Suivi et cartographie des principaux habitats de la Baie des Veys

Elodie Ollivier, Andréa Lemoine, Olivier Timsit

Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
NORMANDIE

RÉGION NORMANDIE

eau seine NORMANDIE
Agence de l'eau

Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin

Réserve Naturelle DOMAINE DE BEAUGUILLOT

Rapport final

Action 2021

GEMEL NORMANDIE

GEMEL-Normandie
Novembre 2022

PARTICIPANTS AU PROJET

GEMEL-Normandie

Chargé(e)s de missions : Andréa LEMOINE, Elodie OLLIVIER, Olivier TIMSIT

Technicien : Erwan AUBLET

REDACTION

GEMEL-Normandie

Elodie OLLIVIER, Andréa LEMOINE, Olivier TIMSIT

CONTACT

GEMEL-Normandie

Station Marine - CREC

54 rue du Docteur Charcot

14 530 Luc-sur-Mer

+33 (0)2.31.36.22.29

bureau@gemel-normandie.org

TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION **1**
I.1 La Baie des Veys **1**
I.2 Le suivi des habitats biomorphosédimentaires intertidaux de la Baie des Veys **1**
II. MATERIELS ET METHODES **2**
II.1 Sites d'étude **2**
II.2 Echantillonnage **4**
II.3 Analyses des données et cartographie **6**
II.3.1 Sédiment 6
II.3.2 II.3.b) Description et structure des communautés 6
II.3.3 Caractérisation des habitats 7
III. RESULTATS **8**
III.1 Description sédimentaire **8**
III.1.1 Granulométrie 8
III.1.2 Matière organique 11
III.2 Macrofaune benthique **11**
III.2.1 Description interannuelle à l'échelle de la Baie des Veys 11
III.2.2 Description à l'échelle de la station 12
IV. DISCUSSION **33**
IV.1 Evolution de quelques espèces caractéristiques de la Baie des Veys **33**
IV.2 Caractérisation des habitats EUNIS en 2021 ..... **33**
IV.3 Actualisation de la cartographie **36**
V. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES **39**
VI. BIBLIOGRAPHIE **40**
VII. ANNEXE **42**

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des principaux faciès biomorphosédimentaires de la Baie des Veys et positions des stations de suivi correspondantes d'après les résultats de 2012 (Hacquebart et al., 2014). La typologie utilisée pour les habitats correspond au référentiel européen EUNIS 2004. 3

Figure 2 : Plan d'échantillonnage protocole (Garcia *et al.,* 2014) 4

Figure 3 : Prélèvement de macrofaune benthique sur le terrain avant identification taxonomique au laboratoire du GEMEL-Normandie. 5

Figure 4 : Prélèvement de sédiment sur le terrain et détermination des caractéristiques granulométriques et de la teneur en matière organique au laboratoire du GEMEL-Normandie. 6

Figure 5 : Classification de Folk utilisé dans le package G2Sd (Long, 2006). 8

Figure 6 : Classes granulométriques des prélèvements des habitats élémentaires de la Baie des Veys de 2016 à 2021, selon Folk. 9

Figure 7 : Richesse taxonomique moyenne (à gauche) et abondances moyennes pour 0,03 m² (à droite) pour l'année 2021 13

Figure 8 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'abondance totale de 2016 à 2021 sur la station BDV1. 16

Figure 9 : Evolution des espèces caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal » sur la station BDV1. 17

Figure 10 : Evolution des espèces d'amphipodes et de mollusques caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale » sur la station BDV1. 18

Figure 11 : Evolution des espèces d'annélides caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp.* dans de la vase sablo-graveleuse intertidale » sur la station BDV1. 18

Figure 12 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'abondance totale de 2016 à 2021 sur la station BDV2. 19

Figure 13 : Evolution des espèces de mollusques caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.312 - *Hediste diversicolor* et *Macoma balthica* dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV2. 20

Figure 14 : Evolution des espèces d'annelides caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.312 - *Hediste diversicolor* et *Macoma balthica* dans du sable vaseux intertidal" sur la station BDV2. 20

Figure 15 : Evolution des espèces de mollusques caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV2. 21

Figure 16 : Evolution des espèces d'annélides caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV2. 22

Figure 17 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'abondance totale de 2016 à 2021 sur la station BDV3. 23

Figure 18 : Evolution des espèces d'amphipodes et de mollusques caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » sur la station BDV3. 24

Figure 19 : Evolution des autres espèces caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » sur la station BDV3. 24

Figure 20 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'abondance totale de 2016 à 202 sur la

station BDV4. 25

Figure 21 : Evolution des espèces caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal » sur la station BDV4. 26

Figure 22 : Evolution des espèces d'amphipodes et de mollusques caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.242 - Cerastoderma edule et polychètes dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV4. 27

Figure 23 : Evolution des espèces d'annélides caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.242 - *Cerastoderma edule* et polychètes dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV4.. 27

Figure 24 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'abondance totale de 2016 à 2021 sur la station BDV5. 28

Figure 25 : Evolution des espèces caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.242 - Cerastoderma edule et polychètes dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV5. 29

Figure 26 : Evolution des abondances relatives espèces caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.2313 - Sable fin intertidal dominé par Nephtys cirrosa » sur la station BDV5. 30

Figure 27 : Evolution des espèces d'amphipodes caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » sur la station BDV5. 31

Figure 28 : Evolution des espèces d'annélides caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » sur la station BDV5. 31

Figure 29 : Evolution des espèces de mollusques et d'échinodermes caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » sur la station BDV5. 32

Figure 30 : Cartographie des habitats EUNIS à l'échelle de la Baie des Veys en 2021, adaptée de la cartographie 2017 (Baffreau *et al.*, 2018a et 2018b) 38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Equivalence entre les différentes versions de la typologie des habitats EUNIS et intitulés complets. 3

Tableau 2 : Date d'échantillonnage des stations suivis pour la cartographie des habitats de la Baie des Veys. 4

Tableau 3 : Coordonnées GPS des sous-stations en degrés décimaux en WGS84. 5

Tableau 4 : Classification des espèces selon leur fréquence d'occurrence, d'après Dajoz (1982) 7

Tableau 5 : Textures sédimentaires des prélèvements des habitats élémentaires de la Baie des Veys entre 2016 et 2021. Le code couleur correspond au diagramme de Folk. 10

Tableau 6 : Teneurs en matière organique des prélèvements des habitats élémentaires de la Baie des Veys entre 2016 et 2021. 11

Tableau 7 : Nombre d'individus (abondance totale) et nombre de taxons (richesse taxonomique) dénombrés sur 45 réplicats de 0,029m² de 2016 à 2021. 11

Tableau 8 : Richesses taxonomiques totales par station (9 réplicats) de 2016 à 2021. En gras : richesse taxonomique maximale observée pour chaque station. 12

Tableau 9 : Abondances totales par station (9 réplicats) de 2016 à 2021. En gras : abondance maximale observée pour chaque station. 13

Tableau 10 : Richesses taxonomiques moyennes par station de 2016 à 2021. 14

Tableau 11 : Abondances moyennes par station de 2016 à 2021. 14

Tableau 12 : Abondances moyennes par station (9 réplicats) et fréquence d'occurrence (f.o.) pour les 5 stations pour les 30 taxons observés dans au moins 2 des stations. Les taxons en rouge représentent 90 % de la contribution totale pour les abondances. 15

Tableau 13 : Evolution des habitats EUNIS par station. 36

Tableau 14 : Equivalence entre les différentes versions de la typologie des habitats EUNIS et intitulé complet. 38

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 – Autorités des taxa observés en Baie des Veys

I. INTRODUCTION

I.1 La Baie des Veys

La Baie des Veys a une surface totale (incluant les prés salés) de 4700 hectares. Elle s'étend en domaine marin sur 7 km du nord au sud et jusqu'à 5,8 km dans sa plus grande largeur. Frontière naturelle entre le Cotentin et le Bessin, elle est l'estuaire de quatre cours d'eau : l'Aure, la Vire, la Taute et la Douve. Le régime de marée est dit macrotidal avec un marnage de l'ordre de 7 mètres. Le mélange des eaux douces et salées et l'importante sédimentation sont à l'origine d'un écosystème très productif, source d'une alimentation riche pour la faune.

Les invertébrés marins vivant en relation avec le substrat constituent la macrofaune benthique. Leur étude permet le suivi de la qualité environnementale, les changements globaux, l'évolution du trait de côte, les ressources alimentaires des oiseaux, des poissons, des stocks de pêche, la conservation d'habitats naturels. Leur répartition dans les estuaires est liée à l'évolution du milieu.

La Baie des Veys est un site reconnu à divers titres (Natura 2000, Directives Habitats et Oiseaux, RAMSAR, OSPAR, ZNIEFF de types I et II) pour sa grande valeur patrimoniale (faune, flore et habitats naturels exceptionnels). Elle intègre également plusieurs espaces naturels protégés comme le Domaine de Beauguillot, les Polders de la Pointe de Brévands, les Polders de Sainte-Marie-du-Mont et les Dunes d'Utah-Beach.

I.2 Le suivi des habitats biomorphosédimentaires intertidaux de la Baie des Veys

L'Association Claude Hettier de Boislambert (ACHB), alors gestionnaire de la Réserve Naturelle Nationale du Domaine de Beauguillot (RNNDB) et le Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux de Normandie (GEMEL-N) ont passé en 2008 une convention relative à la mise en place d'une étude de l'évolution des habitats biomorphosédimentaires intertidaux de la Baie des Veys pendant trois ans.

Suite aux premiers résultats obtenus, cette convention a été renouvelée pour une période de trois ans supplémentaires. Cette seconde convention achevée, l'opération a été maintenue pendant une année avec plusieurs actions et autant de montages financiers correspondants. L'opération proposée dans le présent document vise à la reprise de la production de données dans le cadre du suivi entamé en 2021 à l'échelle de trois ans (2019-2021).

L'objectif de cette veille littorale est d'étudier sur le long terme l'évolution des principales ressources trophiques des limicoles côtiers, constituées par les communautés d'invertébrés benthiques intertidaux associés aux substrats meubles en Baie des Veys. À terme, cette étude permettra de caractériser et de mesurer l'évolution des habitats situés sur la partie non végétalisée de l'estran de la baie en prenant en compte les invertébrés et sédiments associés. Le protocole mis en place est reproductible pour permettre d'acquérir des informations à long terme et de comparer les données observées.

Ainsi, cette démarche complète le suivi existant des limicoles côtiers de la baie en s'intéressant d'une part à l'évolution des principaux habitats et d'autre part à leurs ressources alimentaires. Ce projet s'intègre donc dans une approche de la baie, prenant en compte l'aspect dynamique du système et les interactions entre différents compartiments biologiques et physiques du système.

Ce protocole, issu d'une réflexion menée au sein de l'Observatoire du Patrimoine Naturel Littoral développé par Réserves Naturelles de France (RNF), est actuellement appliqué, de façon standardisée sur une dizaine de sites intertidaux du littoral Manche-Atlantique (Caillot & Hacquebart, 2012). Les résultats des trois premières années de suivi ont été intégrés à la réflexion

inter-sites actuellement menée par ce réseau. Cette démarche en réseau complète la présente étude en replaçant les résultats obtenus dans un contexte Manche-Atlantique qui devrait peu à peu s'étendre à l'échelle nationale.

La présente étude montre l'évolution des habitats génériques de la Baie des Veys pour l'année 2021 ainsi qu'une comparaison aux années antérieures (2016-2020).

II. MATERIELS ET METHODES

II.1 Sites d'étude

Sur la base des connaissances des habitats intertidaux de la Baie de Veys et de leur évolution, le GEMEL-Normandie a sélectionné 5 grands habitats génériques à suivre à la mise en place du suivi (Figure 1). Ces habitats représentent les principales zones d'alimentation des limicoles côtiers. Ils sont situés dans les zones de la baie les plus stables et les moins sujettes à modifications.

Pour chaque habitat, une station a été positionnée et suivie :

- Les stations BDV1 et BDV2 correspondent respectivement à une vasière en voie d'ensablement et à une vasière. Ces milieux sont oligospécifiques et les espèces rencontrées peuvent présenter des abondances fortes.
- La station BDV3 correspond à un habitat de sable fin homogène, principalement colonisé par des Crustacés Amphipodes.
- La station BDV4 correspond à un sédiment sableux envasé à proximité des structures conchylicoles. Les espèces fréquemment rencontrées sont l'Annélide Polychète *Scoloplos armiger* et le Crustacé Amphipode *Urothoe poseidonis* d'après les données les plus récentes (BRANCH, 2007).
- La station BDV5 correspond à un sédiment sableux plus coquillier généralement peuplé de Crustacés Amphipodes.

La dernière cartographie des habitats élémentaires est issue des travaux de 2014 (Hacquebart *et al.,* 2014) (Figure 1 ; Tableau 1).

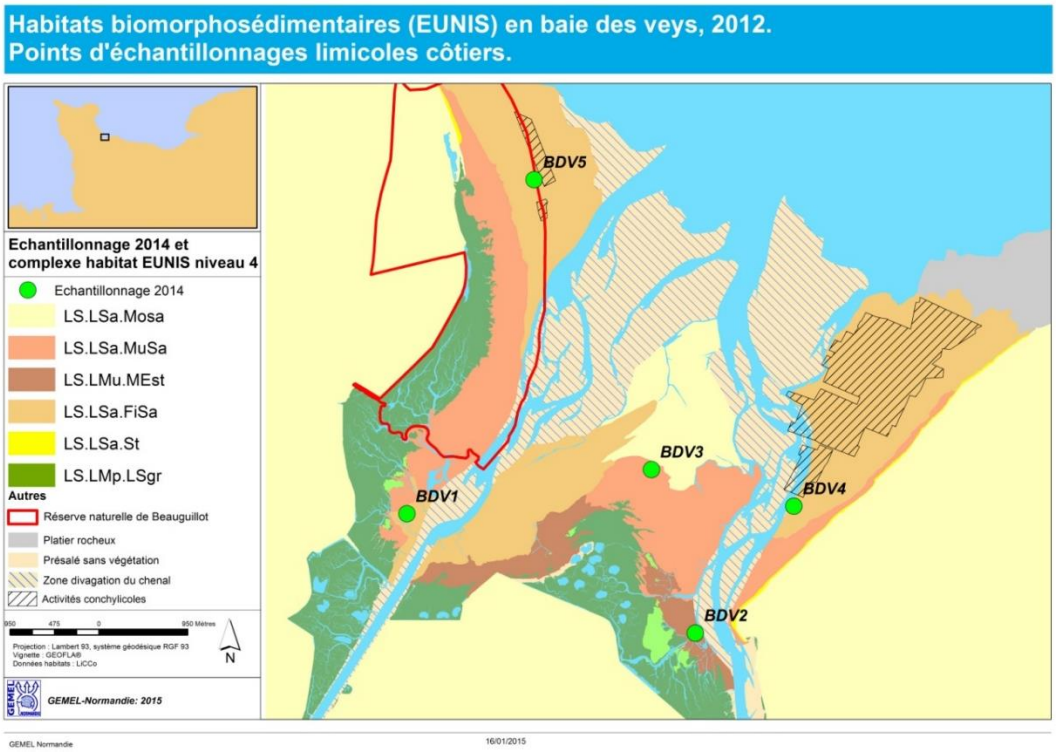

Figure 1 : Localisation des principaux faciès biomorphosédimentaires de la Baie des Veys et positions des stations de suivi correspondantes d'après les résultats de 2012 (Hacquebart et al., 2014). La typologie utilisée pour les habitats correspond au référentiel européen EUNIS 2004.

Tableau 1 : Equivalence entre les différentes versions de la typologie des habitats EUNIS et intitulés complets.

Habitat EUNIS 2004	Habitat EUNIS 2018	Intitulé complet en français
LS.LSa.FiSa	A2.23	Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes
LS.LSa.MuSa	A2.24	Estrans de sable vaseux dominés par des polychètes ou des bivalves
LS.LSa.MoSa	A2.22	Estrans de sable mobile, stérile ou dominé par des amphipodes
LS.LSa.St	A2.21	Laisse de mer
LS.LMu.MEst	A2.31	Estrans vaseux de la partie moyenne des estuaires dominés par des polychètes ou des bivalves
LS.LMp.LSgr	A2.61	Herbiers de phanérogames marines sur sédiments intertidaux

II.2 Echantillonnage

Les cinq stations ont été échantillonnées les 4 et 5 novembre 2021 (Figure 1 ; Tableau 2).

Tableau 2 : Date d'échantillonnage des stations suivis pour la cartographie des habitats de la Baie des Veys.

Station	*Date*	*Coefficient*
BDV1	04/11/2021	102, BM 16h24 (Grandcamp)
BDV2	05/11/2021	108, BM 17h09 (Grandcamp)
BDV3	05/11/2021	108, BM 17h09 (Grandcamp)
BDV4	04/11/2021	102, BM 16h24 (Grandcamp)
BDV5	04/11/2021	102, BM 16h24 (Grandcamp)

L'échantillonnage est réalisé selon le protocole en vigueur dans le cadre du contrôle de surveillance DCE (Garcia *et al*., 2014). Chaque station possède trois sous-stations nommées de A à C, sur lesquelles sont effectués trois prélèvements, soit un total de neuf réplicats par lieu (Figure 2). Les prélèvements destinés à l'analyse des paramètres sédimentaires (granulométrie et teneur en matière organique totale) sont réalisés indépendamment de ceux destinés à l'étude de la macrofaune benthique. Les coordonnées des sous-stations sont indiquées dans le Tableau 3.

Afin de préserver l'intégrité de l'échantillon, un prélèvement indépendant est réalisé pour chaque paramètre sédimentaire (GR et MO), au sein de chaque passage (A, B et C) (Figure 2).

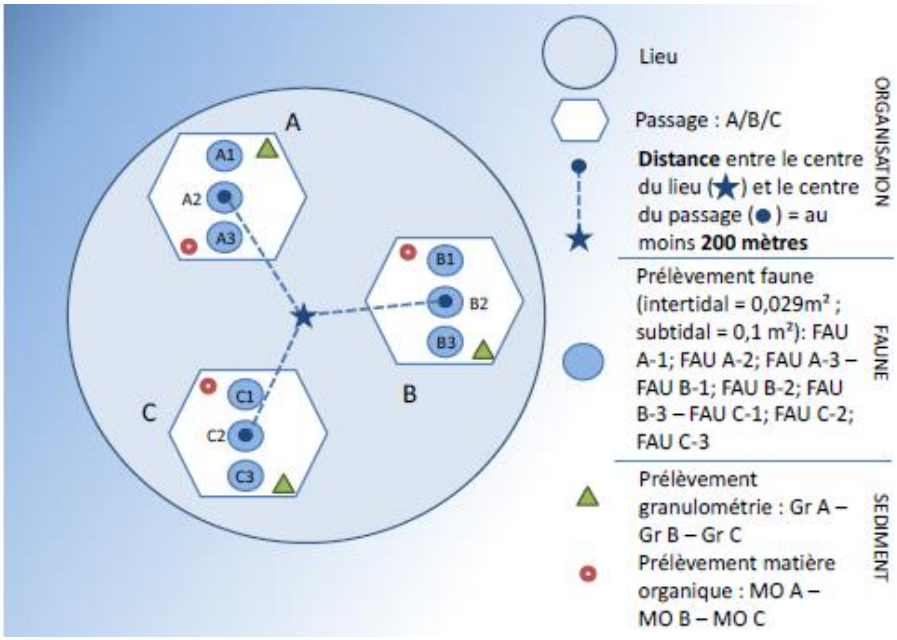

Figure 2 : Plan d'échantillonnage protocole (Garcia *et al.*, 2014)

Les prélèvements de macrofaune benthique sont effectués à l'aide d'un carottier à main en PVC de diamètre interne 192,2 mm (soit une surface unitaire de 0,029 m²) et enfoncé jusqu'à 20 cm de profondeur dans le sédiment (Figure 3). La carotte est tamisée sur 1 mm et le refus de tamis est conditionné dans un flacon étanche. Au laboratoire, chaque échantillon, conservé dans une solution de formaldéhyde à 4 %, sera rincé à l'eau douce. Les individus de faune sont triés et conservés dans une solution d'éthanol à 70 % pour être identifiés et comptés à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un microscope en fonction de leur taille. Chaque individu est identifié jusqu'au plus bas niveau taxonomique possible. Les noms des taxons présentés dans ce rapport sont issus de la classification officielle du WOrld Register of Marine Species (Wo.R.M.S.) qui est la référence nationale et mondiale actuelle.

