

IFREMER, Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes
Unité Littoral
Laboratoire Environnement Ressources Bretagne Nord
Station de Dinard

Coordination : Aurélie Foveau (Ifremer)

**Rédaction : Aurélie Foveau (Ifremer), Sébastien Aubin (MNHN Dinard), E. Aublet (GEMEL-Normandie),
Andréa Lemoine (GEMEL-Normandie), Benjamin Monnier (MNHN Dinard), Elodie Ollivier (GEMEL-
Normandie), Olivier Timsit (GEMEL-Normandie)**

Date : Octobre 2023

CONTROLE DE SURVEILLANCE BENTHIQUE DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (2000/60/CE). VOLUME II : FLORE AUTRE QUE PHYTOPLANCTON, ANNEE 2021

District Seine-Normandie

Fiche documentaire

Titre du rapport : Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume II : Flore autre que phytoplancton, Année 2021. District Seine-Normandie	
Référence interne : ODE/LITTORAL/LERBN-23-018 Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) – date de levée d’embargo : AAA/MM/JJ <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ	Date de publication : 2023/10/23 Version : 1.0.0 Référence de l’illustration de couverture Crédit photo/titre/date Langue(s) : Français
Résumé/ Abstract : Ce rapport présente les résultats des opérations menées en 2021 (contrôle de surveillance de la flore autre que phytoplancton) sur l’ensemble des masses d’eau côtières et de transition rattachées au district Seine-Normandie. This report presents results of the monitoring actions carried out in 2021 (on flora other than phytoplankton) in the water bodies of the Seine-Normandie water district.	
Mots-clés/ Key words : Directive Cadre Eau, Benthos, Réseau de surveillance, Manche European Water Framework Directive, Benthos, Monitoring Network, English Channel	
Comment citer ce document : Foveau Aurélie, Aubin Sébastien, Aublet E, Lemoine Andréa, Monnier Benjamin, Ollivier Elodie, Timsit Olivier (2023). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume II : Flore autre que phytoplancton, Année 2021. District Seine-Normandie. ODE/LITTORAL/LERBN-23-018.	
Disponibilité des données de la recherche :	
DOI :	

Commanditaire du rapport : Agence de l'Eau Seine-Normandie	
Nom / référence du contrat : <input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX) <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif (réf. interne du rapport intermédiaire : ODE/LITTORAL/LERBN-23-018/97108)	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) : Appui à politique publique, DCE-Benthos	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Aurélié Foveau / aurelie.foveau@ifremer.fr	Ifremer/ODE/LITTORAL, LERBN
Sébastien Aubin	MNHN, Station de Dinard
E. Aublet	GEMEL-Normandie
Andréa Lemoine	GEMEL-Normandie
Benjamin Monnier	MNHN, Station de Dinard
Elodie Ollivier /	GEMEL-Normandie
Olivier Timsit	GEMEL-Normandie
Encadrement(s) :	
Destinataire : Yann Joncourt, Agence de l'Eau Seine-Normandie	
Validé par :	

Table des matières

1. RAPPEL DU CONTEXTE ET DES OBLIGATIONS IMPOSEES PAR LA DIRECTIVE EUROPEENNE CADRE SUR L'EAU	6
1.1 RAPPEL DES ATTENDUS RELATIFS AUX ELEMENTS DE QUALITE BIOLOGIQUE DU BENTHOS MARIN POUR LA DCE (GUILLAUMONT <i>ET AL.</i> , 2005)	6
1.2 RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DES MASSES D'EAU DU DISTRICT COTIER SEINE-NORMANDIE.....	7
1.3 PARTENAIRES DE LA MISE EN OEUVRE DE LA SURVEILLANCE DU COMPARTIMENT BENTHIQUE EN SEINE-NORMANDIE.....	7
2. SUIVI STATIONNEL DES HERBIERS A <i>ZOSTERA MARINA</i> - (MNHN-Dinard)	8
2.1 INTRODUCTION	8
2.2 MATERIEL ET METHODES.....	9
2.2.1 Campagne d'échantillonnage.....	9
2.2.2 Travail en laboratoire.....	12
2.2.2.1 Granulométrie.....	12
2.2.2.2 Teneur en matière organique.....	13
2.2.2.3 Zostères et macroalgues	13
2.2.2.4 Wasting disease (WDI) et algues épiphytes	14
2.3 RESULTATS.....	15
2.3.1 Granulométrie.....	15
2.3.2 Teneur en matière organique.....	17
2.3.3 Caractéristiques des zostères	18
2.3.3.1 Densité des pieds	18
2.3.3.2 Nombre de feuilles, surface foliaire et Biomasses	19
2.3.4 Macroalgues et épiphytes	23
2.3.5 Wasting disease.....	25
2.4 CONCLUSION.....	26
3. SUIVI STATIONNEL ET SURFACIQUE DES HERBIERS A <i>ZOSTERA NOLTEI</i> - (GEMEL-NORMANDIE).....	27
3.1 INTRODUCTION	27
3.2 MATERIEL ET METHODES.....	27
3.2.1 Taux de recouvrement des zostères et biomasse des macroalgues	29
3.2.2 Granulométrie et matière organique.....	30
3.2.3 Suivi surfacique.....	31
3.3 RESULTATS.....	32
3.3.1 Granulométrie.....	32
3.3.2 Matière organique.....	35

3.3.3	Recouvrement en zostères et macroalgues.....	36
3.3.4	Suivi surfacique des herbiers de <i>Zostera noltei</i>	42
3.4	CONCLUSION.....	49
4.	SYNTHESE DES INDICATEURS EN 2020.....	50
6.	OPERATIONS PROGRAMMEES EN 2021 ET 2022.....	52
7.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	53
8.	Annexe.....	55

1. RAPPEL DU CONTEXTE ET DES OBLIGATIONS IMPOSEES PAR LA DIRECTIVE EUROPEENNE CADRE SUR L'EAU

1.1 RAPPEL DES ATTENDUS RELATIFS AUX ELEMENTS DE QUALITE BIOLOGIQUE DU BENTHOS MARIN POUR LA DCE (GUILLAUMONT ET AL., 2005)

L'application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) nécessite la mise en place de contrôles pour évaluer l'état écologique des Masses d'Eau Côtières et de Transition avec comme objectif l'atteinte du bon état en 2021 ou 2027 (selon les masses d'eau). L'ensemble des eaux côtières, dont la limite extérieure s'établit à 1 mille de la ligne de base, et des eaux de transition, correspondant aux eaux de surface situées près des embouchures de rivières/fleuves et partiellement salines mais influencées par les eaux douces, a fait l'objet d'un découpage en Masses d'Eau. Ces Masses d'Eau ont été définies en fonction de leurs caractéristiques physiques ainsi que des pressions qui s'y exercent.

Sur ces Masses d'Eau, différents types de contrôle peuvent être exercés :

- le **contrôle de surveillance**, appliqué sur une sélection de Masses d'Eau considérées comme représentatives, en se référant à la typologie préétablie. Les objectifs de cette surveillance sont de « (...) concevoir de manière efficace et valable les futurs programmes de surveillance, évaluer les changements à long terme des conditions naturelles, évaluer les changements à long terme résultant d'une importante activité anthropique. » (Annexe V – art. 1.3.1) ;
- le **contrôle opérationnel**, appliqué sur les Masses d'Eau présentant un Risque de Non Atteinte du Bon Etat Ecologique (RNABE) d'ici 2021, afin d'en établir l'état et d'en évaluer les changements dus aux programmes de mesure mis en place ;
- le **contrôle additionnel**, requis pour les zones protégées (notamment les zones de protection d'habitat et/ou d'espèces résultant des directives européennes « Oiseaux » et « Habitats », risquant de ne pas répondre à leurs objectifs environnementaux) ;
- le **contrôle d'enquête**, appliqué aux Masses d'Eau présentant un RNABE pour des raisons inconnues, ainsi qu'aux zones touchées par des pollutions accidentelles, pour lesquelles le benthos est un indicateur privilégié de l'ampleur et de l'incidence des contaminations.

L'article 1.1.4 de l'annexe V de la DCE précise les paramètres biologiques qui participent à l'évaluation de l'état écologique des Masses d'Eau Côtières. Ces derniers se réfèrent à la composition, l'abondance et la biomasse du phytoplancton, à la composition et l'abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton) et à la composition et l'abondance de la faune invertébrée benthique.

Dans le cadre du contrôle de surveillance du compartiment benthique, la végétation benthique (macroalgues et angiospermes), ainsi que les macroinvertébrés benthiques, doivent obligatoirement être pris en considération.

Pour les contrôles opérationnels, les éléments les plus sensibles seront retenus : « (...) afin d'évaluer l'ampleur des pressions auxquelles les masses d'eau de surface sont soumises, les États membres contrôlent les éléments de qualité qui permettent de déterminer les pressions auxquelles la ou les masses sont soumises. Afin d'évaluer l'incidence de ces pressions, les États membres contrôlent (...) les paramètres permettant de déterminer l'élément de qualité biologique ou les éléments qui sont les plus sensibles aux pressions auxquelles les masses d'eau sont soumises (...) ».

A partir du texte de la DCE, des travaux de réflexion ont été conduits au niveau européen (travaux du groupe COAST, aboutissant notamment à des recommandations générales consignées dans le rapport « Guidance on monitoring » destiné à guider les stratégies à mettre en œuvre dans chaque pays, travaux des groupes informels d'intercalibration NEA-GIG), chaque pays restant libre de définir la stratégie de surveillance la plus adaptée, avec toutefois un impératif d'intercalibration sur le classement relatif à l'état écologique des Masses d'Eau défini selon cinq niveaux (très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais - Art. 1.2. de l'annexe V de la DCE).

1.2 RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DES MASSES D'EAU DU DISTRICT COTIER SEINE-NORMANDIE

Le district côtier Seine-Normandie est composé de 19 masses d'eau côtières et de sept masses d'eau de transition (les masses d'eau HC06 et HT01M étant divisées en deux, Figure 1). Au total, 15 masses d'eau côtières ont été retenues pour le contrôle de surveillance ainsi que six masses d'eau de transition (Guérin *et al.*, 2008 pour la présentation des caractéristiques générales et biologiques des masses d'eau).

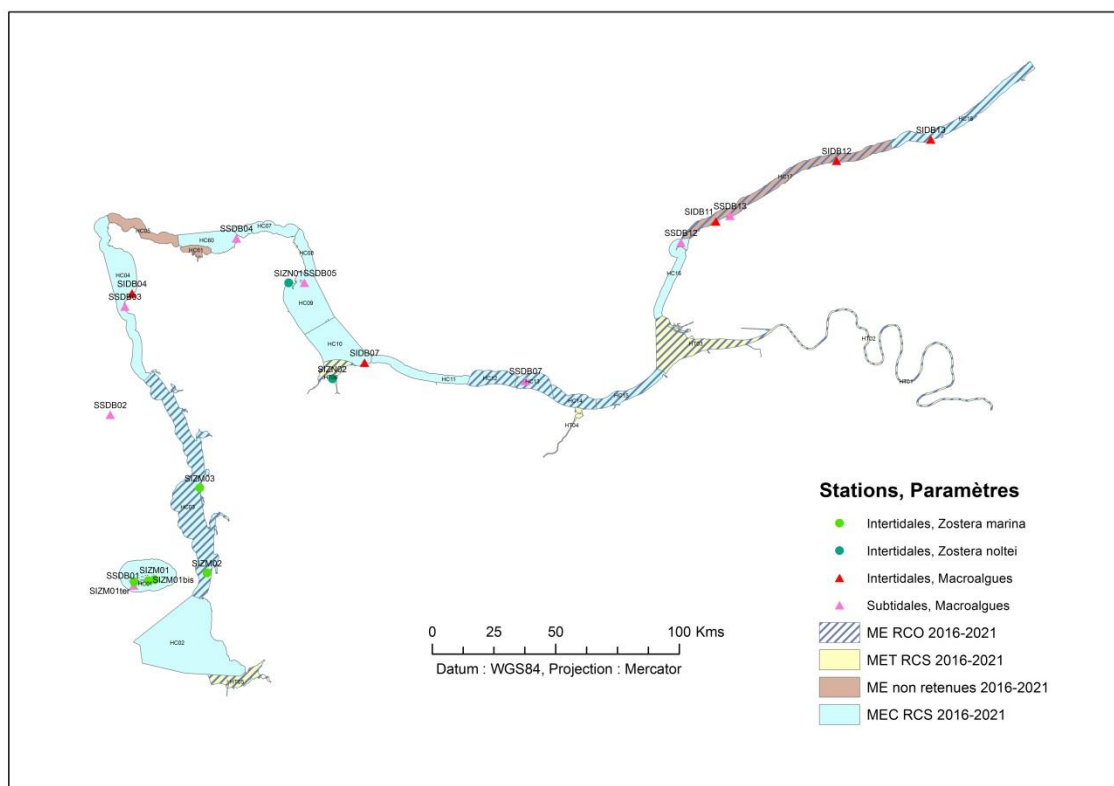


Figure 1 : Localisation des sites d'échantillonnage de l'élément de qualité « Flore autre que phytoplancton » lors du suivi 2021.

1.3 PARTENAIRES DE LA MISE EN OEUVRE DE LA SURVEILLANCE DU COMPARTIMENT BENTHIQUE EN SEINE-NORMANDIE

Afin d'assurer la bonne réalisation du contrôle de surveillance en 2021, deux partenaires ont été sollicités (Tableau 1) pour le suivi de l'élément de qualité « Flore autre que phytoplancton ». Les

partenaires ayant participé au suivi de l'élément de qualité « Invertébrés benthiques de substrats meubles » sont présentés dans le volume I de ce rapport.

Tableau 1 : Répartition entre partenaires des paramètres et stations de prélèvements.

Partenaires	Paramètres	Stations
Muséum National d'Histoire Naturelle Station de Dinard	Herbiers	SIZM01/bis/ter
	<i>Zostera marina</i>	SIZM02
		SIZM03
Groupe d'Etudes des Milieux Estuariens et Littoraux-Normandie	Herbiers	SIZN01
	<i>Zostera noltei</i>	SIZN02

2. SUIVI STATIONNEL DES HERBIERS A ZOSTERA MARINA - (MNHN-Dinard)

2.1 INTRODUCTION

Depuis l'adoption de la Directive Cadre sur l'eau 2000/60/CE par le Parlement Européen, les états membres doivent anticiper toute dégradation, préserver et améliorer l'état des écosystèmes aquatiques. Pour cela, un plan de gestion a été mis en place afin d'atteindre un bon état général des différentes masses d'eau (souterraines ou superficielles). Ce plan de gestion intègre notamment un programme de surveillance basé sur les réseaux de surveillance déjà existants (REPHY, ROCCH, REBENT...) et permettant de suivre l'évolution de la qualité des masses d'eau. La mise en œuvre de la DCE s'effectue selon des plans de gestion de six ans. Les objectifs à atteindre et les mesures à mettre en place sont mis à jour au terme de chaque cycle (2015, 2021, 2027...). Afin d'évaluer l'état des masses d'eau, différents éléments (chimiques et biologiques) sont contrôlés annuellement, notamment les angiospermes, sensibles aux perturbations physiques et chimiques (Dauer, 1993).

Présents sur l'ensemble des côtes du Massif Armoricain, les herbiers à *Zostera marina* ne s'implantent que dans des secteurs localisés en raison de leur exigence écologique. Les herbiers du golfe normand-breton sont présents sur l'ensemble des côtes de ce secteur à l'exception de la baie du Mont-Saint-Michel (Nebout *et al.*, 2009). Ces plantes côtières se retrouvent préférentiellement sur des substrats meubles à la granulométrie variée. Elles ne se développent pleinement qu'en présence de conditions hydrodynamiques relativement calmes. Les herbiers de *Z. marina* sont considérés comme de bons indicateurs biologiques de la qualité des masses d'eau côtières, que ce soit de par leur distribution spatiale (Krause-Jensen *et al.*, 2005), ou encore de par leur densité (Short et Wyllie-Echevarria, 1996). L'indice biotique « angiosperme », utilisé pour évaluer l'état écologique des eaux côtières, se base en partie sur les herbiers de *Z. marina* (Foden, 2007 ; Foden et Brazier, 2007). Il prend en compte la composition taxinomique, l'extension spatiale de l'herbier et son développement *via* la densité de pieds, la biomasse ou le recouvrement (Auby *et al.*, 2010).

Dans le cadre de la DCE, trois sites sont suivis depuis 2007 sur le secteur Ouest-Cotentin. Ils se situent dans l'archipel des îles Chausey (station SIZM01), sur la zone de Saint-Martin-de-Bréhal (SIZM02) et au niveau de Gouville-sur-Mer (SIZM03) (Figure 2). En 2014, deux stations supplémentaires situées dans l'archipel de Chausey ont été ajoutées au programme de surveillance (SIZM01bis et SIZM01ter ; Figure 2).

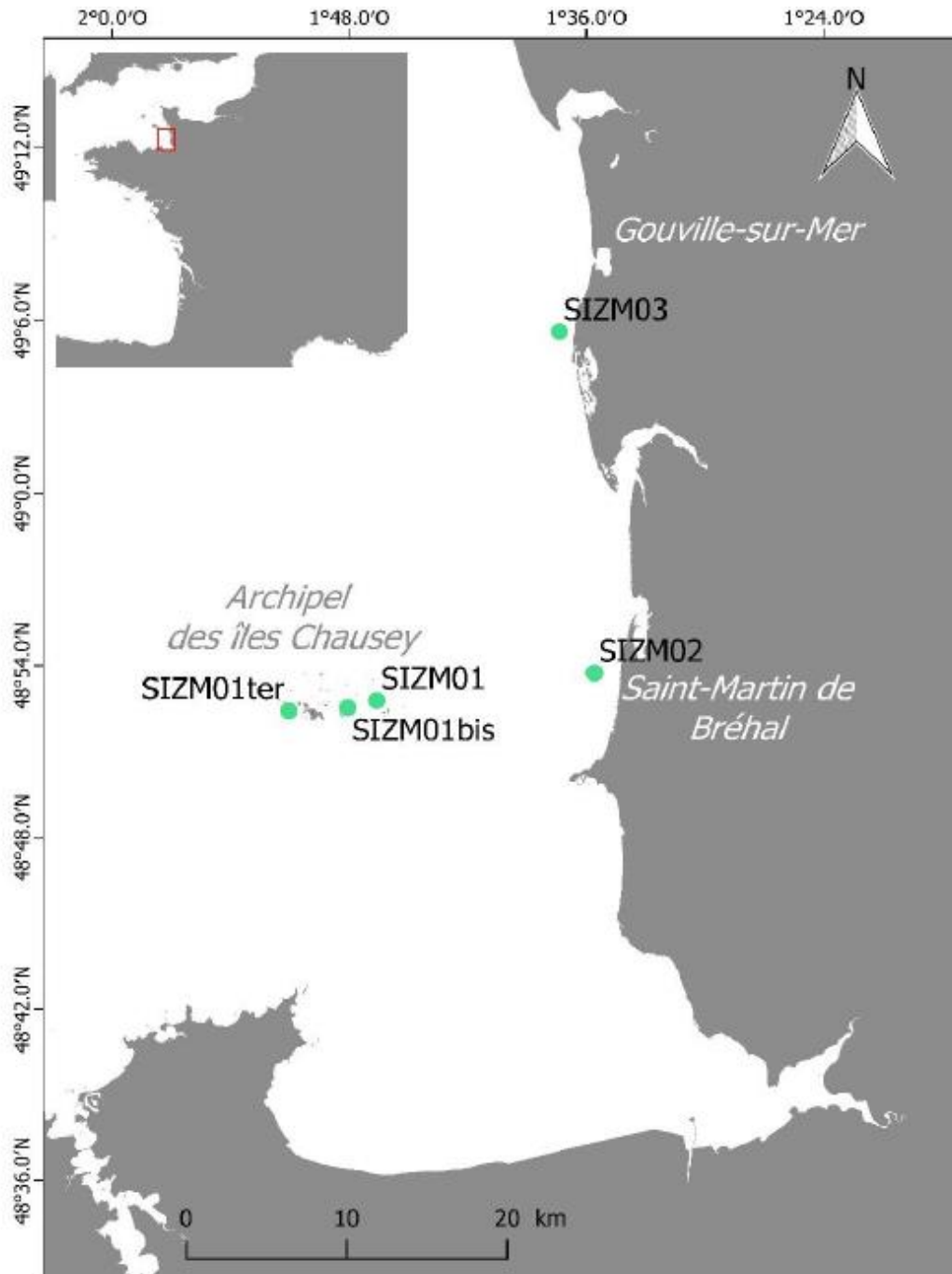


Figure 2 : Localisation géographique des stations à *Zostera marina* de la DCE-Benthos Ouest-Cotentin.

Cette partie du rapport présente la campagne de prélèvements ainsi que le traitement en laboratoire des échantillons d'herbiers de *Z. marina* des cinq stations mentionnées ci-dessus pour l'année 2021. L'ensemble des données et résultats exposés permettront ensuite aux experts thématiques de l'Ifremer de calculer les indices biotiques associés.

2.2 MATERIEL ET METHODES

2.2.1 Campagne d'échantillonnage

Pour cette année 2021, l'échantillonnage de l'ensemble des cinq stations à *Zostera marina* suivies a été effectué lors des grandes marées. Les stations de l'archipel des îles Chausey ont été échantillonnées entre le 29 mars 2021 (SIZM01) et le 31 mars 2021 (SIZM01bis). Les stations de

l'ouest Cotentin ont quant à elles été échantillonnées le 27 avril 2021 (SIZM03) et le 28 avril 2021 (SIZM02) (Tableau 2).

