptans* | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Leiochone leiopygos* | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Malacoceros sp.* | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Aora sp.* | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Polycirrus sp.* | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Streptosyllis websteri* | 3,84 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Gastrosaccus spinifer* | 3,84 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Pholoe assimilis* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 3,84 |
| Spionidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 3,84 |
| *Pholoe sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Pygospio elegans* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Diphasia sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Eurydice pulchra* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Exogone naidina* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Golfingiidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Hediste diversicolor* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Lekanesphaera sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Lekanesphaera rugicauda* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Leptochiton sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Loripes orbiculatus* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Orbiniidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Centraloecetes kroyeranus* | 0,00 | 180,37 | 46,05 | 26,86 | 34,54 |
| *Phyllodoce mucosa* | 0,00 | 65,24 | 11,51 | 7,68 | 23,03 |
| *Lumbrineris latreilli* | 0,00 | 26,86 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Bornia sebetia* | 0,00 | 26,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Mediomastus fragilis* | 0,00 | 26,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Parapionosyllis minuta* | 0,00 | 23,03 | 19,19 | 3,84 | 0,00 |
| *Lepidochitona cinerea* | 0,00 | 23,03 | 11,51 | 15,35 | 7,68 |
| *Cumopsis goodsir* | 0,00 | 23,03 | 7,68 | 141,99 | 0,00 |
| *Kurtiella bidentata* | 0,00 | 23,03 | 3,84 | 53,73 | 0,00 |
| *Cumopsis longipes* | 0,00 | 23,03 | 0,00 | 0,00 | 65,24 |
| *Lumbrineris sp.* | 0,00 | 19,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Parapionosyllis elegans* | 0,00 | 15,35 | 61,40 | 280,15 | 138,16 |
| *Tubificoides pseudogaster* | 0,00 | 15,35 | 53,73 | 0,00 | 0,00 |
| Cirratulidae nd. | 0,00 | 15,35 | 23,03 | 0,00 | 3,84 |
| *Ampharete finmarchica* | 0,00 | 15,35 | 0,00 | 0,00 | 15,35 |
| *Capitella capitata* | 0,00 | 11,51 | 19,19 | 7,68 | 11,51 |
| Spirorbinae nd. | 0,00 | 11,51 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Aonides oxycephala* | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| Gammaridae nd. | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Neanthes acuminata* | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Venerupis sp.* | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Lekanesphaera monodi* | 0,00 | 7,68 | 26,86 | 34,54 | 0,00 |
| *Exogone verugera* | 0,00 | 7,68 | 19,19 | 38,38 | 65,24 |
| Nereididae nd. | 0,00 | 7,68 | 11,51 | 0,00 | 0,00 |
| *Malacoceros fuliginosus* | 0,00 | 7,68 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Maldanidae nd. | 0,00 | 7,68 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Sphaeromatidae nd. | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Melita palmata* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Crepidula fornicata* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Goniadella sp.* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Copepoda nd. | 0,00 | 3,84 | 26,86 | 15,35 | 15,35 |
| *Malmgrenia andreapolis* | 0,00 | 3,84 | 11,51 | 7,68 | 0,00 |
| *Pholoe inornata* | 0,00 | 3,84 | 11,51 | 0,00 | 3,84 |
| *Spio martinensis* | 0,00 | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 7,68 |
| *Apseudopsis latreillii* | 0,00 | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 3,84 |
| *Amphipholis squamata* | 0,00 | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Paradoneis lyra* | 0,00 | 3,84 | 3,84 | 3,84 | 11,51 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Exogone sp.* | 0,00 | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Amphipoda nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 11,51 | 3,84 |
| *Abra alba* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Leptosynapta inhaerens* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Spirobranchus lamarcki* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Timoclea ovata* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Aetea anguina* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Aphroditidae nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cryptosula pallasiana* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cyathura carinata* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Ericthonius brasiliensis* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hydrozoa nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Iphinoe trispinosa* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Malmgrenia marphysae* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Moerella donacina* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Perinereis cultrifera* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Platynereis dumerilii* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Schistomeringos* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Terebellidae nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Tharyx killariensis* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Tharyx maryae* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Walkeria uva* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Actiniaria nd. | 0,00 | 0,00 | 253,29 | 218,75 | 575,65 |
| Arachnidia nd. | 0,00 | 0,00 | 111,29 | 0,00 | 0,00 |
| *Brania arminii* | 0,00 | 0,00 | 57,57 | 0,00 | 0,00 |
| *Ruditapes philippinarum* | 0,00 | 0,00 | 42,21 | 0,00 | 15,35 |
| *Nephasoma (Nephasoma) rimicola* | 0,00 | 0,00 | 23,03 | 69,08 | 3,84 |
| *Ruditapes decussatus* | 0,00 | 0,00 | 11,51 | 34,54 | 38,38 |
| *Aphelochaeta sp.* | 0,00 | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 |
| *Phascolion (Phascolion) strombus strombus* | 0,00 | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 |
| *Caulleriella alata* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 7,68 | 3,84 |
| *Carcinus maenas* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 3,84 | 0,00 |
| Insecta nd. | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 3,84 |
| *Abra tenuis* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Sphaerosyllis* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Parougia caeca* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 84,43 | 0,00 |
| *Gammarus sp.* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 23,03 | 0,00 |
| *Schistomeringos rudolphi* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 7,68 | 0,00 |
| Demospongiae nd. | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 3,84 | 0,00 |
| Bivalvia nd. | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 11,51 |
| *Polititapes rhomboides* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 11,51 |
| *Abra sp.* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Apolochus spencebatei* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Apomatus similis* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Chaetozone sp.* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Eunicidae nd. | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Janua heterostropha* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Leptosynapta sp.* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Paucibranchia fallax* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Peringia ulvae* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Steromphala umbilicalis* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Syllis gracilis* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Tanaissus lilljeborgi* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Veneridae nd. | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Sphaerosyllis hystrix* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 84,43 | 49,89 |
| *Parapionosyllis labronica* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 30,70 | 0,00 |
| *Echinogammarus obtusatus* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 26,86 | 0,00 |
| *Gammarus locusta* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 26,86 | 0,00 |
| *Petaloproctus terricolus* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 23,03 | 0,00 |
| *Idotea granulosa* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,51 | 0,00 |
| Mactridae nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,51 | 0,00 |
| *Nephtys hombergii* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Nucula nucleus* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Tubificoides sp.* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 3,84 |
| Arachnida nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| Capitellidae nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Diogenes pugilator* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Dosinia lupinus* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Ensis sp.* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| Gastropoda nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Kellia suborbicularis* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Malmgrenia arenicolae* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Megaluropus agilis* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Ophelia sp.* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Prosphaerosyllis campoyi* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Syllis sp.* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Tubificoides swirencoides* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Cumopsis fagei* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,51 |
| *Malmgrenia ljungmani* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,51 |
| *Eocuma dollfusi* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| *Scoloplos armiger* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| *Echinogammarus pirloti* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Eumida sanguinea* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Glycera lapidum* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Heteromastus filiformis* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Hypereteone foliosa* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Musculus costulatus* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Nephasoma sp.* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Nototropis swammerdamei* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Parexogone hebes* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Sycon ciliatum* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Tritia incrassata* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |

| Zone B | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Protodorvillea kefersteini* | 145,83 | 11,51 | 134,32 | 26,86 | 30,70 |
| *Syllis mauretanica* | 95,94 | 61,40 | 53,73 | 46,05 | 30,70 |
| *Goniadella bobrezkii* | 95,94 | 26,86 | 57,57 | 19,19 | 42,21 |
| Nematoda nd. | 80,59 | 7,68 | 3,84 | 19,19 | 19,19 |
| *Cumopsis goodsir* | 80,59 | 0,00 | 46,05 | 7,68 | 3,84 |
| *Notomastus latericeus* | 69,08 | 157,34 | 30,70 | 103,62 | 72,92 |
| *Streptosyllis websteri* | 53,73 | 0,00 | 42,21 | 3,84 | 7,68 |
| *Caulleriella alata* | 26,86 | 53,73 | 11,51 | 19,19 | 7,68 |
| Nemertea nd. | 26,86 | 23,03 | 99,78 | 3,84 | 3,84 |
| *Tritia reticulata* | 23,03 | 80,59 | 19,19 | 0,00 | 3,84 |
| *Caulleriella bioculata* | 23,03 | 34,54 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Actinia sp.* | 23,03 | 19,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Grania sp.* | 23,03 | 11,51 | 26,86 | 0,00 | 3,84 |
| *Nephtys cirrosa* | 19,19 | 11,51 | 0,00 | 19,19 | 34,54 |
| *Bathyporeia pelagica* | 19,19 | 7,68 | 46,05 | 23,03 | 0,00 |
| *Golfingia (Golfingia) elongata* | 15,35 | 26,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Glycera tridactyla* | 15,35 | 19,19 | 11,51 | 7,68 | 7,68 |
| *Ruditapes sp.* | 15,35 | 15,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apseudopsis latreillii* | 15,35 | 11,51 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Tubificoides benedii* | 11,51 | 88,27 | 0,00 | 23,03 | 0,00 |
| Maldanidae nd. | 11,51 | 7,68 | 3,84 | 3,84 | 15,35 |
| *Schistomeringos neglecta* | 11,51 | 3,84 | 30,70 | 3,84 | 3,84 |
| *Microclymene tricirrata* | 11,51 | 0,00 | 46,05 | 7,68 | 0,00 |
| *Brania arminii* | 11,51 | 0,00 | 19,19 | 0,00 | 0,00 |
| *Cirriformia tentaculata* | 7,68 | 84,43 | 0,00 | 34,54 | 0,00 |
| *Phyllodoce mucosa* | 7,68 | 19,19 | 0,00 | 15,35 | 0,00 |
| *Caulleriella sp.* | 7,68 | 11,51 | 0,00 | 3,84 | 38,38 |
| *Gastrosaccus spinifer* | 7,68 | 3,84 | 11,51 | 3,84 | 0,00 |
| *Tanaissus lilljeborgi* | 7,68 | 0,00 | 3,84 | 11,51 | 15,35 |
| *Leiochone johnstoni* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Anapagurus laevis* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Nephtys longosetosa* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nereidinae nd. | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Tubificoides pseudogaster* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Venerupis corrugata* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Lepidochitona cinerea* | 3,84 | 30,70 | 19,19 | 0,00 | 0,00 |
| *Spio martinensis* | 3,84 | 19,19 | 15,35 | 0,00 | 3,84 |
| *Urothoe marina* | 3,84 | 19,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Chaetozone sp.* | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Polycirrus sp.* | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Amphipoda nd. | 3,84 | 3,84 | 30,70 | 3,84 | 0,00 |
| *Lekanesphaera monodi* | 3,84 | 3,84 | 11,51 | 7,68 | 0,00 |
| *Antalis vulgaris* | 3,84 | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 7,68 |
| *Mytilus edulis* | 3,84 | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Lekanesphaera rugicauda* | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Spisula solida* | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Bathyporeia sarsi* | 3,84 | 0,00 | 15,35 | 0,00 | 0,00 |
| Amphilochidae nd. | 3,84 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Parapionosyllis elegans* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 19,19 | 7,68 |
| *Bathyporeia sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Leptosynapta inhaerens* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Nototropis swammerdamei* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| Spionidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Anapagurus hyndmanni* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apseudes sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Balanomorpha nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cleantis prismatica* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Ephesiella abyssorum* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Exogoninae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Glycera oxycephala* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Lanice conchilega* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Leiochone leiopygos* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Liocarcinus holsatus* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lysianassidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Pholoe baltica* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Solenidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tanaidacea nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Thia scutellata* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Urothoe brevicornis* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Anapagurus chiroacanthus* | 0,00 | 1842,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Centraloecetes kroyeranus* | 0,00 | 226,42 | 46,05 | 0,00 | 34,54 |
| *Clymenura sp.* | 0,00 | 61,40 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Janua heterostropha* | 0,00 | 34,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cirratulidae nd. | 0,00 | 26,86 | 7,68 | 19,19 | 3,84 |
| *Cumopsis longipes* | 0,00 | 19,19 | 126,64 | 15,35 | 23,03 |
| *Spirobranchus lamarcki* | 0,00 | 11,51 | 42,21 | 0,00 | 7,68 |
| *Gibbula magus* | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Ampharete sp.* | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Caulleriella viridis* | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Chaetozone gibber* | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Parapleustes bicuspis* | 0,00 | 7,68 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Poecilochaetus serpens* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 11,51 | 0,00 |
| *Eteone longa* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| *Amathia lendigera* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Ammodytes tobianus* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sipuncula nd. | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Tharyx sp.* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Euclymene oerstedii* | 0,00 | 3,84 | 57,57 | 111,29 | 211,07 |
| *Phascolion (Phascolion) strombus strombus* | 0,00 | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 3,84 |
| *Cerastoderma edule* | 0,00 | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Melita palmata* | 0,00 | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Perinereis cultrifera* | 0,00 | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Nephtys sp.* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Tritia incrassata* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 11,51 |
| *Ampharete finmarchica* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Amphipholis squamata* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Balanus crenatus* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Capitellidae nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Clymenella torquata* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Dexamine spinosa* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Dynamena pumila* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Electra pilosa* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Gibbula sp.* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Goniadella sp.* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Heteromastus filiformis* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Laomedea flexuosa* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Nephtys caeca* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Pholoe sp.* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Processa edulis crassipes* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Sarsinebalia urgorrii* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Steromphala cineraria* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Sthenelais boa* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Tritia sp.* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Vesicularia spinosa* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Diogenes pugilator* | 0,00 | 0,00 | 364,58 | 42,21 | 126,64 |
| *Praxillella affinis* | 0,00 | 0,00 | 76,75 | 15,35 | 0,00 |
| *Apherusa bispinosa* | 0,00 | 0,00 | 34,54 | 0,00 | 0,00 |
| *Perioculodes longimanus* | 0,00 | 0,00 | 34,54 | 0,00 | 0,00 |
| *Iphinoe trispinosa* | 0,00 | 0,00 | 15,35 | 0,00 | 0,00 |
| *Phascolosoma (Phascolosoma) stephensoni* | 0,00 | 0,00 | 15,35 | 0,00 | 0,00 |
| *Ruditapes philippinarum* | 0,00 | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 11,51 |
| *Chaetozone zetlandica* | 0,00 | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 |
| *Euclymene lombricoides* | 0,00 | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 |
| Copepoda nd. | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 11,51 | 19,19 |
| *Polititapes rhomboides* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 3,84 | 15,35 |
| *Leiochone sp.* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 11,51 |
| *Apolochus spencebatei* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| Arachnidia nd. | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Euclymene droebachiensis* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Idotea pelagica* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Nototropis guttatus* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Stenothoe monoculoides* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Steromphala umbilicalis* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| Terebellidae nd. | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Websterinereis glauca* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Sphaerosyllis hystrix* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 15,35 | 3,84 |
| *Nephtys hombergii* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 3,84 | 0,00 |
| *Astacilla longicornis* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 3,84 |
| *Euspira catena* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Exogone naidina* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Gammaropsis maculata* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Glycymeris glycymeris* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Leptochiton asellus* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Neoamphitrite edwardsii* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Nereididae nd. | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Pareurythoe borealis* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Petaloproctus* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Pholoe inornata* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Platyhelminthes* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Scolelepis sp.* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Scolelepis (Scolelepis) squamata* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Thracia phaseolina* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Tritia varicosa* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 19,19 | 0,00 |
| Spirorbinae nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,51 | 0,00 |
| *Aonides oxycephala* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 7,68 |
| *Chaetozone christiei* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 15,35 |
| *Praxillella sp.* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| *Timoclea ovata* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| *Acidostoma obesum* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| Bivalvia nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Clymenella cincta* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Fimbriosthenelais minor* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Nucula nucleus* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Orchestia sp.* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| Polynoidae nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Ruditapes decussatus* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |

