

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), Alexandrine Baffreau (GEMEL-Normandie), Aurélie Garcia (GEMEL-Normandie), Marie-Caroline Husset (MNHN Dinard), Andréa Lemoine (GEMEL-Normandie), Benjamin Monnier (MNHN Dinard), Elodie Ollivier (GEMEL-Normandie), Olivier Timsit (GEMEL-Normandie)

Date : Septembre 2023

CONTROLE DE SURVEILLANCE BENTHIQUE DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (2000/60/CE). VOLUME II : FLORE AUTRE QUE PHYTOPLANCTON, ANNEE 2020

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 2020. District Seine-Normandie	
Référence interne : ODE/LITTORAL/LERBN-23-016 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 : 2023/09/21 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 2020 (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 2020 (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, Husset Marie-Caroline, Monnier Benjamin, Baffreau Alexandrine, Garcia Aurélie, Lemoine Andréa, Ollivier Elodie, Timsit Olivier (2023). CONTROLE DE SURVEILLANCE BENTHIQUE DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (2000/60/CE). VOLUME II : FLORE AUTRE QUE PHYTOPLANCTON, ANNEE 2020 District Seine-Normandie. ODE/LITTORAL/LERBN-23-016.	
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-23-016/97105)	
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
Aurélie Foveau / aurelie.foveau@ifremer.fr	Ifremer/ODE/LITTORAL, LERBN
Sébastien Aubin /	MNHN, Station de Dinard
Marie-Caroline Husset	MNHN, Station de Dinard
Benjamin Monnier /	MNHN, Station de Dinard
Alexandrine Baffreau /	GEMEL-Normandie
Aurélie Garcia /	GEMEL-Normandie
Andréa Lemoine /	GEMEL-Normandie
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	18
2.3.4 Macroalgues et épiphytes	19
2.3.5 Wasting disease.....	20
2.4 CONCLUSION.....	21
3. SUIVI STATIONNEL ET SURFACIQUE DES HERBIERS A <i>ZOSTERA NOLTEI</i> - (GEMEL-NORMANDIE).....	22
3.1 INTRODUCTION	22
3.2 MATERIEL ET METHODES.....	22
3.2.1 Taux de recouvrement des zostères et biomasse des macroalgues	23
3.2.2 Granulométrie et matière organique.....	25
3.2.3 Suivi surfacique.....	26
3.3 RESULTATS.....	27
3.3.1 Granulométrie.....	27
3.3.2 Matière organique.....	30

3.3.3	Recouvrement en zostères et macroalgues.....	32
3.3.4	Suivi surfacique des herbiers de <i>Zostera noltei</i>	35
3.4	CONCLUSION.....	42
4.	SYNTHESE DES INDICATEURS EN 2020.....	43
6.	OPERATIONS PROGRAMMEES EN 2021 ET 2022.....	45
7.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	46
8.	Annexe.....	48

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).