Tableau 3 : Coordonnées GPS des sous-stations en degrés décimaux en WGS84.

Sous-station	*Longitude (WGS84)*	*Latitude (WGS84)*
BDV1A	49,367550	-1,168883
BDV1B	49,367201	-1,170163
BDV1C	49,366992	-1,168798
BDV2A	49,357533	-1,125533
BDV2B	49,357198	-1,126828
BDV3A	49,373350	-1,135228
BDV3B	49,372530	-1,134486
BDV3C	49,373033	-1,133267
BDV4A	49,370107	-1,111238
BDV4B	49,369531	-1,111590
BDV4C	49,369506	-1,110200
BDV5A	49,400300	-1,152750
BDV5B	49,399632	-1,153687
BDV5C	49,399493	-1,152316

Figure 3 : Prélèvement de macrofaune benthique sur le terrain avant identification taxonomique au laboratoire du GEMEL-Normandie.

Les prélèvements destinés à l'analyse des paramètres sédimentaires sont réalisés à l'aide d'un carottier à piston de chasse (hauteur : 26,5cm, gradué à 5cm ; diamètre : 4,1cm) enfoncé à 5 cm de profondeur, dans une zone non perturbée par le passage des opérateurs. Les carottes de sédiment sont stockées dans des flacons étiquetés. Au laboratoire, les échantillons de granulométrie et de matière organique sont traités en suivant le protocole DCE Garcia *et al.,* (2014) (Figure 4).

Figure 4 : Prélèvement de sédiment sur le terrain et détermination des caractéristiques granulométriques et de la teneur en matière organique au laboratoire du GEMEL-Normandie.

II.3 Analyses des données et cartographie

II.3.1 Sédiment

Le traitement des données granulométriques a été réalisé à l'aide du package R G2Sd (Gallon & Fournier, 2015) basé sur la classification de Folk (1954). Celui-ci fournit les proportions des types de particules selon les stations, des histogrammes de fréquence de taille de grains ainsi que les données statistiques associées. Cette caractérisation de texture du sédiment est utilisée dans la description des habitats EUNIS.

Les différences de pesées faites avant et après calcination permettent de calculer le taux de matière organique (MO) en pourcentage (%), dégradée pour chaque station.

II.3.2 II.3.b) Description et structure des communautés

L'analyse des données faunistiques a été réalisée avec le logiciel R version 4.1.1 à l'aide des packages : `ggplot2` (Wickham, 2009), `labdsv` (Roberts, 2016) et `vegan` (Oksanen et al, 2017).

II.3.2.1 Richesse taxonomique

La diversité a été étudiée au travers du paramètre Richesse Taxinomique totale (RT). Nous ne

parlerons pas ici de richesse spécifique car l'état actuel des connaissances et la conservation de certains individus ne permettent pas systématiquement une identification au niveau spécifique. Certains groupes tels que les némertes et les oligochètes ne sont généralement pas identifiés à l'espèce dans le cadre d'une étude de peuplements macrozoobenthiques classique pour des raisons techniques. En effet, l'identification des espèces de ces groupes est un travail de spécialiste et apporte peu d'informations dans le cadre d'une étude de peuplements macrozoobenthiques. D'autre part, certains individus n'ont pu faire l'objet d'une détermination au genre ou à l'espèce en raison de leur état de détérioration comme certains hydrozoaires, vers annélides de la famille des capitellidés ou encore crustacés. Pour cela nous utilisons la diversité taxonomique observée et non la diversité spécifique. Par la suite nous emploierons par abus de langage les termes espèce et spécifique en lieu et place des termes taxon et taxonomique.

II.3.2.2 Abondance relative et fréquence d'occurrence

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

L'abondance relative d'une espèce correspond au rapport du nombre des individus de cette même espèce au nombre total des individus toutes espèces confondues (%). Elle renseigne sur l'importance de chaque espèce par rapport à l'ensemble des espèces présentes.

$$Abondance\ relative\ (\%) = \frac{ni}{N} \times 100$$

ni : Nombre d'individus de l'espèce rencontrée.
N : Nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

La fréquence d'occurrence est le degré de fréquence avec lequel une espèce d'une biocénose donnée se rencontre dans les échantillons de cette dernière. Elle est calculée par le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (Pa) au nombre total de relevés (P), exprimée en pourcentage.

$$Fréquence\ d'occurence\ (\%) = \frac{Pa}{P} \times 100$$

Pa : nombre total de prélèvements contenant l'espèce prise considérée.
P : nombre total de prélèvements réalisés.

Selon Dajoz (1982), les espèces peuvent être classées en différentes catégories selon la valeur de la fréquence d'occurrence (Tableau 4).

Tableau 4 : Classification des espèces selon leur fréquence d'occurrence, d'après Dajoz (1982)

F < 5%	5 % < F < 25 %	25 % < F < 50 %	50 % < F < 75 %	75 % < F < 100 %	F = 100 %
Espèce rare	Espèce accidentelle	Espèce accessoire	Espèce régulière	Espèce constante	Espèce omniprésente

II.3.3 Caractérisation des habitats

Les résultats des analyses granulométriques et la composition faunistique des stations échantillonnées permettent de caractériser les sites d'étude. Le Système d'Information Européen sur la Nature (EUNIS) permet la classification des habitats naturels, semi-naturels et anthropiques des secteurs terrestres et marins d'Europe. Cette classification a été développée afin d'harmoniser la collecte des données à l'échelle de l'Europe et d'atténuer les différences d'interprétation entre les utilisateurs. Les habitats sont ainsi classés en fonction de leurs caractéristiques granulométriques et des espèces faunistiques et floristiques présentes.

III. RESULTATS

III.1 Description sédimentaire

III.1.1 Granulométrie

Le traitement des données granulométriques des stations a été réalisé à l'aide du package R G2Sd (Gallon & Fournier, 2015) basé sur la classification de Folk (1954) (Figure 5). En 2016, la sous-station BDV5A, et en 2017, la sous-station BDV2C, présentaient des anomalies et n'ont pas été pris en compte dans les analyses.

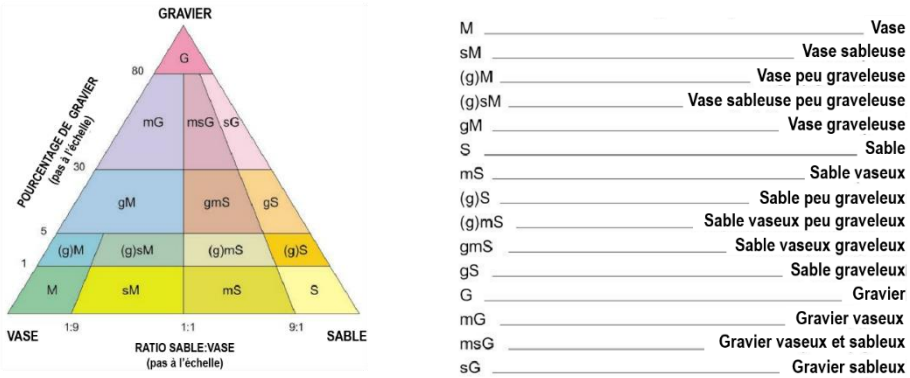

Figure 5 : Classification de Folk utilisé dans le package G2Sd (Long, 2006).

La Baie des Veys présente principalement des stations avec des sables fins à très fins (Figure 6 ; Tableau 5). Les fractions fines (vases) diminuent entre 2018 et 2019 pour l'ensemble des stations et augmentent entre 2019 et 2020 sur certains réplicats (BDV2C, BDV4A, BDV4B, BDV4C). On observe également une diminution des fractions grossières sur les stations BDV1, BDV2 et BDV3.

En 2021 la station BDV1 est caractérisée par des sables et des sables graveleux. La fraction vaseuse et graveleuse oscille depuis 2016.

La station BDV2 est hétérogène au niveau des sous-stations en 2021 et est caractérisée par des sables, sables peu graveleux et sables vaseux graveleux. Par rapport à 2016, une augmentation des fractions fines et de sables a été observée.

La station BDV3 est caractérisée en 2021 par des sables peu graveleux, comme depuis 2016, hormis en 2018 et 2019 où une augmentation de la fraction sableuse a été observée.

La station BDV4 est caractérisée par des sables peu graveleux et des sables vaseux peu graveleux. Une diminution de la fraction grossière a été observée par rapport à 2016.

La station BDV5 est caractérisée par des sables peu graveleux et ne présente aucun changement entre 2016 et 2021.

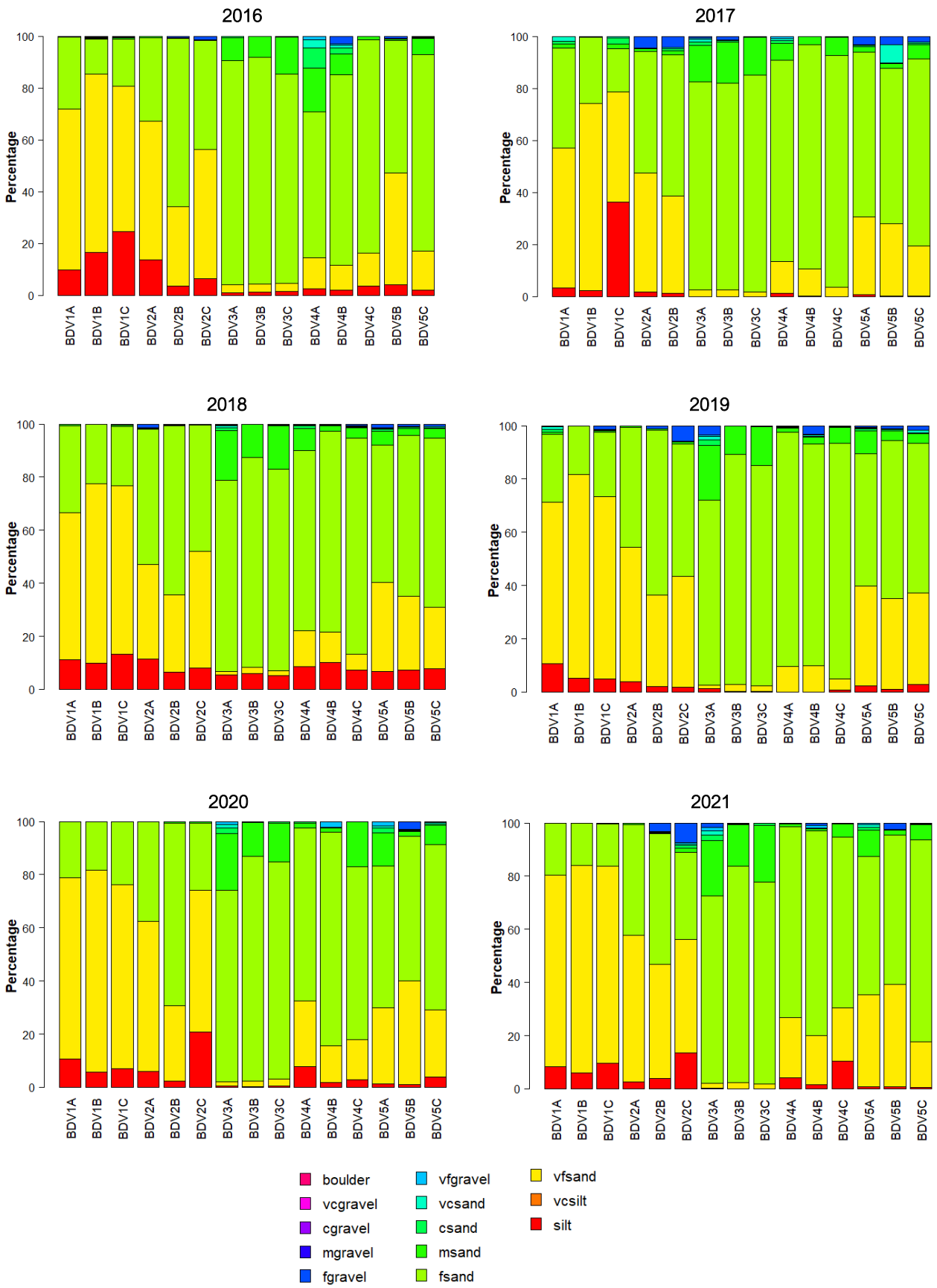

Figure 6 : Classes granulométriques des prélèvements des habitats élémentaires de la Baie des Veys de 2016 à 2021, selon Folk.

Tableau 5 : Textures sédimentaires des prélèvements des habitats élémentaires de la Baie des Veys entre 2016 et 2021. Le code couleur correspond au diagramme de Folk.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BDV1A	Sable	Sable peu graveleux	Sable vaseux	Sable vaseux peu graveleux	Sable vaseux	Sable
BDV1B	Sable vaseux peu graveleux	Sable	Sable peu graveleux	Sable	Sable	Sable
BDV1C	Sable vaseux peu graveleux	Sable vaseux	Sable vaseux peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable	Sable peu graveleux
BDV2A	Sable vaseux peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable vaseux peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable	Sable
BDV2B	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux
BDV2C	Sable peu graveleux	-	Sable	Sable graveleux	Sable vaseux peu graveleux	Sable vaseux graveleux
BDV3A	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux
BDV3B	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable	Sable	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux
BDV3C	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux
BDV4A	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux
BDV4B	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable vaseux peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux
BDV4C	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable	Sable vaseux peu graveleux
BDV5A	-	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux
BDV5B	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux
BDV5C	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux	Sable peu graveleux

III.1.2 Matière organique

Entre 2016 et 2021, les teneurs en matière organique présentent des variations interannuelles qui peuvent être expliquées par les fortes contraintes hydrodynamiques de la Baie des Veys (Tableau 6).

En 2021, les taux de matières organiques de l'ensemble des stations ont augmenté par rapport à 2020 excepté pour la station BDV5 pour laquelle les taux de matières organiques sont stables ($MO_{2020} = MO_{2021} = 0,66$ %).

Le taux de matière organique diminue entre 2019 et 2020 puis réaugmente en 2021 pour les stations BDV1 (MO_{2020} : 0,86 % < MO_{2021} : 1,16 %), BDV 3 (MO_{2020} : 0,45 % < MO_{2021} : 0,59 %) et BDV4 (MO_{2020}: 0,71 % < MO_{2021} : 0,96 %). La BDV2 présente des teneurs en matières organiques qui augmentent depuis 2019 (MO_{2019} : 0,85 % < MO_{2020} : 0,94 % < MO_{2021} : 1,21 %). Par rapport à 2019, les taux de matière organique de la BDV 5 diminue (MO_{2019} : 0,75% > MO_{2021} : 0,66 %).

Les stations BDV1 et BDV2 sont celles présentant les taux de matière organique les plus importants et celles qui présentent les plus grandes variations depuis 2016. La station BDV3 présente les taux de matière organique les plus faibles des 5 stations étudiées. Les taux de matières organiques sont plus homogènes pour la station BDV5 entre 2016 et 2021.

Tableau 6 : Teneurs en matière organique des prélèvements des habitats élémentaires de la Baie des Veys entre 2016 et 2021.

Matière Organique	*BDV1*	*BDV2*	*BDV3*	*BDV4*	*BDV5*
2016	1,19 %	0,97 %	0,57 %	0,75 %	0,67 %
2017	1,44 %	0,77 %	0,74 %	0,60 %	0,78 %
2018	0,80 %	0,55 %	0,44 %	0,79 %	0,75 %
2019	1,06 %	0,85 %	0,50 %	0,72 %	0,75 %
2020	0,86 %	0,94 %	0,45 %	0,71 %	0,66 %
2021	1,16 %	1,21 %	0,59 %	0,93 %	0,66 %

III.2 Macrofaune benthique

L'autorité de chaque taxon est indiquée en Annexe 1.

III.2.1 Description interannuelle à l'échelle de la Baie des Veys

Au total, sur les 45 réplicats (5 stations à 9 réplicats), 2165 individus et 59 taxons ont été identifiés et dénombrés en 2021. Des variations interannuelles sont observées entre 2016 et 2021. Une diminution du nombre d'individus et du nombre de taxons est observée par rapport à 2016, passant de 3969 individus et 70 taxons à 2968 individus et 59 taxons en 2021 (Tableau 7).

Tableau 7 : Nombre d'individus (abondance totale) et nombre de taxons (richesse taxonomique) dénombrés sur 45 réplicats de 0,029m² de 2016 à 2021.

	Abondance totale	*Richesse taxonomique*
2016	3969	70
2017	3316	50
2018	3344	69
2019	2291	52
2020	2968	55
2021	2165	59

III.2.2 Description à l'échelle de la station

III.2.2.1 Abondance et richesse taxonomique totales

La richesse taxonomique totale est maximale en 2016 pour l'ensemble des stations (RT ≥ 33), excepté pour les stations BDV3 et BDV4 où elle est maximale en 2018 (RT_{BDV3} : 24 ; RT_{BDV4} : 33) (Tableau 8).

La richesse taxonomique des stations BDV1, BDV2 et BDV3 oscille et est du même ordre de grandeur entre 2019 et 2021. Depuis 2019, la richesse taxonomique augmente pour les stations BDV4 et BDV5. Elle passe de 16 à 24 taxa pour la station BDV4 (RS_{2019} : 16 < RS_{2021} : 24) et de 16 à 31 taxa pour la station BDV 5 (RS_{2019} : 16 < RS_{2021} : 31).

La station BDV1 est la plus riche en termes de richesse taxonomique entre 2016 et 2020. A partir de 2020, la station BDV5 a des richesses taxonomiques les plus élevées. Depuis 2016, la station BDV3 est la plus pauvre en termes de richesse taxonomique (Tableau 8).

Tableau 8 : Richesses taxonomiques totales par station (9 réplicats) de 2016 à 2021. En gras : richesse taxonomique maximale observée pour chaque station.

	BDV1	*BDV2*	*BDV3*	*BDV4*	*BDV5*
2016	**44**	**37**	19	24	**33**
2017	27	22	11	19	21
2018	37	26	**24**	**33**	31
2019	29	24	14	16	16
2020	26	24	16	17	26
2021	27	23	13	24	31

Des variations d'abondances entre les stations au cours des années sont observées (Tableau 9).

La station BDV1 présente une abondance la plus faible depuis 2016, avec une abondance totale de 468 individus en 2021 alors qu'elle est maximale en 2020 avec 1572 individus. Une diminution de l'abondance totale est également observée entre 2020 et 2021 pour la station BDV2, elle passe de 887 à 596 individus. Elle est cependant dans les mêmes ordres de grandeur que l'abondance moyenne (655 ± 358 individus), qui a été déterminée à partir des abondances observées entre 2016 et 2021.

La station BDV3 est la plus faible en termes d'abondance en 2021 (125 individus), comme depuis 2017. Sur cette station, les abondances augmentent depuis 2019 (Ab_{2019} : 59 < Ab_{2021} : 125). L'abondance totale observée en 2021 est proche de l'abondance moyenne (148 ± 131 individus). Les abondances augmentent également depuis 2019 pour la station BDV4 (Ab_{2019} : 73 < Ab_{2021} : 638). En 2021 la station présente des abondances plus élevées par rapport à la moyenne (366 ± 274 individus) et est la plus riche par rapport aux autres stations.

L'abondance de la station BDV5 augmente légèrement entre 2020 et 2021 (Ab_{2020} : 300 < Ab_{2021} : 338) et est plus élevée que la moyenne (737 ± 507 individus).

Depuis 2017, la station BDV3 est la moins riche en termes de richesse taxonomique et d'abondances totales (Tableau 8 ; Tableau 9). Cependant, les stations présentant le plus grand nombre de taxons ne sont pas forcément celles présentant les plus grandes abondances totales.

Tableau 9 : Abondances totales par station (9 réplicats) de 2016 à 2021. En gras : abondance maximale observée pour chaque station.