| Zone C | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Cumopsis goodsir* | 337,71 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Parapionosyllis elegans* | 207,23 | 92,10 | 49,89 | 3,84 | 80,59 |
| *Syllis mauretanica* | 126,64 | 191,88 | 0,00 | 34,54 | 0,00 |
| Nematoda nd. | 84,43 | 92,10 | 65,24 | 15,35 | 72,92 |
| *Streptosyllis websteri* | 69,08 | 138,16 | 99,78 | 0,00 | 3,84 |
| *Notomastus latericeus* | 57,57 | 130,48 | 11,51 | 19,19 | 7,68 |
| *Schistomeringos neglecta* | 49,89 | 53,73 | 11,51 | 7,68 | 46,05 |
| Nemertea nd. | 46,05 | 107,45 | 218,75 | 19,19 | 49,89 |
| *Grania sp.* | 42,21 | 65,24 | 15,35 | 0,00 | 3,84 |
| *Goniadella bobrezkii* | 34,54 | 195,72 | 49,89 | 57,57 | 61,40 |
| *Saccocirrus papillocercus* | 34,54 | 3,84 | 617,86 | 0,00 | 111,29 |
| *Protodorvillea kefersteini* | 30,70 | 7,68 | 103,62 | 19,19 | 26,86 |
| *Ruditapes sp.* | 26,86 | 15,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Pontocrates altamarinus* | 26,86 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Nephtys cirrosa* | 19,19 | 38,38 | 11,51 | 30,70 | 26,86 |
| *Actinia sp.* | 15,35 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Microclymene tricirrata* | 15,35 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Nephtys caeca* | 15,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Oligochaeta nd. | 15,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Bathyporeia pelagica* | 11,51 | 3,84 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Tanaissus lilljeborgi* | 7,68 | 53,73 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Ophelia rathkei* | 7,68 | 0,00 | 95,94 | 0,00 | 0,00 |
| *Spisula solida* | 7,68 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 19,19 |
| *Bathyporeia sp.* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Scolelepis (Scolelepis) squamata* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Copepoda nd. | 3,84 | 30,70 | 53,73 | 3,84 | 42,21 |
| *Tubificoides benedii* | 3,84 | 19,19 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Scolelepis sp.* | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Perinereis cultrifera* | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Polycirrus sp.* | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Urothoe marina* | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Amphipoda nd. | 3,84 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Phyllodoce mucosa* | 3,84 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 3,84 |
| *Parexogone hebes* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Sphaerosyllis hystrix* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| Terebellidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Amphipholis squamata* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Apseudopsis latreillii* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Balanomorpha nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Capitellidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cleantis prismatica* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Clymenura sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Corophiidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gammaridae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Gammarus sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Golfingia sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Lekanesphaera rugicauda* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Malacoceros sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Paraonidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Sthenelais boa* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Syllidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Urothoe elegans* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Websterinereis glauca* | 0,00 | 57,57 | 0,00 | 0,00 | 19,19 |
| *Cumopsis longipes* | 0,00 | 49,89 | 0,00 | 3,84 | 15,35 |
| *Spio martinensis* | 0,00 | 23,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Caulleriella alata* | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Glycera tridactyla* | 0,00 | 7,68 | 19,19 | 0,00 | 0,00 |
| *Lekanesphaera monodi* | 0,00 | 7,68 | 15,35 | 72,92 | 11,51 |
| *Cerastoderma edule* | 0,00 | 7,68 | 3,84 | 0,00 | 7,68 |
| *Centraloecetes kroyeranus* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Gastrosaccus spinifer* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nereididae nd. | 0,00 | 3,84 | 11,51 | 7,68 | 30,70 |
| *Mytilus edulis* | 0,00 | 3,84 | 11,51 | 3,84 | 11,51 |
| *Caulleriella sp.* | 0,00 | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 3,84 |
| *Glycera oxycephala* | 0,00 | 3,84 | 3,84 | 7,68 | 0,00 |
| *Protodrilus sp.* | 0,00 | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Scoloplos armiger* | 0,00 | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Eocuma dollfusi* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 11,51 | 0,00 |
| *Parougia caeca* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Amathia lendigera* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Aonides paucibranchiata* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Bathyporeia guilliamsoniana* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cirratulidae nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Eteone longa* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Euclymene droebachiensis* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Golfingiidae nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Insecta nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Lekanesphaera hookeri* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Leptosynapta inhaerens* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lumbrineridae nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Melita palmata* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Phyllodocidae nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Portumnus latipes* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Syllis cornuta* | 0,00 | 0,00 | 30,70 | 0,00 | 0,00 |
| *Ruditapes decussatus* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 11,51 | 7,68 |
| *Cumopsis fagei* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Lepidochitona cinerea* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 7,68 | 11,51 |
| *Aonides oxycephala* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Bivalvia nd. | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Crepidula fornicata* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Pholoe inornata* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Polynoidae nd. | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Syllis sp.* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Tubificoides pseudogaster* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Mactra sp.* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| Mytilidae nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Spirobranchus lamarcki* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Euclymene oerstedii* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 3,84 |
| *Acrocnida spatulispina* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Carcinus maenas* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Diogenes pugilator* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Pholoe assimilis* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Skenea serpuloides* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 95,94 |
| *Malmgrenia ljungmani* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 30,70 |
| *Polititapes rhomboides* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 26,86 |
| *Nototropis swammerdamei* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| Actiniaria nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Ophelia sp.* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Pholoe sp.* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Ruditapes philippinarum* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| Sipuncula nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| Veneridae nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |

| Zone D | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|
| *Cumopsis goodsir* | 383,77 | 34,54 | 234,10 | 0,00 | 7,68 |
| *Lanice conchilega* | 237,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Anapagurus laevis* | 199,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Bathyporeia pelagica* | 188,05 | 130,48 | 99,78 | 103,62 | 26,86 |
| *Notomastus latericeus* | 99,78 | 165,02 | 7,68 | 0,00 | 7,68 |
| *Euclymene oerstedii* | 99,78 | 7,68 | 521,92 | 19,19 | 65,24 |
| *Eumida sanguinea* | 88,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Spio martinensis* | 72,92 | 42,21 | 134,32 | 19,19 | 49,89 |
| *Centraloecetes kroyeranus* | 69,08 | 287,82 | 80,59 | 57,57 | 65,24 |
| *Abra alba* | 65,24 | 7,68 | 23,03 | 11,51 | 0,00 |
| *Caulleriella alata* | 57,57 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Tritia reticulata* | 46,05 | 46,05 | 57,57 | 3,84 | 0,00 |
| *Poecilochaetus serpens* | 46,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Praxillella praetermissa* | 46,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Eocuma dollfusi* | 38,38 | 46,05 | 57,57 | 57,57 | 61,40 |
| *Euclymene sp.* | 26,86 | 0,00 | 0,00 | 95,94 | 0,00 |
| *Nephtys hombergii* | 23,03 | 42,21 | 11,51 | 7,68 | 11,51 |
| *Phyllodoce mucosa* | 23,03 | 7,68 | 11,51 | 0,00 | 7,68 |
| *Chaetozone sp.* | 23,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Nucula hanleyi* | 15,35 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Maldanidae nd. | 11,51 | 53,73 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Lekanesphaera rugicauda* | 11,51 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Eteone longa* | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Pariambus typicus* | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Spio sp.* | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Tubificoides benedii* | 7,68 | 3,84 | 46,05 | 0,00 | 26,86 |
| *Glycera tridactyla* | 7,68 | 3,84 | 11,51 | 0,00 | 15,35 |
| *Abra tenuis* | 7,68 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 7,68 |
| *Spirobranchus lamarcki* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 49,89 | 49,89 |
| *Scoloplos armiger* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Bathyporeia sp.* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Bathyporeia guilliamsoniana* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Nephtys caeca* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Venerupis corrugata* | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Ruditapes sp.* | 3,84 | 99,78 | 26,86 | 0,00 | 0,00 |
| *Nephtys cirrosa* | 3,84 | 15,35 | 26,86 | 23,03 | 19,19 |
| *Tanaissus lilljeborgi* | 3,84 | 15,35 | 15,35 | 11,51 | 19,19 |
| *Lekanesphaera monodi* | 3,84 | 15,35 | 3,84 | 0,00 | 3,84 |
| Nematoda nd. | 3,84 | 7,68 | 7,68 | 122,81 | 30,70 |
| *Actinia sp.* | 3,84 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Nototropis swammerdamei* | 3,84 | 0,00 | 15,35 | 0,00 | 3,84 |
| *Urothoe poseidonis* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,51 |
| *Capitella capitata* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| *Acrocnida spatulispina* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Moerella donacina* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Aglaophenia sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Aoridae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