Tableau 2 : Récapitulatif de la campagne d'échantillonnage à *Zostera marina* 2021. * : position GPS (WGS4 en degrés/décimales) du passage A de la station échantillonnée.

Station	Code masse d'eau	Date de prélèvement	Position géographique de la station *	
SIZM01	FRHC01	29/03/2021	48,87972 N	1,77696 O
SIZM01bis	FRHC01	31/03/2021	48,87566 N	1,80155 O
SIZM01ter	FRHC01	30/03/2021	48,87361 N	1,85024 O
SIZM02	FRHC03	28/04/2021	48,89569 N	1,59332 O
SIZM03	FRHC03	27/04/2021	49,09354 N	1,62294 O

Cette année, quatre stations sur cinq ont pu être échantillonnées dans leur totalité. La station SIZM03, se trouvant à Gouville-sur-Mer, n'a pas découvert entièrement, et ce malgré le remplacement du point C l'année précédente (Figure 3). Seul le passage A a découvert totalement, les passages B et C, eux, sont restés immergés. Pour le passage B, seuls les comptages n'ont pu être faits de par la turbidité de l'eau. Pour le passage C, seuls les prélèvements granulométriques ont été réalisés.

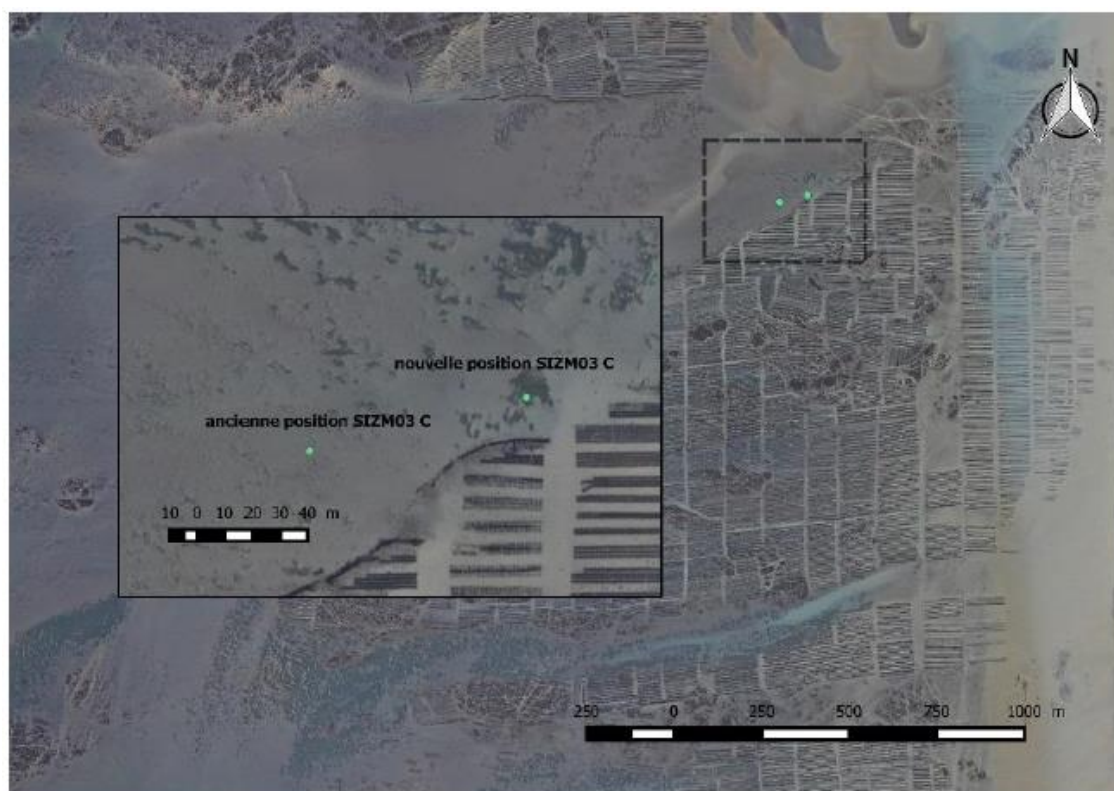


Figure 3 : Déplacement de la position géographique du passage SIZM03 C (Gouville-sur-mer).

Selon le protocole, chaque station est composée de trois passages (Figure 4), répartis sur un même niveau bathymétrique et dans des secteurs homogènes considérés comme représentatifs de l'herbier du site étudié. Les entités biologiques prises en compte dans le protocole sont les zostères marines et les macroalgues non épiphytes (biométrie et biomasse), les algues épiphytes et le taux de maladie dit « wasting disease », ainsi que les analyses granulométriques et les mesures de matière organique associées au sédiment.

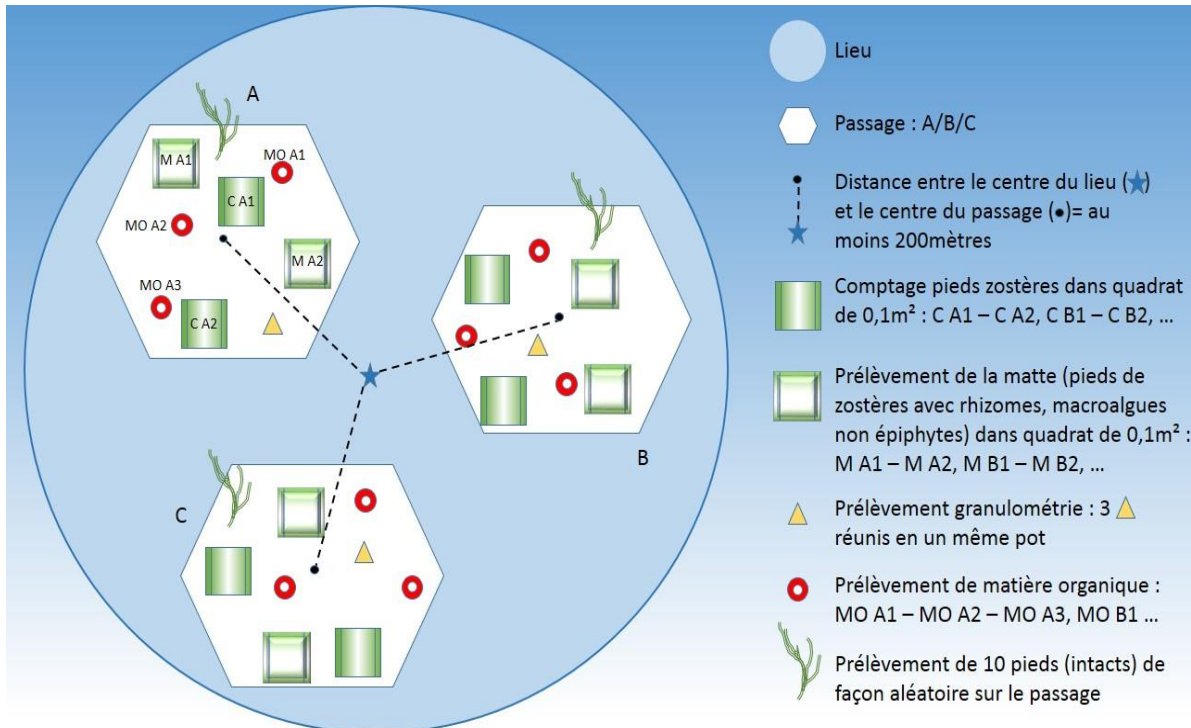
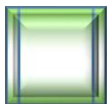


Figure 4 : Représentation schématique de l'échantillonnage des herbiers à *Zostera marina*.

Sur chaque passage A, B ou C :



Le comptage du nombre de pieds de zostères marines présents dans deux quadrats distincts de 0,1m² a été réalisé pour les trois passages des cinq stations (ex : C A1). Les six valeurs obtenues pour une station permettent de déterminer la densité du nombre de zostères par quadrat échantillonné.



Deux prélèvements de mat (deux quadrats de 0,1m², ex : M A1) par passage ont également été effectués pour plusieurs analyses en laboratoire :


- Biométrie de l'ensemble des pieds de zostères pour obtenir une valeur moyenne de recouvrement des phanérogames sur la station,
- Dénombrement des pieds de zostères prélevés permettant d'obtenir une seconde valeur de densité de zostères par unité de surface,
- Biomasse des zostères en distinguant gaines, limbes et rhizomes + racines
- Biomasse des macroalgues non épiphytes en séparant ces dernières par grand taxon, Chlorophyta, Ochrophyta et Rhodophyta




Pour chaque passage, dix pieds de zostères ont été collectés aléatoirement pour quantifier, au laboratoire, le phénomène de « wasting disease » (maladie due à l'association d'un ensemble de facteurs environnementaux perturbateurs qui affaiblissent la plante et permettent sa contamination par le micro-organisme *Labyrinthula zostera*). Ainsi, de retour en laboratoire, les opérations suivantes ont été effectuées :

- Biométrie des pieds de zostères prélevés (longueur et largeur de chaque limbe)
- Pourcentage de maladie estimé sur chaque limbe

- Biomasse des épiphytes raclés sur l'ensemble des limbes

 Un prélèvement de sédiment (une carotte de $\varnothing = 9\text{cm}$, $z = 5\text{cm}$) a été effectué sur chaque passage. L'ensemble des trois carottes des passages A, B et C ont été traitées séparément, ceci afin de garder l'information relative à chaque passage échantillonné.

 Pour la matière organique, les prélèvements ont été effectués en triplicats, soit neuf échantillons par station.

Pour chacune des cinq stations échantillonnées lors de la campagne 2021, les métadonnées ont été consignées dans les fiches terrain consultables en Annexe 1.

2.2.2 Travail en laboratoire

2.2.2.1 Granulométrie

L'analyse granulométrique permet de caractériser la composition sédimentaire retrouvée sur chaque station de prélèvement. L'échantillon humide est versé dans un bol préalablement annoté et pesé. L'ensemble est pesé une première fois (M_{humide}) à température ambiante. Il est ensuite placé dans une étuve à 60°C pendant 48 heures minimum, jusqu'à ce que le sédiment soit parfaitement sec. L'ensemble est pesé une deuxième fois à température ambiante (M_{sec}). La différence entre les deux pesées permet d'obtenir la quantité d'eau de mer (M_{eau}). La quantité de sel (M_{sel}) toujours présent dans le bol peut donc être estimée, en considérant que l'eau de mer a une salinité de 35 g/L.

$$M_{\text{humide}} (\text{g}) - M_{\text{sec}} (\text{g}) = M_{\text{eau}} (\text{g})$$

$$M_{\text{eau}} (\text{L}) = M_{\text{eau}} (\text{g}) \times 0.001$$

$$M_{\text{sel}} (\text{g}) = M_{\text{eau}} (\text{L}) \times 35$$

Le sédiment est remouillé avec une solution de métaphosphate de sodium (40 g/L) servant de défloculant. Il est délicatement malaxé à l'aide d'une spatule pour permettre une meilleure liquéfaction de la vase. Le sédiment est ensuite tamisé sous eau douce sur un tamis de vide de maille de $63 \mu\text{m}$ qui permet d'éliminer la fraction inférieure à $63 \mu\text{m}$. Le refus de tamis est récupéré dans un bol placé ensuite dans une étuve (60°C , 48 à 72 h). Le poids de la fraction de pélites ($M_{\text{pélites}}$) est obtenu par différence avec la première pesée du sédiment sec (M_{sec}) à laquelle a préalablement été soustraite la quantité de sel.

$$M_{\text{pélites}} (\text{g}) = M_{\text{sec}} (\text{g}) - M_{\text{sec-}63 \mu\text{m}} (\text{g})$$

Une fois le sédiment de nouveau sec, il est délicatement mélangé de manière à ce que tous les grains soient bien individualisés. Le tamisage du sédiment sec s'effectue sur une colonne de tamis AFNOR comprenant 17 tamis obligatoires et 10 tamis optionnels (partie la plus grossière) qui permettront de séparer les différentes fractions sédimentaires.

Le type sédimentaire des stations est ensuite identifié d'après la procédure GRADISTAT (Blott et Pye, 2001 ; Fournier *et al.*, 2014), en fonction des proportions en sables, graviers et pélites mais aussi de la grossièreté moyenne du grain et du mode (dimension du tamis où le refus est maximal). La médiane (D50) et l'indice de Trask (S_o) sont calculés et permettent respectivement, de couper en deux parties égales l'ensemble des valeurs de taille de grains et de renseigner le niveau d'homogénéité dans la taille des grains. Une faible valeur de l'indice de Trask indique une relative homogénéité dans la taille des grains. Le sédiment est alors qualifié de « bien classé ». Une forte valeur indique un sédiment présentant un mélange de différentes catégories sédimentaires (Tableau 3).

Tableau 3 : Classement du sédiment en fonction de l'indice de Trask (So) (Fournier, 2012).

So	Classement
1 à 1,17	Très bien classé
1,17 à 1,20	Bien classé
1,20 à 1,35	Assez bien classé
1,35 à 1,87	Moyennement classé
1,87 à 2,75	Mal classé
> 2,75	Très mal classé

Dans cette procédure, la classification granulométrique des sables est issue de la nomenclature de Wentworth (Wentworth, 1922) et les faciès sédimentaires correspondants proviennent de la méthode géométrique adoptée par Folk et Ward (Folk et Ward, 1957). La distribution des grains dans les différentes classes de taille des cinq stations est ensuite représentée à l'aide d'histogrammes produits sur le logiciel R (version 3.3.3).

Les histogrammes des proportions cumulées de vases, sables et graviers des années DCE depuis 2007, sont également réalisés pour les cinq stations de zostères.

2.2.2.2 Teneur en matière organique

La mesure de la teneur en matière organique se fait par la méthode de perte au feu.

Les échantillons dédiés à mesurer la matière organique ont été homogénéisés, disposés dans des capsules en aluminium (résistantes aux hautes températures et pesées à vide) et placés à l'étuve à 60 °C pendant 48 à 72 h. Les capsules ont ensuite été pesées (poids de sédiment sec), passées au four à 450 °C pendant 4 h, puis une nouvelle fois pesées (poids de sédiment calciné). La différence de masse entre le poids de sédiment sec et le poids de sédiment calciné correspond à la matière organique totale (MO) initialement présente dans l'échantillon.

2.2.2.3 Zostères et macroalgues

Les échantillons de mattes issues des deux quadrats de 0,1 m² (soit les six prélèvements par station) ont tout d'abord été triés afin de séparer les macroalgues non épiphytes des pieds de zostères. Les macroalgues ont été groupées par grands taxons *Chlorophyta* (algues vertes), *Ochrophyta* (algues brunes) et *Rhodophyta* (algues rouges) avant d'être passées à l'étuve (48 h minimum à 60 °C) et pesées.

Différentes mesures ont ensuite été réalisées sur les pieds de zostères :

- Dénombrement du nombre de pieds,
- Dénombrement du nombre de feuilles par pied,
- Biométrie des organes aériens de chaque pied (longueur des gaines, longueur et largeur des feuille ; Figure 5),
- Biomasse des organes aériens après un passage à l'étuve à 60 °C de 48 h minimum (poids sec (PS) épigé) et souterrains (PS hypogé).

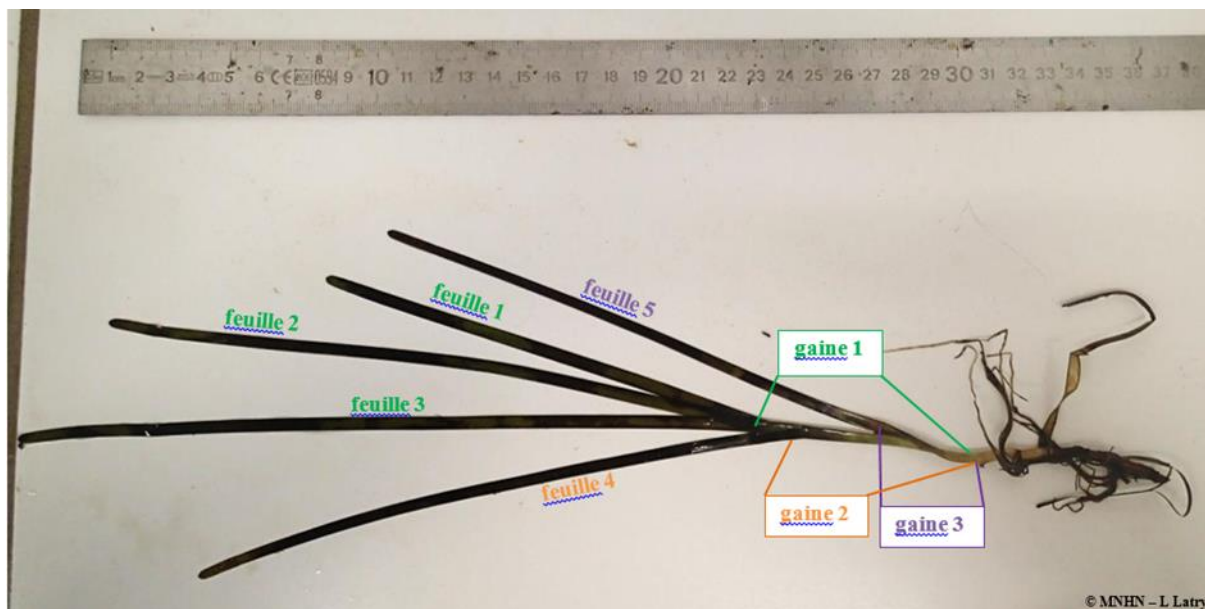


Figure 5 : Mesures biométriques effectuées sur les organes aériens d'un pied de zostère.

Certains pieds peuvent présenter un début de développement de second pied à la base des gaines.

Deux cas de figures peuvent dès lors se présenter :

- Lorsque le limbe (le plus ancien du pied) recouvrant le nouveau pied est encore bien solidaire de sa gaine, le nouveau pied n'est pas comptabilisé. Il sera pris en compte lorsque le limbe se détachera de son support.
- Lorsque le plus ancien des limbes laisse apparaître la quasi-totalité du nouveau pied, ce dernier est alors comptabilisé comme un pied à part entière. Le limbe le plus vieux qui le recouvrait à l'origine n'est pas pris en compte pour la biométrie de son pied.

2.2.2.4 Wasting disease (WDI) et algues épiphytes

A chacun des passages des cinq stations, les longueurs et largeurs des limbes des dix pieds de zostères collectés aléatoirement ont été mesurées. Les limbes ont ensuite été raclés à l'aide d'une lame fine afin de récupérer les algues épiphytes et pesés après séchage à l'étuve (48 h à 60 °C). Les algues épiphytes ont également été placées à l'étuve (48 h à 60 °C), pesées puis calcinées au four à 450 °C pendant 4 h et pesées de nouveau.

Parmi les dix pieds collectés aléatoirement, le pourcentage de zones noires a aussi été estimé sur cinq d'entre eux, d'après l'échelle de Burdick *et al.* (1993 ; Figure 6). Ces zones noires sont provoquées par la maladie du dépérissement causée par *Labyrinthula zosterae*.

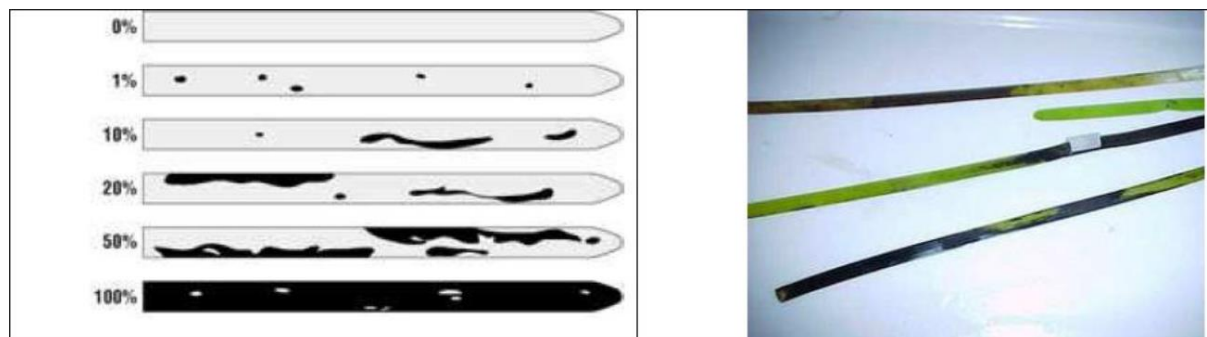


Figure 6 : Echelle d'évaluation de la maladie du dépérissement (Burdick *et al.*, 1993).

2.3 RESULTATS

Cette année, la quasi-totalité des sites ont pu être suivi du fait de bonnes conditions météorologiques et marégraphiques. Seule la station SIZM03 se trouvant à Gouville-sur-Mer n'a pu être réalisée dans sa totalité et ce malgré un temps clément. Au moment des prélèvements, un vent d'Ouest/Nord-Ouest soufflait et a empêché l'eau de se retirer, provoquant une surcote, rendant impossible l'échantillonnage complet des passages B et C.

Les données brutes de la campagne de prélèvements 2020 ont été bancarisées dans la base de données IFREMER Quadrigé².