	BDV1	*BDV2*	*BDV3*	*BDV4*	*BDV5*	*Total*
2016	1406	**1211**	**412**	264	676	3969
2017	1213	430	109	**752**	812	3316
2018	1031	182	104	337	**1690**	3344
2019	933	623	59	73	603	2291
2020	**1572**	887	78	131	300	2968
2021	468	596	125	638	338	2165
Moyenne ± ET	1103 ± 390	655 ± 358	148 ± 131	366 ± 274	737 ± 507	×

III.2.2.2 Abondance et richesse taxonomique moyennes

Les stations BDV1 et BDV2 sont celles qui présentent la plus grande richesse taxonomique moyenne en 2021 (RT $_{BDV1}$: 11 ± 3 ; RT $_{BDV2}$: 11 ± 2 taxa pour 0,03 m²) (Figure 7 ; Tableau 10). Les stations BDV4 et BDV5 présentent des richesses taxonomiques moyennes intermédiaires (RT $_{BDV4}$: 9 ± 4 ; RT $_{BDV5}$: 9 ± 3). La station BDV3 présente quant à elle une richesse taxonomique moyenne la plus faible (4 ± 2 taxa).

Les abondances moyennes varient de 14 ± 16 et 71 ± 67 individus pour 0,03 m² en 2021 (Tableau 11). La station BDV2 et BDV4 présentent les plus fortes abondances moyennes (Ab $_{BDV2}$: 66 ± 18 ind. ; Ab $_{BDV4}$: 71 ± 67 ind.) (Figure 7). Cette dernière présente cependant de fortes variabilités d'abondances entre les réplicats. Les stations BDV1 et BDV5 présentent des abondances moyennes intermédiaires avec 52 ± 25 ind. pour 0,03 m² (BDV1) et 38 ± 23 individus (BDV5). La station BDV3 présente la plus faible abondance moyenne (14 ± 16 ind.) (Figure 7).

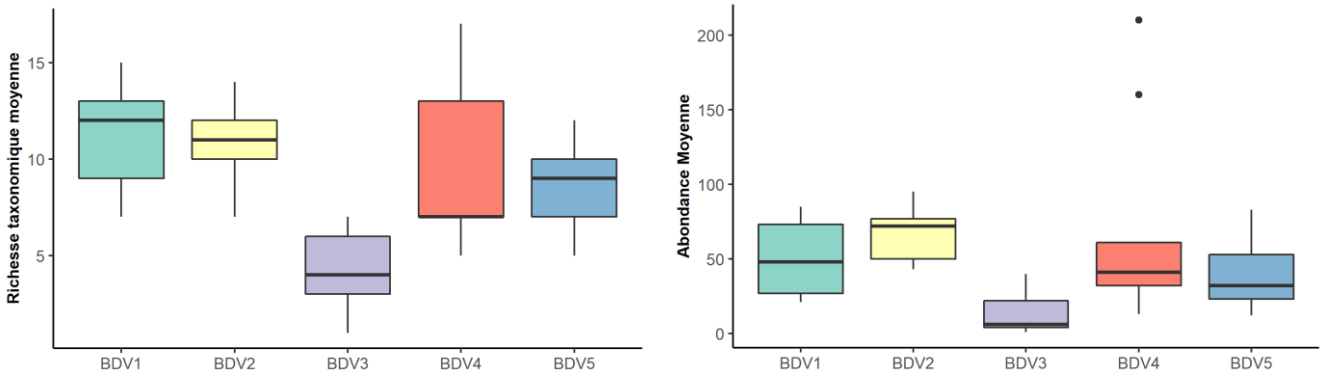

Figure 7 : Richesse taxonomique moyenne (à gauche) et abondances moyennes pour 0,03 m² (à droite) pour l'année 2021.

L'abondance moyenne semble être liée à la richesse taxonomique moyenne en 2021. Bien que des variations interannuelles soient observées, une diminution globale de la richesse taxonomique de 2016 à 2021 est observée sur les stations BDV1, BDV2 et BDV3 et une augmentation de la richesse taxonomique est observée sur les stations BDV4 e BDV5 (Tableau 10).

On observe une diminution globale de l'abondance moyenne entre 2016 et 2021 pour les stations BDV1, BDV2 et BDV5. Les abondances moyennes des stations BDV3 et BDV4 augmentent depuis 2019 (Tableau 11).

Tableau 10 : Richesses taxonomiques moyennes par station de 2016 à 2021.

	BDV1	*BDV2*	*BDV3*	*BDV4*	*BDV5*
2016	17 ± 3	15 ± 4	8 ± 2	7 ± 5	8 ± 2
2017	15 ± 2	8 ± 2	4 ± 2	6 ± 1	6 ± 3
2018	16 ± 3	8 ± 3	6 ± 2	10 ± 3	9 ± 4
2019	11 ± 4	9 ± 5	4 ± 2	3 ± 2	6 ± 1
2020	13 ± 2	12 ± 2	5 ± 2	5 ± 2	8 ± 2
2021	11 ± 3	11 ± 2	4 ± 2	9 ± 4	9 ± 3

Tableau 11 : Abondances moyennes par station de 2016 à 2021.

	BDV1	*BDV2*	*BDV3*	*BDV4*	*BDV5*
2016	156 ± 143	135 ± 130	46 ± 22	33 ± 31	75 ± 53
2017	135 ± 89	72 ± 37	12 ± 4	84 ± 121	90 ± 52
2018	115 ± 63	20 ± 12	12 ± 4	37 ± 21	188 ± 72
2019	104 ± 73	69 ± 64	7 ± 3	8 ± 10	67 ± 18
2020	175 ± 81	99 ± 78	9 ± 3	15 ± 10	33 ± 17
2021	52 ± 25	66 ± 18	14 ± 16	71 ± 67	38 ± 23

III.2.2.3 Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence détermine la fréquence d'apparition d'un taxon au sein des stations. Les 8 taxa ayant les plus fortes occurrences (≥ 0,8) sont le mollusque *Cerastoderma edule,* les annélides polychètes *Nephtys hombergii, Pygospio elegans, Arenicola marina, Glycera tridactyla, Phyllodoce mucosa,* et les arthropodes *Urothoe poseidonis et Corophium arenarium (*Tableau 12).

Les taxa les plus occurrents ne sont cependant pas tous parmi les plus abondants. Sur les 59 taxa déterminés en 2021, 16 représentent 90 % de la contribution totale pour les abondances. Parmi eux, 15 ont une occurrence supérieure ou égale à 0,4 (Tableau 12).

Tableau 12 : Abondances moyennes par station (9 réplicats) et fréquence d'occurrence (f.o.) pour les 5 stations pour les 30 taxons observés dans au moins 2 des stations. Les taxons en rouge représentent 90 % de la contribution totale pour les abondances.

Taxon	*BDV1*	*BDV2*	*BDV3*	*BDV4*	*BDV5*	*f.o (5 stations)*
Cerastoderma edule	2,00	7,67	1,00	15,89	2,60	1
Nephtys hombergii	2,20	1,25	1,00	1,00	1,20	1
Pygospio elegans	2,29	7,25	2,20	4,13	2,00	1
Urothoe poseidonis	1,00	2,67	2,50	6,75	20,89	1
Arenicola marina	1,00	1,00	1,00	1,00		0,8
Corophium arenarium	3,11	13,14		18,17	2,00	0,8
Glycera tridactyla	1,33	1,00	1,00	1,50		0,8
Phyllodoce mucosa	2,80	1,50		2,67	1,00	0,8
Arenicola sp.	1,00	1,00	1,00			0,6
Bathyporeia sarsi	1,00		2,50		1,00	0,6
Capitella capitata		3,00		6,33	1,00	0,6
Cerianthus lloydii		1,00	1,57	1,00		0,6
Eteone longa	1,00	2,33		1,00		0,6
Hediste diversicolor	1,33	6,00		1,00		0,6
Nematoda nd.		1,00	17,25	13,00		0,6
Tharyx killariensis	1,50	10,33		1,00		0,6
Tubificoides benedii	25,71	10,44		13,50		0,6
Abra tenuis	2,20	1,50				0,4
Carcinus maenas	1,00	2,00				0,4
Cirratulidae nd.	1,00	1,00				0,4
Copepoda nd.	1,00				1,00	0,4
Cumopsis goodsir				6,67	5,80	0,4
Gammarus sp.				28,00	2,00	0,4
Heteromastus filiformis	15,11	16,00				0,4
Kurtiella bidentata	1,00				1,00	0,4
Macoma balthica	1,60	1,33				0,4
Nemertea nd.	1,00		1,00			0,4
Scoloplos armiger				6,00	2,00	0,4
Tanaissus lilljeborgi			1,00		11,50	0,4
Tubificoides pseudogaster	1,60	1,40				0,4

III.2.2.4 Evolution des espèces caractéristiques des habitats EUNIS par station

Les principaux paramètres synthétiques, richesse taxonomique et abondance, sont décrits par station. L'évolution des principales espèces caractéristiques est ensuite observée. Dans le cas où des changements majeurs en termes d'espèces et de granulométrie du sédiment sont constatés, le nouvel habitat correspondant dans la classification EUNIS est identifié.

❖ BDV1

L'évolution de la richesse taxonomique et de l'abondance entre 2016 et 2021 est représentée sur la Figure 8. La richesse taxonomique au niveau de la station BDV1 est variable au cours des années. Elle est maximale en 2016 (44 taxa) et minimale en 2020 (26 taxa). Elle augmente légèrement en 2021 (27 taxa). L'abondance totale présente une diminution entre 2016 et 2019 (Ab_{2016} : 1406 ind ; Ab_{2019} : 933 ind.) suivie d'une forte augmentation en 2020 (1572 ind.) puis d'une forte diminution en 2021 (468 ind.).

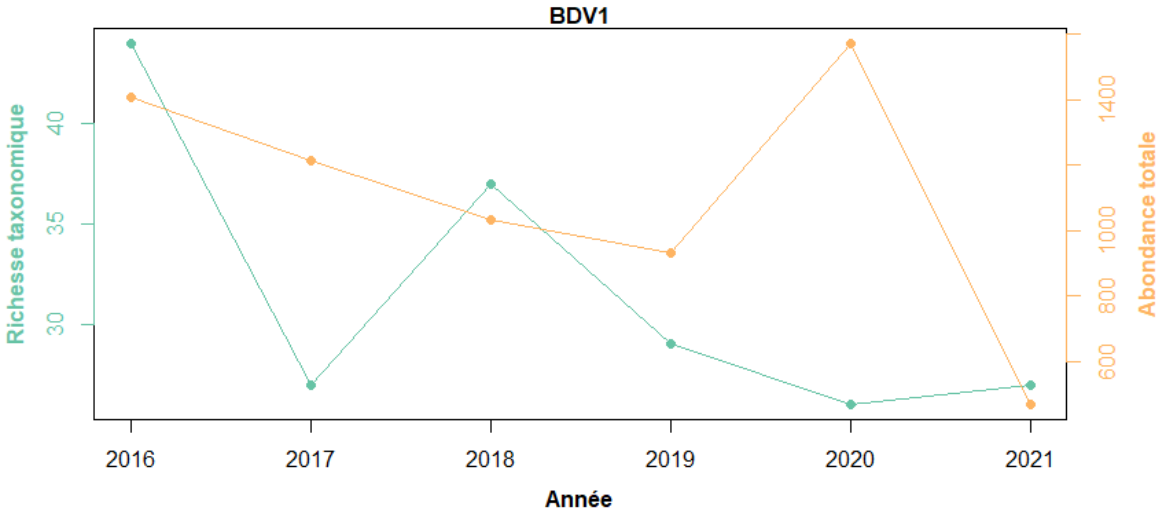

Figure 8 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'abondance totale de 2016 à 2021 sur la station BDV1.

Les précédents suivis ont permis de caractériser la station BDV1 comme appartenant à l'habitat « A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal » et « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp.* dans de la vase sablo-graveleuse intertidale ».

- Habitat A2.231 – Polychètes dans du sable fin intertidal

L'habitat « A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal » est caractérisé par les arthropodes *Bathyporeia pilosa* et *Pontocrates arenarius*, les mollusques *Angulus tenuis* et les annélides *Nephtys cirrosa, Paraonis fulgens, Pygospio, Scoloplos armiger* et *Spio filicornis*.

Les abondances relatives de ces espèces présentent des variations entre 2016 et 2021 (Figure 9). On observe une forte diminution des abondances relatives de *Bathyporeia pilosa* en 2017, 2018, 2020 et en 2021. On constate l'apparition de *Spio martinensis* en 2020 et sa disparition dès l'année suivante. Les abondances relatives de *Pygospio elegans* sont relativement stables de 2016 à 2019 avec une abondance maximale en 2020 suivie d'une disparition en 2021 (Figure 9).

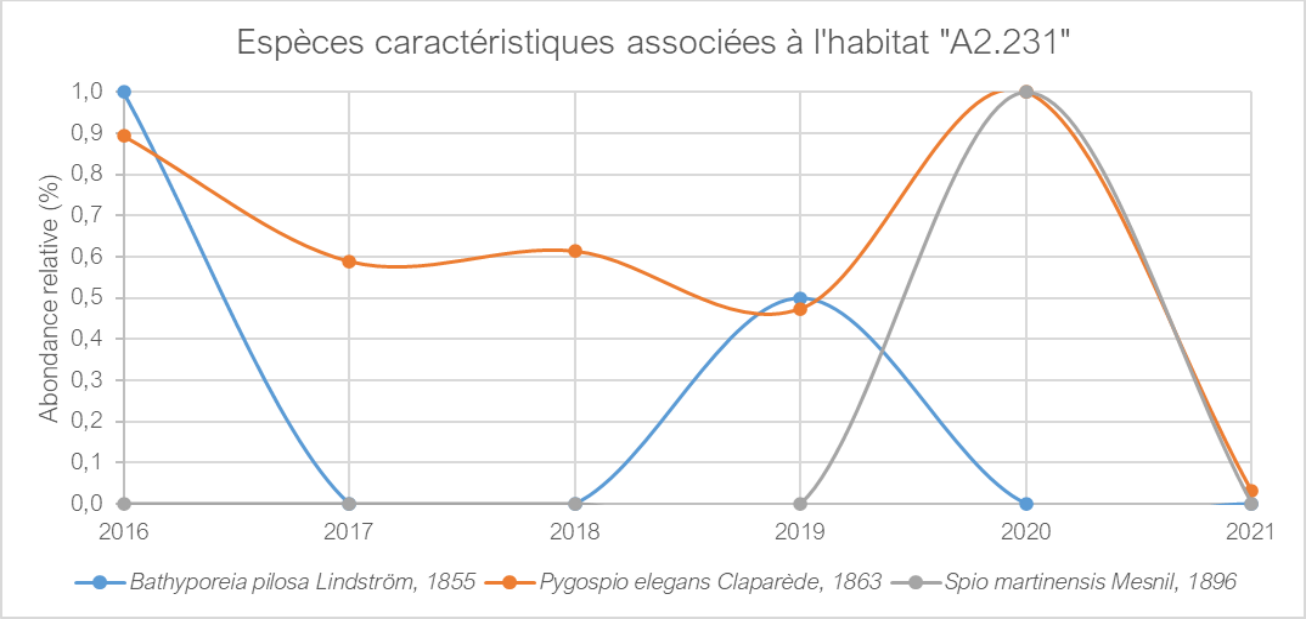

Figure 9 : Evolution des espèces caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal » sur la station BDV1.

- Habitat A2.4114 – *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale.

En 2021, les caractéristiques granulométriques et de teneur en matière organique du sédiment et le cortège d'espèces permettent de caractériser la station BDV1 comme appartenant à l'habitat EUNIS « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale ».

L'habitat « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale » est caractérisé par les mollusques *Macoma balthica* et les annélides *Hediste diversicolor, Pygospio elegans, Tharyx killariensis* et *Tubificoides benedii*.

On constate une forte diminution des abondances de *Corophium arenarium* entre 2016 et 2018 puis une augmentation entre 2019 et 2021 (Figure 10).

Les abondances de *Macoma balthica* sont relativement stables entre 2016 et 2021, on observe un maximum d'abondance en 2020. Les abondances relatives de *Peringia ulvae* et *Cerastoderma edule* sont relativement stables de 2016 à 2018, elles sont maximales en 2019 et diminuent fortement entre 2020 et 2021. Les abondances de *Scrobicularia* plana sont relativement stables au cours du temps mais on observe une forte augmentation au cours de l'année 2019. Les abondances d'*Abra tenuis* sont en forte diminution entre 2016 et 2018 et restent faibles jusqu'en 2021 (Figure 10).

Les abondances relatives d'*Hediste diversicolor* présentent de fortes variations entre 2016 et 2021, on constate une abondance maximale en 2016 suivie d'une forte diminution puis une augmentation en 2020 suivie d'une forte diminution en 2021.

Les abondances relatives présentées sur la Figure 11 comme étant des Cirratulidés rassemblent les espèces *Tubificoides benedii, Tubificoides pseudogaster* ainsi que les Cirratulidés nd.. Leurs abondances sont relativement stables entre 2016 et 2021 mais on constate une forte augmentation en 2020 (Figure 11).

L'année 2020 présente des abondances élevées pour de nombreuses espèces d'annélides alors que l'année 2021 présente de plus faibles abondances.

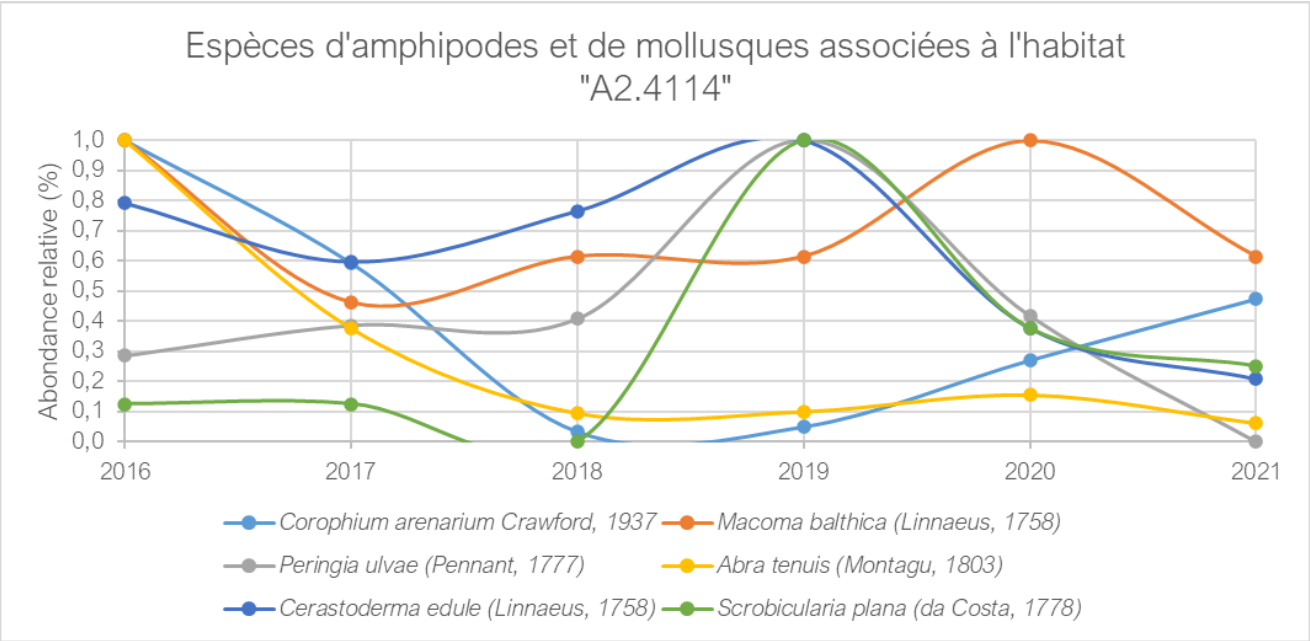

Figure 10 : Evolution des espèces d'amphipodes et de mollusques caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale » sur la station BDV1.