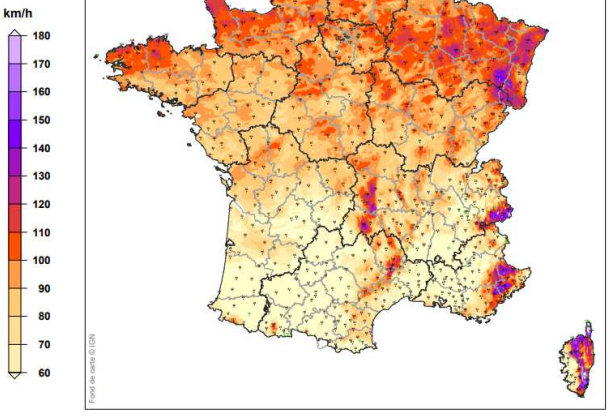
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Dipolydora sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Dipolydora flava* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Ensis sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Eteone flava* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Heteromastus filiformis* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Loripes orbiculatus* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Megaluropus agilis* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Microspio sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nereidinae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Odontosyllis ctenostoma* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Parapionosyllis minuta* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Scolelepis sp.* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Serpulidae nd. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Sertularia* sp. | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Sthenelais boa* | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Goniadella bobrezkii* | 0,00 | 188,05 | 72,92 | 19,19 | 38,38 |
| *Cumopsis longipes* | 0,00 | 180,37 | 7,68 | 42,21 | 88,27 |
| *Praxillella affinis* | 0,00 | 72,92 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| *Austrominius modestus* | 0,00 | 49,89 | 11,51 | 3,84 | 0,00 |
| *Phoronis sp.* | 0,00 | 23,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nemertea nd. | 0,00 | 19,19 | 23,03 | 0,00 | 7,68 |
| *Gastrosaccus spinifer* | 0,00 | 19,19 | 0,00 | 7,68 | 11,51 |
| *Anapagurus chiroacanthus* | 0,00 | 19,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cerastoderma edule* | 0,00 | 15,35 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Chaetozone christiei* | 0,00 | 11,51 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Euclymene droebachiensis* | 0,00 | 11,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Parapionosyllis elegans* | 0,00 | 7,68 | 7,68 | 15,35 | 3,84 |
| *Amathia lendigera* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Amphipoda nd. | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Iphinoe trispinosa* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Parexogone hebes* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Phylo foetida* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Picus sp.* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Praxillella sp.* | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Turridae nd. | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Solen marginatus* | 0,00 | 3,84 | 15,35 | 0,00 | 3,84 |
| Copepoda nd. | 0,00 | 3,84 | 7,68 | 95,94 | 0,00 |
| *Crepidula fornicata* | 0,00 | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Lepidochitona cinerea* | 0,00 | 3,84 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Caulleriella sp.* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 3,84 | 7,68 |
| *Syllis mauretanica* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Balanus crenatus* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Campanulariidae* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Carcinus maenas* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Caulleriella bioculata* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Clymenura sp.* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cradoscrupocellaria reptans* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Cumopsis sp.* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Dexamine thea* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Electra pilosa* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Hydrallmania falcata* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Hydrozoa nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Hypereteone foliosa* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lumbrineridae nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lysianassidae nd. | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Obelia dichotoma* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Poecilochaetus sp.* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Prosphaerosyllis sp.* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Protodorvillea kefersteini* | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Diogenes pugilator* | 0,00 | 0,00 | 38,38 | 7,68 | 11,51 |
| *Ruditapes philippinarum* | 0,00 | 0,00 | 34,54 | 0,00 | 0,00 |
| Actiniaria nd. | 0,00 | 0,00 | 23,03 | 3,84 | 3,84 |
| *Cirriformia tentaculata* | 0,00 | 0,00 | 23,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Spio decorata* | 0,00 | 0,00 | 23,03 | 0,00 | 0,00 |
| *Exogone naidina* | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 | 0,00 |
| *Ruditapes decussatus* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 11,51 | 11,51 |
| Cirratulidae nd. | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 11,51 |
| *Ammodytes tobianus* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Crangon crangon* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Leptosynapta sp.* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Malmgrenia andreapolis* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Melita palmata* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Spionidae nd. | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Syllis sp.* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| Tanaidacea nd. | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Timoclea ovata* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Tubificoides pseudogaster* | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 | 0,00 |
| *Tritia varicosa* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,51 | 3,84 |
| *Kurtiella bidentata* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 3,84 |
| Coleoptera nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 | 0,00 |
| *Edwardsia timida* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Exogone verugera* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Lysidice unicornis* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Paraonis fulgens* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Schistomeringos neglecta* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 0,00 |
| *Nucella lapillus* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| *Tharyx killariensis* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,68 |
| *Mytilus edulis* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| Orbiniidae nd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |
| *Polititapes rhomboides* | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 |

# Annexe 7 – Tempêtes

**ESTIMATION DES RAFALES MAXIMALES DE LA TEMPETE CIARA**

**du 09/02/2020 à 11 UTC au 11/02/2020 à 16 UTC**



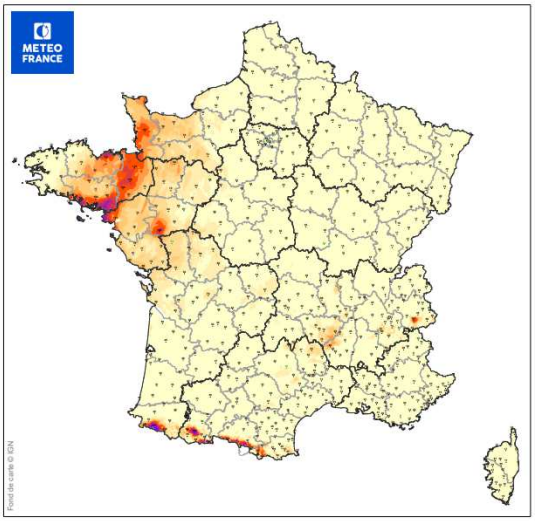

Les observations pointées en vert correspondent au maximum issu d' une série incomplète sur la période

Carte produite le 19/02/2020 à 00h 47 UTC

**ESTIMATION DES RAFALES MAXIMALES**

**DE LA TEMPETE ALEX**

**du 01/10/2020 à 21 UTC au 02/10/2020 à 03 UTC**



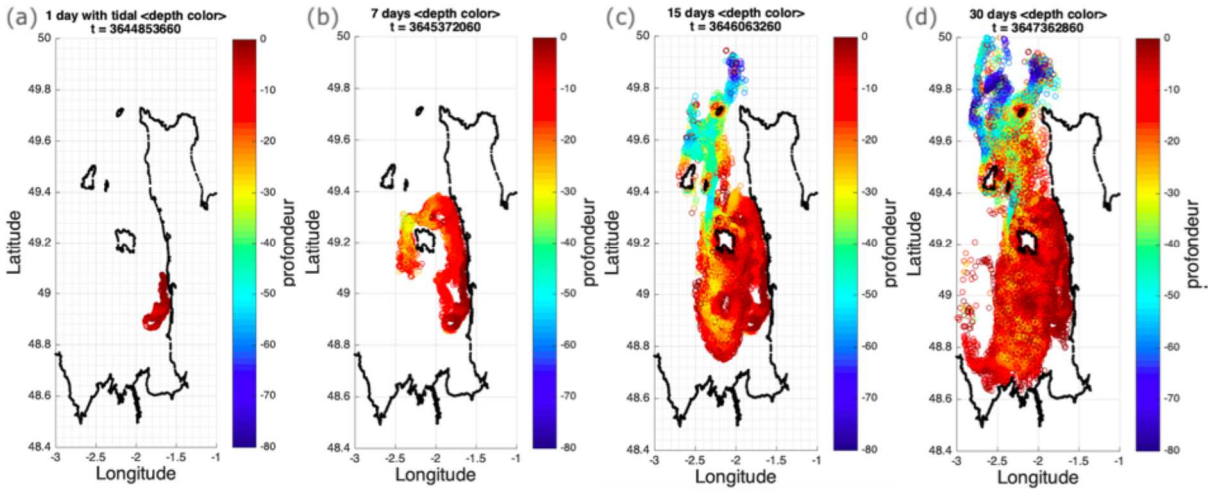

Les observations pointées en vert correspondent au maximum issu d' une série incomplète sur la période

Carte produite le 13/11/2020 à 08h 13 UTC

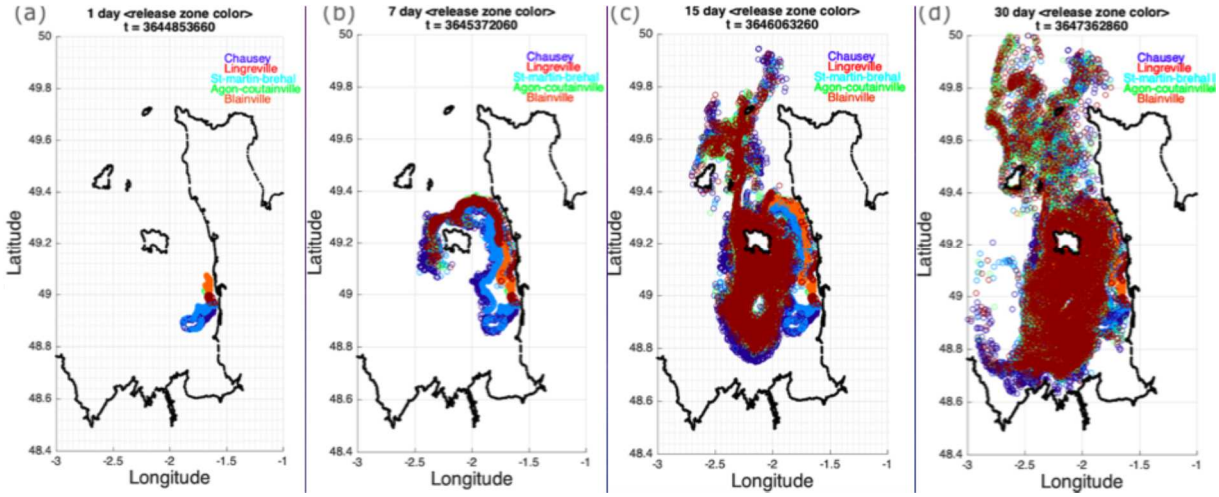
http://tempetes.meteo.fr/Tempetes-en-regions-classement-par-dates.html#mon_ancre

# Annexe 8 : Résultat de la modelisation

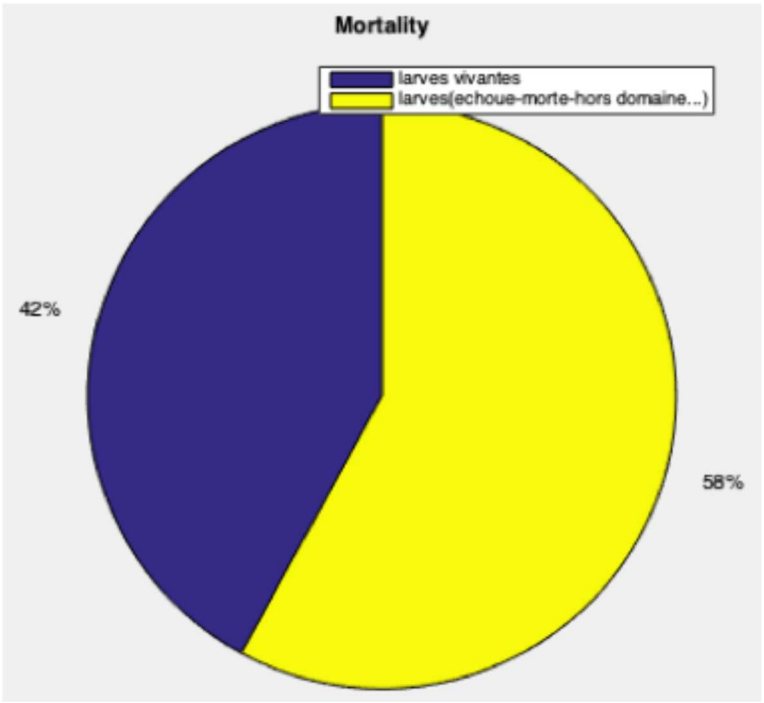
Le Test-5 comprend la simulation de 50 000 larves de palourdes reparti sur les cinq sources d'injection et suit la dispersion de ces larves qui sont libérées à mimarée montante sous l'effet de marée pour une bathymétrie composée de grille d'une résolution de 300m. La mortalité pour ce test est élevée 58% de la population est échouée.