2.3.1 Granulométrie

En 2021, tout comme en 2020, la station SIZM01bis est la station de loin la plus envasée avec 53,2 % de vase (Tableau 4). Cette station a même augmenté de près de 20 % son taux d'envasement entre 2020 (38,6 %) et 2021. De manière globale, le sédiment des stations échantillonnées est mal voire très mal trié, les indices de Trask étant compris entre 1,591 sur SIZM01 et 3,367 sur SIZM03.

Tableau 4 : Statistiques granulométriques obtenues en 2021 sous Gradistat.

Stations	SIZM01	SIZM01 bis	SIZM01 ter	SIZM02	SIZM03	
Méthode de Folk & Ward (description)	Grain moyen (µm)	Sable vaseux légèrement graveleux	Sable vaseux légèrement graveleux	Sable légèrement graveleux	Sable graveleux	Gravier sableux
	Asymétrie	Oui	Non	Oui	Oui	Oui
	Tri	Mal trié	Très mal trié	Mal trié	Très mal trié	Très mal trié
	GRAVIER	0,7%	2,3%	2,4%	23,0%	36,0%
	très grossier	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	grossier	0,0%	0,2%	0,0%	5,3%	3,4%
	moyenne	0,0%	0,6%	0,1%	6,0%	7,8%
	fin	0,3%	0,6%	0,4%	6,6%	12,3%
Distribution en taille des grains	très fin	0,4%	0,9%	1,9%	5,1%	12,5%
	SABLE	80,7%	44,5%	91,4%	72,8%	59,3%
	très grossier	1,3%	1,6%	8,6%	3,6%	11,6%
	grossier	1,4%	2,0%	13,5%	5,4%	13,1%
	moyenne	18,3%	4,0%	25,6%	9,9%	22,5%
	fin	47,6%	15,7%	39,1%	49,3%	8,1%
	très fin	12,1%	21,2%	4,6%	4,6%	4,0%
	VASE	18,6%	53,2%	6,2%	4,2%	4,7%
	Médiane (D₅₀) (µm)	177,0	53,11	250,7	227,6	871,8
	Indice de Trask (So)	1,591	2,977	1,664	2,884	3,367

Les proportions en graviers, sables et vases des autres stations échantillonnées en 2021 semblent relativement proches des proportions relevées pour les mêmes stations les années précédentes (Figure 7).

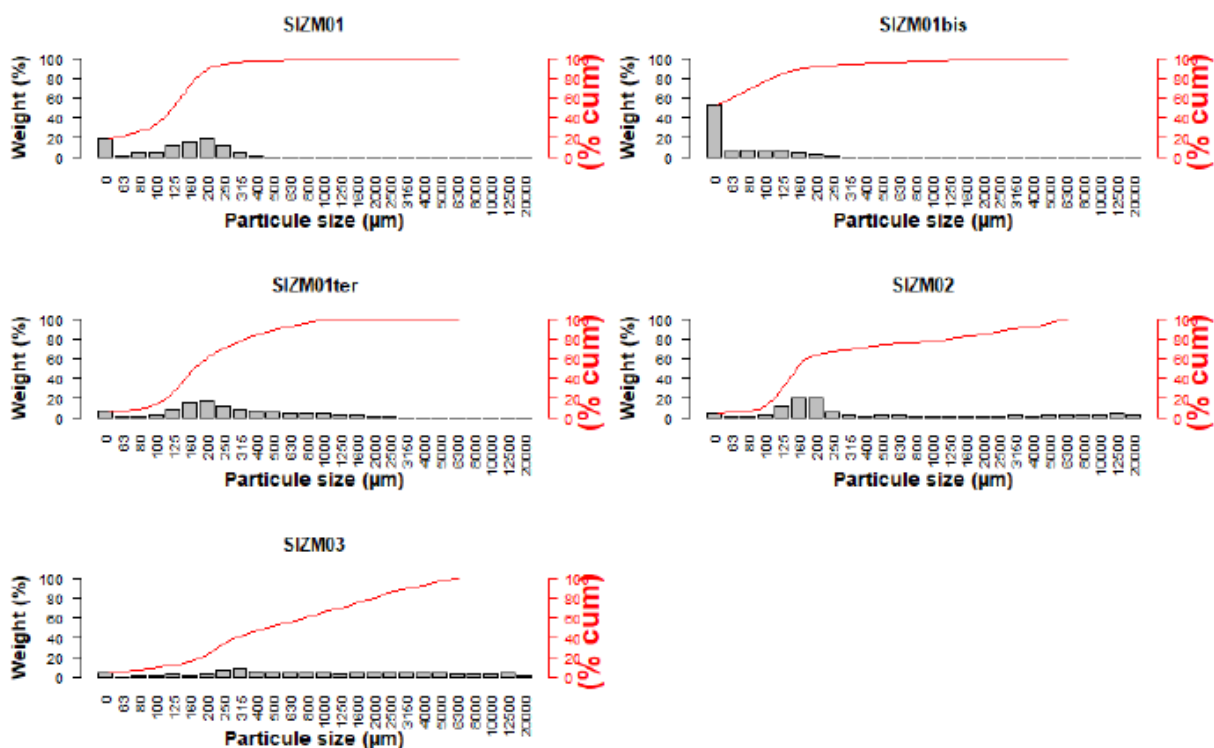


Figure 7 : Répartition du poids des particules de sédiment (Weight (%)) en fonction de leur taille (Particule size (microns)) avec la courbe des pourcentages cumulés des poids des différentes tailles sédimentaires (% cum).

Les proportions en graviers, sables et vases des stations échantillonnées en 2021 semblent relativement proches des proportions relevées pour les mêmes stations les années précédentes (Figure 8).

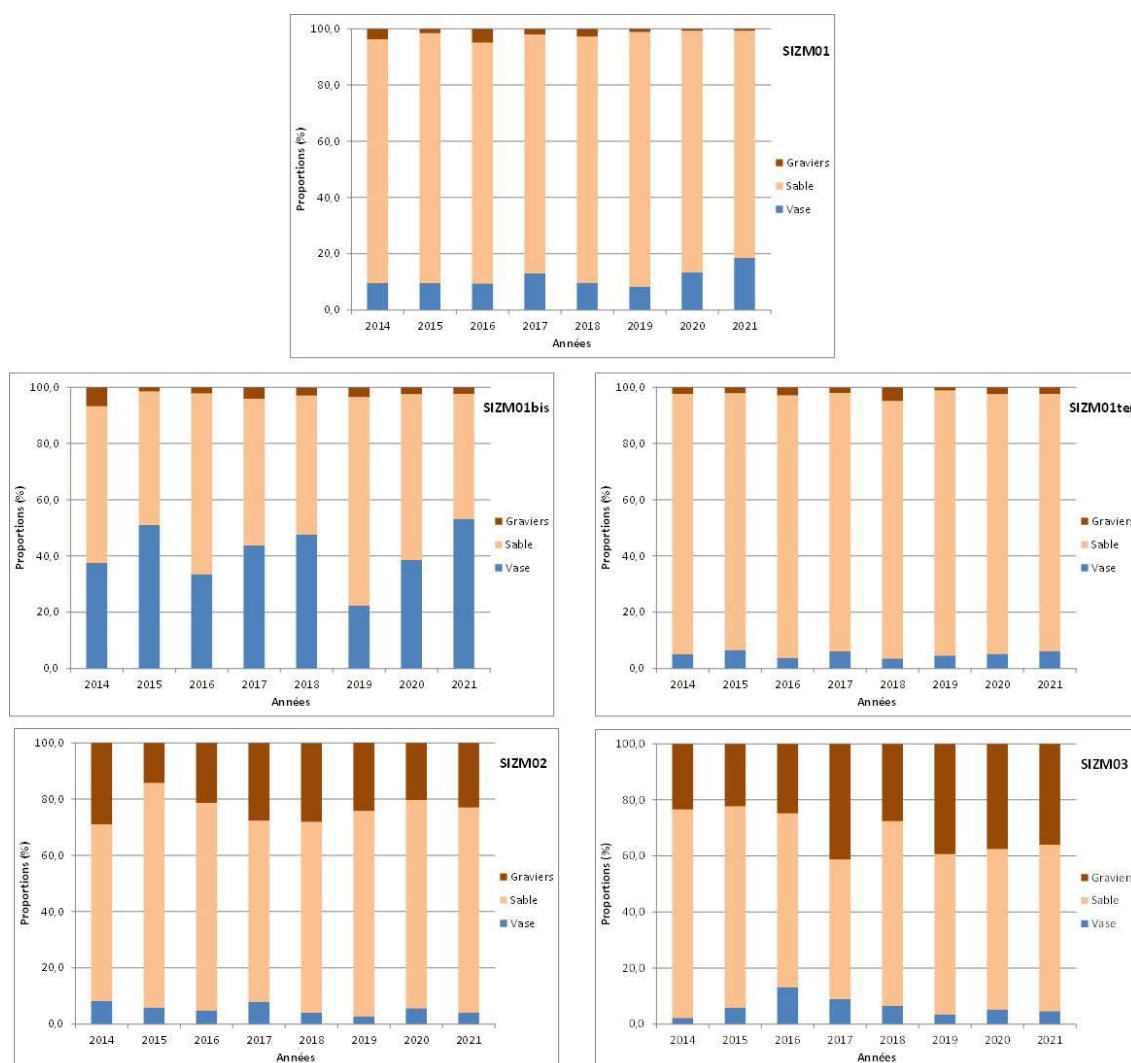


Figure 8 : Proportions en graviers, sables et vases (en %) en fonction de l'année d'échantillonnage.

2.3.2 Teneur en matière organique

La station SIZM01bis présente les valeurs en matière organique les plus fortes, avec un pourcentage moyen de 5,26 % (Figure 9). La station SIZM01 se démarque des trois stations restantes avec une moyenne de 2,87 % de matière organique, les autres étant comprises entre 1,58 % et 1,95 %.

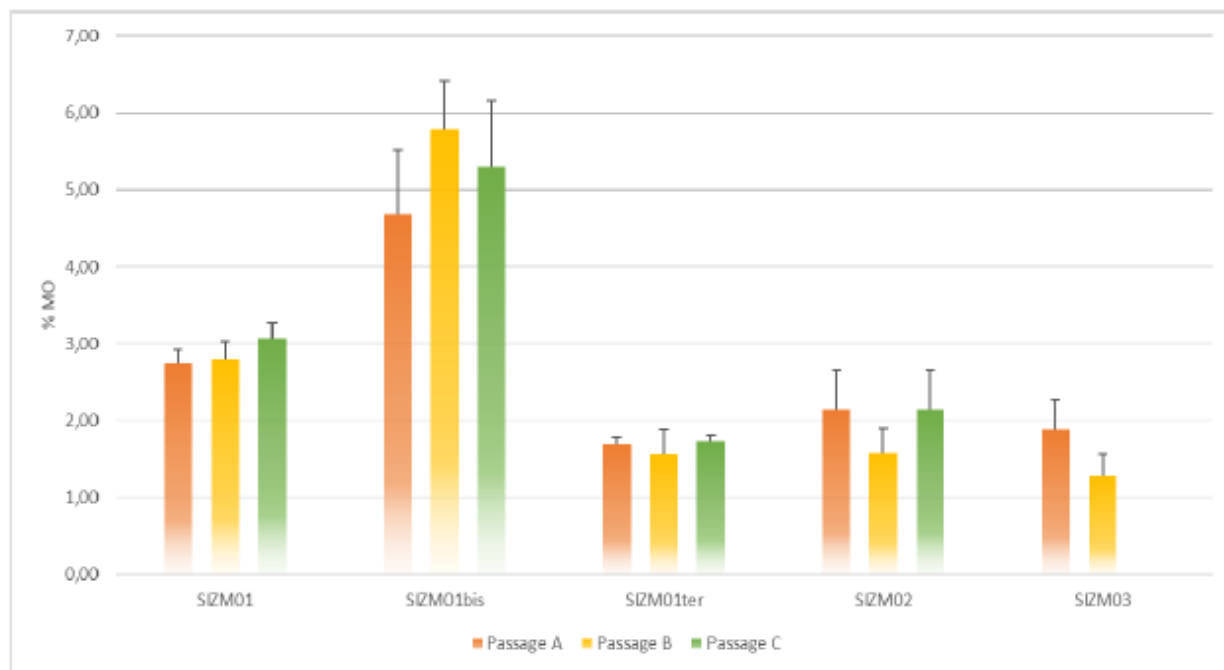


Figure 9 : Teneurs moyennes en MO (en %), mesurées par passage (A, B et C) et par station en 2021.

2.3.3 Caractéristiques des zostères

2.3.3.1 Densité des pieds

Les densités moyennes des pieds de *Z. marina*, calculées à partir des relevés terrain (comptage des quadrats de 0,1m²) et des analyses biométriques en laboratoire à partir des mattes de 0,1 m², sont représentées dans le graphique suivant pour chaque station échantillonnée en 2021 (Figure 10).

Les plus fortes valeurs moyennes sont obtenues sur la station SIZM01, enregistrant des densités de $630 \pm 14,14$ pieds par mètre carré au sol sur le passage A et $600 \pm 84,85$ pieds sur le passage C. Une assez forte variabilité intra-station est constatée, surtout pour SIZM02 avec un minimum au passage A de $380 \pm 14,14$ et un maximum de $650 \pm 282,84$ pieds par mètre carré au passage B. De plus, la variabilité entre les deux comptages d'un même passage peut fortement varier : l'écart-type n'est que de 14,14 pour les comptages des passages SIZM01 A et SIZM03 A alors qu'il est de 282,84 pour le comptage du passage SIZM02 B. La station de Gouville-sur-Mer n'ayant pas été réalisée dans sa totalité du fait d'une surcote, seul le comptage du passage A a pu être fait, d'où un écart-type nul.

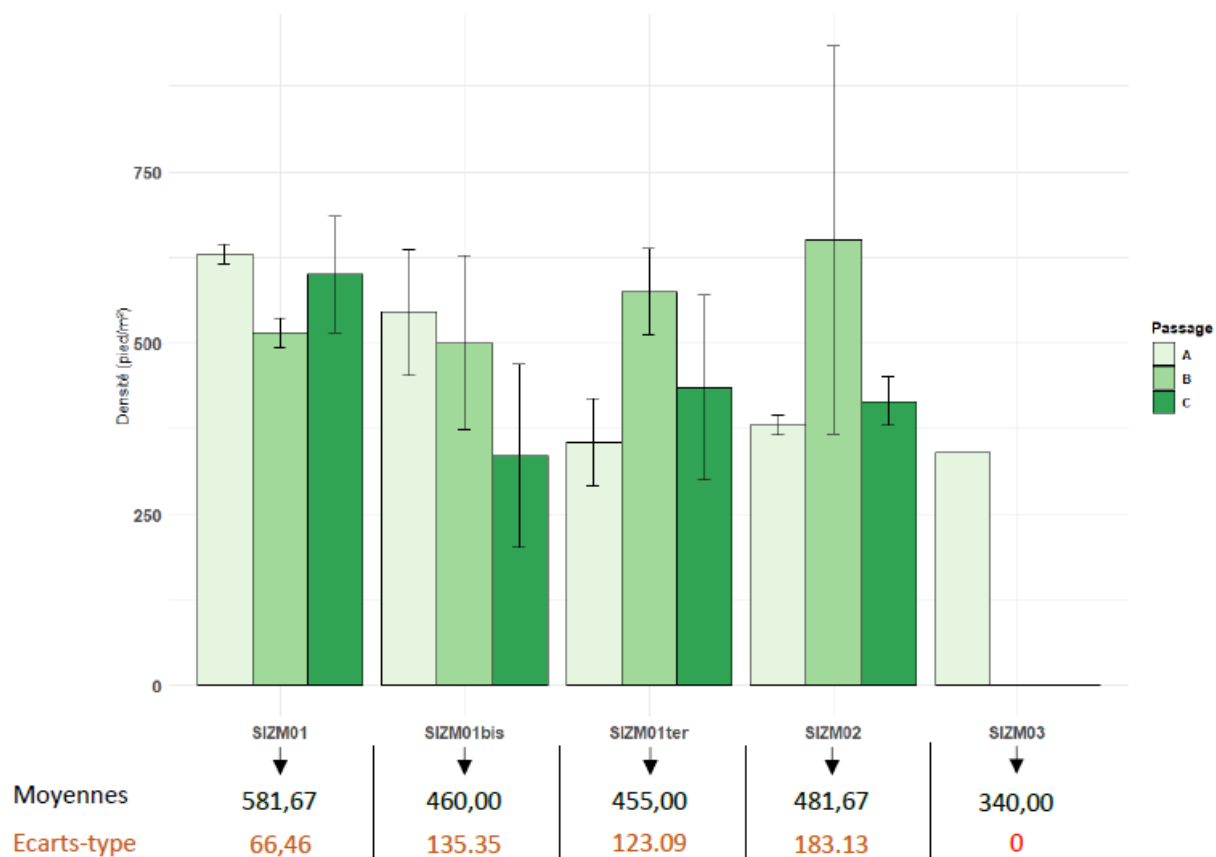


Figure 10 : Densités de pieds de *Z. marina* par m² de surface sédimentaire en 2021.

En comparant les densités de 2015 à 2021 (Figure 11), une augmentation de la densité moyenne des herbiers se trouvant sur l'Archipel de Chausey est observable à partir de 2018. En ce qui concerne le point de Saint-Martin de Bréhal (SIZM02), la densité augmente grandement entre 2018 et 2019, passant de 328,33 ± 65,85 pieds à 568,33 ± 207,02 pieds. Pour ce qui est de Gouville-sur-Mer, nous ne pouvons pas affirmer un changement de densité car les points d'observation ont été déplacés plusieurs années de suite du fait de la dynamique de déplacement de l'herbier. De façon générale, il vaut mieux prendre ces tendances d'évolution avec précaution, les écart-types pouvant être très importants d'une station à l'autre.

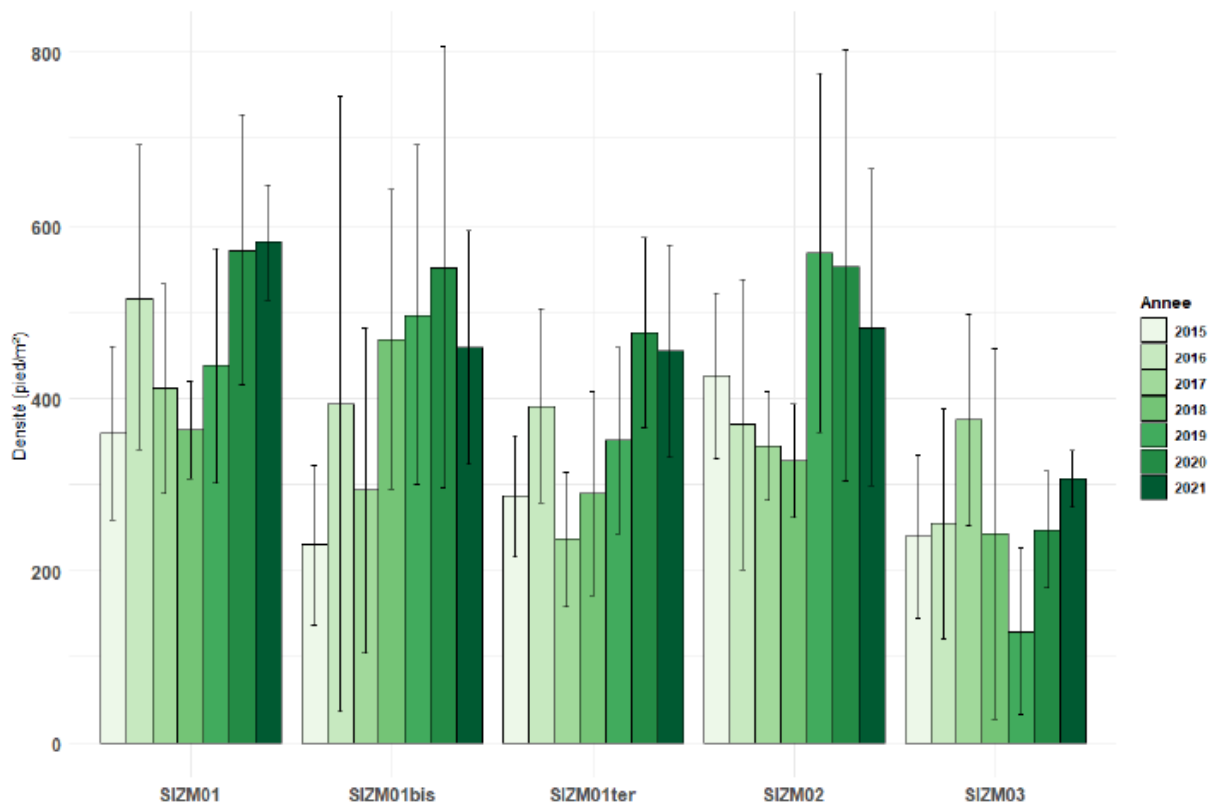


Figure 11 : Comparaison des densités de pieds de *Z. marina* par m² de surface sédimentaire de 2015 à 2021.