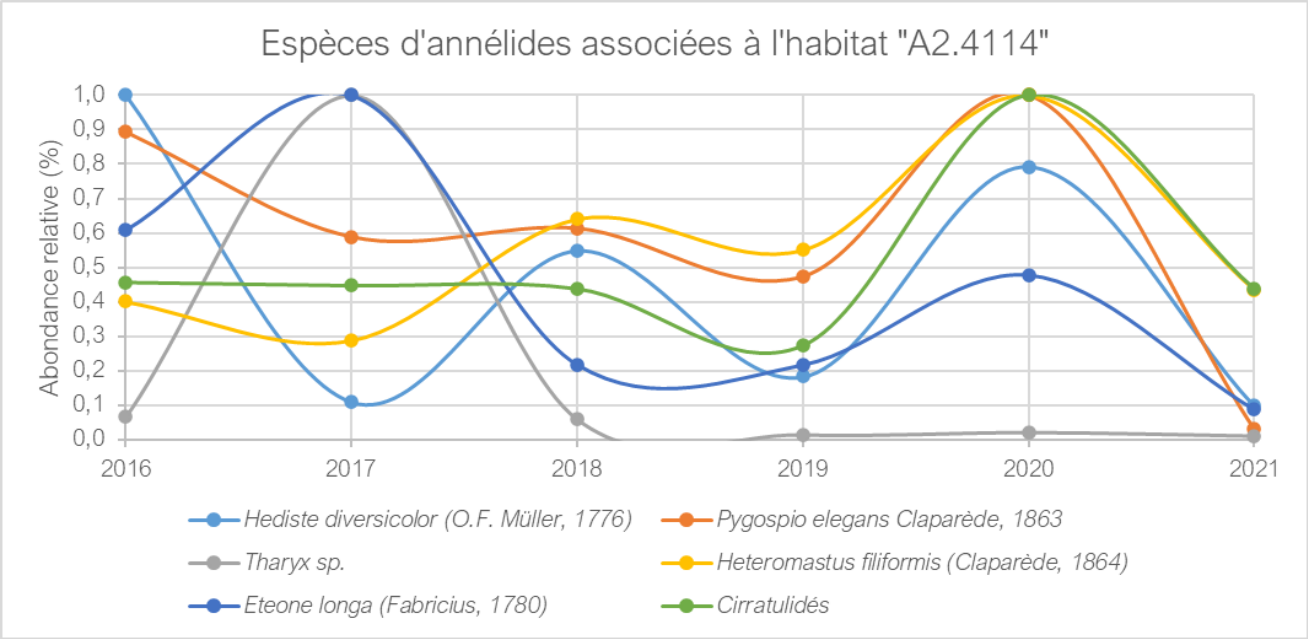

Figure 11 : Evolution des espèces d'annélides caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp.* dans de la vase sablo-graveleuse intertidale » sur la station BDV1.

❖ BDV2

La richesse taxonomique passe de 37 taxa en 2016 à 22 taxa en 2017. Elle reste faible jusqu'en 2021 (23 taxa). L'abondance oscille entre 2016 et 2021. Elle est maximale en 2016 avec 1211 individus. Elle diminue jusqu'en 2018 (182 ind.), en lien avec la diminution de la richesse taxonomique, puis augmente jusqu'en 2020 (887 ind.) avant de diminuer de nouveau en 2021 (596 ind.) (Figure 12).

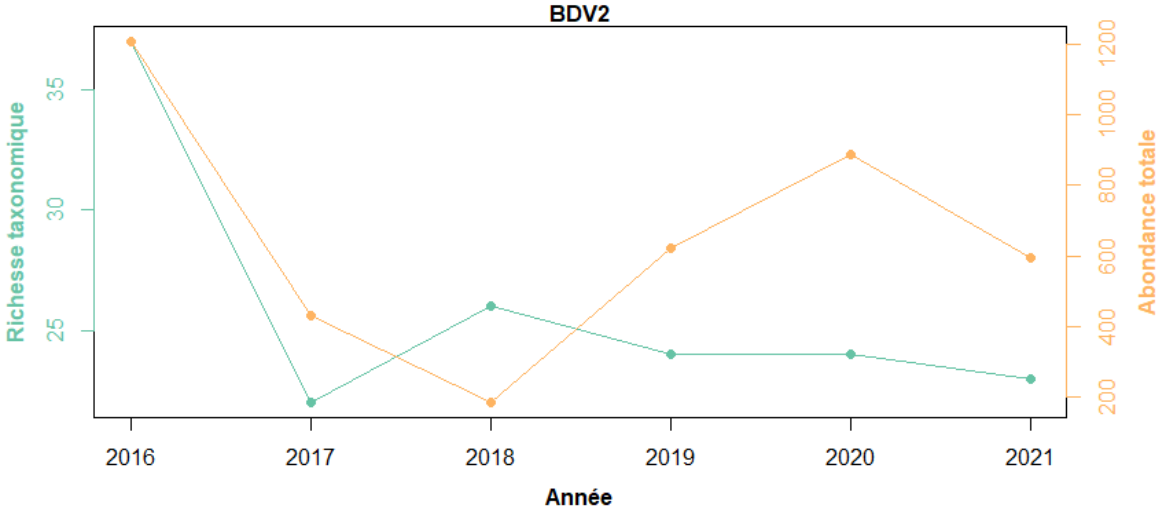

Figure 12 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'abondance totale de 2016 à 2021 sur la station BDV2.

Les précédents suivis ont permis de caractériser la station BDV2 comme appartenant à l'habitat **« A2.312 - *Hediste diversicolor* et *Macoma balthica* dans du sable vaseux intertidal ».** Cet habitat est caractérisé par les mollusques *Abra tenuis*, *Cerastoderma edule, Hydrobia ulvae, Macoma balthica, Mya arenaria* et les annélides *Aphelochaeta marioni, Capitella capitata, Eteone longa, Hediste diversicolor, Nephtys hombergii* et *Pygospio elegans*.

- A2.312 - *Hediste diversicolor* et *Macoma balthica* dans du sable vaseux intertidal

En ce qui concerne les espèces de mollusques associées à l'habitat « A2.312 », on observe une forte diminution des abondances de *Macoma balthica* entre 2016 et 2020, suivi d'une augmentation en 2021. Les abondances d'*Abra tenuis* et *Peringia ulvae* présentent une diminution entre 2016 et 2018 puis une augmentation entre 2018 et 2020, suivi d'une forte diminution des abondances en 2021. Les abondances de *Cerastoderma edule* présentent des variations au cours du temps mais sont relativement stables (> 0,7 = espèce constante d'après Dajoz 1982) (Figure 13). Il semble important de noter que le protocole de prélèvement mis en place dans cette étude ne permet pas d'échantillonner les individus adultes de *Mya arenaria,* enfouis profondément dans le sédiment.

Quant aux espèces d'annélides associées à l'habitat « A2.312 », on observe de fortes diminutions des abondances d'*Hediste diversicolor* et *Eteone longa*, entre 2016 et 2017, des abondances faibles à nulles jusqu'en 2020 et une forte augmentation en 2021. Les abondances relatives de *Pygospio elegans* diminuent fortement entre 2016 et 2017 et restent faibles ensuite (Figure 14).

Les abondances de *Capitella capitata* et *Nephtys hombergii* présentent des fluctuations au cours du temps (Figure 14).

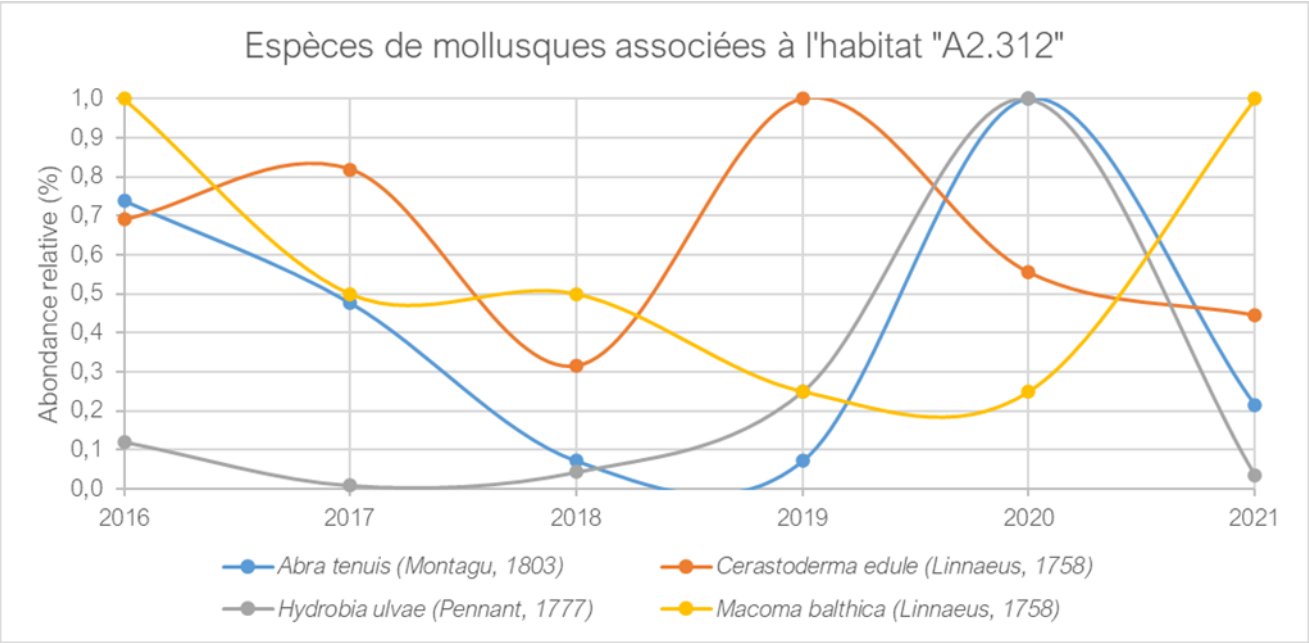

Figure 13 : Evolution des espèces de mollusques caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.312 - *Hediste diversicolor* et *Macoma balthica* dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV2.

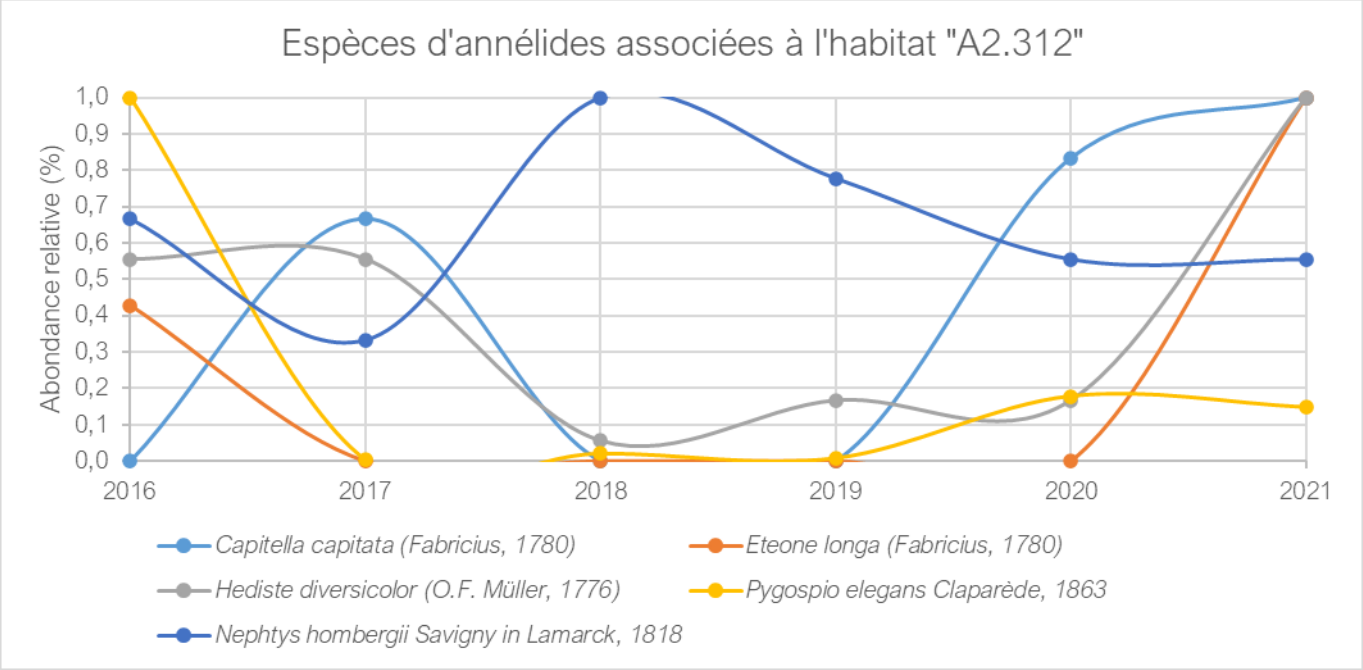

Figure 14 : Evolution des espèces d'annelides caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.312 - *Hediste diversicolor* et *Macoma balthica* dans du sable vaseux intertidal" sur la station BDV2.

- A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal

En 2020 et en 2021, le cortège d'espèces retrouvées et les caractéristiques granulométriques de la station BDV2 s'apparentent à l'habitat « A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal ». Cet habitat est caractérisé par l'arthropode *Corophium volutator*, les mollusques *Cerastoderma edule, Peringia ulvae, Macoma balthica, Mya arenaria* et les annélides *Eteone longa, Hediste diversicolor* et *Pygospio elegans*.

Les abondances relatives de *Cerastoderma edule* sont variables dans le temps mais restent stables. Les abondances d'*Abra tenuis* sont en forte diminution entre 2016 et 2018, augmentent fortement en 2020 avant de diminuer à nouveau en 2021. Les abondances de *Peringia ulvae* sont faibles au cours du temps, à l'exception de l'année 2020 qui présente une forte abondance. Les abondances relatives de *Macoma balthica* diminuent progressivement entre 2016 et 2020 avant d'augmenter fortement en 2021 (Figure 15).

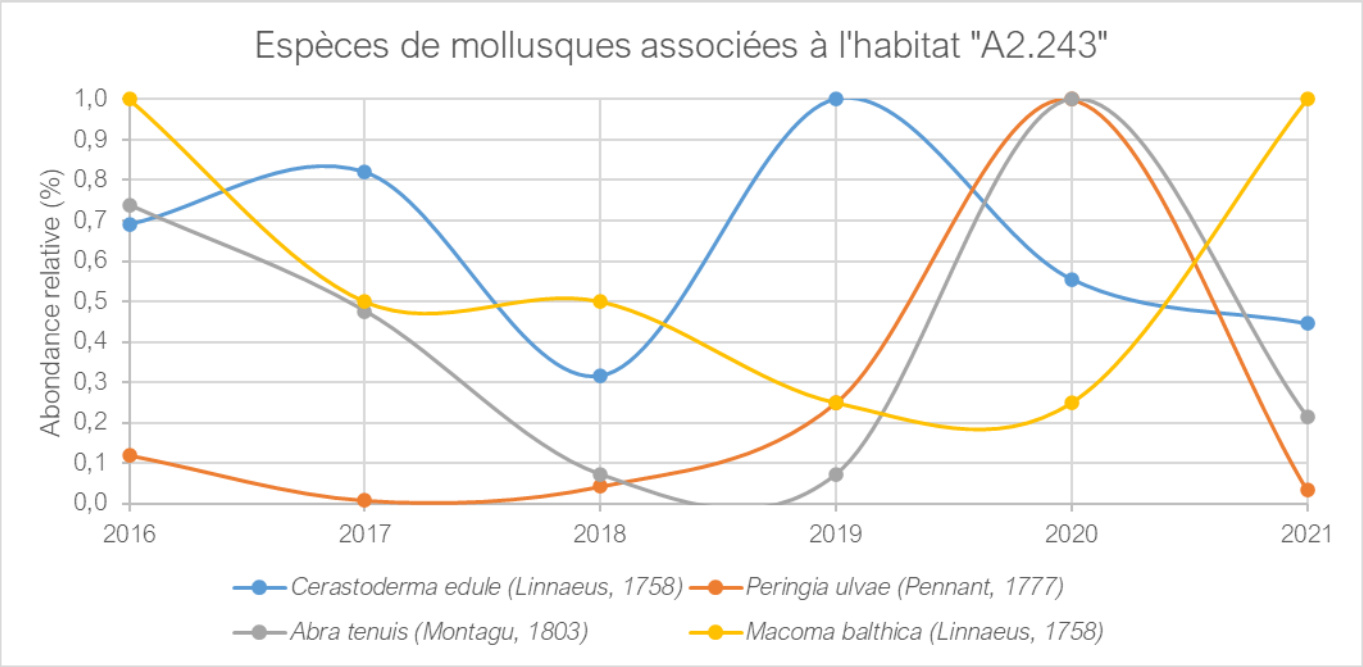

Figure 15 : Evolution des espèces de mollusques caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV2.

Les abondances relatives des espèces d'annélides associées à l'habitat A2.243 présentent des variations entre 2016 et 2020 (Figure 16). Les abondances relatives d'*Heteromastus filiformis*, de *Tharyx sp*. et des Cirratulidés diminuent entre 2016 et 2018 avant d'augmenter entre 2019 et 2020. Les abondances d'*Eteone longa* et *Hediste diversicolor* présentent une diminution entre 2016 et 2017 avant d'augmenter fortement en 2020 et en 2021. Les abondances de *Capitella capitata* fluctuent, avec des abondances nulles en 2016, 2018 et 2019 et de fortes abondances en 2017, 2020 et 2021.

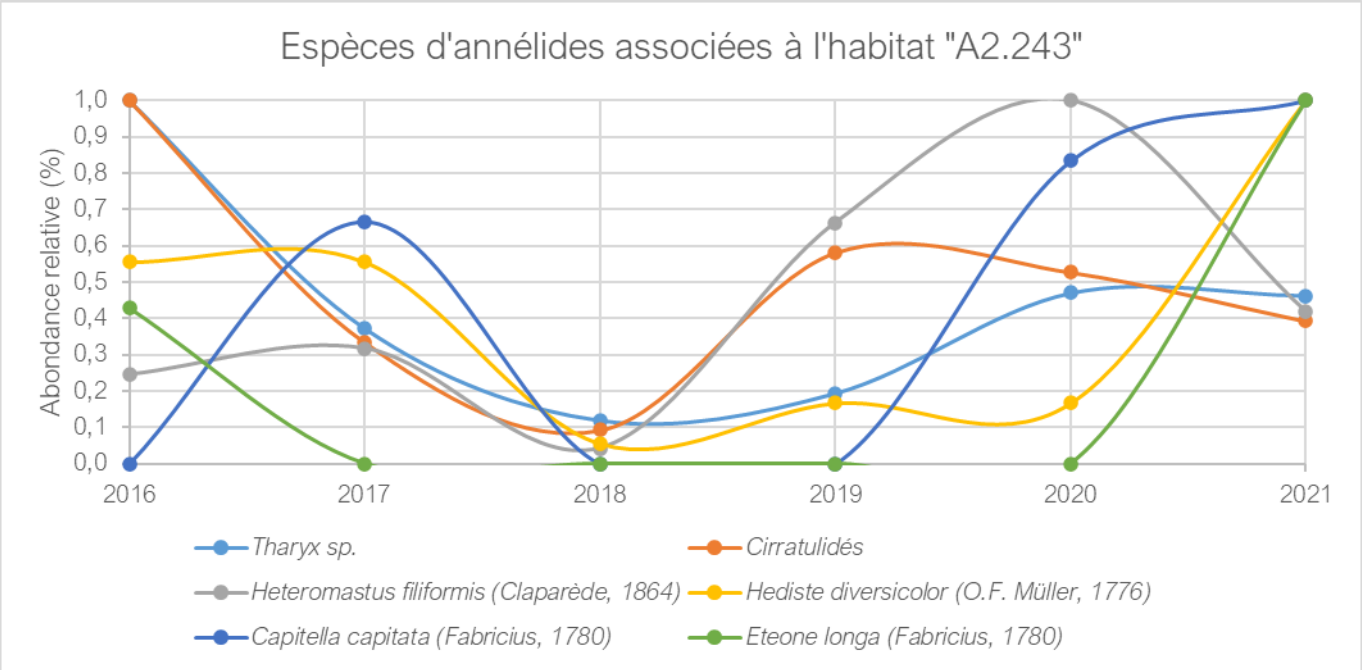

Figure 16 : Evolution des espèces d'annélides caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV2.