*Dispersion des particules à partir des cinq sources sous l'effet de la marée après 1 jour (a), 7 jours (b), 15 jours (c), 30 jours (d) de la libération larvaire en fonction de la profondeur des particules - Test-5.*

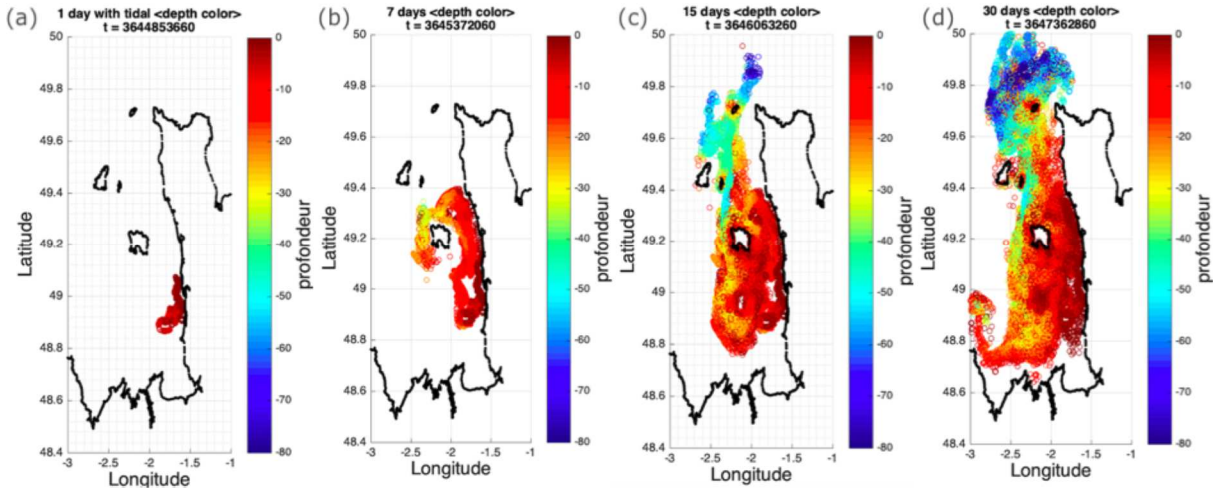



*Dispersion des particules à partir des cinq sources sous l'effet de la marée après 1 jour (a), 7 jours (b), 15 jours (c), 30 jours (d) de la libération larvaire en distinguant les particules de chaque source - Test-5.*

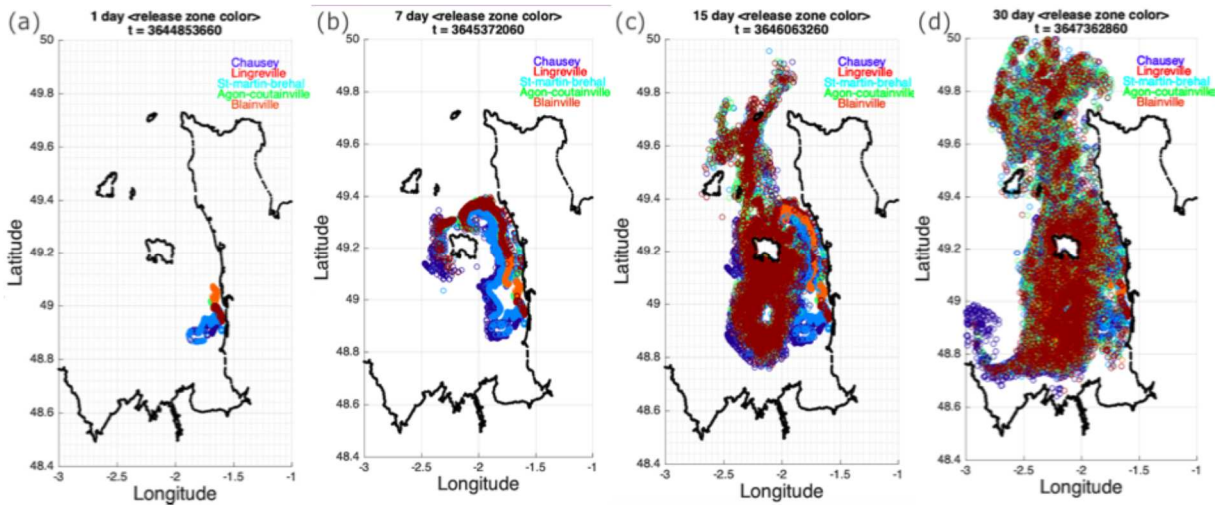



*Pourcentages de mortalité (en bleu les larves vivantes et en jaunes les larves échouées) - Test-5.*

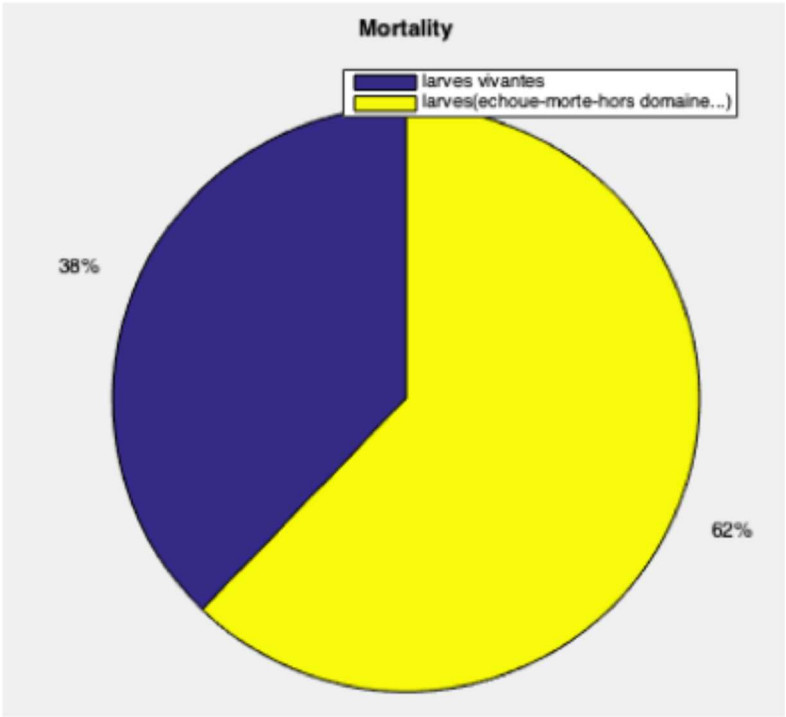
Le Test-6 comprend la simulation de 50 000 larves de palourdes reparti sur les cinq sources,d'injection et suit la dispersion de ces larves  qui sont libérées à mimarée montante sous l'effet de marée avec le vent pour une bathymétrie composée de grille d'une résolution de 300m. La mortalité pour ce test est encore plus élevée que le précédent 62% contre 58% de la population est échouée.




*Dispersion des particules à partir des cinq sources sous l'effet de la marée avec le vent après 1 jour (a), 7 jours (b), 15 jours (c), 30 jours (d) de la libération larvaire en fonction de la profondeur des particules -Test-6.*



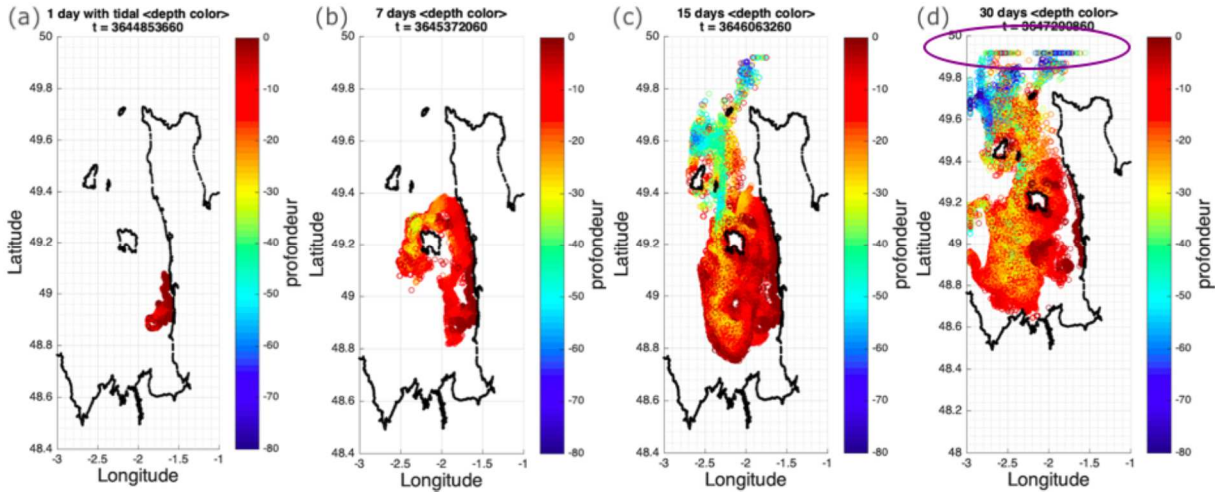

*Dispersion des particules à partir des cinq sources sous l'effet de la marée avec le vent après 1 jour (a), 7 jours (b), 15 jours (c), 30 jours (d) de la libération larvaire en distinguant les particules de chaque source- Test-6.*



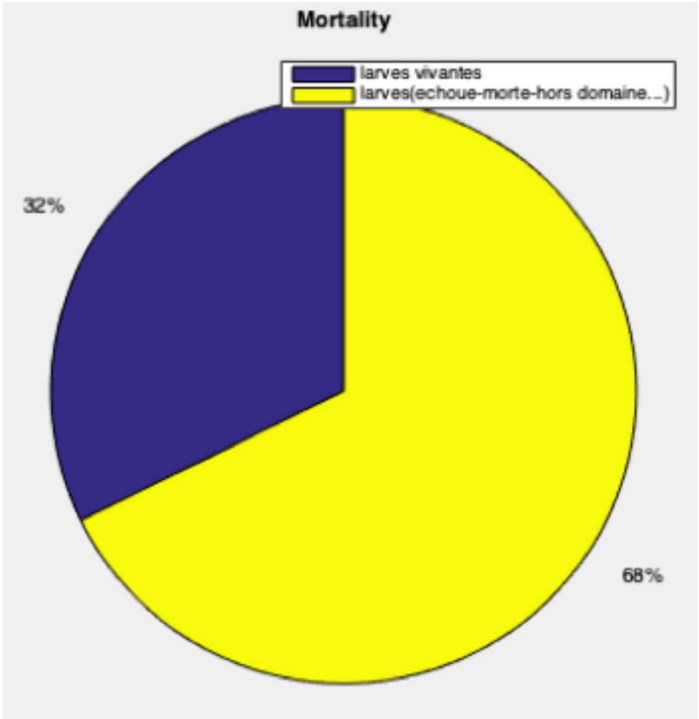
*Pourcentages de mortalité (en bleu les larves vivantes et en jaunes les larves échouées) - Test-6.*

Test-7

Cette simulation suit la dispersion de 50 000 larves de palourdes reparti sur les cinq sources d'injection (Figure 24) qui sont libérées à mi-marée montante sous l'effet de marée pour une bathymétrie composée de grille d'une résolution de 100m. La mortalité pour ce test est encore plus élevée que le précédent 68% contre 58%, obtenu en Test-5, de la population est échouée .