2.3.3.2 Nombre de feuilles, surface foliaire et Biomasses

Le nombre moyen de limbes par zostère varie de $3,87 \pm 1,01$ à $5,19 \pm 0,81$ pour cette année 2021 (Figure 12). La surface foliaire utile (Figure 13) varie quant à elle de $0,62 \pm 0,53$ (SIZM03) à $1,31 \pm 0,50$ (SIZM01 bis) par mètre carré au sol au maximum. Concernant les rapports entre biomasses épigées (limbes et gaines) et biomasses hypogées (rhizomes), les rapports moyens sont assez homogènes entre les stations SIZM01bis, ter et SIZM02, compris entre $0,26 \pm 0,06$ (SIZM01bis) et $0,27 \pm 0,18$ (SIZM02). SIZM01 a quant à elle un rapport moyen de $0,13 \pm 0,06$, inférieur à toutes les autres stations alors que SIZM03 à le rapport moyen le plus élevé à $0,37 \pm 0,09$. Cette station possède donc une partie épigée plus importante que sa partie hypogée en comparaison des autres stations (Figure 14).

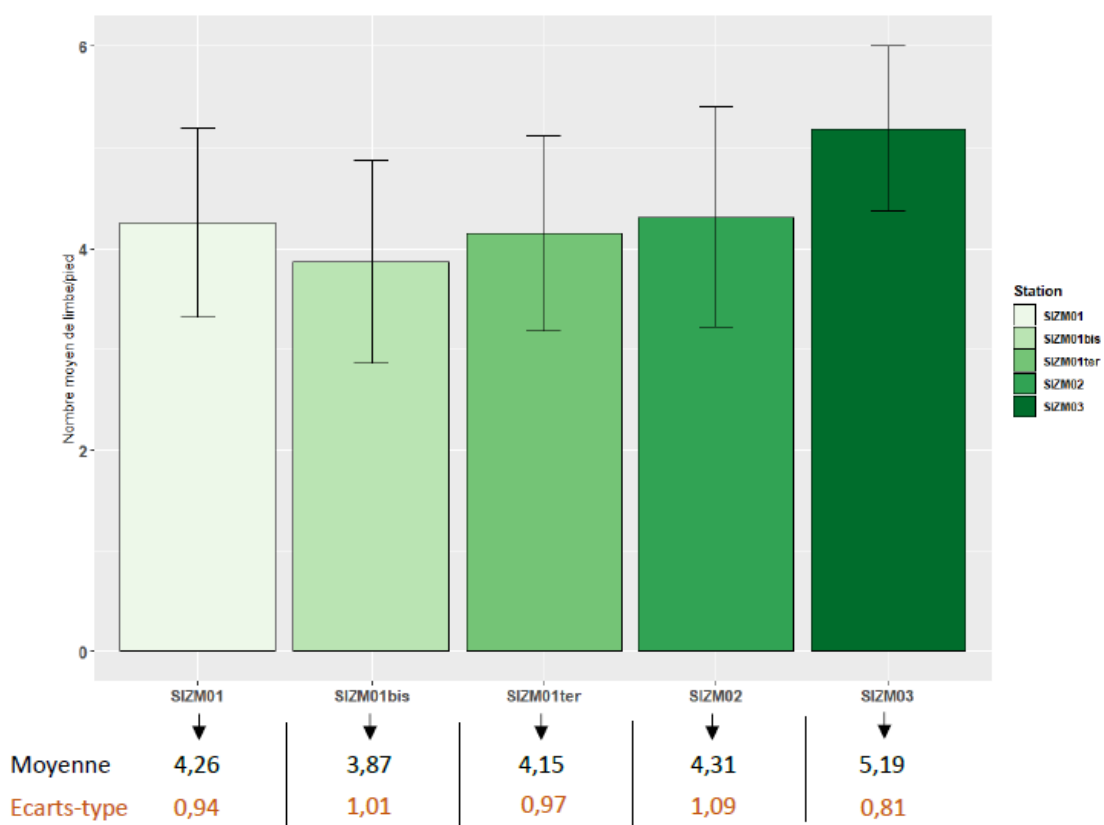


Figure 12 : Nombre moyen de limbes par pieds de *Z. marina*.

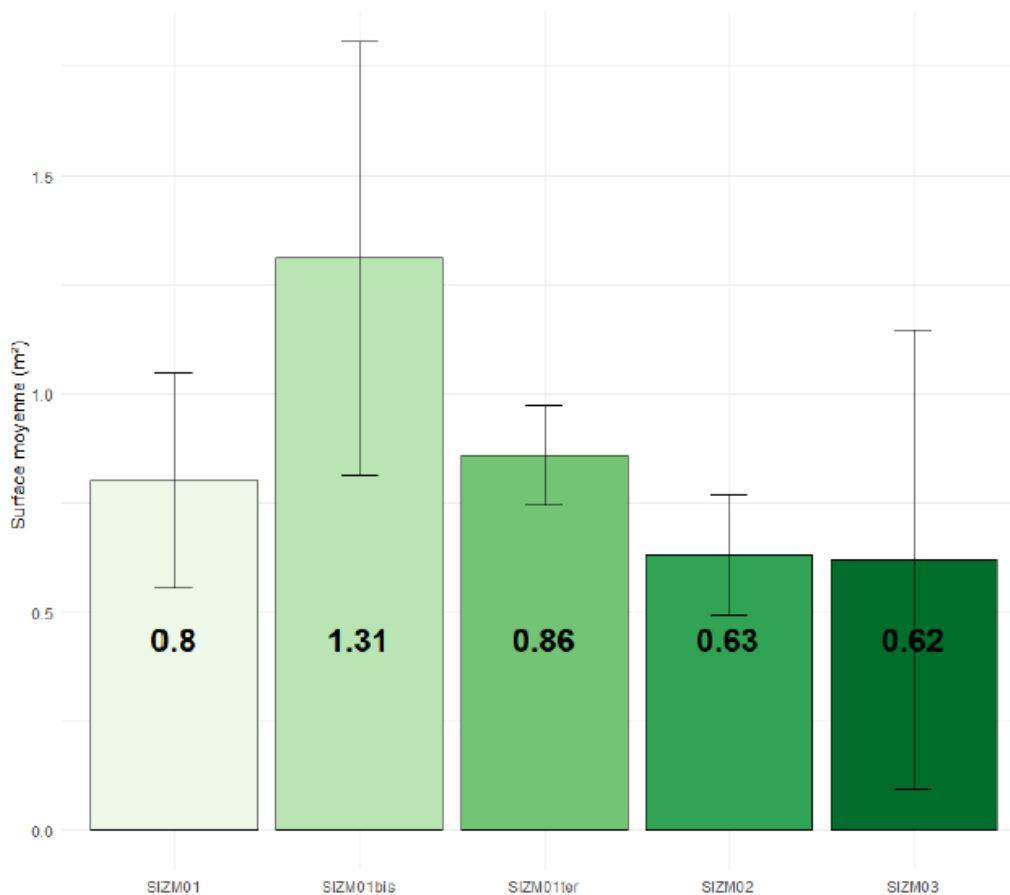


Figure 13 : Surface foliaire utile de *Z. marina*.

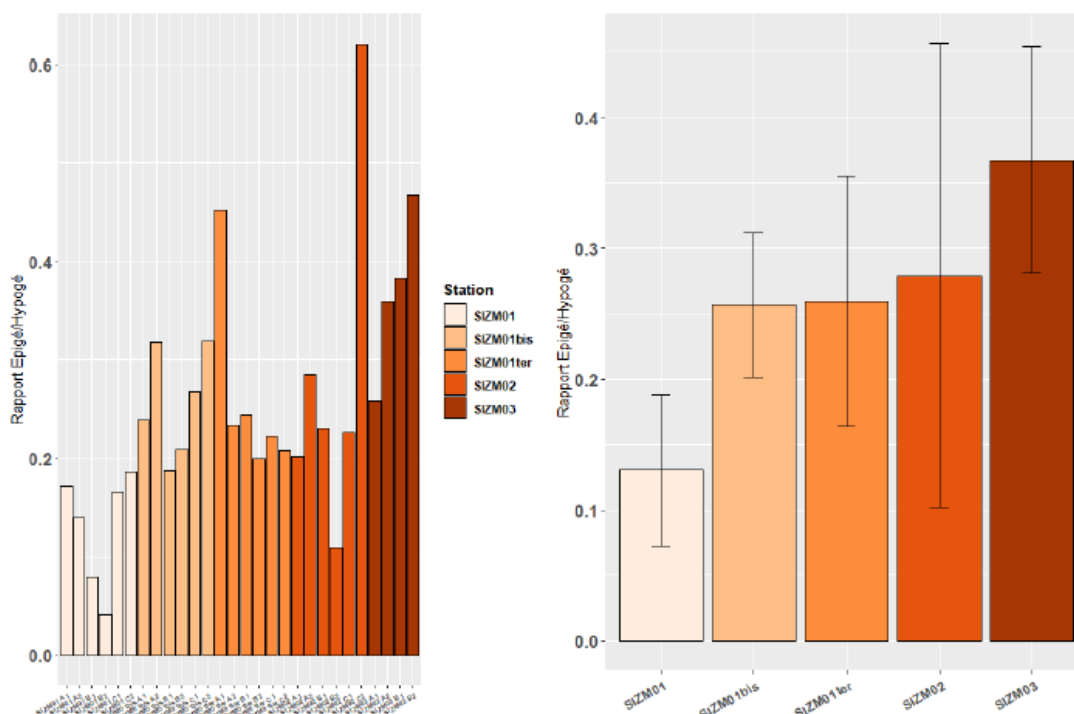


Figure 14 : Rapport partie épigée/hypogée par réplicat (gauche) et par station (droite) de *Z. marina*.

2.3.4 Macroalgues et épiphytes

Les trois taxons de macroalgues sont représentés sur l'ensemble des cinq stations DCE d'herbier à *Z. marina*, et ceci en proportions variables (Figure 15). Les algues brunes (Ochrophyta) et les algues rouges (Rhodophyta) sont majoritaires, représentant respectivement de 0,31% (SIZM01) à 58,59% (SIZM01bis) et de 33,19% (SIZM01ter) à 98,74% (SIZM02) de la biomasse en macroalgues non épiphytes des zostères.

Les plus fortes abondances mesurées (en g de macroalgues par m² au sol) se trouvent à la station SIZM02 de Saint-Martin de Bréhal, les teneurs en algues rouges atteignant 24,73 g par m² au sol, 4,48 g/m² pour les algues brunes et 3,13 g/m² pour les algues vertes.

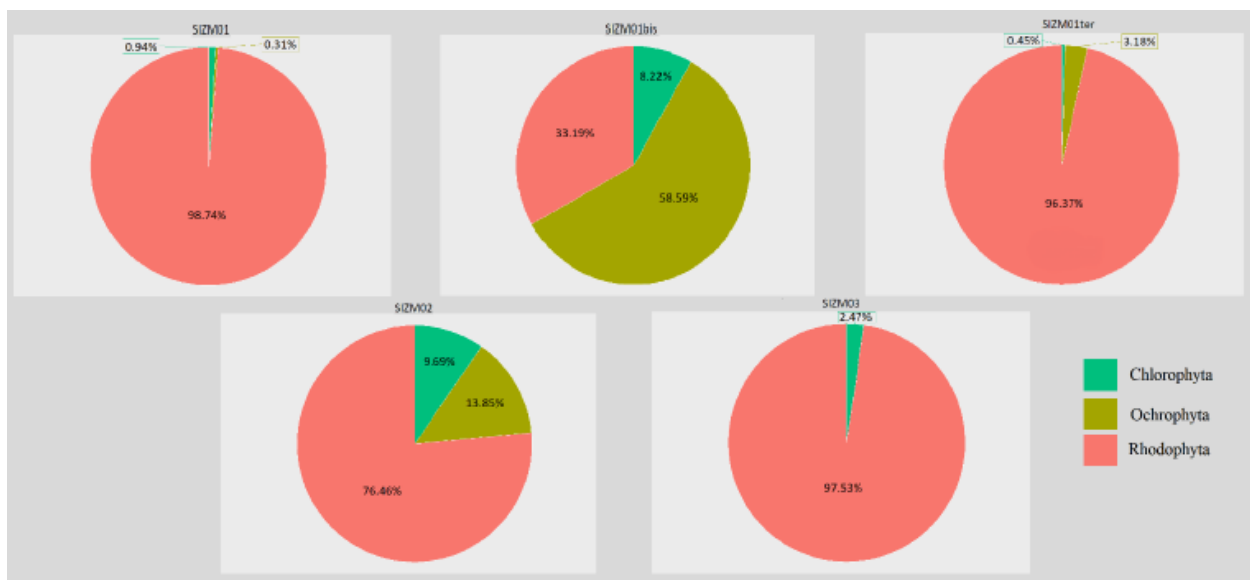


Figure 15 : Proportions (en %) de chaque groupe de macroalgues dans les stations d'herbiers à *Z. marina* en 2021.

La Figure 16 présente les biomasses en épiphytes ramenées à la surface foliaire mesurée sur chaque passage de chaque station DCE. Les surfaces indiquées dans la figure correspondent aux surfaces effectivement grattées en laboratoire lors de la récupération des épiphytes, soit la surface de chacun des limbes des 10 pieds de *Z. marina* collectés, recto/verso. En 2021, la station de Chausey SIZM01 enregistre la plus importante quantité d'épiphytes (en comparaison de sa surface foliaire) avec $7,81 \pm 6,09$ mg /cm² de zostère. Cependant, la grande hétérogénéité de l'épiphytage de cette station doit être prise en compte pour pondérer ces résultats. En fonction du passage, les résultats varient de 1,53 mg/cm² au minimum pour SIZM01 C à 13,69 mg/cm² pour SIZM01 A, soit quasiment 9 fois plus. Au contraire, la station SIZM02 apparait comme le site le moins touché par l'épiphytage, seulement 0,49 mg/cm² de *Z. marina* a été mesuré pour 2021. La station SIZM03 a quant à elle un rapport de 0,47g/cm² mais seulement deux passages ont pu être prélevés, elle ne peut donc pas être comparée aux autres stations. Néanmoins, d'après les deux passages réalisés et l'aspect général sur site, la station SIZM03 semble être épargnée par l'épiphytage.

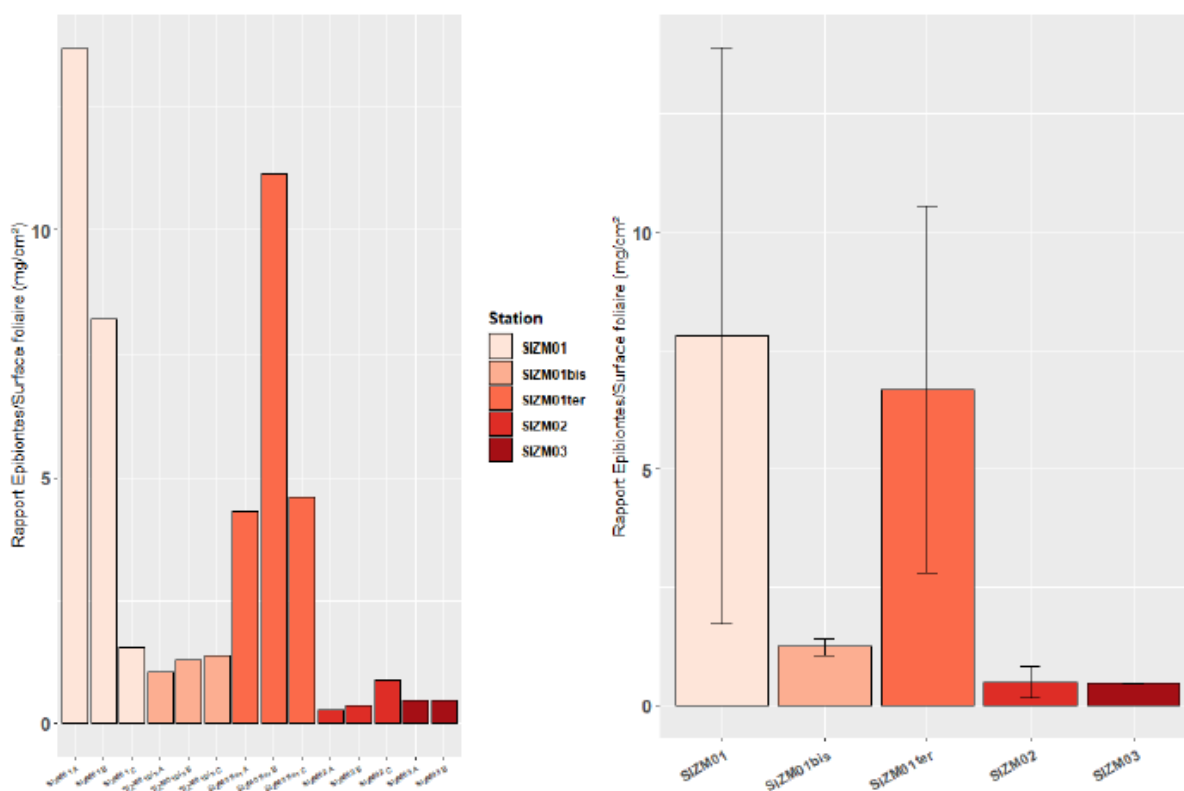


Figure 16 : Rapport des épibiontes/surface foliaire par passage (gauche) et par station (droite).

2.3.5 Wasting disease

A partir de l'année 2021, le Wasting Disease (WD) est exprimé en 4 classes de pourcentage de maladie :]1%-10%] ;]10%-20%] ;]20%-50%] ;]50%-100%].

Une variabilité intra-station assez importante est notable sur la quasi-totalité des sites suivis (). La majeure partie des limbes soumis à la maladie du dépérissement se trouve dans la classe]1% - 10%]. Les stations de l'archipel de Chausey (SIZM01, 01bis et 01ter) semblent plus touchées par la maladie que les stations de l'ouest Cotentin. En effet, une quantité non négligeable de limbes atteints par le Wasting Disease se répartissent dans les classes de maladie à plus fort pourcentage. Le site de Saint-Martin de Bréhal semble lui, un peu moins touché que les stations précédentes, tandis que la station se situant à Gouville-sur-Mer (SIZM03) est quasiment épargnée par la maladie.

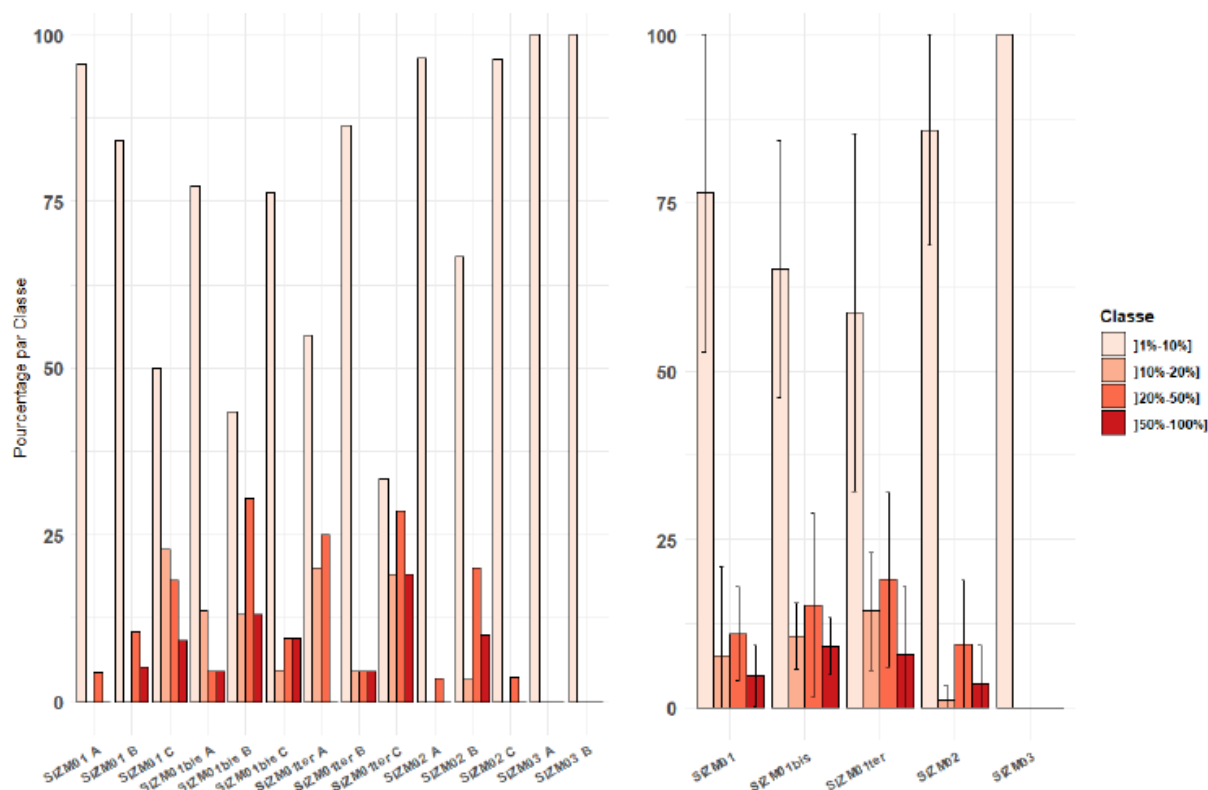


Figure 17 : Pourcentage de limbes par classe de maladie par passage (gauche) et par station (

2.4 CONCLUSION

Quatre des cinq stations suivies ont pu être échantillonnées en totalité, en respectant le protocole DCE en vigueur. La station de Gouville-sur-Mer (SIZM03) n'a quant à elle pas été échantillonnée en totalité du fait d'une surcote. Afin de palier au non-découvrement de certains points, il a été décidé que pour l'année 2022, les échantillonnages de l'Ouest Cotentin ainsi qu'une station de Chausey seraient réalisés en plongée en suivant la variante du protocole DCE relative au prélèvement en milieu hyperbare, notamment appliquée au bassin d'Arcachon. En effet, les plus grandes marées de printemps ayant un coefficient maximal de 103, les stations SIZM01ter, SIZM02 et SIZM03 ne découvriront pas dans leur totalité. Ainsi, les données pourront être collectées de façon certaine, sans problème d'accès aux stations à pied.