❖ BDV3

La richesse taxonomique diminue entre 2016 et 2017 (RT 2016 : 19 ; RT 2017 : 11). Un pic est observé en 2018 (24 taxa). La richesse taxonomique est plus faible ensuite jusqu'en 2021 (13 taxa). Une forte diminution de l'abondance est également observée entre 2016 (412 ind.) et 2017 (109 ind.) et celle-ci reste faible jusqu'en 2019 (59 ind.) (Figure 17). Elle augmente légèrement en 2020 (78 ind.) puis 2021 (125 ind.).

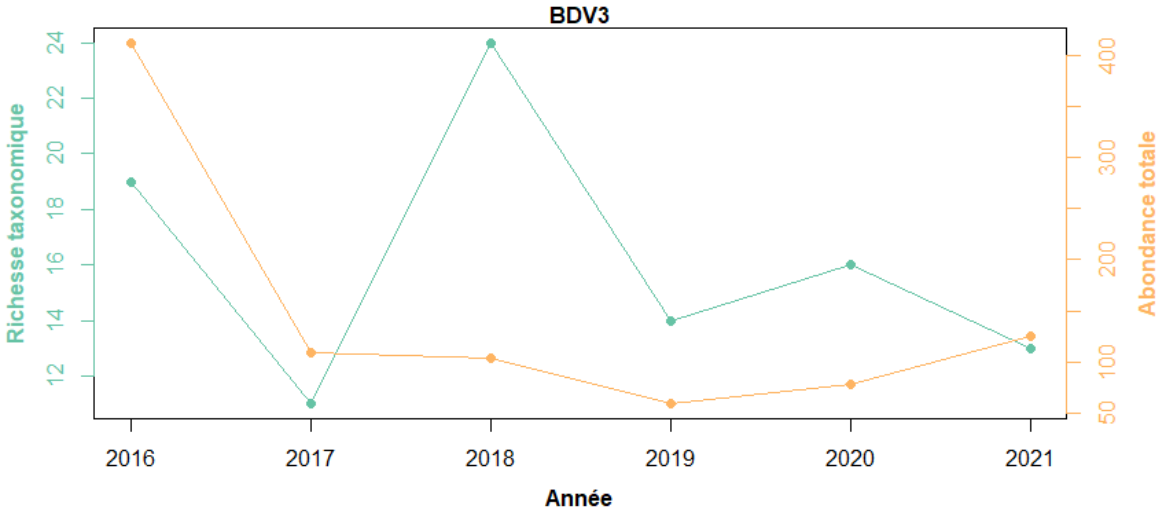

Figure 17 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'abondance totale de 2016 à 2021 sur la station BDV3.

Les précédents suivis ont permis de caractériser la station BDV3 comme appartenant à l'habitat **« A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal »**. Cet habitat est caractérisé par les arthropodes *Bathyporeia pilosa* et *Pontocrates arenarius*, le mollusque *Angulus tenuis* et les annélides *Nephtys cirrosa, Paraonis fulgens, Pygospio elegans, Scoloplos armiger* et *Spio filicornis*. On constate une forte diminution des abondances de *Pygospio elegans* et de *Bathyporeia sp.* entre 2016 et 2020 (< 0,1 à partir de 2018) alors qu'on observe une augmentation des abondances de *Spio sp.* entre 2018 et 2020 (Figure 19).

Les abondances relatives des amphipodes *Bathyporeia pilosa* et *Bathyporeia sarsi* chutent fortement entre 2016 et 2017 et restent faibles à nulles jusqu'en 2021. Les abondances relatives de *Cerastoderma edule* diminuent progressivement mais fortement entre 2016 et 2021 (Figure 18).

En 2021 le cortège d'espèces retrouvées et les caractéristiques granulométriques de la station BDV3 permettent pas de lui attribuer l'habitat « A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal ». L'habitat **« A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes** » semble plus adapté. Cet habitat est caractérisé par les arthropodes *Bathyporeia pilosa* et *Pontocrates arenarius*, le mollusque *Angulus tenuis* et les annélides *Nephtys cirrosa, Paraonis fulgens, Pygospio, Scoloplos armiger*, *Spio filicornis, Spiophanes bombyx* et la présence de Nemertes.

Les abondances des espèces d'annélides associées à l'habitats A2.23 sont variables au cours du temps. En comparaison avec les années précédentes, l'année 2021 présente de faibles abondances en annélides, à l'exception de *Scolelepis squamata.* Les abondances de *Spio martinensis* et *Arenicola marina* sont relativement faibles au cours du temps, elles augmentent fortement au cours de l'année 2020 avant de diminuer à nouveau en 2021 (Figure 19).
Les abondances relatives de *Pygospio elegans* chutent fortement entre 2016 et 2017 et restent faibles jusqu'en 2021. On observe l'apparition de *Scolelepis squamata* en 2021.

Les abondances de l'anémone *Edwardsia timida* augmentent fortement entre 2017 et 2018 avant de diminuer progressivement jusqu'à leur disparition complète en 2021.

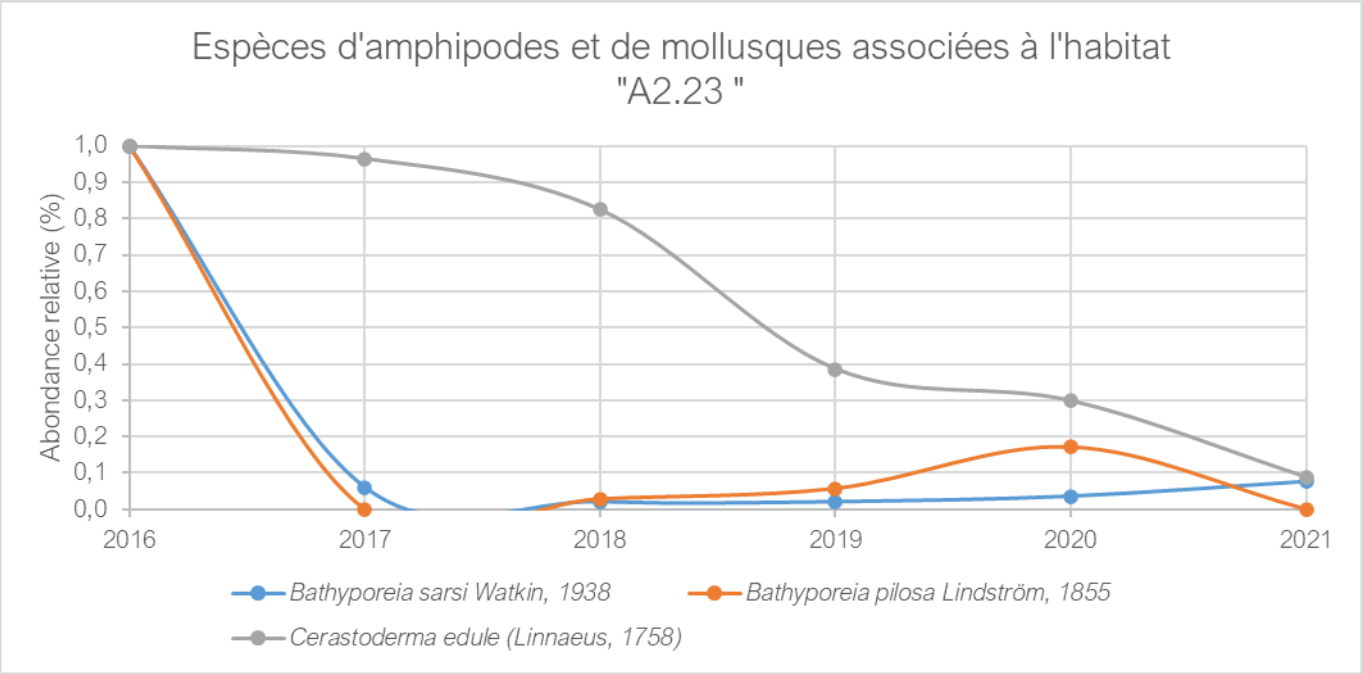

Figure 18 : Evolution des espèces d'amphipodes et de mollusques caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » sur la station BDV3.

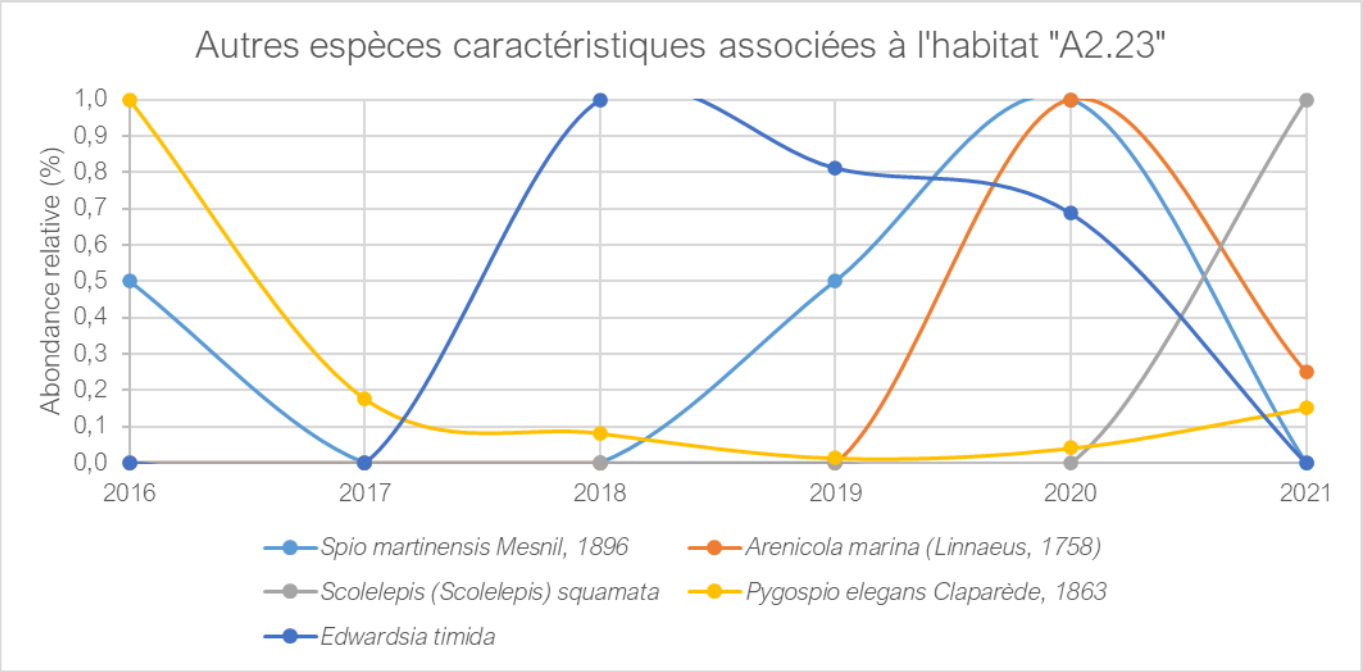

Figure 19 : Evolution des autres espèces caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » sur la station BDV3.

❖ BDV4

La richesse taxonomique présente un pic en 2018 pour la station BDV4 (33 taxa). Elle diminue fortement en 2019 (16 taxa) puis augmente de nouveau jusqu'en 2021 (24 taxa). L'abondance suit la même tendance, elle augmente entre 2016 (264 ind.) et 2017 (752 ind.) et diminue fortement jusqu'en 2019 (73 ind.). L'abondance augmente entre 2019 et 2021 (638 ind.) (Figure 20).

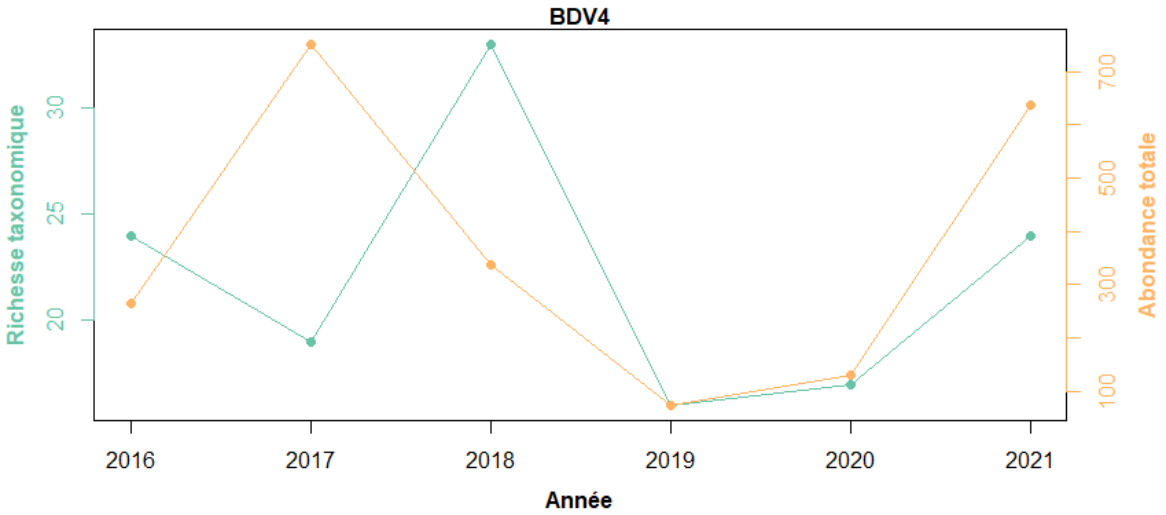

Figure 20 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'abondance totale de 2016 à 202 sur la station BDV4.

Les précédents suivis ont permis de caractériser la station BDV4 comme appartenant à l'habitat **« A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal » et à l'habitat « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp.* dans de la vase sablo-graveleuse intertidale ».**

L'habitat « A2.4114 » est caractérisé par le mollusque *Macoma balthica* et les annélides *Hediste diversicolor, Pygospio elegans, Tharyx killariensis* et *Tubificoides benedii*. **L'habitat « A2.231 »** est caractérisé par les arthropodes *Bathyporeia pilosa* et *Pontocrates arenarius*, le mollusque *Angulus tenuis* et les annélides *Nephtys cirrosa, Paraonis fulgens, Pygospio, Scoloplos armiger* et *Spio filicornis*.

On observe une augmentation des abondances de *Bathyporeia sp.* et de *Spio sp.* en 2017, suivie d'une forte diminution jusqu'en 2020. On constate également une forte diminution des abondances de *Pygospio elegans* entre 2018 et 2020 (Figure 21). Ces variations sont en concordance avec les évolutions des abondances totales observées sur la Figure 20.

En 2021 le cortège d'espèces retrouvées et les caractéristiques granulométriques de la station BDV4 s'apparentent à l'habitat **« A2.242 - *Cerastoderma edule* et polychètes dans du sable vaseux intertidal »**. L'habitat « A2.242 » est caractérisé par les arthropodes *Bathyporeia sarsi* et *Crangon crangon*, par les mollusques *Cerastoderma edule*, *Macoma balthica* et *Peringia ulvae* et par les annélides *Capitella capitata, Eteone longa, Pygospio elegans* et *Scoloplos armiger*.

Les abondances relatives *d'Urothoe poseidonis*, *Eurydice pulchra* et *Bathyporeia pilosa* présentent la même tendance, on observe une augmentation en 2017, puis une diminution voire une disparition à partir de 2018 (Figure 22). Les abondances de *Corophium arenarium* sont faibles mais présentent deux pics, un en 2018 et un autre plus important en 2021. Les abondances de *Cerastoderma edule* sont faibles à nulles entre 2016 et 2020 et augmentent fortement en 2021 (143 individus).

Les abondances relatives d'annélides fluctuent au cours du temps (Figure 23). On observe des

diminutions d'abondances pour *Arenicola marina*, *Capitella capitata, Scoloplos armiger* et *Pygospio elegans* pour les années 2019 et 2020. On observe des augmentations importantes des abondances relatives de *Pygospio elegans, Scoloplos armiger* et *Tubificoides benedii* en 2021.
Les abondances de *Capitella capitata* varient au cours du temps et présentent un pic en 2016, et des augmentations en 2018 et 2021. Les abondances de *Scoloplos armiger* sont relativement stables entre 2016 et 2018, disparaissent entre 2019 et 2020 avant d'augmenter fortement en 2021. Les abondances de *Tubificoides benedii* sont faibles entre 2016 et 2020 et augmentent fortement en 2021.

Les abondances d'*Arenicola marina* présentent un pic en 2018 suivi d'une diminution dès l'année suivante, elles sont faibles voire nulles entre 2016 et 2017 et entre 2020 et 2021. On observe une augmentation des abondances de *Spio martinensis* en 2017, suivie d'une forte diminution jusqu'en 2019, une augmentation en 2020 et une disparition en 2021. Les abondances de *Pygospio elegans* sont relativement stables mais on observe une forte diminution entre 2018 et 2020 suivie d'une forte augmentation en 2021.

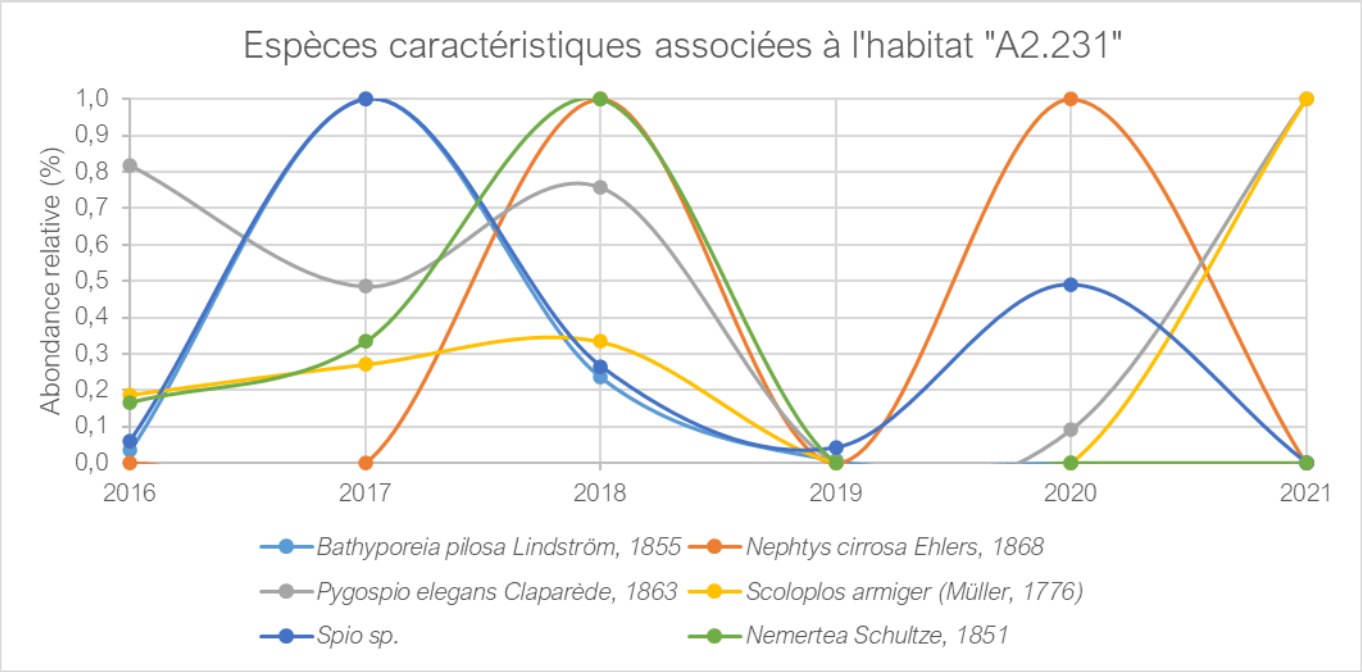

Figure 21 : Evolution des espèces caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal » sur la station BDV4.