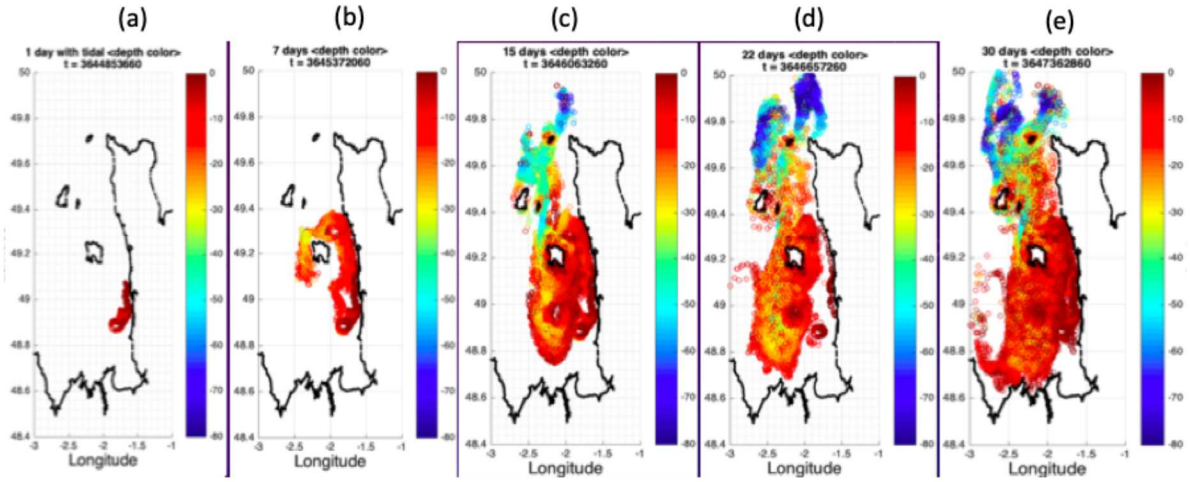

*Dispersion des particules à partir des cinq sources sous l'effet de la marée après 1 jour (a), 7 jours (b), 15 jours (c), 30 jours (d) de la libération larvaire en fonction de la profondeur des particules - Test-7.*



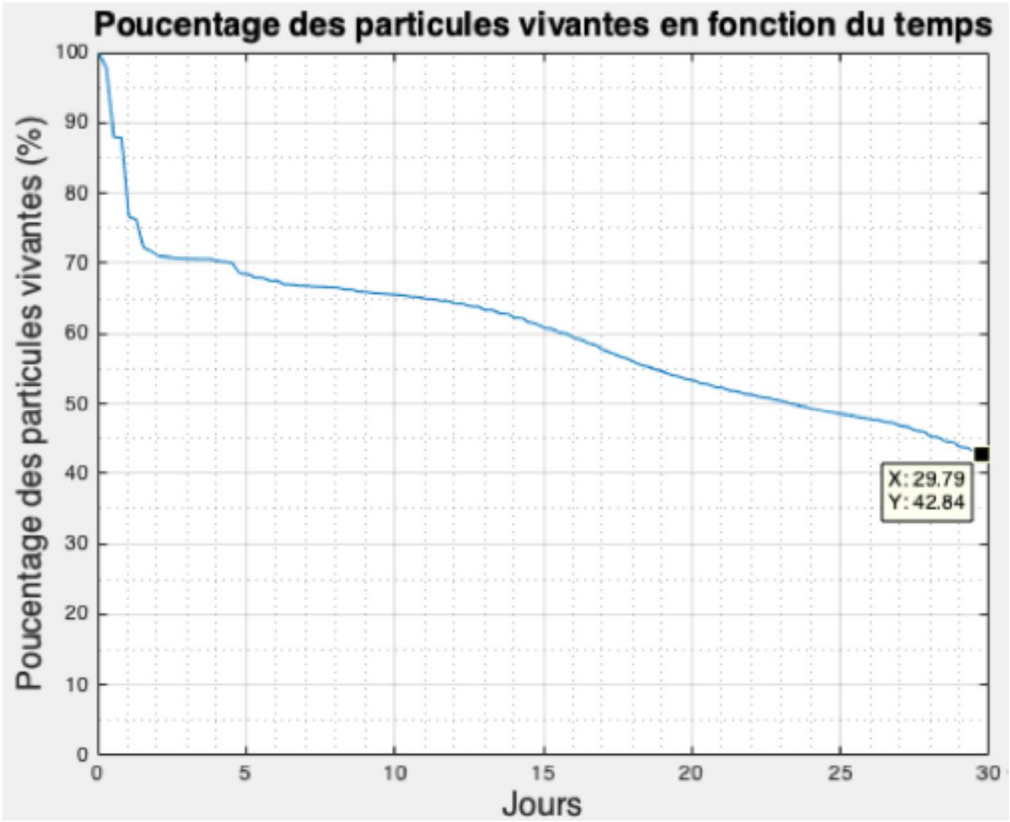

*Pourcentages de mortalité (en bleu les larves vivantes et en jaunes les larves échouées) - Test-7.*

Test-8

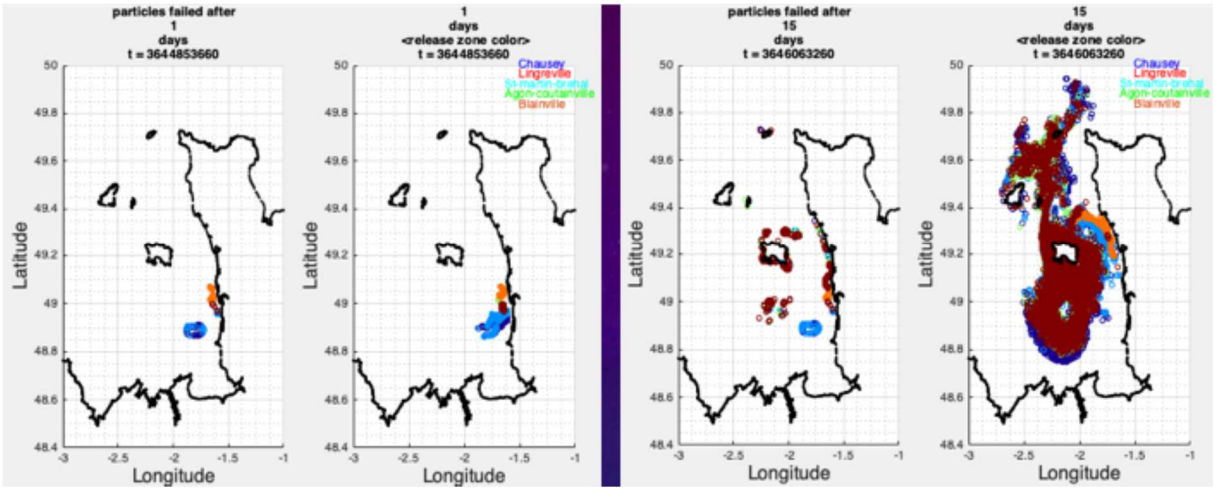
Ce test est similaire au Test-5 mais le moment d'injection est en mi-marée descendante, ce qui donne un taux de mortalité proche 58%. On peut voir précisément la position des larves échouées en 1 jours et 15 jours pour le Test-8 dans la Figure ci dessous.




*Dispersion des particules à partir des cinq sources sous l'effet de la marée après 1 jour (a), 7 jours (b), 15 jours (c), 30 jours (d) de la libération larvaire en fonction de la profondeur des particules (en m) - Test-8.*



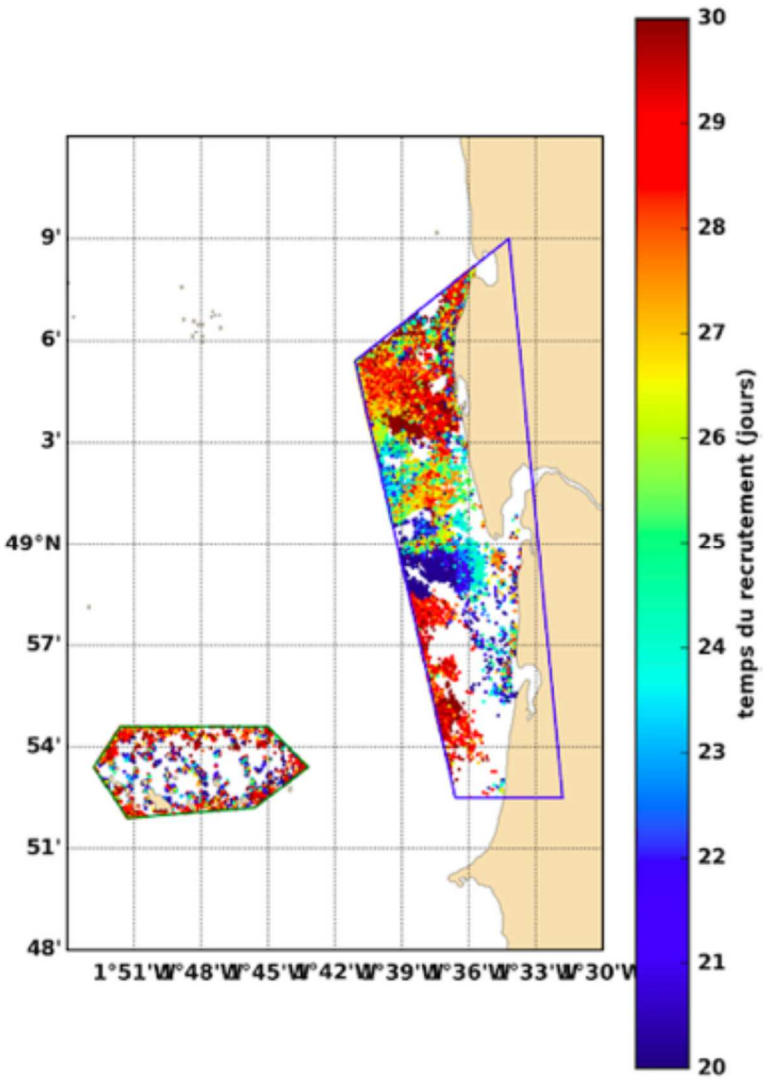

*Pourcentages de mortalité en fonction du temps (en bleu les larves vivantes et en jaunes les larves échouées) - Test-8.*




*Dispersion des particules à partir des cinq sources sous l'effet de la marée après 1 jour (à gauche) et 15 jours (à droite) de la libération larvaire en distinguant les particules de chaque source - Test-8.*

Test-10

En lançant la simulation à marée haute le temps de recrutement est aléatoire sur la côte ouest du Cotentin où les larves du nord prennent plus de temps pour atteindre le sol pour le recrutement.