Tout comme l'année précédente, la station SIZM01bis présente les plus forts taux de matière organique mesurés, avec une densité de pied et une surface foliaire utile supérieures aux autres stations DCE étudiées. Le nombre de feuille par pied et le rapport de la biomasse épigée sur hypogée y est en revanche minimal, pouvant traduire une adaptation locale de l'herbier soumis à un fort hydrodynamisme dans cette zone.

3. SUIVI STATIONNEL ET SURFACIQUE DES HERBIERS A *ZOSTERA NOLTEI* - (GEMEL-NORMANDIE)

3.1 INTRODUCTION

Dans le cadre du suivi surfacique et stationnel des herbiers à *Zostera noltei*, le GEMEL-Normandie était en charge, en 2021, des secteurs de Saint-Vaast-la-Hougue (SIZN01, masse d'eau HC09, anse du Cul de Loup) et de la pointe de Brévands (SIZN02, masse d'eau HT06M). Depuis 2014, ce suivi est réalisé tous les ans.

L'herbier étudié en baie des Veys est celui de la pointe de Brévands. A l'échelle de la baie des Veys, cette partie de l'herbier est la plus dense et la plus étendue. Il a été décrit pour la première fois en 2008.

Le second herbier est situé sur le secteur sud de Saint-Vaast-la-Hougue. Les caractéristiques physiques, hydrodynamiques et anthropiques sont différentes par rapport à celui de Brévands. Une activité conchylicole importante est observée à proximité sur l'estran. La proximité avec le secteur urbanisé de la commune de Saint-Vaast-la-Hougue est importante. Plusieurs habitations et entreprises sont présentes sur le trait de côte.

D'un point de vue hydrodynamique, les situations diffèrent. L'influence des chenaux de Carentan et d'Isigny est importante pour le secteur de Brévands. L'herbier du secteur de Saint-Vaast-la-Hougue est situé sur une zone relativement protégée de l'hydrodynamisme marin en lien avec la présence de la route endiguée menant à la presqu'île de la Hougue.

Depuis quelques années, le site de Saint-Vaast-la-Hougue est marqué par une régression, suivie des points de vue scientifique et de gestion.

3.2 MATERIEL ET METHODES

Les échantillonnages se sont déroulés entre août et septembre, tel qu'indiqué dans le protocole. Le site de Saint-Vaast-la-Hougue a été échantillonné le 25 août (coefficient 92). Celui de Brévands a été échantillonné le 23 août (coefficient 94). L'ensemble des étapes du protocole a été respecté (Auby *et al.*, 2018).

Le Tableau 5 fait état des coordonnées et des dates du point fixe de chaque herbier suivi dans le cadre du suivi stationnel basé sur les positions observées en 2014.

Tableau 5 : Coordonnées et localisation et date d'échantillonnage des stations retenues pour le suivi stationnel des zostères naines. DDD = Degrés décimaux (WGS84).

Site	Masse d'eau	Longitude DD	Latitude DD	Date
SIZN01 - St Vaast la Hougue	HC09	-1,2894	49,5853	25/08/2021
SIZN02 - Pointe de Brévands	HT06M	-1,13115	49,35821	23/08/2021

Trente stations nommées de A1 à F5 ont été suivies sur chaque site (Figure 18 et Figure 19). Pour chacune, une estimation du taux de recouvrement en zostères naines et des biomasses de macroalgues a été réalisée. Des prélèvements de sédiment ont été réalisés pour l'analyse de la granulométrie et de la teneur en matière organique totale. Un suivi surfacique a également été effectué pour le site de Saint-Vaast-la-Hougue (SIZN01).

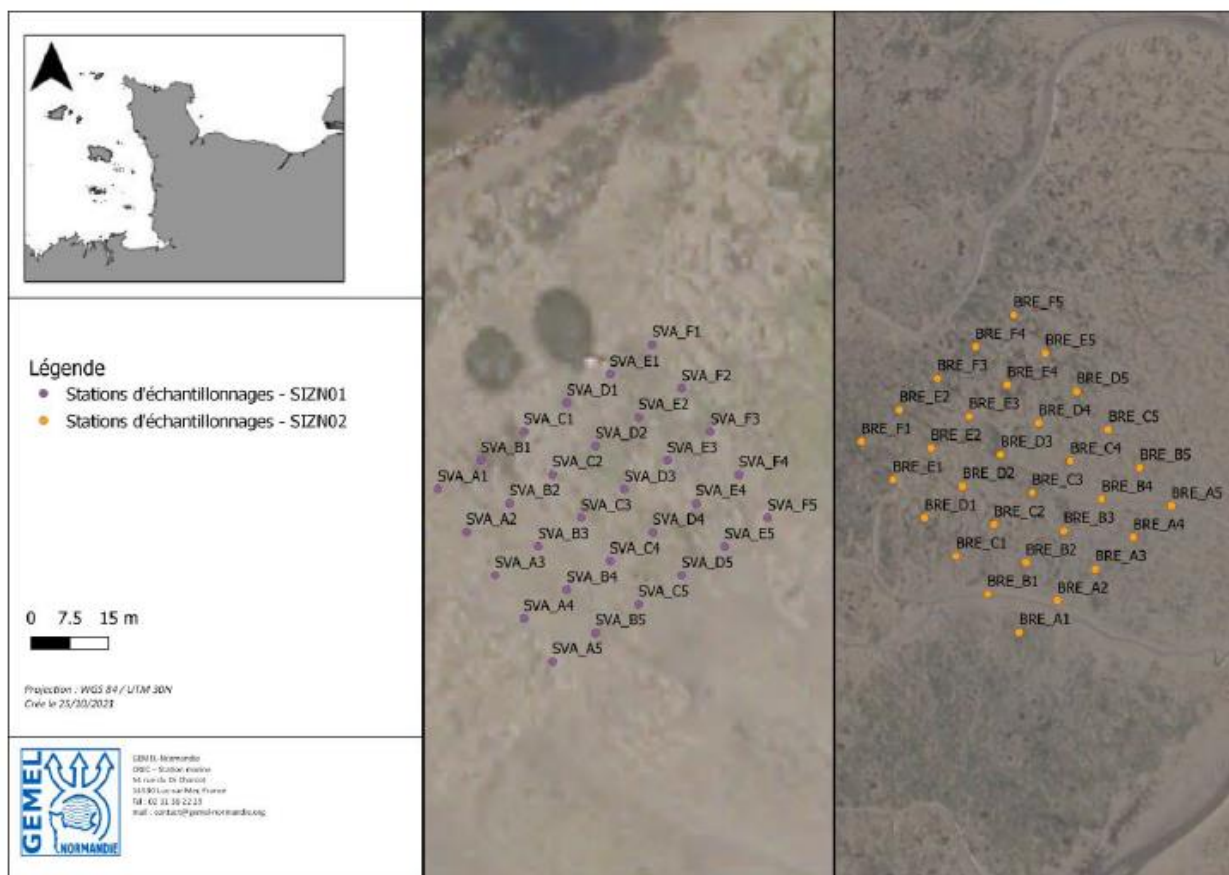


Figure 18 : Grille d'échantillonnage pour le suivi des herbiers de zostères naines à Saint-Vaast-la-Hougue (SIZN01) et à la Pointe de Brévands (SIZN02).

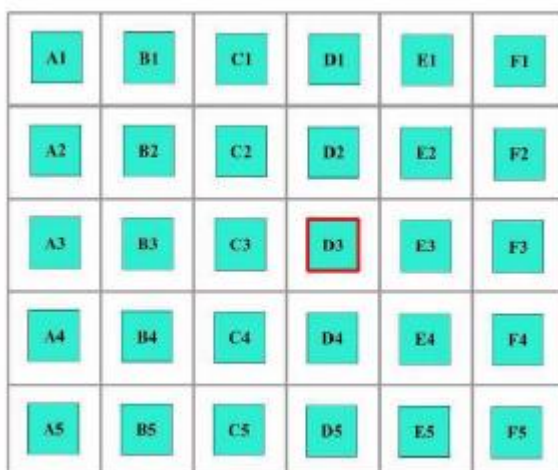


Figure 19 : Schéma de disposition des points d'observation pour une station.

Les opérations de suivi d'un herbier de zostères naines sur le terrain sont réalisées lors de la marée basse.

En supplément des fiches terrain (voir Annexe II) pour le suivi stationnel des herbiers de zostères naines, des notes de terrain sont prises afin de renseigner :

- Topographie,
- Présence d'eau (sec, flaque),
- Présence de traces (bernache, goéland, pied, grattage...),
- Nombre et localisation d'oiseaux herbivores,
- Divers commentaires, ...

3.2.1 Taux de recouvrement des zostères et biomasse des macroalgues

Terrain

Une observation du recouvrement de zostères naines et le prélèvement des macroalgues sont réalisés sur chacun des 30 points de la station. Pour chaque point, un quadrat de 50 x 50 cm est posé. Un trépied est placé au-dessus du quadrat sur lequel est positionné un appareil photo.

La présence ou non de macroalgues sur le quadrat est noté sur la feuille terrain par famille (rouge, verte, brune). En cas de présence de macroalgues, un cliché du quadrat est réalisé avant le prélèvement de celles-ci et après avoir posé sur le côté du quadrat une ardoise indiquant « M » (pour « Macroalgues ») - nom de la station- année - lettre et chiffre du point.

Les photographies sont réalisées : (i) à la verticale en plein cadre, (ii) à l'aide d'un appareil photo fixé sur un trépied (Figure 20). Afin de garantir une bonne qualité des photographies, l'homogénéité de l'éclairage est assurée (parasol, ombre de l'opérateur, ...).



Figure 20 : Trépied et support utilisés pour réaliser les photos des herbiers de zostères naines.

L'ensemble des macroalgues est ensuite prélevé en distinguant algues vertes (Chlorophyta), algues brunes (Ochrophyta) et algues rouges (Rhodophyta). Elles sont placées dans des sacs en plastiques annotés avec le code de la station.

En l'absence de macroalgues ou après les avoir prélevées, un cliché du quadrat est réalisé, après avoir posé sur le côté du quadrat, une ardoise indiquant le code nom de la station - année - lettre et chiffre du point.

Une estimation visuelle du taux de recouvrement des zostères est systématiquement effectuée, à partir du Tableau 6 (Auby *et al.*, 2018) sur les 30 points de la grille. Les estimations sont reportées sur la fiche terrain.

Tableau 6 : Classes de taux de recouvrement.

Classe de taux de recouvrement (%)	0	1-25	26-50	51-75	76-99	100
Valeur	0	0,125	0,375	0,625	0,875	1

NB : le « 0 » est un vrai 0 % avec absence de zostère.

Laboratoire

Les photographies prises lors des campagnes de terrain sont enregistrées et renommées selon la nomenclature associée à l’herbier suivi.

Une estimation du recouvrement des zostères naines sur les photographies prises lors des campagnes de terrain est réalisée à l’aide du logiciel ImageJ (Figure 21). La valeur obtenue est rattachée à une classe de recouvrement et correspond à la valeur médiane de la classe selon le Tableau 6, limitant ainsi les biais liés à l’utilisation du logiciel ImageJ.

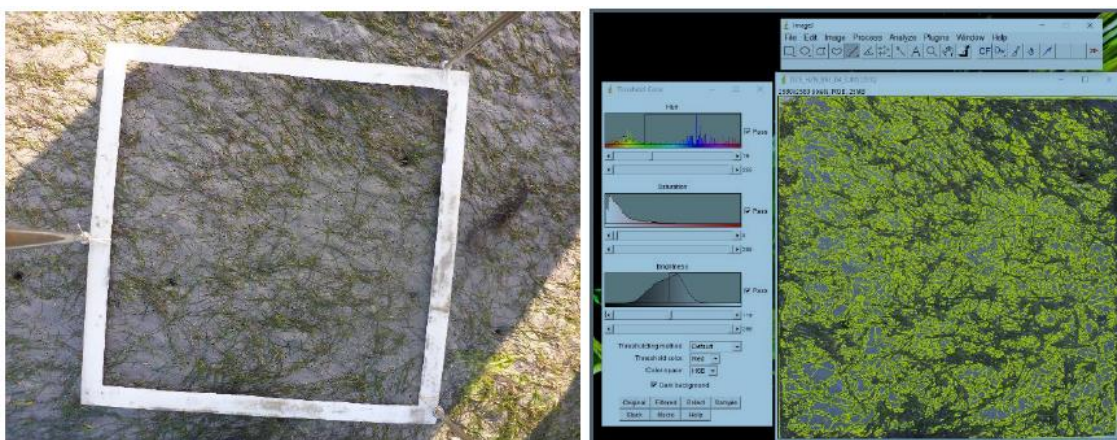


Figure 21 : Estimation du taux de recouvrement de zostères, traitement avec le logiciel ImageJ.

Dès le retour du terrain, les échantillons des macroalgues sont traités immédiatement après prélèvement ou congelés à -20°C pour être analysés ultérieurement. Ils sont ensuite :

- Triés en distinguant algues vertes, rouges et brunes (si cela n’a pas déjà été réalisé sur le terrain),
- Lavés,
- Séchés à l’étuve à 60°C pendant un minimum de 48 h,
- Placés dans un dessiccateur afin de permettre un refroidissement tout en évitant une ré-humidification,
- Pesés à 0,1 g (avec une balance d’une résolution de 0,01 g minimum).

3.2.2 Granulométrie et matière organique

Terrain

Les prélèvements de sédiment nécessaires à l’étude de la granulométrie pondérale ont été effectués sur les points A1, D3 et F5 de la grille. Sur chacun de ces trois points d’observation, une carotte de 5 cm de profondeur et de 9 cm de diamètre a été prélevée.

Les prélèvements relatifs au suivi de la matière organique ont été effectués sur les points A1, A5, B2, B4, D3, E2, E4, F1 et F5. D3 et F5 de la grille d'échantillonnage. Sur chacun de ces neuf points d'observation, un carottier de type seringue de 5 cm de profondeur et de 3 cm de diamètre sert aux prélèvements. L'ensemble des carottes a été individualisé en flacons plastiques adaptés et référencé avec le nom de la station, l'année et le point d'observation.

Laboratoire

Dès le retour au laboratoire, les trois prélèvements de sédiment destinés à la granulométrie sont réunis et homogénéisés. En cas de présence de coquilles de mollusques vivants et de végétaux dans les échantillons, ceux-ci sont retirés.

Les échantillons sont conservés au réfrigérateur et traités rapidement. Dans le cas où les échantillons ne pourraient pas être traités dans les semaines suivant le prélèvement, ils seront congelés à -20°C. La décongélation sera effectuée lentement afin de ne pas altérer la qualité des échantillons.

Le traitement des échantillons est effectué selon le protocole de Garcia *et al.* (2014).

L'interprétation des résultats s'appuie sur la procédure GRADISTAT d'analyse des résultats granulométriques développées par Blott & Pye (2001), permettant ainsi un calcul homogène de la médiane. Le package G2Sd pour R est également utilisé.

Dès le retour au laboratoire, les échantillons pour la matière organique (MO) sont congelés à -20°C.

Après décongélation, les débris végétaux et les gros individus faunistiques sont retirés de l'échantillon. Celui-ci est ensuite homogénéisé avant d'être placé dans un creuset en céramique pré-pesé et spécialement conçu pour résister aux hautes températures. Il est mis à sécher à l'étuve (60°C, 48 à 72 h) puis placé dans un dessiccateur pendant son refroidissement, avant d'être pesé à 0,01 g (précision de la balance 0,001 g minimum).

Le creuset en céramique contenant le sédiment séché est ensuite passé au four (450°C, 4 h), placé dans un dessiccateur, puis pesé de nouveau 0,01 g.

La différence entre le poids de sédiment sec et le poids de ce même sédiment calciné permet d'estimer sa teneur en matière organique totale (MO).

Celle-ci est exprimée en pourcentage de poids de sédiment sec :

$$MO (\%) = (P_{\text{Sec}} - P_{\text{cendres}}) \times 100 / P_{\text{Sec}}$$

3.2.3 Suivi surfacique

Etant donné les évolutions très fortes de la surface des herbiers à zostères naines dans ce secteur de l'est Cotentin, un nouveau suivi surfacique a été initié en 2021.

Le suivi surfacique a été réalisé dans tous les secteurs accessibles de chaque herbier. Les herbiers sont très fragmentés en périphérie sur les deux sites. Ces fragments ont été identifiés dans la mesure du possible *in situ*. Un détournage est effectué autour de chaque tache d'herbiers observée.

3.3 RESULTATS

3.3.1 Granulométrie

Les sédiments de l'herbier de *Z.noltei* de la pointe de Brévands (SIZN02) présentent une granulométrie fine avec en moyenne 5% de vases, 10% de sables fins et 75% de sables très fins. Ils sont caractérisés par des sables légèrement graveleux (Figure 22 ; Tableau 7).

Les sédiments de l'herbier de *Z.noltei* de Saint Vaast La Hougue (SIZN01) présentent une granulométrie fine avec en moyenne 3% de vases, 40 % de sables très fins et 55% de sables fins. Ils sont caractérisés par des sables légèrement graveleux (Figure 22 ; Tableau 7).

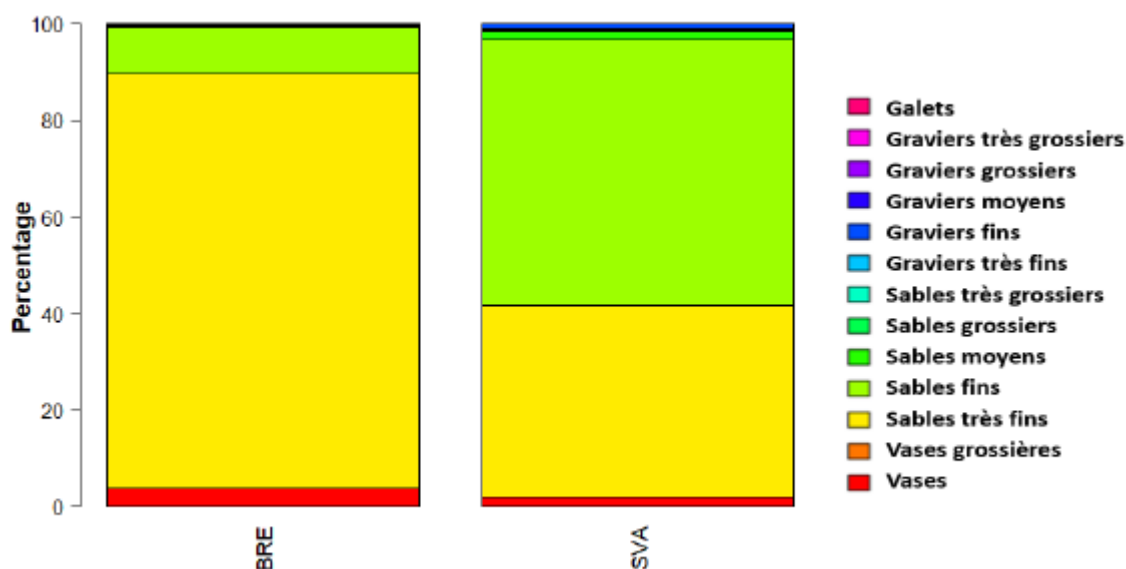


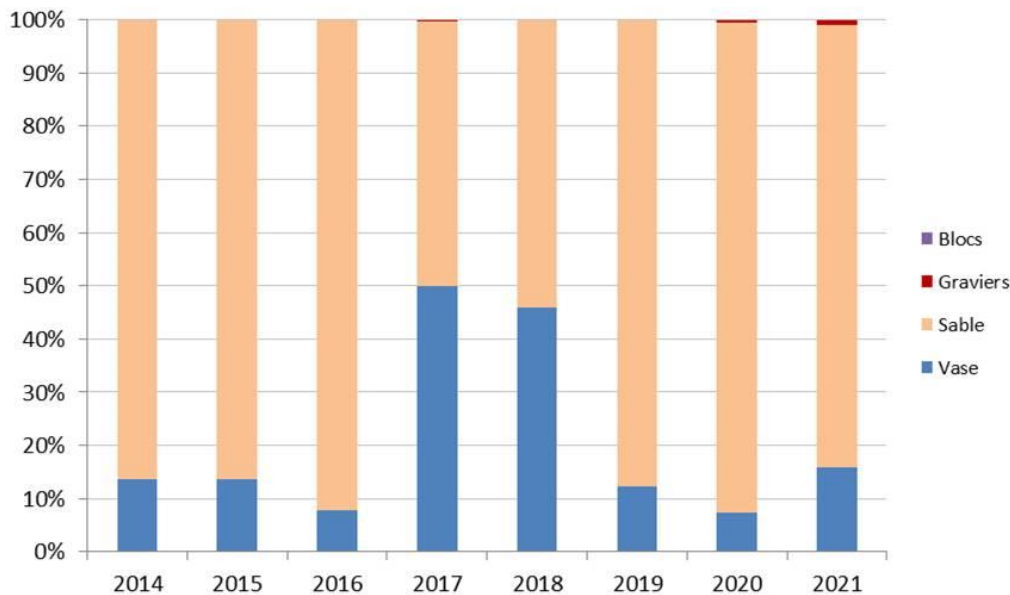
Figure 22 : Classes granulométriques des sédiments meubles pour les stations de zostères naines.