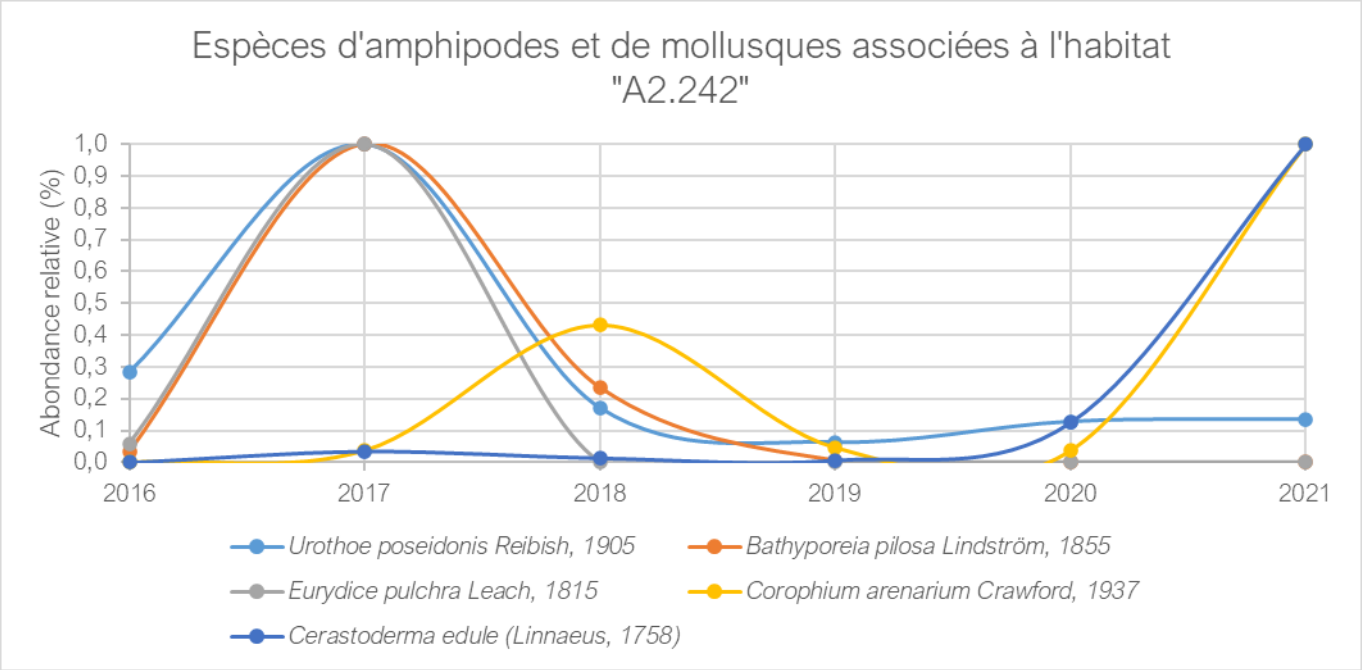

Figure 22 : Evolution des espèces d'amphipodes et de mollusques caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.242 - Cerastoderma edule et polychètes dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV4.

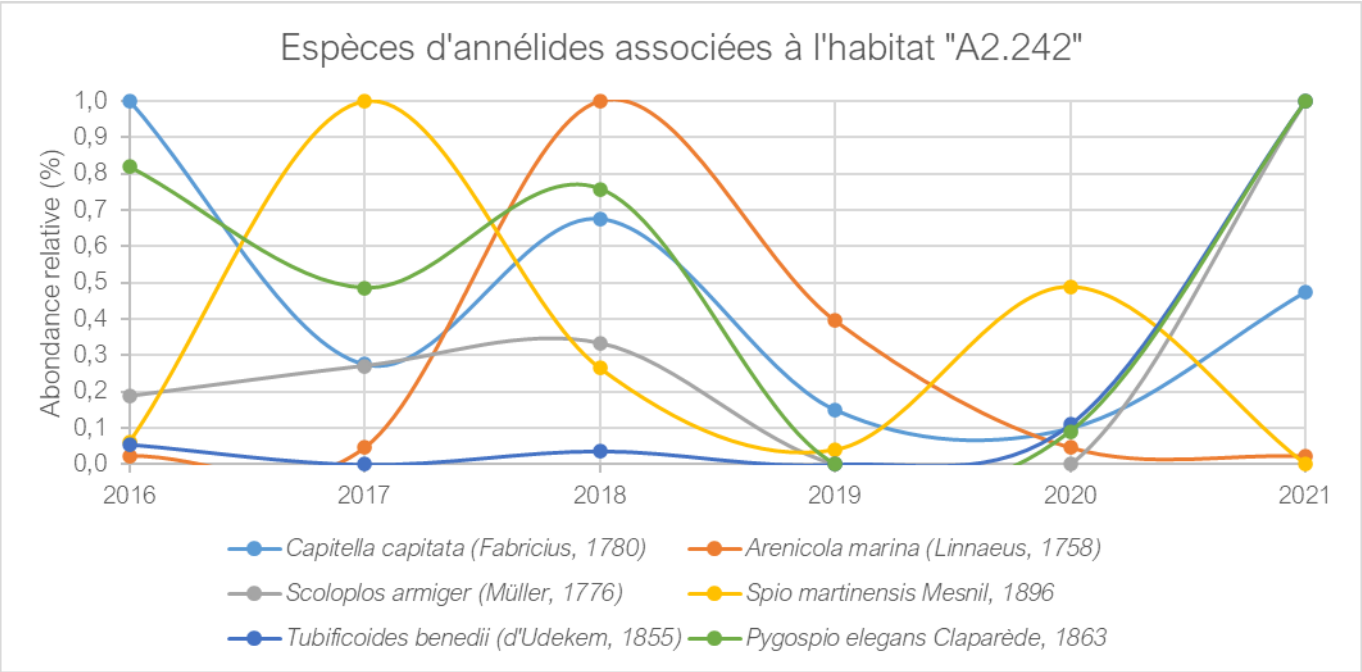

Figure 23 : Evolution des espèces d'annélides caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.242 - *Cerastoderma edule* et polychètes dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV4.

❖ BDV5

La richesse taxonomique est très fluctuante au cours du temps. Elle diminue entre 2016 et 2017 (RT_{2016} : 33 taxa ; RT_{2017} : 21 taxa), augmente en 2018 (31 taxa), pour ensuite diminuer entre 2018 et 2019 et réaugmenter jusqu'en 2021 (31 taxa). L'abondance totale suit l'augmentation et la diminution de la richesse taxonomique observée avant et après 2018. Elle est à son minimum en 2020 (300 ind.). L'abondance augmente en 2021 (338 ind.) (Figure 24).

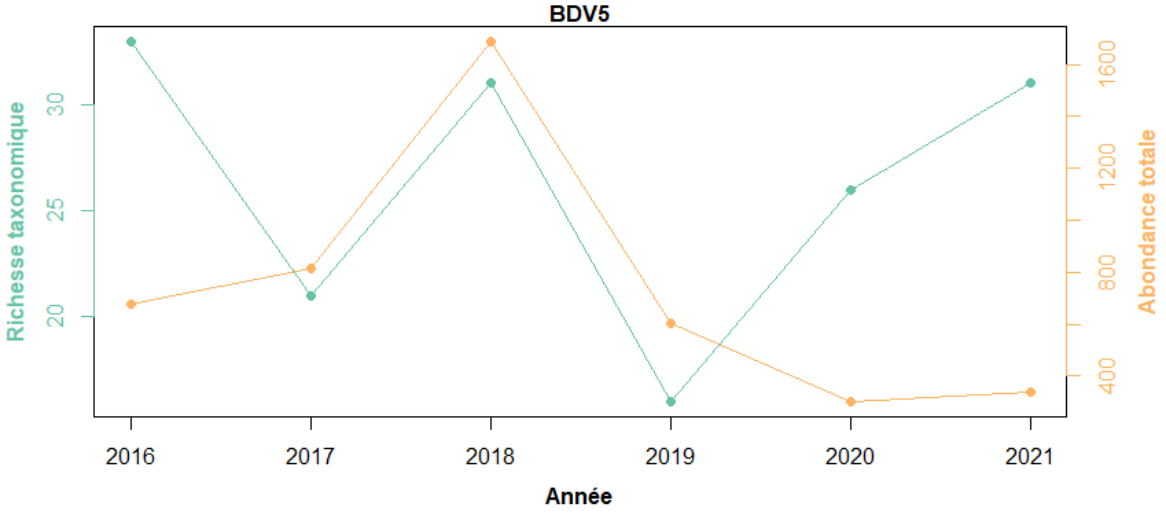

Figure 24 : Evolution de la richesse taxonomique et de l'abondance totale de 2016 à 2021 sur la station BDV5.

Les précédents suivis ont permis de caractériser la station BDV5 comme appartenant à l'habitat « A2.242 - *Cerastoderma edule* et polychètes dans du sable vaseux intertidal » et « A2.2313 - Sable fin intertidal dominé par *Nephtys cirrosa* ».

- A2.242 - *Cerastoderma edule* et polychètes dans du sable vaseux intertidal

L'habitat « A2.242 » est caractérisé par l'arthropode *Bathyporeia sarsi*, les mollusques *Cerastoderma edule, Peringia ulvae, Macoma balthica* et les annélides *Capitella capitata, Pygospio elegans, Scoloplos armiger*.

On observe une forte diminution des abondances relatives de *Pygospio elegans* et *Bathyporeia sp.* entre 2016 et 2017, elles restent relativement faibles jusqu'en 2020 et augmentent légèrement en 2021 (Figure 25). Les abondances de *Scoloplos armiger* fluctuent au cours du temps, on observe deux pics d'abondance en 2017 et 2020 et la disparition de l'espèce entre 2019 et 2020.

Les abondances relatives de *Cerastoderma edule* et *Capitella capitata* sont élevées en 2018 et diminuent fortement entre 2018 et 2021. Ces variations sont en concordance avec les évolutions des abondances totales observées sur la Figure 24.

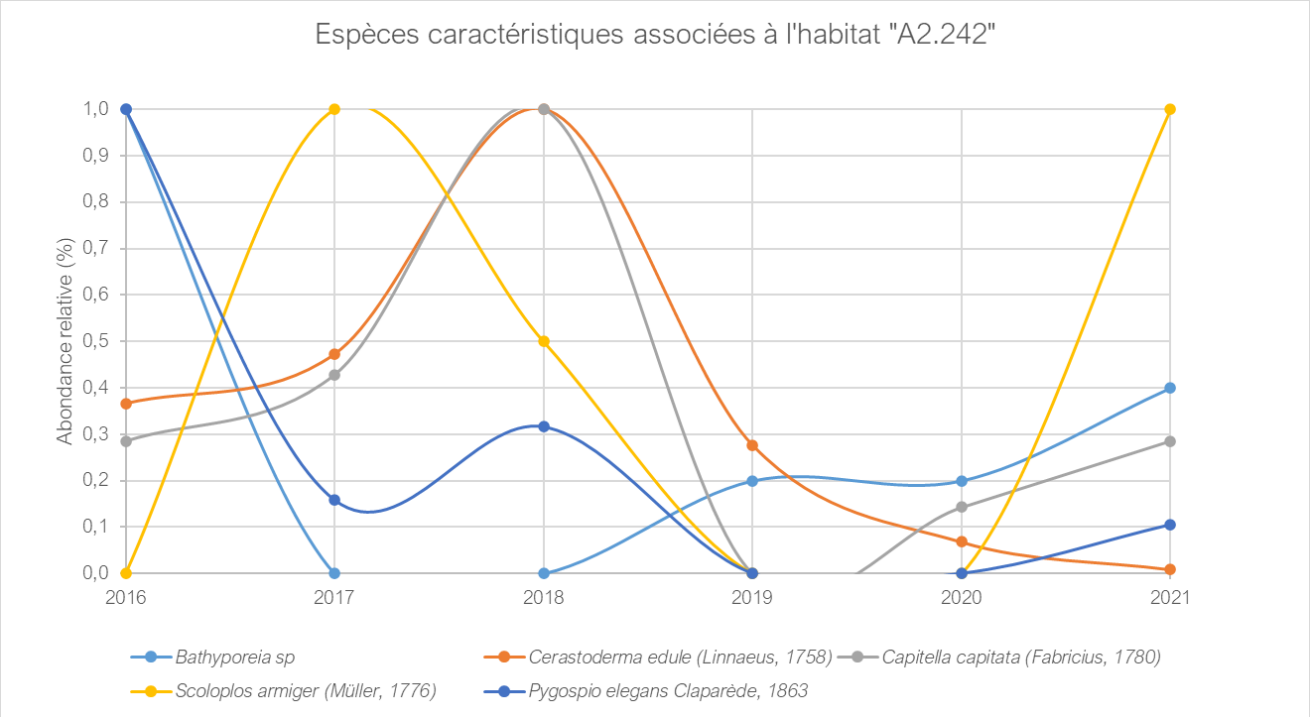

Figure 25 : Evolution des espèces caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.242 - Cerastoderma edule et polychètes dans du sable vaseux intertidal » sur la station BDV5.

- A2.2313 - Sable fin intertidal dominé par *Nephtys cirrosa*

L'habitat « A2.2313 - Sable fin intertidal dominé par *Nephtys cirrosa* » est caractérisé par les arthropodes *Bathyporeia sp* et *Cumopsis goodsir*, le mollusque *Angulus tenuis* et les annélides *Magelona mirabilis, Nephtys cirrosa* et *Spio martinensis*. On constate une augmentation des abondances relatives de *Spio martinensis* entre 2016 et 2020 suivie d'une diminution en 2021. On observe une forte diminution des abondances de *Nepthys cirrosa* entre 2016 et 2020 (Figure 26) suivie d'une augmentation en 2021. Les abondances de *Cumopsis goodsir* sont fluctuantes au cours du temps, on observe des pics d'abondance en 2016, 2018 et 2021 et de fortes diminutions en 2017, 2019 et 2020 (< 0,1). Les abondances de *Bathyporeia sp.* diminuent fortement entre 2016 et 2017 et augmentent progressivement de 2019 à 2021.

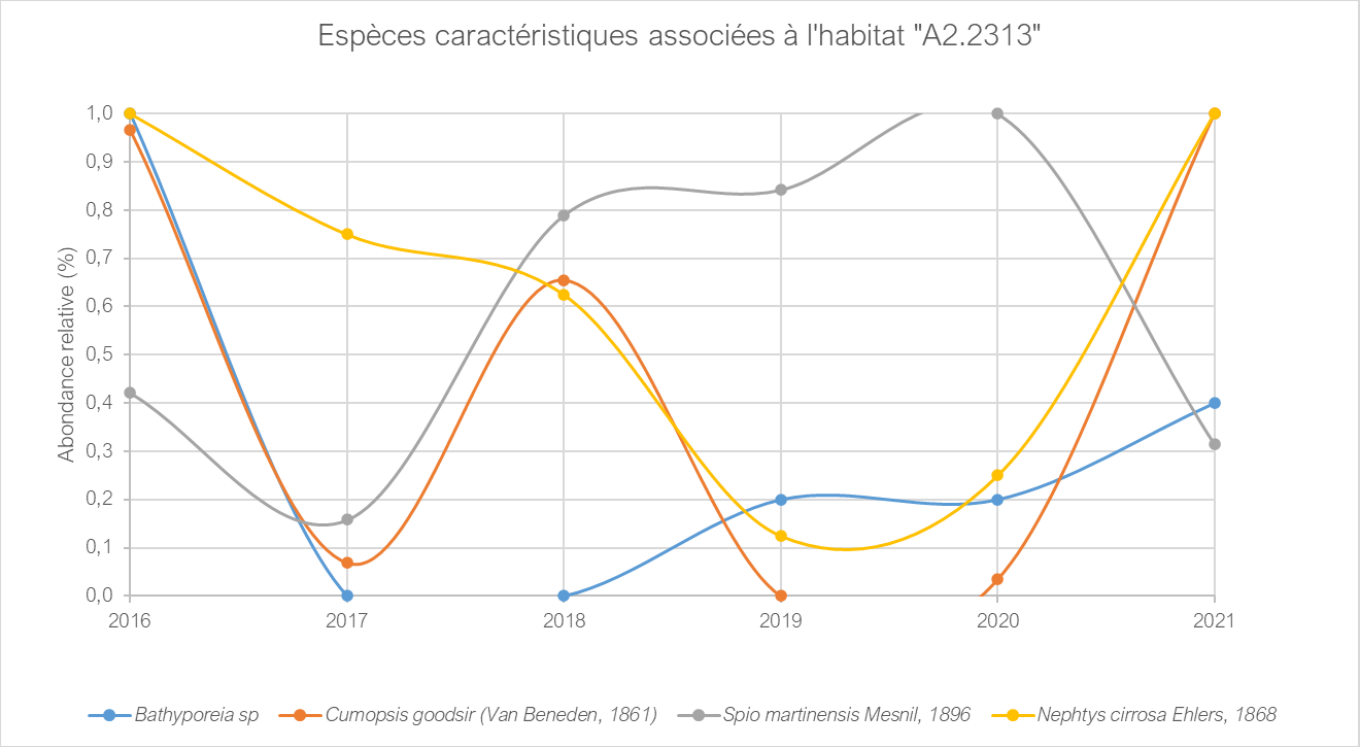

Figure 26 : Evolution des abondances relatives espèces caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.2313 - Sable fin intertidal dominé par Nephtys cirrosa » sur la station BDV5.

- Habitat caractérisé par *Cerastoderma edule*, *Urothoe poseidonis* et *Acrocnida spatulispina*

En 2020, le cortège d'espèces retrouvées sur la station BDV5 est caractérisé par le mollusque *Cerastoderma edule*, l'arthropode *Urothoe poseidonis* et l'échinoderme *Acrocnida spatulispina*. Cet habitat est caractéristique de cette zone de la Baie des Veys mais non décrit dans la typologie EUNIS. On observe un pic de l'abondance relative de *Cerastoderma edule* en 2018. Les abondances d'*Urothoe poseidonis* et d'*Acrocnida spatulispina* sont en augmentation entre 2017 et 2020 (Figure 27 et Figure 29).

- A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes

En 2021 le cortège d'espèces retrouvées et les caractéristiques granulométriques de la station BDV5 s'apparentent à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes ». L'habitat « A2.23 » est caractérisé par les arthropodes *Bathyporeia pilosa* et *Pontocrates arenarium*, le mollusque *Angulus tenuis* et les annélides *Nephtys cirrosa, Paraonis fulgens, Pygospio elegans, Scoloplos armiger, Spio filicornis, Spiophanes bombyx* et les Nemertes.

En ce qui concerne les amphipodes, les abondances relatives de *Corophium arenarium* sont nulles de 2016 à 2020 et augmentent en 2021. Les abondances de *Urothoe poseidonis* sont faibles entre 2016 et 2017 et augmentent progressivement mais fortement jusqu'en 2021 (188 ind).

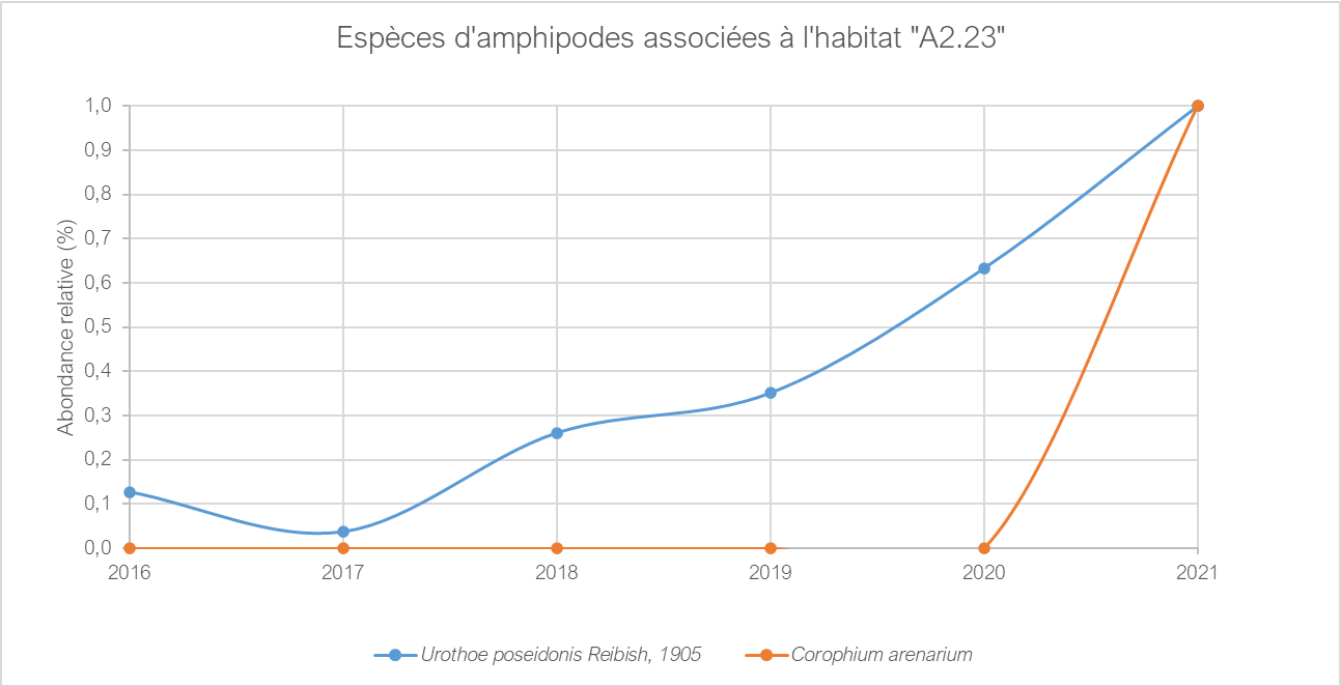

Figure 27 : Evolution des espèces d'amphipodes caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » sur la station BDV5.