*Le temps de recrutement des larves (en jours) pour le Test-10.*

# Annexe 9 : Communication sur le projet

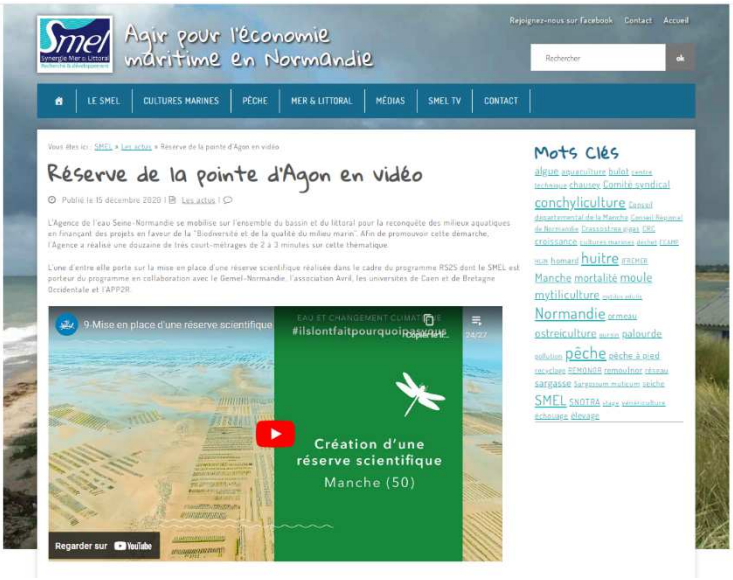
https://www.smel.fr/2020/03/24/le-suivi-de-la-reserve-scientifique-de-la-pointe-dagon/



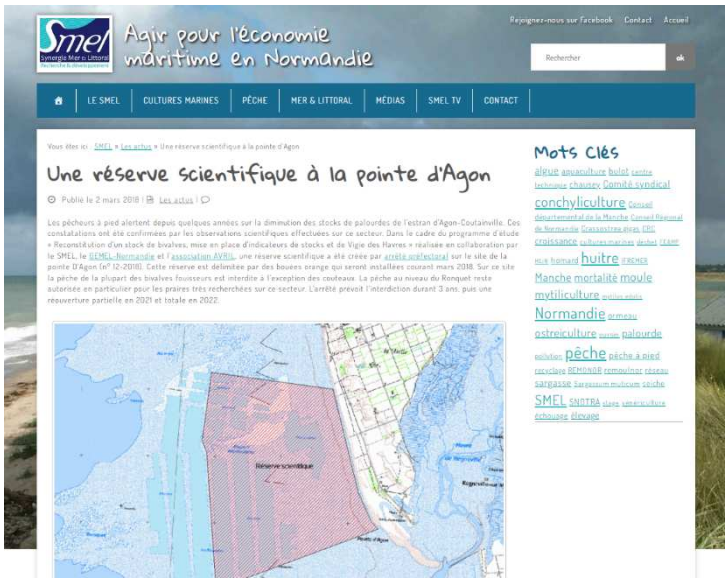

https://www.smel.fr/2018/10/11/la-reserve-scientifique-de-la-pointe-dagon-sur-france-2-et-france-3/




https://www.smel.fr/2020/12/15/reserve-de-la-pointe-dagon-en-video/




https://www.smel.fr/2018/03/02/une-reserve-scientifique-a-la-pointe-dagon/




https://www.smel.fr/2022/01/11/les-elevages-de-palourdes-de-chausey-a-lorigine-de-la-colonisation-de-nos-cotes-par-la-palourde-japonaise/




https://www.smel.fr/2021/09/08/la-peche-a-pied-a-la-palourde-se-porte-bien-dans-la-manche/




https://www.smel.fr/2020/10/12/mais-dou-viennent-toutes-ces-palourdes/




https://www.smel.fr/2019/11/05/un-indicateur-devaluation-de-capturabilite-des-palourdes/



LA MANCHE LIBRE SAINT-M

# Un dernier comptage des palourdes



Mi-novembre, Olivier Basuyaux pour le Smel et Aline Legrand pour Avril ont pu communiquer quelques chiffres sur la campagne.

**BLAINVILLE-SUR-MER**

Le comptage des palourdes, tout un art! Quatre campagnes ont déjà eu lieu sur le littoral coutançais: une en 2015 et en 2016 et deux en 2018. Les chiffres concernant la campagne de septembre 2018 viennent d'être dévoilés. Près de 90 données ont été analysées, en augmentation sensible par rapport à celles du printemps où il y avait eu un peu moins de 60 retours. Les associations de pêcheurs à pied telles que l'APP2R et APAM se sont mobilisées dans cette action. Les premiers résultats sont intéressants à plusieurs titres. Le premier constat est une augmentation du panier moyen (nombre de palourdes pêchées) où l'on passe de 50 palourdes en 2015 et 2016 à 70 au printemps 2018 et 80 en automne 2018.

D'autre part, alors que les indicateurs étaient à l'orange voire au rouge en 2015 avec des sites très pauvres comme la pointe d'Agon, ou face à l'école de voile d'Agon-Coutainville, les densités sont plus importantes aujourd'hui.

Inversement, des sites tels que Saint-Martin-de-Bréhal qui enregistrent des fréquentations record montrent une diminution de la taille des palourdes. Ces données permettront à l'administration et aux associations de pêcheurs de proposer éventuellement des mesures de gestion pour une pérennité de l'activité.

# La pêche à pied à la palourde

**BLAINVILLE-SUR-MER**

De nombreux pêcheurs - professionnels comme de loisir - signalent une diminution des stocks de palourdes sur plusieurs zones de pêche sans pour autant pouvoir la quantifier. La question du volume des prélèvements et celle des modalités de gestion de cette activité sont des sujets sensibles. Ainsi, dans le cadre d'une étude associant le SMEL, le GEMEL-N et l'association AVRIL, des spécialistes tentent d'identifier des indicateurs d'évolution des densités sur les différents sites de pêche. Les pêcheurs eux-mêmes sont mis à contribution pour tenter de mesurer les quantités récoltées ainsi que la typologie des paniers, taille des palourdes. Durant cinq années d'étude, deux à trois campagnes vont être réalisées et les pêcheurs sont invités à participer de façon volontaire. Rien de plus simple, chacun doit fournir la durée de pêche et trier son panier en trois catégories: les petites, 4 à 5 cm; les moyennes, 5 à 6 cm et les grosses, plus de 6 cm. Les données ainsi obtenues permettent de calculer des indicateurs.



La législation permet une récolte de 100 palourdes supérieure à 4 cm par jour et par pêcheur amateur.

# Une réserve pour les bivalves



La réserve pour les bivalves s'étend au niveau des parcs à huîtres et bouchots situés de part et d'autre de la cale des moulières.

**AGON-COUTAINVILLE**

Un courrier du 8 février informe que la Préfète de la Région Normandie a pris un arrêté portant sur la création d'une réserve temporaire pour l'étude des bivalves fouisseurs dans la zone de la Pointe d'Agon. Cet arrêté fait suite aux résultats de la consultation publique qui a eu lieu du 9 au 30 janvier 2018, ainsi qu'aux conclusions du groupe de travail (palourde) du Comité Départemental de suivi de la pêche maritime de loisirs de la Manche du 16 mars 2017.

Dans le cadre du projet de recherche "Reconstitution d'un stock de bivalves, mise en place d'indicateurs de stocks et de vigie des havres RS2S" piloté par Synergie Mer et Littoral (SMEL) en collaboration avec le Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux de Normandie (GEMEL-N) et l'association Avril, une réserve de pêche de bivalves est créée de janvier 2018 à décembre 2022.

La pêche des palourdes, praires, coques et amandes de mer est interdite jusqu'au 31 décembre 2020 inclus. Entre le 1er janvier 2021 et le 31 décembre 2022, selon les modalités de l'étude, la pêche de ces espèces de bivalves pourrait être rouverte par un arrêté complémentaire.

La pêche de tous les autres organismes marins s'exerce selon la réglementation en vigueur. Les prélèvements sanitaires, effectués par des agents mandatés, demeurent autorisés.

Toute infraction au présent arrêté expose son auteur à des poursuites.

**17 FÉVRIER 2018**



ouest france

Vendredi 13 juillet 2018 14:14 - Agon-Coutainville

# Agon-Coutainville. Une réserve scientifique à la pointe d'Agon




Un arrêté interdit la pêche pendant trois ans, dans la réserve scientifique.© Ouest-France

ANNONCE



Jouez à ce jeu 1 minute. Êtes-vous né avant 1985? Alors vous allez adorer ce jeu

Êtes-vous né avant 1985? Alors vous allez adorer ce jeu!

**Pour faciliter la reconstitution des stocks de coquillages, une réserve a été créée à la pointe d'Agon. La pêche y est interdite pendant trois ans.**

Les pêcheurs à pied alertent depuis plusieurs années sur la diminution des stocks de palourdes de l'estran d'Agon-Coutainville. Des constatations confirmées par des observations scientifiques.

Pour enrayer cette diminution, dans le cadre d'un programme d'étude, une réserve a été créée par arrêté préfectoral à la pointe d'Agon. **« Une réserve délimitée par des bouées orange,** informent les responsables du Smel (Synergie mer et littoral). **Au nord et au sud, par l'alignement des bouchots à moule, à l'est, par le trait de côte, à l'ouest, entre la troisième et la quatrième rangée de bouchots. »**

La pêche de cinq bivalves est interdite pendant trois ans dans cette zone (palourdes, praires, coques, spisules et amandes de mer). **« Les premiers résultats sont encourageants, ils montrent la présence de très nombreux juvéniles d'un à trois centimètres sur ce secteur. »**

Les modalités de la réouverture se feront en concertation avec l'ensemble des acteurs impliqués.

Ouest-France

Donnez votre avis

J'aime 0

une dizaine de modèles seront intégralement assemblés.

# Réserve scientifique pour les palourdes à Agon

Par arrêté préfectoral, une zone a été sanctuarisée à la Pointe d'Agon, afin d'étudier l'évolution de la ressource de bivalves fouisseurs.

Afin de reconstituer la ressource de bivalves fouisseurs, notamment palourdes et praires, une réserve scientifique a été mise en place à la Pointe d'Agon. La zone d'étude se situe au niveau des élevages de moules de bouchots. Durant trois ans, la pêche à pied récréative sera totalement interdite dans ce secteur (entre l'école de voile et la cale des Moulières).

**« Cela fait un certain temps que nous avions alerté les autorités de la diminution de la population de palourdes dans ce secteur, où l'on compte seulement une palourde au mètre carré »**, souligne Philippe Vigoureux, président de l'APP2R (Association pour une pêche à pied respectueuse de la ressource). Cette réduction du stock a été confirmée par des mesures effectuées par Synergie mer et littoral (Smel), basé à Blainville-sur-Mer. **« L'objectif de cette réserve est d'observer l'évolution de la ressource en la comparant avec d'autres secteurs où la pêche est autorisée. C'est un programme long. Nos analyses dureront cinq années »**, explique Olivier Basuyaux, responsable recherche et développement au Smel. Après trois années de sanctuarisation (de février 2018 à décembre 2021), la zone sera partiellement rouverte à la pêche durant un an, puis totalement. **« On veut comprendre pourquoi ces bivalves ont quasiment disparu de ce secteur, alors qu'ailleurs, comme à Blainville, ce n'est pas le cas »**, indique Philippe Vigoureux.

Pour rappel, la préfecture a interdit, depuis vendredi 9 février, la pêche et le commerce de coquillages au nord de la Pointe d'Agon et au sud de Pirou-plage, durant au moins 28 jours. Cette mesure temporaire a été prise en raison de la présence de la bactérie norovirus, qui a provoqué plusieurs intoxications alimentaires.

**Cyrille CALMETS.**



*Une zone a été sanctuarisée à la Pointe d'Agon afin d'étudier l'évolution du stock de palourdes.*





# Manche : devenez les sentinelles du littoral avec Vigie des Havres

Si vous êtes témoins sur le littoral de la côte ouest de la Manche d'un événement particulier ou insolite, un site désormais, répertorie vos observations, c'est la Vigie des Havres.



# Littoral coutançais : devenez lanceur d'alertes



Pollution, danger, dauphin échoué, épave ? Un site internet permet de lancer une alerte. Explications dans le Journal de Coutances.

27 AVRIL 2019 LA MANCHE LIBRE

# Découvrir les bigorneaux avec Avril

**BLAINVILLE-SUR-MER**

Mercredi 17 avril, une dizaine de personnes a répondu à l'appel des deux animateurs d'Avril, Jérémy Lefebvre et Sophie Hermy, médiatrice de l'Estran.