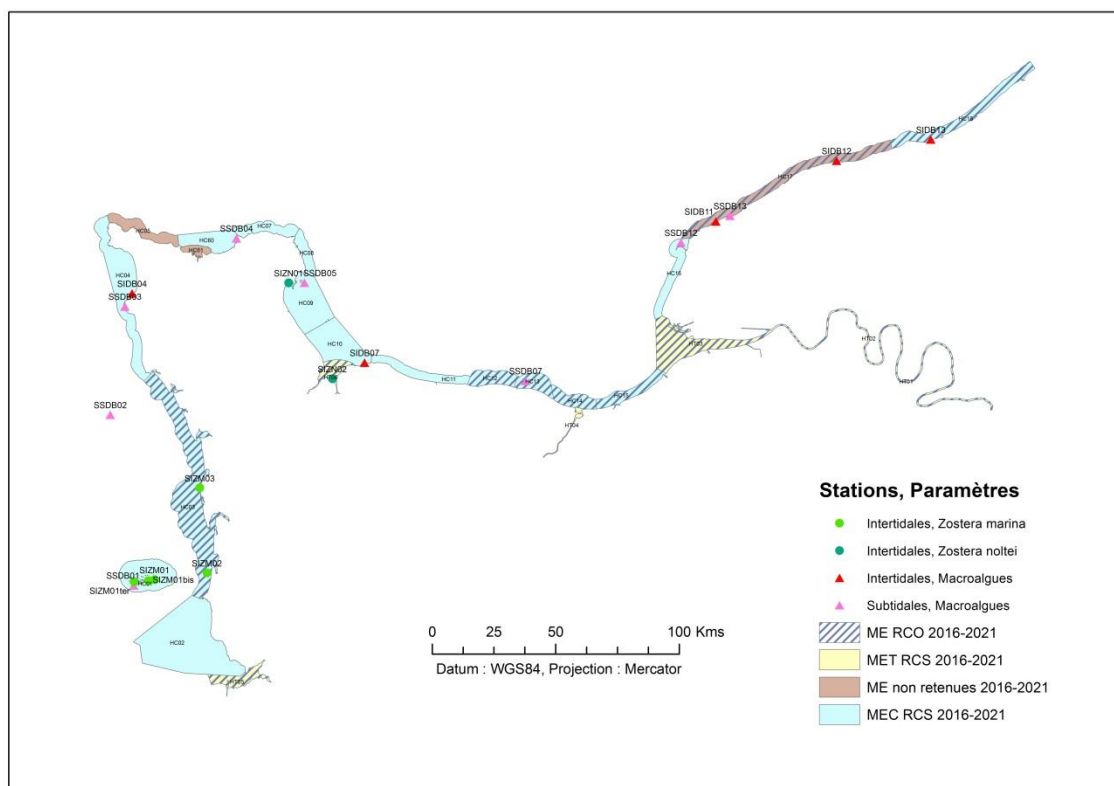


Figure 1 : Localisation des sites d'échantillonnage de l'élément de qualité « Flore autre que phytoplancton » lors du suivi 2020.

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 2020, 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.

Malgré la pandémie mondiale du coronavirus (SARS-CoV-2), il n'y a pas eu d'impact sur les échantillonnages des différents types d'herbiers.

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 Armorican, 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).

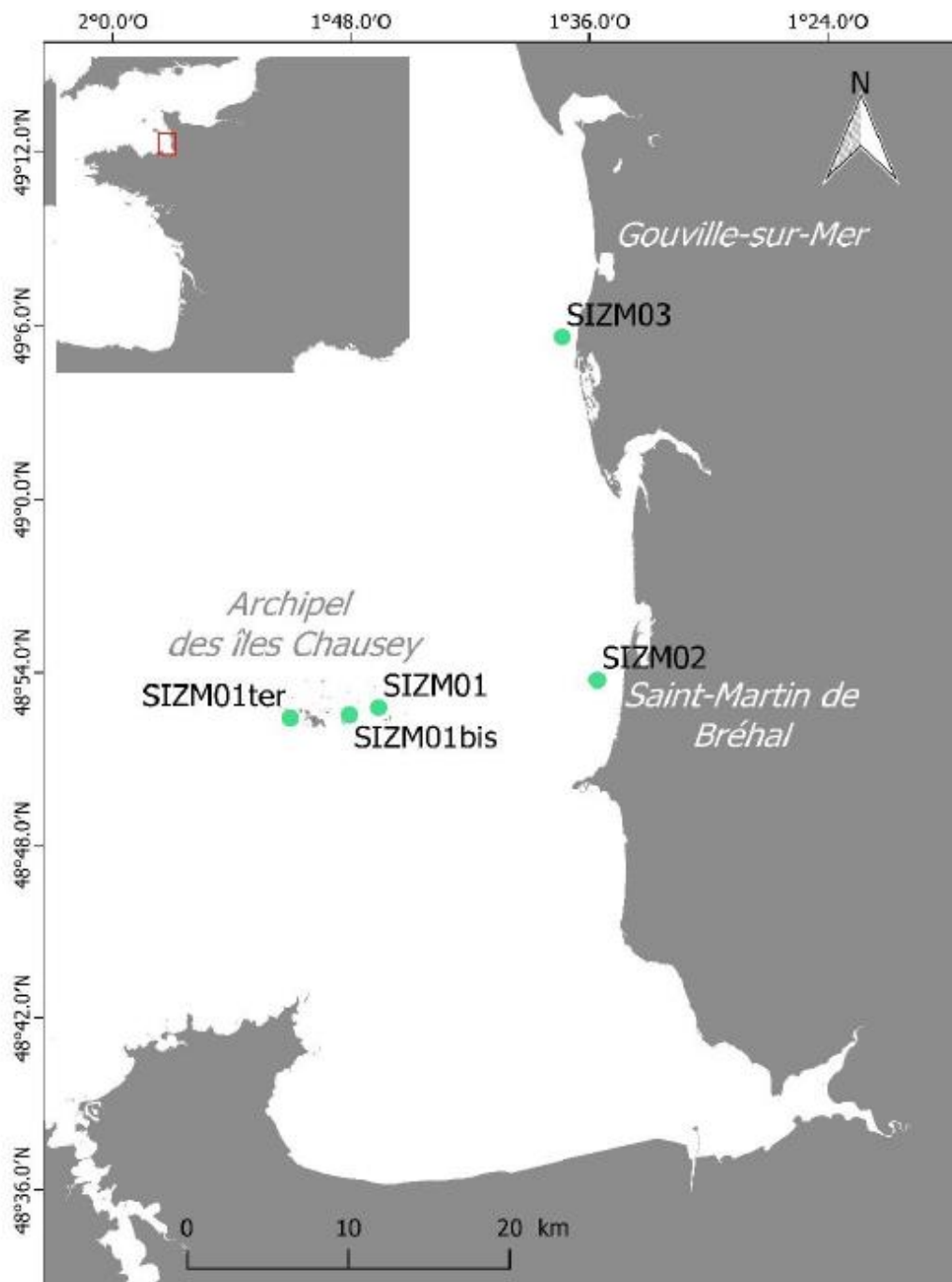


Figure 2 : Localisation géographique des stations à *Zostera marina* de la DCE-Benthos Ouest-Cotentin.