En ce qui concerne les espèces d'annélides, on observe l'apparition de *Spiophanes bombyx* en 2021 (Figure 28). Les abondances relatives de *Nephtys cirrosa* diminuent fortement de 2016 à 2019 et réaugmentent à partir de 2020. Les abondances relatives de *Pygospio elegans* diminuent fortement entre 2016 et 2017 et restent faibles jusqu'en 2021.

Les abondances de *Scoloplos armiger* présentent un pic entre 2017 et 2018 et sont nulles de 2019 à 2021. Les abondances de *Spio sp.* augmentent progressivement de 2017 à 2020 avant de diminuer en 2021.

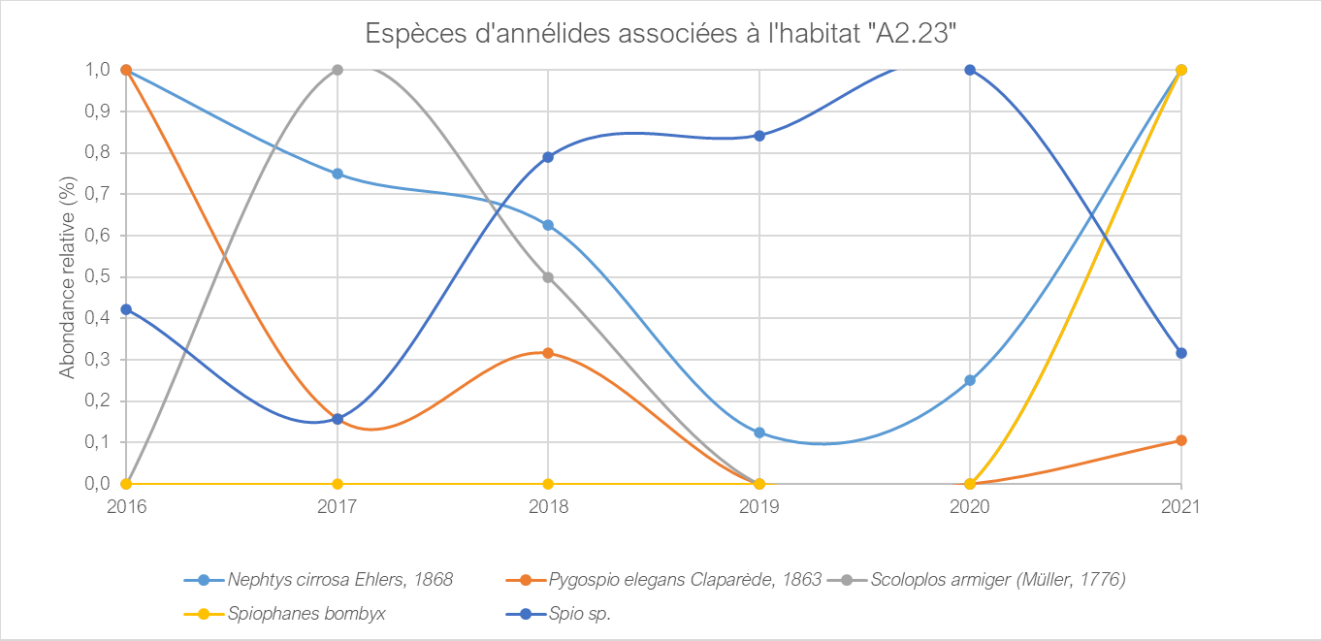

Figure 28 : Evolution des espèces d'annélides caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » sur la station BDV5.

Les abondances relatives de *Cerastoderma edule* augmentent progressivement entre 2016 (562 ind.) et 2017 pour atteindre un pic en 2018 (1533 ind.) et diminuent fortement entre 2019 et 2021 (13 ind.). Les abondances de *Donax vittatus* et *Kurtiella bidentata* sont nulles de 2016 à 2020 et augmentent en 2021.

Les abondances relatives de l'échinoderme *Acrocnida spatulispina* sont faibles à nulles de 2016 à 2019 et augmentent fortement entre 2020 et 2021 (27 ind.).

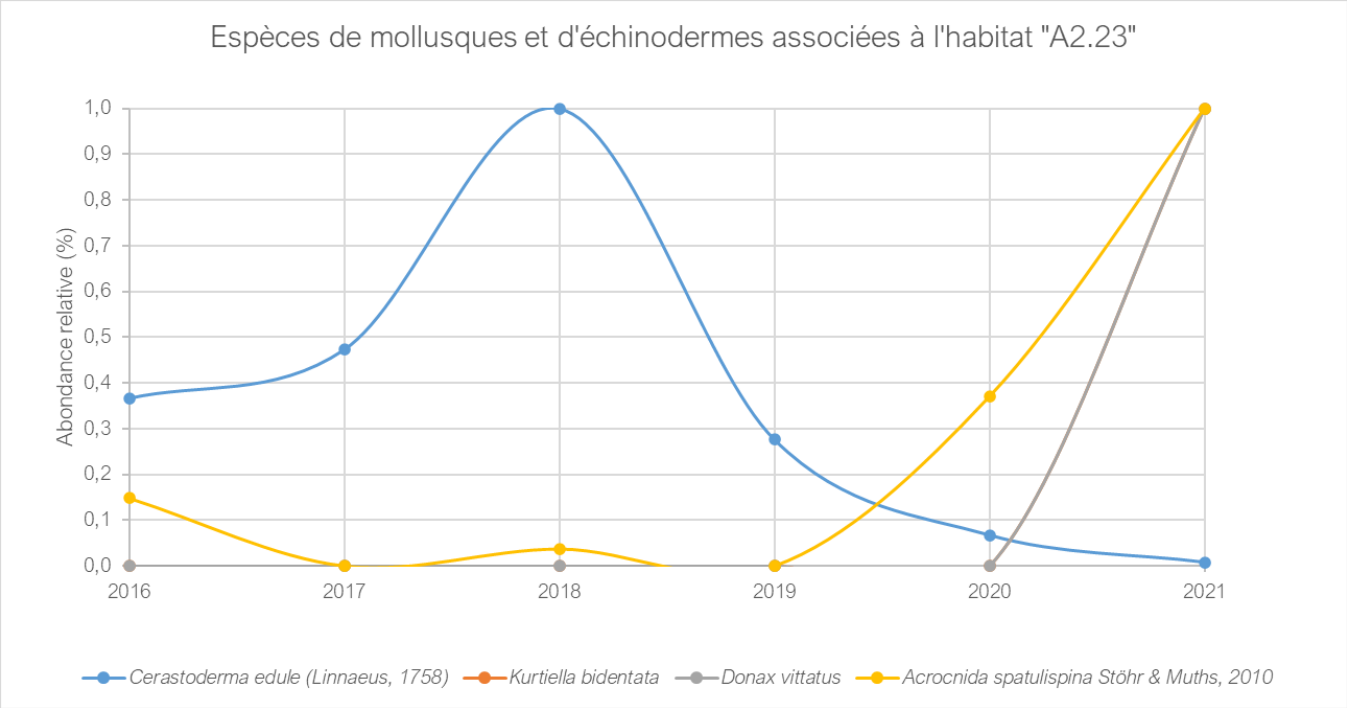

Figure 29 : Evolution des espèces de mollusques et d'échinodermes caractéristiques discriminantes associées à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » sur la station BDV5.

IV. DISCUSSION

IV.1 Evolution de quelques espèces caractéristiques de la Baie des Veys

Au regard des espèces présentes sur les 5 stations suivies, les communautés suivies comme représentant les principales zones d'alimentation des limicoles côtiers montrent des variations en termes de cortèges d'espèces, richesses taxonomiques et d'abondances.

Plusieurs explications sont possibles. Le polychète *Pygospio elegans,* espèce fortement représentée dans pratiquement toute la Baie des Veys, est une espèce ingénieure qui construit des banquettes par accumulation des tubes sableux et est répartie soit en patch de très forte densité, soit de façon plus diffuse. Les variations peuvent être imputées à la variabilité spatiale de cet habitat pionnier. *Nepthys cirrosa* est une espèce de plage ouverte et de sable propre. Elle est présente en faible densité au nord du site et « remplacée » par *N. hombergii* dans la plus grande partie de la BDV. Les annelides *Capitella capitata et Tubificoides spp* sont des espèces caractéristiques des milieux vaseux et zones à forte charge en matière organique.

L'amphipode *Urothoe poseidonis* est une espèce caractéristique des côtes normandes, très présente dans les parties intermédiaires de la baie. Elle est absente dans les zones envasées de fond de baie et dans les zones de sable propre. L'amphipode *Bathyporeia pilosa* est présent dans les zones en aval du schorre en compagnie de *Corophium arenarium* et de *Peringia ulvae*. Elle peut présenter des abondances fortes lorsque les conditions du milieu sont favorables. *Bathyporeia pilosa* est aussi présente dans des milieux plus ouverts de la baie et se trouve aussi dans les zones moins envasées. La coque, *Cerastoderma edule*, est un bivalve très présent dans la Baie des Veys à tous les stades de croissance (juvéniles et adultes, toutes les classes de taille de 1 à 50 mm). Cette population varie en fonction des paramètres hydrodynamiques, de la température ou encore des apports en eau douce du bassin versant de la baie. Bien que la mye, *Mya arenaria,* soit considérée comme une espèce ingénieure, les changements d'abondance observés ne peuvent pas être considérés comme significatifs. La méthode de prélèvement utilisée dans cette étude ne permet pas de prélever les individus adultes s'enfouissant au-delà des 20 cm de profondeur de nos échantillons.

Les variations d'abondances observées peuvent également être liées à des changements de granulométrie et de matière organique au niveau du sédiment en lien avec les conditions hydrodynamiques de la Baie de Veys. Elles peuvent également être liées aux conditions environnementales (conditions météorologiques défavorables, faible recrutement à l'automne ou fortes mortalités durant l'hiver).

IV.2 Caractérisation des habitats EUNIS en 2021

Les connaissances acquises sur les habitats intertidaux de la Baie de Veys avaient permis de classer la station BDV1 comme étant une vasière en voie d'ensablement, milieu oligospécifique où les espèces rencontrées peuvent présenter des abondances fortes. Les suivis des années antérieures avaient permis de caractériser certains réplicats comme appartenant aux habitats EUNIS « A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal » et d'autres « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale ».

La richesse taxonomique de la station BDV1 a fortement baissé entre 2018 et 2020. Elle reste cependant stable depuis 2020. L'abondance totale chute drastiquement entre 2020 et 2021. Ceci se traduit par la diminution des effectifs de *Pygospio elegans, Tubificoides benedii* et *Heteromastus filiformis*. Depuis 2016, les teneurs en matière organique sont variables mais restent relativement stables au cours du temps. Le sédiment de la station BDV1 voit sa composition changer, notamment avec une diminution de la fraction fine. En 2021, les caractéristiques granulométriques de la station BDV1 évoluent et passent de sable vaseux peu graveleux et sable à du sable peu

graveleux et du sable. On observe une diminution de la fraction vaseuse et un phénomène d'ensablement au niveau de la station BDV1 par rapport aux années précédentes. La diminution de l'abondance d'*Heteromastus filiformis*, plutôt trouvé en milieu vaseux, est indicatrice d'un changement de milieu pouvant être en lien avec ce phénomène d'ensablement. Ce phénomène pourrait également expliquer l'augmentation de l'abondance de *Corophium arenarium* depuis 2019.

En 2021, l'abondance de *Pygospio elegans* chute fortement, mais cette diminution n'est pas forcément caractéristique d'un changement du milieu ou d'une diminution de la qualité de celui-ci. Cette espèce grégaire, formant des banquettes, il est possible que la banquette se soit déplacée de quelques mètres et qu'elle n'ait donc pas été échantillonnée en 2021. Plusieurs espèces (*Pygospio elegans, Tubificoides benedii*, *Heteromastus filiformis, Peringia ulvae, Cerastoderma edule)* voient leurs abondances diminuer en 2021. Ceci pourrait s'expliquer par des variations des conditions du milieu (conditions météorologiques défavorables, faible recrutement à l'automne ou fortes mortalités durant l'hiver).

En 2021, le cortège d'espèces déterminées permet de classer cette station comme appartenant à l'habitat « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale ».

La station BDV2 était apparentée à une vasière, un milieu oligospécifique où les espèces rencontrées peuvent présenter des abondances fortes.

Les suivis des années antérieures avaient permis de caractériser cette station comme appartenant à l'habitat « A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal ».

Le sédiment de la station BDV2 peut être considéré comme hétérogène, avec des réplicats caractérisés par un mélange de sable, sable peu graveleux et sable vaseux graveleux. Les teneurs en matière organique sont variables depuis 2016, mais à l'exception de l'année 2018 où la teneur était faible, les teneurs sont relativement stables.

La richesse taxonomique a drastiquement chuté entre 2016 et 2017 et reste relativement stable depuis 2017. L'abondance totale, quant à elle, a suivi la diminution de la richesse taxonomique entre 2016 et 2018. Elle est ensuite repartie à la hausse entre 2018 et 2020 avant de diminuer à nouveau au cours de l'année 2021. Cette diminution est en partie expliquée par la baisse des effectifs d'*Heteromastus filiformis, Tharyx robustus et Peringia ulvae*.

On observe une forte diminution des *Tharyx robustus* depuis 2020 mais on note également un changement de l'espèce présente, avec l'apparition de *Tharyx killariensis. Heteromastus filiformis et Tharyx robustus* sont des espèces connues pour apprécier les zones riches en vase ou en matière organique. Les baisses d'abondance observées pour ces espèces, pourraient traduire une diminution de la fraction vaseuse ou de la matière organique de la station BDV2. *Corophium arenarium*, est une espèce d'amphipode peu mobile formant des tubes dans le sable. L'augmentation des effectifs de *C. arenarium* observée en 2021 pourrait traduire un ensablement au niveau de la station.

En 2021, les caractéristiques granulométriques de la station BDV2, en association avec les espèces retrouvées, permettent de caractériser l'habitat comme « A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal ».

La station BDV3 correspond à un habitat de sable fin homogène, plutôt colonisé par des crustacés amphipodes. Les suivis des années antérieures avaient permis de caractériser cette station comme appartenant à l'habitat « A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal ».

Les caractéristiques granulométriques de la station BDV3 sont stables au cours du temps, avec du sable peu graveleux et du sable. Les teneurs en MO sont également stables au cours du temps et plutôt faibles par rapport aux autres stations suivies. La composition en espèces reflète bien le caractère sableux du site, avec la présence de l'anémone de sable *Edwarsia timida* et le polychète *Spio martinensis.*

La richesse taxonomique est en forte diminution depuis 2018 et l'abondance en forte diminution depuis 2016. On observe une diminution des abondances de *Bathyporeia sarsi* et *B. pilosa* depuis 2021. On observe également une diminution des abondances de *Cerastoderma edule* et de *Pygospio elegans*.

En 2021 comme en 2020, peu d'espèces ont été retrouvées sur cette station. Il est donc difficile de définir précisément l'habitat EUNIS. Cette station peut être ainsi être caractérisée par l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes ». La station BDV3 semble être en cours d'évolution. Il serait intéressant de continuer les suivis d'habitats afin de voir si les communautés trouvent un nouvel équilibre, avec la disparition de certaines espèces et la disparition d'autres, ou si le milieu revient à son habitat EUNIS d'origine.

La station BDV4 correspond à un sédiment sableux envasé à proximité des structures conchylicoles. Les espèces fréquemment rencontrées sont l'annélide polychète *Scoloplos armiger* et le crustacé amphipode *Urothoe poseidonis*. Les suivis des années antérieures avaient permis de caractériser cette station comme appartenant à l'habitat « A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal ».

Les caractéristiques granulométriques de cette station sont stables dans le temps, avec des réplicats classés en sable peu graveleux, quelques-uns en sable. Les teneurs en matière organiques restent relativement stables au cours du temps elles aussi.

La richesse taxonomique est en forte diminution depuis 2019 et l'abondance en forte diminution depuis 2017. Cela s'explique par la diminution des abondances *d'Urothoe poseidonis, Bathyporeia pilosa, Spio martinensis* et *Eurydice pulchra.*

La richesse taxonomique et l'abondance totale sont en forte augmentation en 2021. Cela s'explique par l'augmentation des abondances de *Corophium arenarium, Scoloplos armiger, Cerastoderma edule, Gammarus sp., Tubificoides benedii* et *Cumopsis goodsir.* On constate également l'apparition du cnidaire *Cerianthus lloydii.* La diminution des effectifs de *Spio martinensis* et *Eurydice pulchra* pourrait être liée à des apports de vase, liés à la divagation du chenal sur certaines zones. L'augmentation des effectifs de *Tubificoides benedii* peut s'expliquer par des apports de matière organique, provenant de placages de vases amenés par le chenal ou des échouages massifs d'algues, fréquents dans cette zone.

En 2021 le cortège d'espèces retrouvées et les caractéristiques granulométriques de la station BDV4 s'apparentent à l'habitat « A2.242 - *Cerastoderma edule* et polychètes dans du sable vaseux intertidal ». Cet habitat est caractérisé par les arthropodes *Bathyporeia sarsi* et *Crangon crangon*, par les mollusques *Cerastoderma edule, Macoma balthica* et *Peringia ulvae* et par les annélides *Capitella capitata*, *Eteone longa, Pygospio elegans* et *Scoloplos armiger*.

La station BDV5 correspond à un sédiment sableux plus coquillier, généralement peuplé de crustacés amphipodes. Les suivis des années antérieures avaient permis de caractériser cette station comme appartenant aux habitats « A2.242 - *Cerastoderma edule* et polychètes dans du sable vaseux intertidal » et « A2.2313 - Sable fin intertidal dominé par *Nephtys cirrosa* ». Bien que les caractéristiques granulométriques (sable peu graveleux) et les teneurs en matière organique soient restées homogènes au cours du temps, une évolution de l'habitat a été observée par rapport aux années précédentes.

Cette évolution se traduit par l'augmentation de la richesse taxonomique depuis 2019 et la diminution de l'abondance totale depuis 2018. On observe une diminution drastique des effectifs de *Cerastoderma edule* au cours du temps. On observe dans le même temps une augmentation des effectifs d'*Urothoe poseidonis, Cumopsis goodsir* et de l'ophiure *Acrocnida spatulispina.* Le cortège d'espèces présentes reflète également l'influence marine, liée au positionnement de la station BDV5 en sortie de baie, avec des espèces telles que *Acrocnida spatulispina, Sigalion mathildae, Nototropis swammerdamei, Aora spinicornis, Kurtiella bidentata et Donax vittatus.*

En 2021 le cortège d'espèces retrouvées et les caractéristiques granulométriques de la station BDV5 s'apparentent à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes ». L'habitat « A2.23 » est caractérisé par les arthropodes *Bathyporeia pilosa* et *Pontocrates arenarium*, le mollusque *Angulus tenuis* et les annélides *Nephtys cirrosa, Paraonis fulgens, Pygospio elegans, Scoloplos armiger, Spio filicornis, Spiophanes bombyx* et les Nemertes.