Découvrir les bigorneaux et autres petits habitants des algues de notre littoral et les recenser était le thème de la sortie, en accord avec un programme national de science participative portant sur la biodiversité littorale. *"Sur notre littoral, les algues brunes constituent un formidable habitat pour de nombreuses espèces animales, pas seulement les bigorneaux mais toutes les littorines, gibbules et autres mollusques brouteurs ou perceurs qui y trouvent un refuge et de quoi se nourrir,* explique Jérémy, avant le départ. *Un écosystème mal connu des scientifiques, manquant d'informations pour comprendre comment fonctionnent toutes ces espèces ensemble. Leur présence est-elle à l'origine de la disparition de ces algues ou y a-t-il un autre facteur, comme la pollution, le réchauffement climatique ou éventuellement le piétinement de l'homme".*



Martine Dermilly-Genty

Les deux animateurs d'Avril, Sophie Hermy et Jérémy Lefebvre, donnent quelques explications avant de partir.

Ouest-France
Mercredi 23 octobre 2019

**Agon-Coutainville**

# Les élèves de 6e associés à un projet scientifique



*Les élèves ont été chargés de recueillir et déposer, dans une boîte, tous les bigorneaux et crabes qu'ils trouvaient dans le quadrat, un outil utilisé pour isoler un échantillon.* | PHOTO : OUEST-FRANCE

L'association Avril a proposé aux élèves de 6e du collège de participer au projet Enbimanor (Enrichissement de la biodiversité marine littorale en Normandie), mené par Jean-Claude Dauvin, professeur chercheur à l'université de Caen, dont l'objectif est de faire l'inventaire des espèces de crabes et de bigorneaux en Normandie. Accompagnés de leurs professeurs, Laure des Bouillons et Céline Allain, ils ont participé à ce travail d'inventaire en accompagnant Jean-Claude Dauvin et Aurore Raoux, une chercheuse de l'Université sur les rochers, face à la cale de Blainville.

Avant de s'élancer sur l'estran, le scientifique leur a expliqué l'objet du projet. **« *Via* la conchyliculture, l'élevage des huîtres et des moules, auquel s'ajoutent les transports maritimes, de nouvelles espèces se sont installées et prolifèrent dans nos eaux. Elles sont invasives et s'adaptent parfaitement au milieu maritime français. Elles rentrent alors en concurrence avec nos espèces locales, comme par exemple la palourde européenne avec la palourde japonaise. »**

Emportant avec lui deux quadrats (outil permettant d'isoler un échantillon) d'un mètre carré, il a expliqué le travail qu'il allait leur demander. **« Nous allons déposer ces quadrats sur les rochers dans des endroits différents et vous serez chargés de recueillir et déposer dans une boîte toutes les espèces de gastéropodes, les bigorneaux et toutes les espèces de décapodes, les crabes que vous y trouverez. »**

# Un dauphin échoué sur une plage de la Manche




Un dauphin commun à bec court a été retrouvé échoué sur une plage de Lingreville. L'information a été communiquée lundi 18 février.

**LINGREVILLE**

Un promeneur a fait une triste découverte le 28 janvier, sur une plage, au niveau du passage Les Verrouis, au lieu-dit Le Marais, à Lingreville. Un dauphin commun à bec court a été retrouvé échoué. Le témoin a immédiatement prévenu la mairie. L'information a été communiquée lundi 18 février.

Avant d'enlever le cétacé, les services techniques de la commune ont fait intervenir un correspondant du Réseau national échouages (RNE), basé dans les locaux de l'association Avril, à Saint-Pierre-de-Coutances. Il a pu prendre des mesures afin d'avoir des données mais aussi déterminer les causes de son décès. Différentes hypothèses sont étudiées *"mais son état était trop dégradé"*, précise Jérémy Lefebvre, un animateur "Education à l'environnement vers le développement durable" au sein de l'association Avril. *"C'était une femelle."* Lui a développé un site internet qui recense toutes les espèces échouées entre Gouville-sur-Mer et le havre de La Vanlée. Le dauphin a ensuite été incinéré en centre d'équarrissage. En janvier 2019, 17 échouages d'oiseaux ont pu être comptabilisés sur la zone de l'association. Ce sont principalement des mouettes, des goélands, des "Fulmar boréal" ou encore le Guillemot de Troïl.

**Pratique.** Site : www.vigiedes-havres.associationavril.org.

LA MANCHE LIBRE

23 FÉVRIER 2019

LA MANCHE LIBRE
23 NOVEMBRE 2019

# Une espèce rare et dangereuse



Une physalie a été repérée samedi 16 novembre, à la plage de Gouville-sur-Mer, par un promeneur. Cette espèce est dangereuse pour l'homme.

**GOUVILLE-SUR-MER**
Drôle de découverte. Un promeneur a observé samedi 16 novembre, à Gouville-sur-Mer, une physalie ou galère portugaise.
Cette espèce vit, en temps normal, dans les mers tropicales telles que les Caraïbes ou les Bahamas.-Elle peut se faire emporter par les courants marins, notamment le Gulf Stream, entre la Floride et les Bahamas, et arriver en Bretagne et plus rarement en Normandie. Peut-on parler de méduse ? *"Ce n'est pas une méduse mais une colonie de quatre animaux nommée polype"*, explique Jérémy Lefebvre, animateur au sein de l'association d'éducation à l'environnement Avril. *"Cet animal fait partie de la famille des siphonophores (proches des anémones). Pour la reconnaître, elle possède un flotteur translucide et une voile."* Ce spécimen de physalie avait déjà été découvert en novembre 2017 sur une plage de Granville. Attention, la physalie possède de très longs filaments (jusqu'à 50 m de long) pourvus de cellules urticantes qui lui permettent de paralyser ses proies. *"Même morte, les filaments de physalie restent très urticants pour l'homme et leur piqûre est très douloureuse pouvant jusqu'à entraîner un choc cardiaque"*, poursuit Jérémy Lefebvre. Si vous en voyez, il ne faut pas les toucher. Vous pouvez envoyer votre observation à Vigie des havres qui relaiera à l'Agence régionale de santé (ARS) et à Biolit de Planète Mer, réseau d'observateurs du littoral.
**Pratique.** Site : www.vigiedes-havres.associationavril.org.



Coutances en bref
Ouest-France
Lundi 17 août 2020

## Une sortie Avril pour découvrir les algues



*Un animateur de l'association Avril guidera les promeneurs sur la plage pour une découverte des différentes variétés d'algues.* (Photo : Archives Ouest-France)

Dans le cadre de ses sorties Nature, l'association Avril propose, en compagnie d'un de ses animateurs, une sortie découverte, demain : celle des algues de la laisse de mer, tout en en être, il faut se rendre, demain, à 14 h, au parking de Chauffer dans la noirceur, rue des marais, à Montmartin-sur-Mer. C'est gratuit.



## Découverte des algues de la laisse de mer

**Agon-Coutainville**

Mercredi 26 février, l'association d'éducation à l'environnement Avril, basée à Saint-Pierre-de-Coutances, organise une découverte des algues de la laisse de mer à Agon-Coutainville. Rendez-vous à l'entrée de la Pointe d'Agon.

Elle vous proposera aussi de partici-
per à un programme d'étude du Museum

# Vigie des havres a déjà trois ans : partagez vos observations

## Coutançais

Cela fait déjà trois ans que "Vigie des havres" a été lancé dans le Coutançais. Ce dispositif réunissant des acteurs et témoins bénévoles permet de recenser les événements marquants rencontrés lors d'une balade sur les côtes.

En 2020, 122 observations ont été enregistrées. Parmi elles, un guillemot de Troïl a été sauvé à Agon-Coutainville, un hippocampe a été vu à Saint-Martin-de-Bréhal, de même que des pontes de calmar à Blainville-sur-Mer, ou encore un hydrophone a été retrouvé à la pointe d'Agon.

*"Vos observations sont utiles aux scientifiques, elles sont retransmises à divers programmes de suivi de la faune ou de la flore du littoral"*, indique Jérémy Lefebvre, animateur éducation à l'environnement et développement durable au sein de l'association Avril. *"Elles permettent de prévenir les usagers d'un danger, d'une pollution, comme par exemple les échouages de physalies urticantes, ou encore de transmettre l'impact des tempêtes sur nos côtes."* Il est possible de partager ses observations à vigiedeshavres.associationavril.org.



**Des pontes de calmar à Blainville-sur-Mer et bien d'autres espèces aquatiques ou objets ont été observés sur le littoral coutançais en trois ans.**



22-23 août 2020

# Une animation sur les algues de la laisse de mer

**Montmartin-sur-Mer —** La composition en algues des laisses de mer intéresse le Muséum national d'histoire Naturelle. Une étude a été faite au cours d'une animation proposée par Avril.

Reportage

Parking de la plage de Montmartin-sur-Mer, mardi 18 août. Un groupe de neuf personnes entourent Jérémy Lefebvre, animateur de l'Association d'éducation à l'environnement et au développement durable (Avril). L'animation proposée est spéciale : **« Vous allez travailler pour le Muséum national d'histoire Naturelle de Paris »**, annonce-t-il.

Le réchauffement climatique induit de nombreux changements dans la nature, le Muséum veut savoir qu'elle est l'évolution des algues marines dans ce contexte. Un maillage des côtes maritimes françaises a été établi pour que l'étude soit validée. C'est dans ce cadre que les apprentis scientifiques, durant deux heures, vont arpenter la laisse de mer, ce qui est laissé sur le sable après le reflux de la marée.

### Trois familles d'algues

Mais, avant de se lancer, Jérémy Lefebvre en bon pédagogue, présen-



*L'identification des algues demande de l'attention.* Photo : Ouest-France

**consommation lorsqu'elles sont fraîches. Les brunes et les rouges, elles aussi, sont comestibles mais n'ont guère d'intérêt culinaire. »** Après cet intermède gastronomique, le numéroter et de le photographier. **« Commencez par faire un tri par couleur »**, demande Jérémy Lefebvre. Puis, vient le moment de l'identification. Munis de fiches d'observation, tours vers l'animateur sont nombreux pour faire valider les types d'algues répertoriées.

Chondrus Crispus, Goëmon, Laminaire et Sargasse n'ont plus secrets

# Phoques et dauphins apprécient la tranquillité du havre

**Regnéville-sur-Mer**

Dimanche 18 avril, depuis la digue de Hauteville-sur-Mer, c'était un spectacle d'une bonne dizaine de dauphins qui était offert aux promeneurs. Un peu plus loin, dans la baie de Sienne, lundi 19 et mardi 20, on pouvait retrouver les oies bernaches, un cygne et huit phoques veaux marins venus pêcher et passer la journée au soleil. Bain de soleil pour certains, bain de mer pour un ou deux autres, les phoques sont de plus en plus souvent présents dans la baie.

Pour les observer, il faut respecter leur tranquillité, éloigner et tenir les chiens en laisse. A cette saison, il y a peu d'activité maritime dans le port, et les veaux marins restent à l'entrée du havre. Ils peuvent remonter jusqu'au pont de la Roque lors des grandes marées. Depuis peu, un arrêté préfectoral interdit la remontée de Sienne aux jet-skis, qui perturbent beaucoup les animaux sauvages. Les phoques font l'objet d'un suivi réalisé par l'association Avril en lien avec l'observatoire du Mont-Saint-Michel. Ce suivi permet de suivre l'évolution de leur population, de sensibiliser le public et de participer à leur protection.



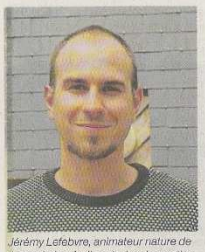
Catherine Lanneliére

**Ils étaient huit phoques, mardi 20 avril à se prélasser sur leur reposoir de la baie de Sienne. Très souvent présents dans le havre, les veaux marins goûtent le calme et la tranquillité.**

Ouest-France
Mercredi 18 août 2021

# Tout savoir sur les raies grâce à leurs œufs

Les raies sont des poissons cartilagineux de la famille des requins. Certaines vivent sur nos côtes. L'association coutançaise Avril organise des sorties pour repérer leurs œufs sur le littoral.



*Jérémy Lefebvre, animateur nature de l'association Avril, organise des sorties pour repérer les œufs de raies sur le littoral.* | PHOTO : OUEST-FRANCE

Entretien

**Jérémy Lefebvre,**
Animateur nature de l'association Avril (association d'éducation à l'environnement et au développement durable).