Tableau 7 : Statistiques granulométriques obtenues en 2021.

Stations		SIZN01	SIZN02
Méthode de Folk & Ward (description)	Texture	Sable légèrement graveleux	Sable légèrement graveleux
	Grain moyen (μm)	Sable très fin	Sable très fin
	Tri	Moyennement trié	Très mal trié
Texture	GRAVIER	1,02%	0,23%
	Très grossier	0,00%	0,00%
	Grossier	0,00%	0,00%
	Moyen	0,00%	0,00%
	Fin	0,35%	0,01%
	Très fin	0,10%	0,14%
	SABLE	83,21%	85,56%
	Très grossier	0,21%	0,11%
	Grossier	0,27%	0,17%
	Moyen	1,56%	0,31%
	Fin	47,10%	8,34%
	Très fin	34,07%	76,62%
	VASE	15,89%	14,27%
Médiane (D_{50}) (μm)	94,79	111,80	
Indice de Trask (S_o)	2,13	2,99	

Au regard de l'évolution de la composition sédimentaire (Figure 23), l'année 2021 est similaire à l'année 2020 et semble similaire aux années 2015-2016. Une légère augmentation de la proportion de vase est cependant notable. Il est toujours observable que les années 2017 et 2018 marquent une modification importante de la composition sédimentaire par rapport aux années antérieures. Les deux stations présentaient des pourcentages de vase importante par rapport aux autres années comparées.

SIZN01



SIZN02

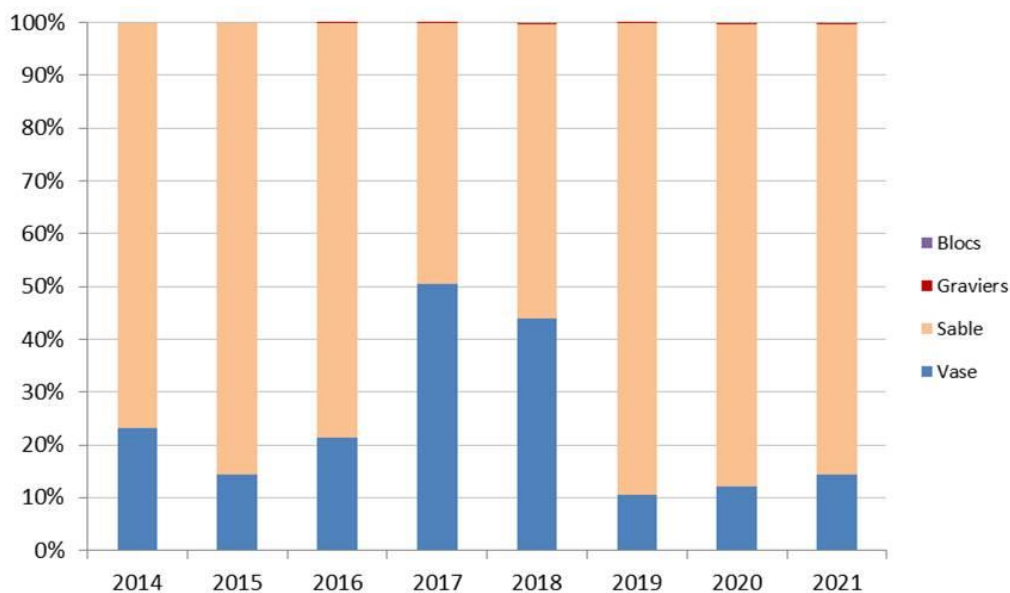


Figure 23 : Evolution de la composition sédimentaire depuis 2014.

3.3.2 Matière organique

La matière organique a été étudiée sur neuf échantillons par station, soit 18 échantillons pour les deux sites de Saint-Vaast-la-Hougue et de la pointe de Brévands.

Les sédiments de l'herbier de *Z.noltei* de la pointe de Saint-Vaast-la-Hougue (SIZN01) présentent des teneurs en matière organique moyennes de $1,8 \pm 0,003\%$ (Tableau 6). Les teneurs en matière organique depuis 2016 (Tableau 8) montrent des variations au cours du temps, avec une diminution entre 2016 ($2,28 \pm 0,55 \%$) et 2017 ($1,39 \pm 0,31 \%$), une augmentation entre 2019 ($1,18 \pm 0,41 \%$) et 2020 ($2,4 \pm 0,02 \%$) et à nouveau une diminution en 2021 ($1,8 \pm 0,003\%$).

Les sédiments de l'herbier de *Z.noltei* de la pointe de Brévands (SIZN02) présentent des teneurs en matière organique moyennes de $1,6 \pm 0,01\%$ (Tableau 8). La teneur en matière organique depuis 2016 reste relativement stable dans le temps et varie dans une gamme comprise entre $1,32 \pm 0,02 \%$ à $1,8 \pm 0,005 \%$ (Tableau 8).

Tableau 8 : Valeurs de la teneur en matière organique depuis 2016 pour les stations de zostères naines

	SIZN01		SIZN02	
	% moyen	± ET	% moyen	± ET
2016	2,28	0,55	1,66	0,42
2017	1,39	0,31	1,32	0,47
2018	1,9	0,6	1,5	0,5
2019	1,18	0,41	1,4	0,38
2020	2,4	0,02	1,6	0,01
2021	1,8	0,003	1,8	0,005

Le taux de matière organique est proche entre les deux sites. La moyenne de pourcentage de matière organique sur le site de Saint-Vaast-la-Hougue est de 2,3 % et de 1,6 % pour le site de Brévands) (Figure 24). Les écarts-types sont faibles pour les deux stations en 2021 : SIZN02 (0,3) SIZN01 (0,5).

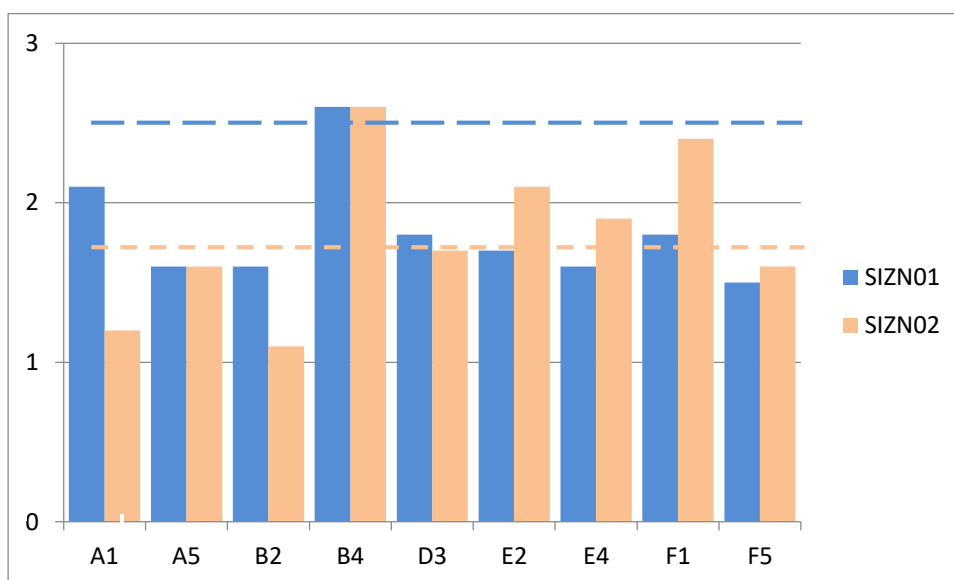


Figure 24 : Taux de matière organique par échantillon pour les deux stations en 2021. Les droites en pointillés figurent les moyennes respectives de chacune des stations.

Au regard de l'évolution du pourcentage de matière organique (Figure 25), l'année 2021 est similaire aux autres années (pourcentage avoisinant les 2 %). Seule l'année 2015 se démarque des autres avec un pourcentage de matière organique élevé (environ 18%).

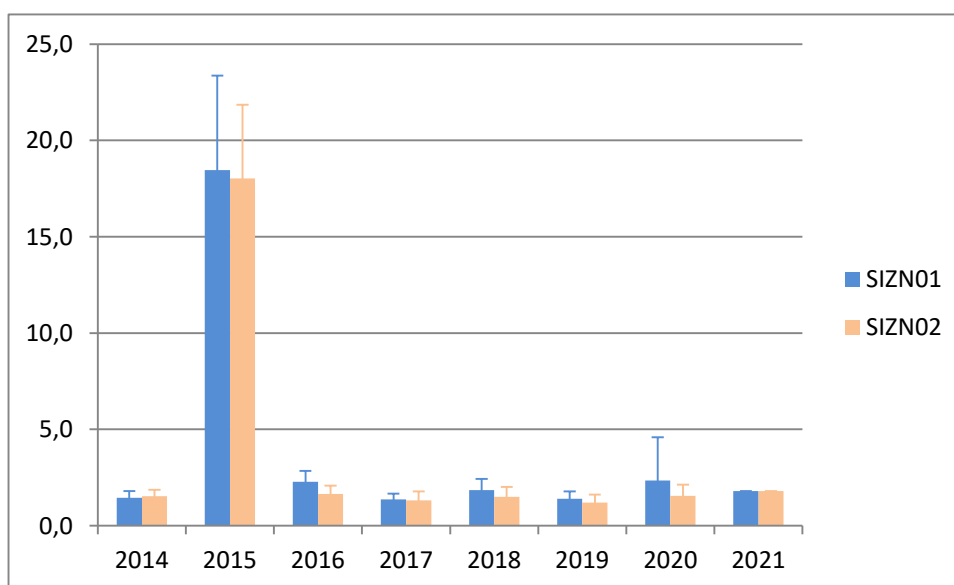


Figure 25 : Evolution du pourcentage de matière organique depuis 2014.

3.3.3 Recouvrement en zostères et macroalgues

Pour chaque lieu, une fiche stationnelle a été complétée (voir Annexe II). Elle intègre l'estimation du taux de recouvrement des zostères, la présence ou non des macroalgues, si elles ont été prélevées et les observations associées aux trente stations. Un cliché du quadrat a été réalisé pour chaque point fixe. Lors de la présence de macroalgues, un cliché du quadrat a été réalisé avant et après le prélèvement de celles-ci (Figure 26). L'ensemble des photographies est visible dans la base de données Quadrigé².



Figure 26 : Exemples de clichés réalisés avant (à gauche) et après (à droite) retrait des macroalgues et des débris coquilliers. Quadrat D3, Saint-Vaast-la-Hougue, 25/08/2021.

Afin d’avoir une vue d’ensemble de l’herbier, plusieurs photos du site ont été prises. Les photos ont été réalisées depuis chaque coin de la grille, dirigées vers les angles opposés pour les herbiers de zostères de Saint-Vaast-la-Hougue (Figure 27) et de la Pointe de Brévands (Figure 28).



Figure 27 : Vue d’ensemble de l’herbier de zostères de Saint-Vaast-la-Hougue (SIZN01). A gauche : de A vers F5 ; à droite : de F1 vers A5.



Figure 28 : Vue d’ensemble de l’herbier de zostères de la Pointe de Brévands (SIZN02). A gauche : de A vers F5 ; à droite : de F1 vers A5.

3.3.3.1 Site de Saint-Vaast-le-Hougue (SIZN01)

D'après les observations sur le terrain, l'herbier de Saint-Vaast-la-Hougue (SIZN01) présente un recouvrement en zostères naines hétérogène avec une absence de *Z. noltei* sur plus de la moitié des stations étudiées (Annexe II ; Tableau 9). L'estimation du recouvrement en zostères naines estimé visuellement sur les 30 points échantillonnés donne une moyenne des médianes de recouvrement en zostères naines de 0,146, soit un recouvrement moyen de 14,6%. L'estimation du recouvrement en zostères naines estimé par traitement d'images à l'aide du logiciel ImageJ donne une moyenne des médianes de recouvrement en zostères naines de 0,212, soit un recouvrement moyen de 21,2%. Une légère sous-estimation du recouvrement en zostères est donc constatée lors de l'estimation visuelle réalisée sur le terrain.

L'herbier présente également une forte présence de macroalgues, 22 stations sur les 30 échantillonnées présentent des macroalgues rouges, vertes, brunes ou un mélange de celles-ci. Les algues rouges représentent plus de 70% de la biomasse moyenne des macroalgues retrouvées à Saint-Vaast-la-Hougue.

Tableau 9 : Taux de recouvrement (0 à 1) estimé des zostères naines et biomasses des macroalgues retrouvées sur l'herbier de Saint-Vaast-la-Hougue (SIZN01). R (Rouges), V (Vertes) et B (Brunes).

Station	Recouvrement mesuré (Imagej)	Valeur médiane du recouvrement estimé (terrain)	Présence de macroalgues	R	Biomasses V	B
SIZN01-A1-2021	0,375	0,125	RV	4,15	0,02	0
SIZN01-A2-2021	0	0	RV	2,90	3,42	0
SIZN01-A3-2021	0,375	0,125	RV	4,82	0,21	0
SIZN01-A4-2021	0,375	0,125	RV	3,68	2,44	0
SIZN01-A5-2021	0,625	0,625	RV	4,46	0,29	0
SIZN01-B1-2021	0	0	RV	3,18	0,32	0
SIZN01-B2-2021	0	0	RV	0,73	3,77	0
SIZN01-B3-2021	0	0	RV	0,22	2,70	0
SIZN01-B4-2021	0	0	RV	0,26	5,91	0
SIZN01-B5-2021	0	0	RV	0,46	0,09	0
SIZN01-C1-2021	0	0	RVB	62,01	2,21	11,70
SIZN01-C2-2021	0	0	R	0,07	0	0
SIZN01-C3-2021	0	0	V	0	0,01	0
SIZN01-C4-2021	0	0		0	0	0
SIZN01-C5-2021	0	0	V	0	0,95	0
SIZN01-D1-2021	0	0	RV	39,88	0,20	0
SIZN01-D2-2021	0,125	0,125	RV	1,03	0,04	0
SIZN01-D3-2021	0,625	0,625	R	0,31	0	0
SIZN01-D4-2021	0	0	RVB	1,66	1,86	1,72
SIZN01-D5-2021	0,625	0,625	V	0	1,61	0
SIZN01-E1-2021	0	0		0	0	0
SIZN01-E2-2021	0,375	0,125		0	0	0
SIZN01-E3-2021	0	0	RV	0,01	0,58	0
SIZN01-E4-2021	0,375	0,125	V	0	0,05	0
SIZN01-E5-2021	0	0		0	0	0
SIZN01-F1-2021	0	0		0	0	0
SIZN01-F2-2021	0,375	0,125		0	0	0
SIZN01-F3-2021	0,875	0,875		0	0	0
SIZN01-F4-2021	0,875	0,625		0	0	0
SIZN01-F5-2021	0,375	0,125		0	0	0
MOYENNE	0,212	0,146		4,37	0,92	0,45

3.3.3.2 Site de la Pointe de Brévands (SIZN02)

L'herbier de la pointe de Brévands (SIZN02), est plus développé et plus homogène avec des pourcentages de recouvrement en zostères naines supérieurs et une absence de macroalgues sur les stations suivies en 2021 (Annexe II ; Tableau 10). La moyenne des médianes des classes de recouvrement par *Z. noltei* sur les 30 points de la Pointe de Brévands s'élève à 0,308, indiquant un recouvrement moyen de 30,8 %.

L'estimation du recouvrement en zostères naines estimé visuellement sur les 30 points échantillonnés donne une moyenne des médianes de recouvrement en zostères naines de 0,283, soit un recouvrement moyen de 28,3 %. L'estimation du recouvrement en zostères naines estimé par traitement d'images à l'aide du logiciel ImageJ donne une moyenne des médianes de recouvrement en zostères naines de 0,371, soit un recouvrement moyen de 37,1 %. Une légère sous-estimation du recouvrement en zostères est donc constatée lors de l'estimation visuelle réalisée sur le terrain.

Tableau 10 : Taux de recouvrement (0 à 1) estimé des zostères naines et biomasses des macroalgues retrouvées sur l'herbier de Brévands (SIZN02). R (Rouges), V (Vertes) et B (Brunes).

Station	Recouvrement mesuré (ImageJ)	Valeur médiane du recouvrement estimé (terrain)	Présence de macroalgues	Biomasses		
				R	V	B
SIZN02-A1-2021	0,875	0,875	0	0	0	
SIZN02-A2-2021	0	0	0	0	0	
SIZN02-A3-2021	0	0	0	0	0	
SIZN02-A4-2021	0,125	0,125	0	0	0	
SIZN02-A5-2021	0	0	0	0	0	
SIZN02-B1-2021	0	0	0	0	0	
SIZN02-B2-2021	0,125	0,125	0	0	0	
SIZN02-B3-2021	0,375	0,125	0	0	0	
SIZN02-B4-2021	0	0	0	0	0	
SIZN02-B5-2021	0,125	0,125	0	0	0	
SIZN02-C1-2021	0,625	0,375	0	0	0	
SIZN02-C2-2021	0,875	0,625	0	0	0	
SIZN02-C3-2021	0,375	0,375	0	0	0	
SIZN02-C4-2021	0,125	0,125	0	0	0	
SIZN02-C5-2021	0,625	0,125	0	0	0	
SIZN02-D1-2021	0,625	0,375	0	0	0	
SIZN02-D2-2021	0,625	0,625	0	0	0	
SIZN02-D3-2021	0,625	0,625	0	0	0	
SIZN02-D4-2021	0,375	0,375	0	0	0	
SIZN02-D5-2021	0,125	0,125	0	0	0	
SIZN02-E1-2021	0,625	0,375	0	0	0	
SIZN02-E2-2021	0,625	0,375	0	0	0	
SIZN02-E3-2021	0,625	0,375	0	0	0	
SIZN02-E4-2021	0,625	0,625	0	0	0	
SIZN02-E5-2021	0,375	0,125	0	0	0	
SIZN02-F1-2021	0,375	0,375	0	0	0	
SIZN02-F2-2021	0,375	0,125	0	0	0	
SIZN02-F3-2021	0,625	0,375	0	0	0	
SIZN02-F4-2021	0,375	0,375	0	0	0	
SIZN02-F5-2021	0,375	0,375	0	0	0	
MOYENNE	0,371	0,283	0	0	0	

3.3.4 Suivi surfacique des herbiers de *Zostera noltei*

Le suivi surfacique a été réalisé dans tous les secteurs accessibles de chaque herbier. Les herbiers sont très fragmentés en périphérie sur les deux sites.

3.3.4.1. Herbier de *Z.noltei* de l'Anse du cul du loup Saint Vaast La Hougue (SIZN01)

A Saint-Vaast-la-Hougue (SIZN01), le suivi surfacique a été réalisé au niveau de l'herbier de l'anse du cul de Loup (Figure 1414). Les herbiers de zostères sont localisés à l'ouest (Figure 30). La prospection de la zone Est a permis d'observer que cette zone était particulièrement vaseuse et colonisée par des Ulves. Aucune zostère naine n'a été observée sur la zone Est, l'herbier n'a donc pas recolonisé cette zone en 2021 (Figure 31).

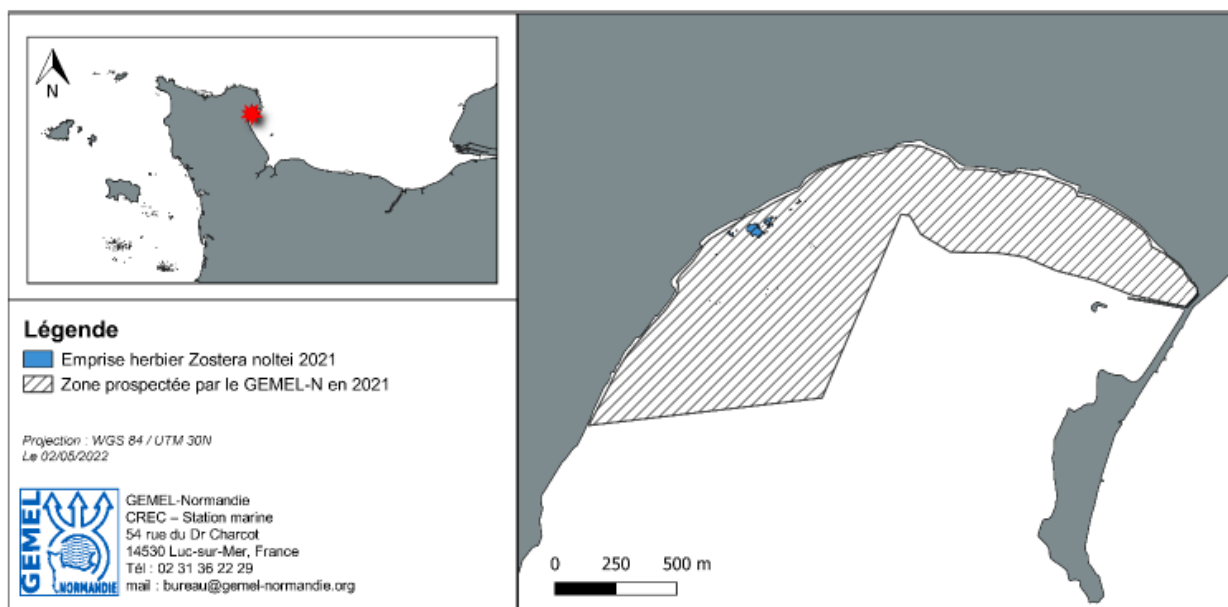


Figure 29 : Détourage de l'herbier de zostère de Saint-Vaast-la-Hougue (SIZN01) et zone prospectée par le GEMEL-N en 2021.