Le Tableau 14 synthétise les changements d'habitats EUNIS observés en 2021.

Tableau 13 : Evolution des habitats EUNIS par station.

Station	*Habitats EUNIS identifiés antérieurement*	*Habitats EUNIS identifiés en 2021*
BDV1	A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal et A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale	A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale
BDV2	A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal	A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal
BDV3	A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal	A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes
BDV4	A2.231 - Polychètes dans du sable fin intertidal et A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp.* dans de la vase sablo-graveleuse intertidale	A2.242 - *Cerastoderma edule* et polychètes dans du sable vaseux intertidal
BDV5	A2.242 - *Cerastoderma edule* et polychètes dans du sable vaseux intertidal et A2.2313 - Sable fin intertidal dominé par *Nephtys cirrosa*	A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes

IV.3 Actualisation de la cartographie

Le flanc ouest de la Baie des Veys est caractérisé par un substrat sableux mais celui-ci présente un envasement croissant à proximité des concessions conchylicoles. Au nord de la baie, l'estran de la Réserve Naturelle Nationale du Domaine de Beauguillot abrite des habitats de substrat sableux relativement diversifiés devant les prés salés. Ce flanc est principalement caractérisé par les habitats à coques *Cerastoderma edule* (A2.24) et par des sables à polychètes (A2.23). La baie étant un système dynamique, la limite entre les deux habitats peut évoluer de façon saisonnière. Au sein de la station BDV5, certaines sous-stations ont été caractérisées comme appartenant à l'habitat « A2.242 - Estrans de sable vaseux dominés par des polychètes et *Cerastoderma edule* » et « A2.2313 - Estrans de sable fin dominés par *Nephtys cirrosa* ». En 2020 et 2021, la station BDV5 est caractérisée par un sable fin peu graveleux dominé par *Cerastoderma edule, Urothoe*

poseidonis et *Acrocnida spatulispina*. Cet habitat bien que non décrit précisément dans la classification EUNIS est caractéristique de la Baie des Veys et peut être associé à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes ».

La station BDV1, située au niveau de l'embouchure du chenal, présente quant à elle un changement au niveau de ses caractéristiques granulométriques. Si en 2020 elle était caractérisée par du sable vaseux et du sable, en 2021 les sous stations sont caractérisées par du sable et du sableux peu graveleux, pouvant traduire d'un ensablement. Le cortège d'espèces déterminées reste cependant similaire aux années précédentes et permet de classer cette station comme appartenant à l'habitat « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale ».

Le centre de la baie est délimité par les deux chenaux et les prés salés de Brévands et est caractérisé par un substrat sableux. Les limites de cette zone sont variables dans le temps en fonction des mouvements des principaux chenaux. Leur divagation crée une zone dans laquelle le sédiment est fortement remanié ; les espèces qui s'y trouvent sont rares et peu abondantes. La pointe de Brévands (station BDV3) est ainsi caractérisée par les habitats EUNIS « A2.22 - Estrans de sable mobile, stérile ou dominé par des amphipodes ». Au cours du temps, cette station présente des sédiments de moins en moins vaseux et un passage de la communauté « *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal » (A2.243) à la communauté « Estrans de sable fin dominés par des polychètes » (A2.231) a pu être observé antérieurement. En 2021, les caractéristiques granulométriques restent semblables aux années antérieures, avec des sables peu graveleux. La richesse taxonomique et l'abondance sont faibles, peu d'espèces ont été retrouvées sur cette station, et il est donc difficile de définir précisément un habitat, mais on peut l'associer à l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes ». Ces changements ne sont pas surprenants. Cette zone est très dynamique et est amenée à se modifier en fonction de la position des deux chenaux principaux (ouest et est) et de l'intrusion marine dans la baie.

Le flan est de la Baie des Veys est caractérisé par un substrat sableux mais celui-ci présente un envasement croissant à proximité des concessions conchylicoles. Au nord, la station BDV4 voit son cortège d'espèces changer et passe de l'habitat « Estrans de sable fin dominés par des polychètes » à l'habitat « A2.242 - Estrans de sable vaseux dominés par des polychètes et *Cerastoderma edule* ». La station BDV2, située au niveau de l'embouchure du chenal est quant à elle toujours caractérisée par l'habitat « A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal ».

La Baie des Veys étant un système dynamique, les habitats et leurs limites peuvent évoluer de façon saisonnière. Dans un système à forte contrainte hydrodynamique, les habitats élémentaires sont relativement stables et les espèces qui les constituent sont également présentes, maintenant ainsi la ressource trophique disponibles pour les oiseaux. Des variations spatiales sont observées et sont à mettre en relation avec les évolutions hydrodynamiques de la Baie des Veys, les éventuels apports de sable et la position des chenaux et drains du bassin versant.

La cartographie des communautés de 2017 (Baffreau *et al.*, 2018 a et b) a été actualisée en 2021 à partir des résultats obtenus dans la présente étude (Figure 30 ; Tableau 14).

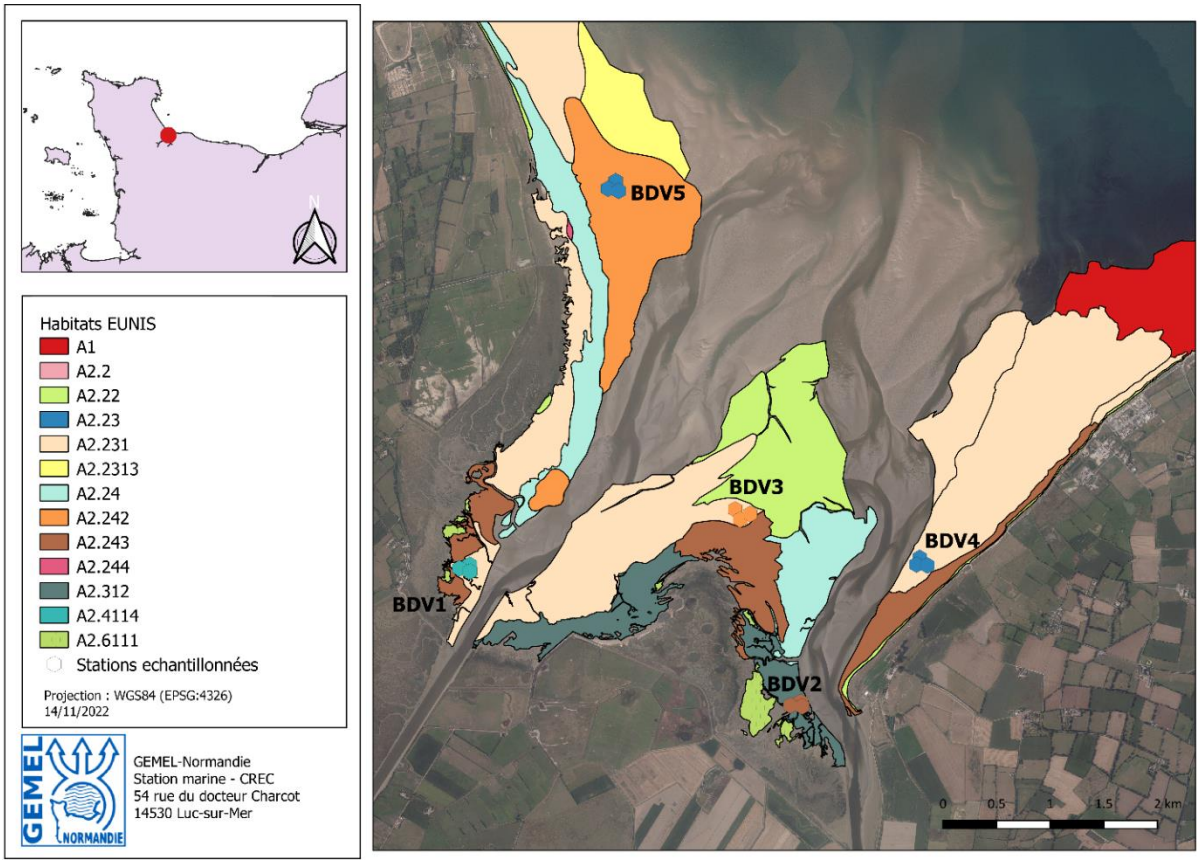

Figure 30 : Cartographie des habitats EUNIS à l'échelle de la Baie des Veys en 2021, adaptée de la cartographie 2017 (Baffreau *et al.*, 2018a et 2018b)

Tableau 14 : Equivalence entre les différentes versions de la typologie des habitats EUNIS et intitulé complet.

Habitats EUNIS	*Intitulé complet en français*
A1	Roche et autres substrats durs intertidaux
A2.2	Sable et sable vaseux intertidaux
A2.22	Estrans de sable mobile, stérile ou dominé par des amphipodes
A2.23	Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes
A2.231	Estrans de sable fin dominés par des polychètes
A2.2313	Estrans de sable fin dominés par *Nephtys cirrosa*
A2.24	Estrans de sable vaseux dominés par des polychètes ou des bivalves
A2.242	Estrans de sable vaseux dominés par des polychètes et *Cerastoderma edule*
A2.243	*Hediste diversicolor*, *Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal
A2.244	*Bathyporeia pilosa* et *Corophium arenarium* du sable vaseux intertidal
A2.312	*Hediste diversicolor* et Macoma *balthica* dans du sable vaseux intertidal
A2.4114	*Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides* spp. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale
A2.6111	Herbiers de *Zostera noltei* (anciennement *Zostera noltii*) des sables vaseux intertidaux

V. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'étude des principaux habitats de la Baie des Veys a permis de mettre en évidence certains changements en 2021. Le flanc ouest de la Baie des Veys est caractérisé au nord (BDV5) par l'habitat « Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes » et par l'habitat « A2.4114 - *Hediste diversicolor*, cirratulidés et *Tubificoides spp*. dans de la vase sablo-graveleuse intertidale » au niveau de l'embouchure du cheval (BDV1). Le centre de la baie (BDV3) est quant à lui caractérisé par l'habitat « A2.23 - Estrans de sable fin dominés par des amphipodes ou des polychètes ». Le flan est de la baie est caractérisé au nord (BDV4) par des « Estrans de sable vaseux dominés par des polychètes et *Cerastoderma edule* » et par l'habitat « A2.243 - *Hediste diversicolor, Macoma balthica* et *Eteone longa* dans du sable vaseux intertidal », au niveau de l'embouchure du chenal (BDV2).

Le suivi des principales espèces caractéristiques des habitats de la Baie des Veys a permis d'observer des variations en termes d'abondance et de richesse taxonomique entre les différentes stations étudiées. Les diminutions de la richesse taxonomique et de l'abondance observées depuis 2016 sont probablement plus liées à des variations interannuelles qu'à une tendance globale. Les 5 stations étudiées permettent d'observer les changements mais pas de les expliquer. Seule une étude globale des habitats à l'échelle de la Baie des Veys le permettrait.

Le protocole d'échantillonnage employé depuis 10 ans sur la Baie des Veys a permis de suivre l'évolution des habitats et l'évolution de la faune. Cependant, il ne permet pas d'étudier l'évolution de la ressource disponible sur l'ensemble du site d'alimentation des limicoles côtiers. Il serait nécessaire d'adapter la méthodologie afin d'étudier l'évolution des habitats sur l'ensemble de la Baie des Veys et d'effectuer une cartographie de la ressource. Pour cela, un effort d'échantillonnage plus important, en maintenant une fréquence d'échantillonnage annuelle, pourrait être envisagée. Cette cartographie des habitats est faite en Baie de Saint-Brieuc sur 131 stations qui sont mutualisés avec les suivis des peuplements de bivalves et en particulier de la ressource pêchable, les populations de coques (Ponsero *et al*., 2013). Dans cette étude, un suivi télémétrique par triangulation permet de localiser les groupes oiseaux, de créer des cartes de localisation dans la baie et de superposer leur localisation avec les ressources en bivalves notamment.

Une actualisation fine de la cartographie des habitats avec un plan d'échantillonnage dense (environ 100 stations) permettrait de repositionner les stations élémentaires de suivi de ce programme, témoins des habitats utilisés par les oiseaux et notamment les limicoles côtiers. Ces données pourraient être couplées avec l'étude menée par le GEMEL-Normandie pour RNF, concernant la ressource de bivalves sur l'ensemble de la Baie des Veys (Lemoine et al., 2022). Cette étude vise à contribuer à la « la construction et mise en oeuvre d'une méthodologie nationale d'analyse du risque pêche (pêche à pied professionnelle des coques) au regard des enjeux de conservation des habitats sédimentaires intertidaux et leurs fonctionnalités écologiques relatives à l'alimentation des oiseaux limicoles côtiers ». Une comparaison entre les données du suivi limicoles, les données bivalves (Garcia *et al.,* 2020 ; Lemoine *et al.,* 2021, 2022a, 2022b) et une cartographie actualisée des habitats à l'échelle de la Baie des Veys permettrait de mieux comprendre les évolutions spatiales et temporelles observées et d'intégrer le suivi à une échelle plus globale.

VI. BIBLIOGRAPHIE

Baffreau A., Brieau L., Garcia A., Timsit O. (2018a). *Cartographie et suivi des habitats biomorphosédimentaires sur la partie maritime de la Réserve naturelle nationale du Domaine de Beauguillot.* Rapport d'étude. GEMEL-N, Luc-sur-Mer. Agence de l'Eau Seine-Normandie, FEADER, Réserve naturelle nationale du domaine de Beauguillot. 13 pp.

Baffreau A., Brieau L., Garcia A., Timsit O. (2018b). *Suivi et Cartographie des principaux habitats de la Baie des Veys.* Année 2017. Rapport d'étude. GEMEL-N, Luc-sur-Mer. 10 pp.

Baffreau A., Brieau L., Garcia A., Timsit O. (2019c). *Suivi et Cartographie des principaux habitats de la Baie des Veys*. Année 2018. Rapport d'étude. GEMEL-N, Luc-sur-Mer. 11 pp.

Caillot E., Hacquebart P. (2012). *Section G. Phase test (2007-2010) du protocole de surveillance des "Habitats benthiques" intertidaux*. Bilan et perspectives. RNF-AAMP-ACHB-GEMEL-N. 96 pp.

Dajoz R. (1982). *Précis d'écologie*, 4ème édition, Paris, Bordas, 503p.

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., Aubert F., Bachelet G., Baffreau A., Barille A.L., Blanchet H., Bonifacio P., Bouchet V., Broudin C., Charles F., Crouvoisier M., Delemarre M., Droual G., Dubois S., Dubut S., Gauthier E., Gentil F., Gouilleux B., Grall J., Hacquebart P., Houbin C., Janson A.L., Jourde J., Kouadio Kouakou F., Labrune C., Latry L., Laurand S., Lavesque N., Le Garrec V., Marmin S., Martin D., Navon M., Orvain F., Pelaprat C., Pezy J.P., Poisson E., Rocroy M., Rollet C., Ruellet T., Sauriau P.G., Thiebaut E. (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 2014. IFREMER/MNHN. 31 p.

Garcia A., Baffreau A., Timsit O. (2020). *Evaluation du tonnage exploitable de coques,* Cerastoderma edule *(Linnaeus, 1758), sur le gisement classé de Beauguillot*. 14 p.

Hacquebart P., Joncourt Y., Timsit O. (2014). *Evolution des principaux habitats de la baie des Veys - Traitement des données benthiques et sédimentaires collectées en 2012 et 2013*. 60 pp.

Lemoine A., Ollivier E., Timsit O. (2021). *Evaluation du tonnage exploitable de coques,* Cerastoderma edule *(Linnaeus, 1758), sur le gisement classé de Beauguillot*. 15 p.

Lemoine A., Ollivier E., Timsit O., Aublet E., Arrenoux G. (2022a). *Evaluation du tonnage exploitable de coques*, Cerastoderma edule *(Linnaeus, 1758), sur le gisement classé de Beauguillot.* 20p.

Lemoine A., Ollivier E., Timsit O. (2022b). *Caractérisation de l'évolution de l'abondance des principaux bivalves présents au sein des communautés de macrofaune benthique de la zone intertidale de la Baie des Veys.* Rapport final. Dernières modifications : novembre 2022. 64 p.

Oksanen J., Guillaume Blanchet F., Friendly M., Kindt M., Legendre P., McGlinn D., Minchin P. R., O'Hara R. B., Simpson G. L., Solymos P., Henry M., Stevens H., Szoecs E. & Wagner H. (2017). *vegan: Community Ecology Package.* R package version 2.4-4. https://CRAN.R-project.org/package=vegan

Ponsero A., Sturbois A., Kwiecien S., Morey Rubio C., Simonin A. (2013). *Analyse de la répartition spatiale des limicoles et des ressources benthiques pour la gestion de la Réserve naturelle de la Baie de Saint-Brieuc*. In : IFREMER, Agence Aires Marines Protégées (éd.), Colloque CARHAMB'AR Cartographie des habitats marins benthiques : de l'acquisition à la restitution. Brest, France, 26-28 mars 2013,178-182.

Roberts D. W. (2016). *labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology*. R package version 1.8-0. https://CRAN.R-project.org/package=labdsv

Wickham H. (2009). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis.* Springer-Verlag New York.

VII. ANNEXE

Annexe 1

Taxon	*Autorité*
Abra tenuis	(Montagu, 1803)
Acrocnida spatulispina	Stöhr & Muths, 2010
Amphipoda nd.	Latreille, 1816
Aora spinicornis	Afonso, 1976
Arenicola marina	(Linnaeus, 1758)
Arenicola sp.	Lamarck, 1801
Bathyporeia sarsi	Watkin, 1938
Capitella capitata	(Fabricius, 1780)
Carcinus maenas	(Linnaeus, 1758)
Cerastoderma edule	(Linnaeus, 1758)
Cerianthus lloydii	Gosse, 1859
Cirratulidae nd.	Ryckholt, 1851
Copepoda nd.	Milne Edwards, 1840
Corophium arenarium	Crawford, 1937
Crangon crangon	(Linnaeus, 1758)
Cumopsis goodsir	(Van Beneden, 1861)
Cyathura carinata	(Krøyer, 1847)
Donax vittatus	(da Costa, 1778)
Eocuma dollfusi	Calman, 1907
Eteone longa	(Fabricius, 1780)
Gammarus sp.	Fabricius, 1775
Gastrosaccus spinifer	(Goës, 1864)
Glycera tridactyla	Schmarda, 1861
Hediste diversicolor	(O.F. Müller, 1776)
Heteromastus filiformis	(Claparède, 1864)
Insecta nd.	
Kurtiella bidentata	(Montagu, 1803)
Lekanesphaera monodi	(Arcangeli, 1934)
Lissoclinum argyllense	Millar, 1950
Macoma balthica	(Linnaeus, 1758)
Nematoda nd.	
Nemertea nd.	
Neomysis integer	(Leach, 1814)
Nephtys caeca	(Fabricius, 1780)
Nephtys cirrosa	Ehlers, 1868
Nephtys hombergii	Savigny in Lamarck, 1818
Nephtys kersivalensis	McIntosh, 1908
Nephtys longosetosa	Örsted, 1842
Notomastus latericeus	Sars, 1851
Nototropis swammerdamei	(H. Milne Edwards, 1830)
Peringia ulvae	(Pennant, 1777)
Pholoe inornata	Johnston, 1839

Taxon	*Autorité*
Phyllodoce mucosa	Örsted, 1843
Phyllodocidae nd.	Örsted, 1843
Polycirrus sp.	Grube, 1850
Polyclinum aurantium	Milne Edwards, 1841
Pycnogonidae nd.	Wilson, 1878
Pygospio elegans	Claparède, 1863
Scolelepis (Scolelepis) squamata	(O.F. Muller, 1806)
Scoloplos armiger	(Müller, 1776)
Scrobicularia plana	(da Costa, 1778)
Sigalion mathildae	Audouin & Milne Edwards, 1832
Spio martinensis	Mesnil, 1896
Spiophanes bombyx	(Claparède, 1870)
Tanaissus lilljeborgi	(Stebbing, 1891)
Tharyx killariensis	(Southern, 1914)
Tubificoides benedii	(d'Udekem, 1855)
Tubificoides pseudogaster	(Dahl, 1960)
Urothoe poseidonis	Reibish, 1905