**Quelles raies trouve-t-on sur notre littoral ?**
Nous avons plusieurs espèces de raies sur nos côtes. Celles dont on trouve le plus fréquemment les œufs sur le rivage sont les raies brunettes. On peut aussi avoir des raies torpilles, raies lisses et raies pastenagues.

**Quelles tailles font-elles ?**
Les raies brunettes mesurent environ un mètre de long, queue comprise. Un peu plus grosses, les raies lisses font un mètre vingt. Beaucoup plus grandes, les raies manta ne vivent pas chez nous. Bien que la mer soit un milieu ouvert, il est toujours possible de voir des espèces qui ne vivent pas ici.

**Comment et combien de temps vivent-elles ?**
Les raies de notre littoral aiment la solitude. Elles sont toutefois plus grégaires pendant la période de reproduction. Leur maturité sexuelle varie entre 5 et 11 ans. Leur durée de vie est de vingt ans ou plus.

**Comment se reproduisent-elles ?**
Les femelles possèdent ce qu'on appelle une spermathèque. Elles peuvent conserver le sperme du mâle en elles. Suivant les espèces, elles pondent, comme les poules, entre quarante et cent cinquante œufs par an.

**À quoi reconnaît-on leurs œufs ?**
On peut facilement les reconnaître parce que chaque œuf est différent suivant l'espèce qui l'a pondu. On peut les classer en deux catégories, ceux où il y a des carènes latérales (une petite bordure) sur le côté et ceux qui n'en ont pas.

Après, on compare la taille et s'il y a des cornes ou pas. Sur nos côtes, nous retrouvons environ 90 % d'œufs de raies brunettes et 10 % de raies lisses. Lors des sorties, nous apprenons aux gens à essayer de les différencier.

**Où peut-on les observer ?**
Ça arrive d'en voir sur le littoral en descendant avec la marée sur l'estran.



*Sur les côtes de la Manche, 90 % des œufs de raies trouvés sur le littoral proviennent de raies brunettes* | PHOTO : DR

**L'association Avril est relais d'une autre association ?**
Nous sommes en effet relais de l'association bretonne Apecs (Association pour l'étude et la conservation des sélaciens). Elle a un programme qui s'intitule Capœra (pour Capsule œuf de raie). Ils en ont fait la collecte pendant plusieurs années. Jusqu'en 2016, des milliers de capsules leur étaient envoyées. Cette collecte va peut-être bientôt reprendre.

**Quand aura lieu la prochaine sortie sur la recherche d'œufs de raies ?**
Elle est programmée au mercredi 27 octobre. L'animation est gratuite et les inscriptions sont à faire auprès de l'association Avril, tél. 02 33 19 00 35 ; courriel : contact@associationavril.org

**Propos recueillis par Marc ANDERSSON.**

Ouest-France
7-8 août 2021

# Les espèces emblématiques du littoral Coutançais

Parmi les nombreuses espèces qu'on peut trouver dans le Coutançais, l'association Avril conseille comment observer, avec respect, les phoques et les hippocampes présents sur l'estran.

**« On a plusieurs individus de phoques veaux marins qui viennent se reposer sur le havre »**, débute Maxime Spagnole, médiateur de l'estran pour l'Association du recyclage et du développement local, Avril. Pour l'association d'éducation à l'environnement et au développement durable, il a appris à être très attentif à tous les habitants du Coutançais, spécifiquement ceux qui peuplent le Havre, le littoral et l'estran. **« Il y a une colonie de phoques veaux-marins à la Baie Saint-Michel. On suppose qu'ils font une pause au havre de la Sienne au retour de chasses, qui durent plusieurs jours. On les a vu aussi chasser le mulet. »**



*Le phoque veau marin.* (Photo : Archives Ouest-France)

## Apprendre des observations

Ces observations, il les compile dans la Vigie des Havres, un suivi qui permet de connaître la répartition spatiale et temporelle de l'espèce, qu'il affirmait. Le groupe de phoques est composé de cinq individus, mais jusqu'à neuf phoques ont été aperçus certaines fois. Quand on les observe, le médiateur précise qu'il faut bien rester à distance, ne pas crier, tenir son chien en laisse, ne pas aller le voir ou le toucher : **« Les femelles peuvent vite abandonner leurs petits si on s'approche trop. »** Cette distance est importante à respecter car lorsque le phoque se repose sur le sable, cela permet au phoque de produire de la graisse, utile à la période de reproduction et pendant l'hiver. Longtemps chassés, les phoques sont désormais protégés.

Depuis environ deux ans, l'association Avril a commencé à recenser la population d'hippocampe, très méconnue dans la Manche. **« Maintenant, on commence à comprendre comment les trouver »**, sourit Maxime. Lors des grandes marées, avec un fort coefficient, on peut en voir lorsque la mer se retire, sortir de leur cachette : **« on ne sait pas pourquoi ils viennent sur l'estran : est-ce parce qu'ils sont amenés par la marée, qu'ils viennent chercher de la nourriture ?**

Les médiateurs ne font que des hypothèses. Dans la Manche, il n'existe aucune étude sur leur répartition ou leur effectif. **« Actuellement, les seules études sont faites dans le sud de la France, sur les hippocampes qui vivent dans la lagune, or ici, c'est un milieu complètement différent ».**

### « Nous ne sommes pas seuls dans ce milieu »

Le syngnathe fait partie de la même famille que les hippocampes. Les syngnathidés, mais il a un corps allongé et horizontal. Chez cette espèce, le père récupère les ovules de la mère, et les porte sur le côté de son ventre. **« Après la reproduction, les petits sortent eux-mêmes des oeufs, alors que chez l'hippocampe, les petits sont éjectés de la poche »**, prévient le médiateur.

L'association partage ces observations et connaissances par des sorties dans la nature, aux périodes et moments favorables pour observer la faune du Coutançais. **« Notre but, c'est de savoir comment on peut observer cette biodiversité et de savoir aussi que l'on n'est pas les seuls dans ce milieu, qu'on doit la respecter »**, termine Maxime.

Floriane PADOAN

# Regnéville-sur-Mer Animateur nature, Jérémy Lefèbvre assure le suivi des phoques



Catherine Lamellière

**Qui êtes-vous ? Quelle est votre mission ?**

"Je suis animateur nature pour l'association AVRIL (association d'éducation à l'environnement et au développement durable) de Coutances depuis 2015. Préserver, veiller, observer, sensibiliser, c'est notre mission. Nos domaines d'intervention sont très larges : littoral, havre, bocage, eaux...Pour ma part, j'assure notamment le suivi des phoques présents dans les estuaires. Je suis chargé de leur comptage et de la vigie des havres."

**Que faites-vous dans la baie de Regnéville ?**

"Je pratique le suivi de la population de phoques 2 fois par mois, aidé par une dizaine de bénévoles qui signale leur présence, envoie des photos. 130 veaux marins et des phoques gris ont été observés à terre en 2020 dans la baie du Mont-Saint-Michel. Depuis 2018, nous les voyons dans le havre de la Sienne, principalement les veaux marins. Jusqu'à 9, certains jours. Il n'y a pas eu un mois en 2020 où ils n'ont pas été repérés. Le 1er mars nous organisons un comptage concerté avec l'observatoire du syndicat mixte de la baie du Mont-Saint-Michel afin d'évaluer leur population de manière plus précise."

**Quel est votre message ?**

"Les phoques sont surtout présents au printemps et à l'automne. Nous pensons qu'ils viennent à Regnéville principalement pour se reposer et se nourrir. Les promeneurs doivent être vigilants à ne pas les déranger, notamment avec des engins à moteur comme les jets ski ou du bruit excessif. Nous recommandons également de ne pas chercher à les approcher et de tenir les chiens en laisse. Ce site est protégé, la population de phoques est en augmentation partout en France, il faut préserver la faune en respectant le mode de vie des animaux."

# Les phoques du havre ont besoin d'un environnement calme

## Regnéville-sur-Mer

Environ 200 personnes ont assisté vendredi 9 décembre à la salle des fêtes à la conférence sur les phoques du havre organisée par la mairie de Regnéville-sur-Mer, l'association environnementale AVRIL, l'Office français de la biodiversité et le Groupe mammologique normand.

*"Nous avons une colonie d'une dizaine de phoques dans le havre et une naissance a même été enregistrée en juillet*, explique Philippe Bijault, maire-adjoint à la transition écologique. *C'est un indicateur de la qualité du milieu, nous devons faire de la pédagogie et organiser la cohabitation avec ces animaux !"*. Ces phoques veaux marins sont régulièrement visibles en toute saison sur les reposoirs de la pointe de Montmartin et de la Mielette. Ils font partie des 120 phoques resencés dans la baie du Mont-Saint-Michel. Les différents intervenants ont rappelé qu'ils faut respecter une distance de 300 mètres quand on souhaite les observer et qu'il ne faut pas chercher à s'en approcher davantage au risque de les faire fuir, et, pire encore, de voir les jeunes abandonnés avant le sevrage.



Dominique Kremp

**Des observateurs bénévoles ont présenté des vidéos de la naissance et des premières semaines du jeune phoque. S'il n'est pas dérangé et perturbé dans le havre, il s'y sédentarisera.**

La Manche Libre | 17 décembre 2022

12 mars 2022 | La Manche Libre

# Une sortie et une formation dans le havre de la Sienne

## Regnéville-sur-Mer

L'association AVRIL présentait son programme du "Mois des havres" de mars à la salle des mariages, lundi 21 février : des collectes de déchets à Gonneville, Blainville, Geffosses, Saint-Germain-sur-Ay et Agon, une sortie et une formation à Regnéville-sur-Mer.

Samedi 12 mars, ce sera une balade autour de la faune et la flore du havre de Sienne à la découverte des oiseaux, des phoques, de la laisse de mer et des vasières.

Tarifs 5 € adulte, 2,50 € adhérent adulte, gratuit - de 18 ans et adhérent demandeur d'emploi et adhérent étudiant. Rendez-vous à 14 h 30 devant la boulangerie de Regnéville-sur-Mer. Renseignements et réservation obligatoire au 02 33 19 00 35.

Par ailleurs, AVRIL suit également de très près l'évolution de la population des phoques notamment en baie de la Sienne. Ce suivi se fait en lien avec le syndicat mixte de la Baie du Mont-Saint-Michel.

De ce fait, elle organise une formation de suivi des phoques dans le havre de la Sienne, le jeudi 17 mars à 10 h. Rendez-vous devant la boulangerie.



Catherine Lamellière

**Ce jeune phoque photographié en 2019 par un "suiveur de phoques" a été ré-identifié grâce à sa blessure au-dessus de l'oeil à l'été 2021 dans le havre de la Sienne.**

# Phoques : une population en hausse

**Regnéville-sur-Mer**

En 2018, l'association AVRIL a créé un suivi des phoques sur le littoral coutançais.

Il s'inscrit dans la démarche de Vigie des Havres qui a pour objectif de collecter les événements importants du littoral du havre de Geffosses au havre de Saint-Martin-de-Bréhal et de relayer les informations aux structures compétentes afin de renforcer la connaissance du littoral.

## Un comptage et un observatoire

Les bénévoles qui participent à ce comptage envoient ainsi le résultat de leurs observations régulièrement à Vigie des Havres en lien avec le Syndicat Mixte Baie du Mont-Saint-Michel. Une centaine de phoques vit dans la baie du Mont-Saint-Michel, une population en augmentation constante.

Mercredi 19 janvier, une petite dizaine de bénévoles s'est retrouvée à Regnéville-sur-Mer, puis à la pointe de Montmartin-sur-Mer pour effectuer un comptage et une observation de phoques veaux marins, accompagnée de Jérémy Lefebvre, animateur à AVRIL.

La petite équipe a pu en dénombrer 4 et a également observé bernaches cravants et tadornes de Belon.



Catherine Lamellière

Françoise Lemaréchal, Catherine Lafaivre, Catherine Lemoine, Christophe Dupont et Jérémy Lefèbvre, animateur à AVRIL ont participé à un comptage de phoques dans le havre de la Sienne.