Figure 30 : Prospection de la zone Ouest par le GEMEL-N en 2021 : présence de l'herbier de zostères naines (SIZN01).



Figure 31 : Prospection de la zone Est par le GEMEL-N en 2021 : présence d’Ulves, absence de zostères naines (SIZN02).

En 2008, l’herbier de Saint-Vaast-la-Hougue était présent sur deux secteurs, Ouest et Est (Figure 32).

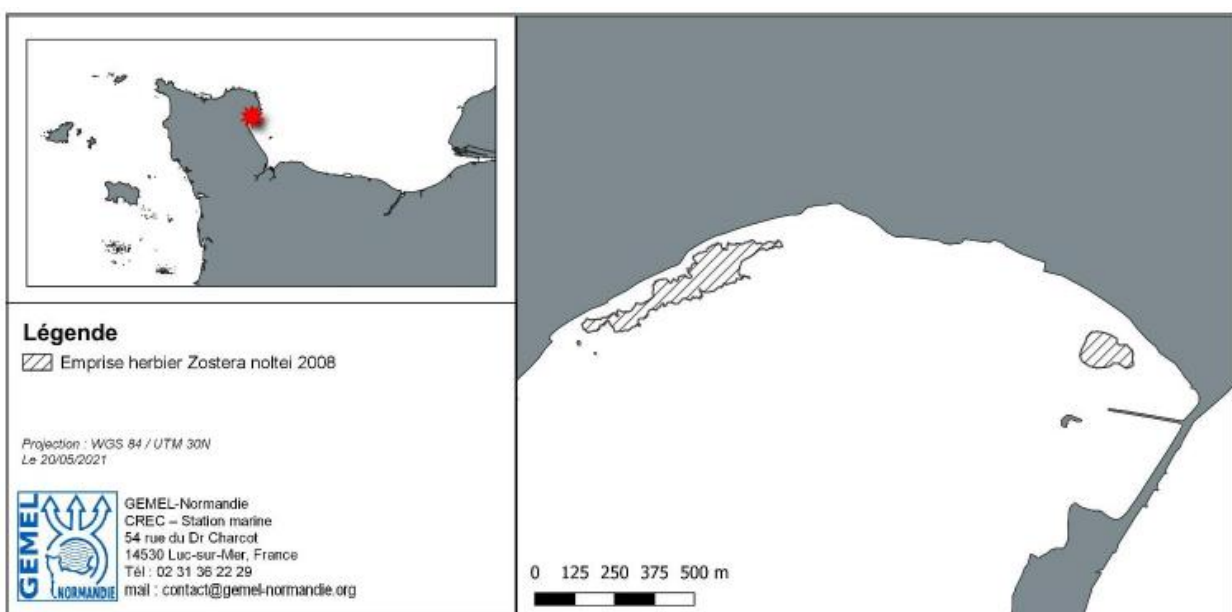


Figure 32 : Détourage de l’herbier de zostères naines de Saint Vaast (SIZN01) entre 2008.

Lors de la prospection terrain de 2014, la partie Est de l’herbier avait disparu et cette zone n’a pas été recolonisée depuis (Figure 33).

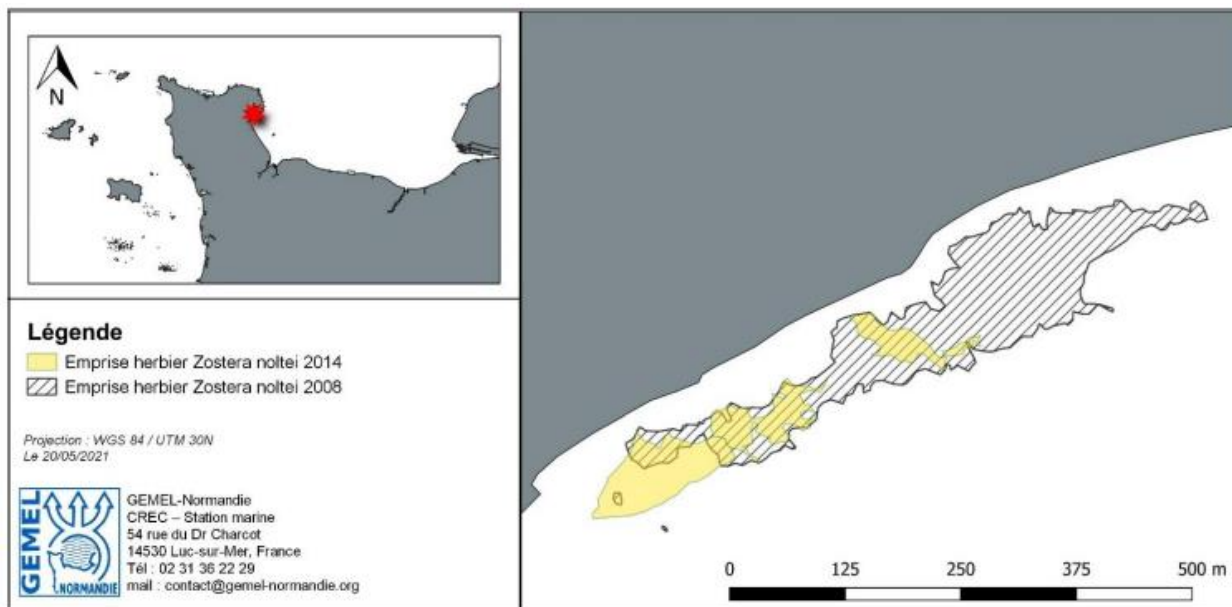


Figure 33 : Evolution de la surface de l’herbier de zostères naines de Saint Vaast la Hougue (SIZN01) entre 2008 et 2014.

La zone Ouest de l’herbier est en forte régression depuis 2008 (Figure 33 ;Figure 34 ; Tableau 11). Elle est passée de 6,97 ha en 2008, à 1,44 ha en 2014, 0,39 ha en 2019. Il faut également noter un glissement de l’herbier de zostères naines vers l’ouest de la zone au cours du temps.

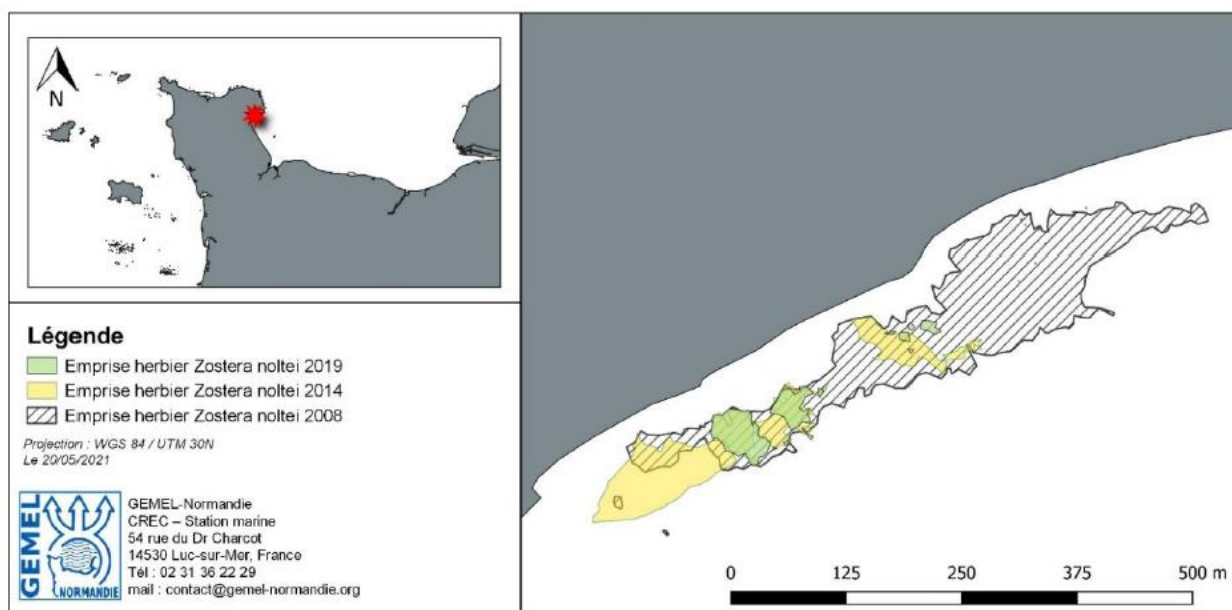


Figure 34 : Evolution de la surface de l’herbier de zostères naines de Saint Vaast La Hougue (SIZN01) entre 2008 et 2019.

Tableau 11 : Evolution de recouvrement de l'herbier à *Z. noltei* sur le site de Saint Vaast La Hougue.

Année	Surface (ha)	Remarques
2008	6,97	Secteur Ouest : 5,58 ha + Secteur Est : 1,38 ha
2014	1,44	Secteur Ouest
2019	0,39	Secteur Ouest
2020	0,41	Secteur Ouest
2021	0,35	Secteur Ouest

Entre 2019 et 2020, la surface est passée de 0,39 ha à 0,41 ha, ce qui peut indiquer une stabilisation de l'herbier de zostères naines (Figure 35).

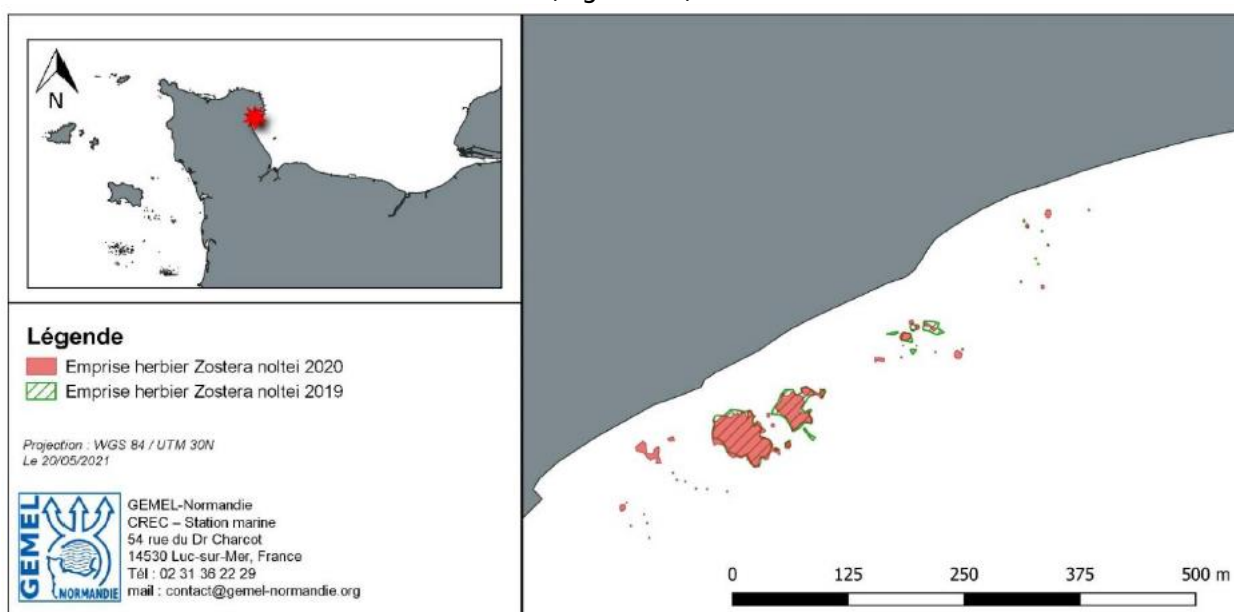


Figure 35 : Evolution de la surface de l'herbier de zostères naines de Saint Vaast La Hougue (SIZN01) entre 2019 et 2020.

Entre 2020 et 2021, la surface de l'herbier de zostères naines de Saint-Vaast-la-Hougue est passée de 0,41 ha à 0,35 ha (Figure 36 ; Tableau 11). L'herbier est très morcelé, moins de patches de quelques mètres carrés ont été observés et certaines taches de zostères naines observées en 2020 ont vu leur surface diminuer.

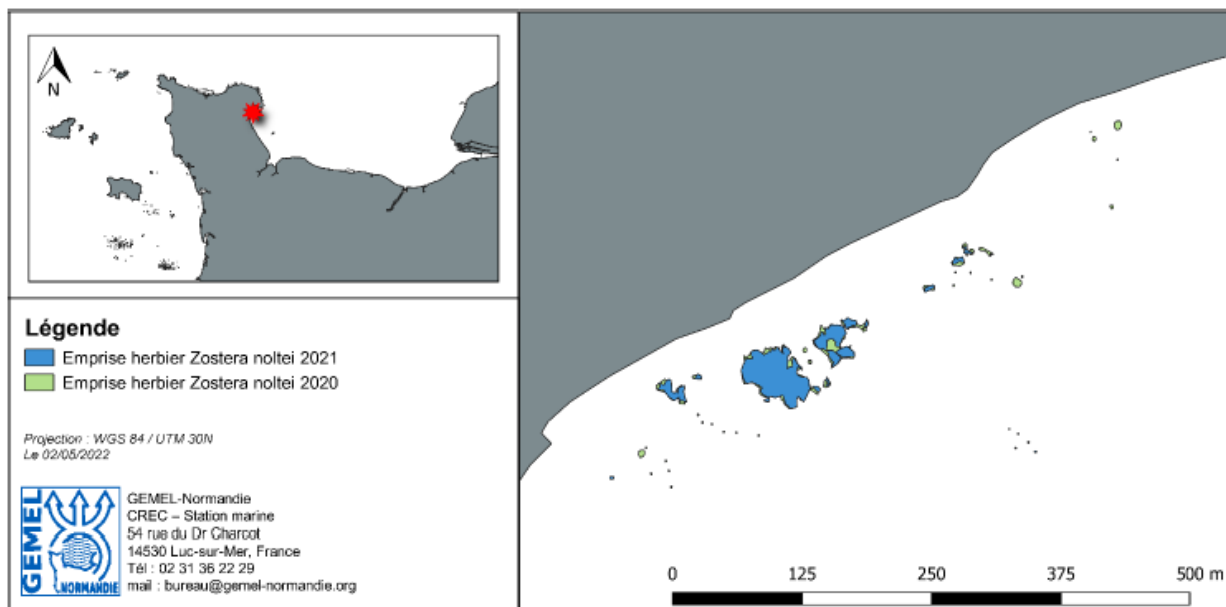


Figure 36 : Evolution de la surface de l'herbier de zostères naines de Saint-Vaast-la-Hougue (SIZN01) entre 2020 et 2021.

3.3.4.2. Herbier de *Z.noltei* de la pointe de Brévands (SINZ02)

Le suivi surfacique de l'herbier de zostères naines de la pointe de Brévands (SIZN02) n'était pas prévu en 2021. Cependant, lors de campagnes d'échantillonnages sur le terrain, réalisées dans le cadre d'autres programmes, le GEMEL-Normandie s'est rendu au niveau de la partie Ouest de la baie des Veys (Sainte-Marie-du-Mont). La présence de zostères naines a été observée sur des surfaces relativement importantes au niveau du Grand Vey (Figure 37). Des banquettes à *Vaucheria* (Figure 38) et des zones fortement recouvertes par des algues vertes ont également été observées (Figure 39).



Figure 37 : Présence de *Zostera noltei* sur le flanc Ouest de la baie des Veys en 2021 (Le Grand Vey, Sainte-Marie du Mont).



Figure 38 : Présence de banquettes à *Vaucheria* sur le flanc Ouest de la baie des Veys en 2021 (Le Grand Vey, Sainte-Marie-du-Mont).



Figure 39 : Présence d'algues vertes sur le flanc Ouest de la baie des Veys en 2021 (Le Grand Vey, Sainte-Marie-du-Mont)

3.4 CONCLUSION

Le taux moyen de recouvrement des points d'observation a diminué sur le site de Brévands en 2021 (37,1 %) et aussi sur le site de Saint-Vaast-la-Hougue (14,6 %). En 2020, ce taux moyen de recouvrement est égal à 40,25% pour le site de Brévands et de 29,67 % pour le site de Saint-Vaast-la-Hougue. Cette différence de taux de recouvrement montre une variation de l'herbier sur le site de Brévands. Par contre, le site de Saint-Vaast-la-Hougue présente une diminution depuis plusieurs années.

Sur le plan sédimentaire, les stations sont caractérisées par des sables très fins. Sur les deux sites, la vase est revenue à des taux observés avant 2017.

L'analyse de la matière organique montre un taux de matière organique similaire entre les deux stations avec une moyenne de 1,8 % pour Saint-Vaast-la-Hougue et de 1,8% pour le site de Brévands. Ils sont similaires à ceux observés depuis 2016 sur les deux sites, même si une légère diminution est notable sur le site de Saint-Vaast-la-Hougue.

L'analyse surfacique montre que la diminution continue de la surface de l'herbier couverte sur le site de Saint-Vaast-la-Hougue.

4. SYNTHÈSE DES INDICATEURS EN 2021

Depuis la mise en place de la surveillance en 2007, les paramètres biologiques benthiques pour la classification de l'état écologique des masses d'eau côtières et de transitions ont été suivis *a minima* aux fréquences recommandées par l'article 1.3.4 de l'annexe V de la DCE.

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie a souhaité renforcer ces fréquences d'observation sur les éléments invertébrés benthiques depuis 2010 (14 sites d'appui suivis annuellement sur 46 stations suivies tous les trois ans) et angiospermes depuis 2012 (trois stations à herbiers à *Zostera marina*).

Comme préconisé par l'article 1.4.1. de l'annexe V de la DCE, les résultats sont exprimés comme des Ratio de Qualité Ecologique (EQR) allant de zéro à un. Ils sont divisés en cinq classes dont les bornes sont spécifiques à chaque paramètre. Les valeurs proches de zéro représentent le « mauvais » état écologique et les valeurs proches de un le « très bon » état écologique.

La classification de l'état écologique d'une masse d'eau se fait par le plus déclassant des résultats du contrôle biologique et physico-chimique. Le classement de la masse d'eau est représenté par un code couleur (Tableau 12). Si c'est une masse d'eau fortement modifiée, le classement est illustré par le même code couleur avec des hachures égales de gris.

Tableau 12 : Grilles d'évaluations de la qualité écologique des masses d'eau des paramètres benthiques : faune invertébré benthique (FAU), angiospermes (ANG).

	Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon	Très bon	
FAU (M-AMBI)	[0;0,2]	[0,21;0,39]	[0,4;0,53]	[0,54;0,77]	[0,78;1]	Borja <i>et al.</i> (2012)
ANG (EQR)	[0;0,19]	[0,2;0,39]	[0,4;0,59]	[0,6;0,79]	[0,8;1]	Carletti & Heiskanen (2009)

Le Tableau 13 synthétise les derniers résultats disponibles du contrôle biologique benthique. Ce dernier a été calculé en 2020 pour la période 2013-2018. Malgré les absences de prélèvements liés à la pandémie mondiale du coronavirus (SARS-CoV-2), il avait été évalué par les experts statisticiens que l'impact de l'annulation des stations devrait être faible sur le calcul de l'indicateur. Ces résultats sont fournis à titre indicatif car actuellement, tous les indices utilisés en France ne sont pas intercalibrés au niveau européen. Un indicateur (BEQI-FR) a été choisi et intercalibré pour les masses d'eaux de transition pour les macro-invertébrés benthiques. Cependant, à la date de rédaction de ce manuscrit, son calcul n'a pas encore été mis en œuvre. Il est donc très important de ne pas réduire l'évaluation de la qualité écologique des masses d'eau à une couleur, les valeurs des indices et la classification qui en découle ne devant être utilisées qu'avec l'appui des spécialistes.

Les résultats de l'indicateur MIB sont ceux de l'année précédente. Ceux de l'indicateur zostères ont été mis à jour.

Tableau 13 : Synthèse 2021 des derniers résultats du contrôle biologique des éléments de qualité benthique : faune invertébré benthique (FAU), angiospermes (ANG).

Masses d'eau	FAU (2013-2018)	ANG (2021)
HC01	0,78	0,85
HC02	0,78	
HC03	0,92	0,59
HC04	0,87	
HC60	0,98	
HC61M	0,88	
HC07		
HC08		
HC09	0,92	0,44
HC10	0,73	
HC11		
HC12		
HC13	0,89	
HC14	0,82	
HC15	0,86	
HC16M	0,93	
HC17		
HC18	0,91	
HT03M		
HT04M		
HT05M		
HT06M		0,76

6. OPERATIONS PROGRAMMEES EN 2022 ET 2023

Pour l'année 2022, le volet benthique comprend les éléments de qualité suivants :

- Le suivi stationnel des macroinvertébrés de substrats meubles des sites côtiers et des sites d'appui dans les masses d'eau côtières et de transition.
- Le suivi surfacique et stationnel des herbiers à angiospermes marins :
 - Herbiers à Zostères marines :
 - Stationnel : les cinq herbiers à *Zostera marina* seront échantillonnés.
 - - Herbiers à Zostères naines :
 - Stationnel : 2 herbiers à *Zostera noltei* seront échantillonnés

Pour l'année 2023, le volet benthique comprendra les éléments de qualité suivants :

- Le suivi stationnel des macroinvertébrés de substrats meubles des sites de transition et des sites d'appui dans les masses d'eau côtières et de transition.
- Le suivi surfacique et stationnel des herbiers à angiospermes marins :
 - Herbiers à Zostères marines :
 - Stationnel : les cinq herbiers à *Zostera marina* seront échantillonnés.
 - - Herbiers à Zostères naines :
 - Stationnel : 2 herbiers à *Zostera noltei* seront échantillonnés

7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P.-G., Hily C., Barille L. (2010). Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. RST/LER/MPL/10-15. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14358/>

Auby I., Oger-Jeanneret H., Gouillieux B., Grall J., Janson A.-L., Maguer M., Rigouin L., Rollet C., Sauriau P.-G., Trut G. (2018). Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). *Zostera marina* - *Zostera noltei*. Version 3. ODE/UL/LER/AR/18.017. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00471/58250/>

Blott S.J., Pye K. (2001). Gradstat: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26: 1237-1248.

Burdick, D. M., Short, F. T., Wolf, J. (1993). An index to assess and monitor the progression of wasting disease in eelgrass *Zostera marina*. *Marine Ecology -Progress Series*, 94: 83- 90.

Dauer D.M; (1993). Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Marine Pollution Bulletin*, 26: 249-257.

Foden J. (2007). Assesment of metrics for littoral seagrass under the European Water Framework Directive; outcomes for UK intercalibration with the Netherlands. *Hydrobiologia*, 579: 187-197.

Foden J., Brazier, D.P. (2007). Angiosperms (seagrass) within the EU water framework directive: a UK perspective. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 181-195.

Folk R.L., Ward W.C. (1957). Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27: 3-26.

Fournier J., Bonnot-Courtois C., Paris R., Voltaire O., Le Vot M. (2012). Analyses granulométriques, principes et méthodes. CNRS, Dinard, 99 pp.

Fournier J., Gallon R.K., Paris R. (2014). G2Sd: a new R package for the statistical analysis of unconsolidated sediments. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 20 (1) : 73-78.

Garcia A., Desroy N., Le Mao P., Miossec L. (2014). Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF 2014 - 13 p. + Annexes.

Guérin L., Desroy N. (2008). Protocole d'observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers dans le cadre DCE. 3 p.

Guillaumont B., Gauthier E. (2005). Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE - Recommandations concernant le benthos marin. 152 pp.

Krause-Jensen D, Greve TM, Nielsen K. (2005). Eelgrass as a bioindicator under the European water framework directive. *Water Resources Management*, 19: 63-75.

Nebout T., Desroy N. Le Mao P. (2009). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2008 - District Seine-Normandie. RST.DOP-LER/FBN-09-015. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00242/35284/>

Short F.T., Wyllie-Echeverria S. (1996). Natural and human-induced disturbance of seagrasses. *Environmental Conservation*, 23: 17.

Wentworth C.K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.

8. Annexe

Annexe 1 : Fiches terrain (stations à *Zostera marina*)

SIZM01

Date (jj/mm/aa):	Heure (hh/mm):	Heure BM (coeff. hauteur):	Date (jj/mm/aa):	Heure (hh/mm):	Heure BM (coeff. hauteur):	Date (jj/mm/aa):	Heure (hh/mm):	Heure BM (coeff. hauteur):
29/03/2021	15h40	15h55 (111)	29/03/2021	15h05	15h55 (111)	29/03/2021	14h55	15h55 (111)
Code M.E./Station-prélèvement:	Lat (WGS84):	Long (WGS84):	Code M.E./Station-prélèvement:	Lat (WGS84):	Long (WGS84):	Code M.E./Station-prélèvement:	Lat (WGS84):	Long (WGS84):
FRHC03/SIZM01_A	48.87972	1.77696	FRHC03/SIZM01_B	48.87894	1.77733	FRHC03/SIZM01_C	48.87807	1.77756
Commune:	Code/n° Photo:		Commune: Saint-Martin-de-Bréhal	Code/n° Photo:		Commune: Saint-Martin-de-Bréhal	Code/n° Photo:	
Paramètre: Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment			Paramètre: Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment			Paramètre: Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur:			Nom/organisme préleveur:			Nom/organisme préleveur:		
N°/Nbre de réplicats:			N°/Nbre de réplicats:			N°/Nbre de réplicats:		
5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matte + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO			5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matte + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO			5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matte + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO		
Engin - maille (taille/forme)			Engin - maille (taille/forme)			Engin - maille (taille/forme)		
comptage pieds:			comptage pieds:			comptage pieds:		
quadrat 0,1 m² (0,316 x 0,316 m)			quadrat 0,1 m² (0,316 x 0,316 m)			quadrat 0,1 m² (0,316 x 0,316 m)		
extraction matte:			extraction matte:			extraction matte:		
quadrat 0,1 m², pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo			quadrat 0,1 m², pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo			quadrat 0,1 m², pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo		
10 pieds:			10 pieds:			10 pieds:		
1 sac, congélation -20°C au labo			1 sac, congélation -20°C au labo			1 sac, congélation -20°C au labo		
granulo:			granulo:			granulo:		
carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo			carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo			carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo		
MO:			MO:			MO:		
3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo			3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo			3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo		
Qualité de l'échantillon:			Qualité de l'échantillon:			Qualité de l'échantillon:		
comptage pieds 1:			comptage pieds 1:			comptage pieds 1:		
64			53			66		
comptage pieds 2:			comptage pieds 2:			comptage pieds 2:		
62			50			54		
matte 1:			matte 1:			matte 1:		
OK			OK			OK		
matte 2:			matte 2:			matte 2:		
OK			OK			OK		
10 pieds:			10 pieds:			10 pieds:		
OK			OK			OK		
GRANULO:			GRANULO:			GRANULO:		
OK			OK			OK		
3 MO:			3 MO:			3 MO:		
OK			OK			OK		
Sédiment:			Sédiment:			Sédiment:		
Espèces remarquables (n° pilus):			Espèces remarquables (n° pilus):			Espèces remarquables (n° pilus):		
Observations (météo, courant, ...):			Observations (météo, courant, ...):			Observations (météo, courant, ...):		

SIZM01bis

Date (jj/mm/aa):	Heure (hh/mm):	Heure_RM (coeff):	Date (jj/mm/aa):	Heure (hh/mm):	Heure_RM (coeff):	Date (jj/mm/aa):	Heure (hh/mm):	Heure_RM (coeff):
31/03/2021	16h27	17h20 (107)	31/03/2021	16h40	17h20 (107)	31/03/2021	17h00	17h20 (107)
Code M.E./Station-prélèvement:	Lat (WGS84):	Long (WGS84):	Code M.E./Station-prélèvement:	Lat (WGS84):	Long (WGS84):	Code M.E./Station-prélèvement:	Lat (WGS84):	Long (WGS84):
FRHC01/SIZM01bis_A	(48.87566) 48,87587 N	(1.801550) 1,80118 W	FRHC01/SIZM01bis_B	48.876517 N	1.80184 W	FRHC01/SIZM01bis_C	48.87623 N	1.80051 W
Commune: Chausey	Code/n° Photo:		Commune: Chausey	Code/n° Photo:		Commune: Chausey	Code/n° Photo:	
Paramètre: Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment			Paramètre: Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment			Paramètre: Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur:			Nom/organisme préleveur:			Nom/organisme préleveur:		
N°/Nombre de réplicats:			N°/Nombre de réplicats:			N°/Nombre de réplicats:		
5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO			5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO			5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO		
Engin - maille (taille/forme):			Engin - maille (taille/forme):			Engin - maille (taille/forme):		
comptage pieds:	quadrat 0,1 m ² (0,316 x 0,316 m)		comptage pieds:	quadrat 0,1 m ² (0,316 x 0,316 m)		comptage pieds:	quadrat 0,1 m ² (0,316 x 0,316 m)	
extraction matre:	quadrat 0,1 m ² , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo		extraction matre:	quadrat 0,1 m ² , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo		extraction matre:	quadrat 0,1 m ² , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo	
10 pieds:	1 sac, congélation - 20°C au labo		10 pieds:	1 sac, congélation - 20°C au labo		10 pieds:	1 sac, congélation - 20°C au labo	
granulo:	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo		granulo:	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo		granulo:	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo	
MO:	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo		MO:	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo		MO:	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo	
Qualité de l'échantillon:			Qualité de l'échantillon:			Qualité de l'échantillon:		
comptage pieds 1:	48		comptage pieds 1:	59		comptage pieds 1:	24	
comptage pieds 2:	61		comptage pieds 2:	41		comptage pieds 2:	43	
matre 1:	OK		matre 1:	OK		matre 1:	OK	
matre 2:	OK		matre 2:	OK		matre 2:	OK	
10 pieds:	OK		10 pieds:	OK		10 pieds:	OK	
GRANULO:	OK		GRANULO:	OK		GRANULO:	OK	
3 MO:	OK		3 MO:	OK		3 MO:	OK	
Sédiment:			Sédiment:			Sédiment:		
Espèces remarquables (n° pilus):			Espèces remarquables (n° pilus):			Espèces remarquables (n° pilus):		
Observations (météo, courant, ...):			Observations (météo, courant, ...):			Observations (météo, courant, ...):		

SIZM01ter

Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff) :	Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff) :	Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff) :
30/03/2021	15h52	16h38 (112)	30/03/2021	16h05	16h38 (112)	30/03/2021	16h20	16h38 (112)
Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :	Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :	Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :
FRHC01/SIZM01ter_A	48,87380 N	1,85080 W	FRHC01/SIZM01ter_B	48,87361 N	1,85024 W	FRHC01/SIZM01ter_C	48,87330 N	1,85043 W
Commune : Chausey	Code/n° Photo :		Commune : Chausey	Code/n° Photo :		Commune : Chausey	Code/n° Photo :	
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur ; Faune/Flore/Sédiment			Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur ; Faune/Flore/Sédiment			Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur ; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur :			Nom/organisme préleveur :			Nom/organisme préleveur :		
N°/Nbre de réplicats :			N°/Nbre de réplicats :			N°/Nbre de réplicats :		
5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matie + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO			5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matie + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO			5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matie + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO		
Engin - maille (taille/forme)			Engin - maille (taille/forme)			Engin - maille (taille/forme)		
comptage pieds :	quadrat 0,1 m ² (0,316 x 0,316 m)		comptage pieds :	quadrat 0,1 m ² (0,316 x 0,316 m)		comptage pieds :	quadrat 0,1 m ² (0,316 x 0,316 m)	
extraction matie :	quadrat 0,1 m ² , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo		extraction matie :	quadrat 0,1 m ² , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo		extraction matie :	quadrat 0,1 m ² , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo	
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo		10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo		10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo	
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo		granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo		granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo	
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo		MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo		MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo	
Qualité de l'échantillon :			Qualité de l'échantillon :			Qualité de l'échantillon :		
comptage pieds 1 :	40		comptage pieds 1 :	62		comptage pieds 1 :	53	
comptage pieds 2 :	31		comptage pieds 2 :	53		comptage pieds 2 :	34	
matte 1 :	OK		matte 1 :	OK		matte 1 :	OK	
matte 2 :	OK		matte 2 :	OK		matte 2 :	OK	
10 pieds :	OK		10 pieds :	OK		10 pieds :	OK	
GRANULO :	OK		GRANULO :	OK		GRANULO :	OK	
3 MO :	OK		3 MO :	OK		3 MO :	OK	
Sédiment :			Sédiment :			Sédiment :		
Espèces remarquables (n° pilus) :			Espèces remarquables (n° pilus) :			Espèces remarquables (n° pilus) :		
Observations (météo, courant, ...) :			Observations (météo, courant, ...) :			Observations (météo, courant, ...) :		

SIZM02

Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff. : hauteur) :	Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff. : hauteur) :	Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff. : hauteur) :
28/04/2021	15h38	18h20 (111 : 0,42m)	28/04/2021	16h35	18h20 (111 : 0,42m)	28/04/2021	16h25	18h20 (111 : 0,42m)
Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :	Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :	Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :
FRHC03/SIZM02_A	48,89569 N	1,59332 W	FRHC03/SIZM02_B	48,89583 N	1,59209 W	FRHC03/SIZM02_C	48,89638 N	1,59083 W
Commune : Saint-Martin-de-Brehal	Code/n° Photo :		Commune : Saint-Martin-de-Brehal	Code/n° Photo :		Commune : Saint-Martin-de-Brehal	Code/n° Photo :	
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment			Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment			Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur :			Nom/organisme préleveur :			Nom/organisme préleveur :		
N°/Nbre de réplicats :			N°/Nbre de réplicats :			N°/Nbre de réplicats :		
5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matie + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO			5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matie + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO			5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matie + 10 pieds) - 1 GRANULO - 3 MO		
Engin - maille (taille/forme)			Engin - maille (taille/forme)			Engin - maille (taille/forme)		
comptage pieds : quadrat 0,1 m² (0,316 x 0,316 m)			comptage pieds : quadrat 0,1 m² (0,316 x 0,316 m)			comptage pieds : quadrat 0,1 m² (0,316 x 0,316 m)		
extraction matie : quadrat 0,1 m², pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo			extraction matie : quadrat 0,1 m², pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo			extraction matie : quadrat 0,1 m², pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo		
10 pieds : 1 sac, congélation -20°C au labo			10 pieds : 1 sac, congélation -20°C au labo			10 pieds : 1 sac, congélation -20°C au labo		
granulo : carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo			granulo : carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo			granulo : carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo		
MO : 3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo			MO : 3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo			MO : 3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo		
Qualité de l'échantillon :			Qualité de l'échantillon :			Qualité de l'échantillon :		
comptage pieds 1 : 39			comptage pieds 1 : 45			comptage pieds 1 : 39		
comptage pieds 2 : 37			comptage pieds 2 : 85			comptage pieds 2 : 44		
matie 1 :			matie 1 :			matie 1 :		
matie 2 :			matie 2 :			matie 2 :		
10 pieds :			10 pieds :			10 pieds :		
GRANULO :			GRANULO :			GRANULO :		
3 MO :			3 MO :			3 MO :		
Sédiment :			Sédiment :			Sédiment :		
Espèces remarquables (n° pilul.) :			Espèces remarquables (n° pilul.) :			Espèces remarquables (n° pilul.) :		
Observations (météo, courant, ...):			Observations (météo, courant, ...):			Observations (météo, courant, ...):		
Petits pieds mais beaucoup de limbes. Comptage sous l'eau.			Petits pieds mais beaucoup de limbes. L'eau remontait à la moitié du travail effectué.			Petits pieds mais beaucoup de limbes		

SIZM03

Date (jj/mm/aa):	Heure (hh/mm):	Heure BM (coeff. hauteur):	Date (jj/mm/aa):	Heure (hh/mm):	Heure BM (coeff. hauteur):	Date (jj/mm/aa):	Heure (hh/mm):	Heure BM (coeff. hauteur):
27/04/2021	15h00	15h36 (110 ; 0,53m)	27/04/2021	15h25	15h36 (110 ; 0,53m)	27/04/2021		15h36 (110 ; 0,53m)
Code M.E./Station-prélèvement:	Lat (WGS84):	Long (WGS84):	Code M.E./Station-prélèvement:	Lat (WGS84):	Long (WGS84):	Code M.E./Station-prélèvement:	Lat (WGS84):	Long (WGS84):
FRHC03/SIZM03 A	49,09354	1,62294	FRHC03/SIZM03 B	49,09326	1,62410	FRHC03/SIZM03 C	49,09292	1,62423
Commune : Gouville-sur-Mer	Code/n° Photo :		Commune : Gouville-sur-Mer	Code/n° Photo :		Commune : Gouville-sur-Mer	Code/n° Photo :	
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur ; Faune/Flore/Sédiment			Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur ; Faune/Flore/Sédiment			Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur ; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur :			Nom/organisme préleveur :			Nom/organisme préleveur :		
N°/Nbre de réplicats :			N°/Nbre de réplicats :			N°/Nbre de réplicats :		
Engin - maille (taille/forme)			Engin - maille (taille/forme)			Engin - maille (taille/forme)		
comptage pieds :	quadrat 0,1 m ² (0,316 x 0,316 m)		comptage pieds :	quadrat 0,1 m ² (0,316 x 0,316 m)		comptage pieds :		
extraction matie :	quadrat 0,1 m ² , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo		extraction matie :	quadrat 0,1 m ² , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo		extraction matie :		
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo		10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo		10 pieds :		
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo		granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo		granulo :		
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo		MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo		MO :		
Qualité de l'échantillon :			Qualité de l'échantillon :			Qualité de l'échantillon :		
comptage pieds 1 :	34		comptage pieds 1 :			comptage pieds 1 :		
comptage pieds 2 :	34		comptage pieds 2 :			comptage pieds 2 :		
matte 1 :	OK		matte 1 :	OK		matte 1 :		
matte 2 :	OK		matte 2 :	OK		matte 2 :		
10 pieds :	OK		10 pieds :	OK		10 pieds :		
GRANULO :	OK		GRANULO :	OK		GRANULO :	OK	
3 MO :	OK		3 MO :	OK		3 MO :		
Sédiment :			Sédiment :			Sédiment :		
Espèces remarquables (n° pilus) :			Espèces remarquables (n° pilus) :			Espèces remarquables (n° pilus) :		
Observations (météo, courant, ...):			Observations (météo, courant, ...):			Observations (météo, courant, ...):		
Le point n'a pas découvert malgré les bonnes conditions climatiques. Tous les comptages, mattes, MO et granulo on été réalisées immergées.			Le point n'a pas découvert malgré les bonnes conditions climatiques. Le comptage n'a pas été possible car la visibilité dans l'eau est devenue mauvaise, impossibilité de distinguer les limbes et le quadrat. Toutes les mattes, MO et granulo on été réalisées immergées.			Le point n'a pas découvert malgré les bonnes conditions climatiques. Toujours trop de hauteur d'eau sur le point. Nous avons attendu mais l'eau est remontée. Point déjà difficile en 2020, le vent repousse l'eau qui ne descend pas assez.		

Annexe 2 : Fiches terrain (stations à *Zostera noltei*)

SIZN01 – Saint-Vaast-la-Hougue

FICHE STATIONNELLE

Site : SIZN01 – Saint-Vaast-la-Hougue

Appareil photo : Olympus

Date : 25/08/21

Opérateurs : Erwan Aublet, Andréa Lemoine

Classe de taux de recouvrement (%)	0	1-25	26-50	51-75	76-99	100
Valeur	0	0,125	0,375	0,625	0,875	1

Fiche stationnelle adaptée de Auby et al., 2018.

Station	Recouvrement estimé (%)	Macro-algues présents			Prélèvement macroalgues	MO	GR	Observations
		Vertes	Rouges	Brunes				
A1	15		✓		✓			
A2	0	✓	✓		✓	✓		
A3	25	✓	✓		✓		Coquillage	
A4	15	✓	✓		✓			
A5	65	✓	✓		✓		Coquillage	
B1	0	✓	✓		✓			
B2	0	✓	✓		✓		Coquillage	
B3	0	✓		✓	✓		Coquillage. Prélèvement des algues brunes: non pesée car mort < reformulé ?	
B4	0	✓			✓	✓		
B5	0	✓	✓		✓		Zostère à 3m	
C1	0	✓	✓	✓	✓			
C2	0	✓	✓		✓		Zostère à 1m	
C3	0	✓			✓	✓	Zostère à 1m	
C4	0						Echouages algues vertes	
C5	0	✓			✓	✓	Coquillage, eau	
D1	0		✓		✓			
D2	10	✓	✓		✓	✓		
D3	55		✓		✓		Coquillage	
D4	0	✓		✓	✓	✓		
D5	55	✓			✓			
E1	0					✓	Coquillage, algues échouées	
E2	15					✓	Algues échouées	
E3	0	✓			✓			
E4	20	✓			✓	✓		
E5	0						Echouages	
F1	0		✓			✓	Prélèvement de l'algue non effectué	
F2	25							
F3	85							
F4	65					✓	Coquillage, échouage	
F5	10							

SIZN02 - Brévands

FICHE STATIONNELLE

Site : SIZN02 - Brévands

Appareil photo : Olympus

Date : 23/08/21

Opérateurs : Erwan Aublet, Andréa Lemoine

Classe de taux de recouvrement (%)	0	1-25	26-50	51-75	76-99	100
Valeur	0	0,125	0,375	0,625	0,875	1

Fiche stationnelle adaptée de Auby et al., 2018.

Station	Recouvrement estimé (%)	Macro-algues présents			Prélèvement macroalgues	MO	GR	Observations
		Vertes	Rouges	Brunes				
A1	75-100							
A2	0							
A3	0							
A4	1-25					✓		
A5	0							Algues échouées
B1	0							« Mare », eau
B2	25					✓	✓	
B3	25						✓	
B4	0					✓		Algues échouées
B5	5							
C1	35					✓		Trous
C2	70					✓		Trous
C3	30						✓	
C4	5							« Mare », eau
C5	5							Algues échouées, « mare »
D1	50							
D2	55							Algues échouées
D3	55							Algues échouées
D4	40							Algues échouées
D5	5							
E1	45							Trous, herbiers denses à 1m
E2	30					✓		Trous
E3	40							Algues échouées, trous
E4	60							Algues échouées, trous
E5	20					✓		Coquillage, trous
F1	35							Trous
F2	25							1 spartine ; algues échouées
F3	35					✓		Trous
F4	35							Coquillage
F5	35					✓		Algues échouées - eau