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 2020. 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 2020, 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 10 mars 2020 (SIZM01) et le 12 mars 2020 (SIZM01bis). Les stations de

l'ouest Cotentin ont quant à elles été échantillonnées en fin de confinement (autorisation spéciale de circulation), soit les 07 mai (SIZM02) et 08 mai 2020 (SIZM03) (Tableau 2).

Tableau 2 : Récapitulatif de la campagne d'échantillonnage à *Zostera marina* 2020. * : 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	10/03/2020	48,87972 N	1,77696 O
SIZM01bis	FRHC01	12/03/2020	48,87566 N	1,80155 O
SIZM01ter	FRHC01	11/03/2020	48,87361 N	1,85024 O
SIZM02	FRHC03	07/05/2020	48,89569 N	1,59332 O
SIZM03	FRHC03	08/05/2020	49,09354 N	1,62294 O

Suite au déplacement de certaines stations en 2018 (SIZM01bis et SIZM02), les cinq stations étaient accessibles à basse mer et ont pu être échantillonnées cette année. Cependant, le passage C de la station SIZM03 située à Gouville-sur-mer a dû être remplacé afin d'être plus accessible au moment du prélèvement et par ailleurs plus représentatif de la zone d'herbier à échantillonner (Figure 3).

Pour repositionner ce passage, le MNHN de Dinard s'est basé sur le suivi surfacique des herbiers effectué l'année précédente (« Suivi des herbiers à *Zostera marina* du secteur Ouest Cotentin dans le cadre du contrôle de surveillance de la Directive européenne Cadre sur l'Eau (2000/60/CE), Rapport d'activité des campagnes de prélèvements 2019 »).

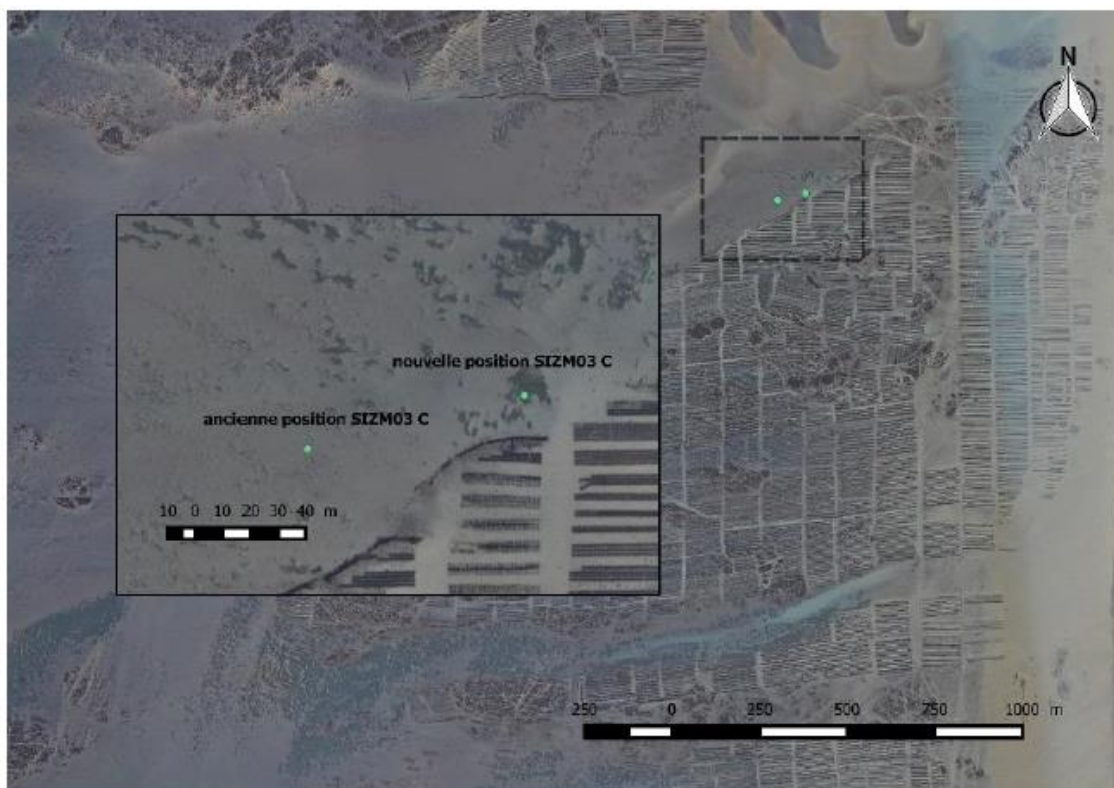


Figure 3 : Déplacement de la position géographique du passage SIZM03 (Gouville-sur-mer).

Par ailleurs, les données de densité des prélèvements A2, B1 et B2 de la station SIZM01bis sont manquantes. Les densités, bien que relevées n'ont pas été reportées sur la feuille de terrain au moment du prélèvement.

Selon le protocole, chaque station est composée de trois sous-stations, nommées passages (Figure 4), réparties 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.

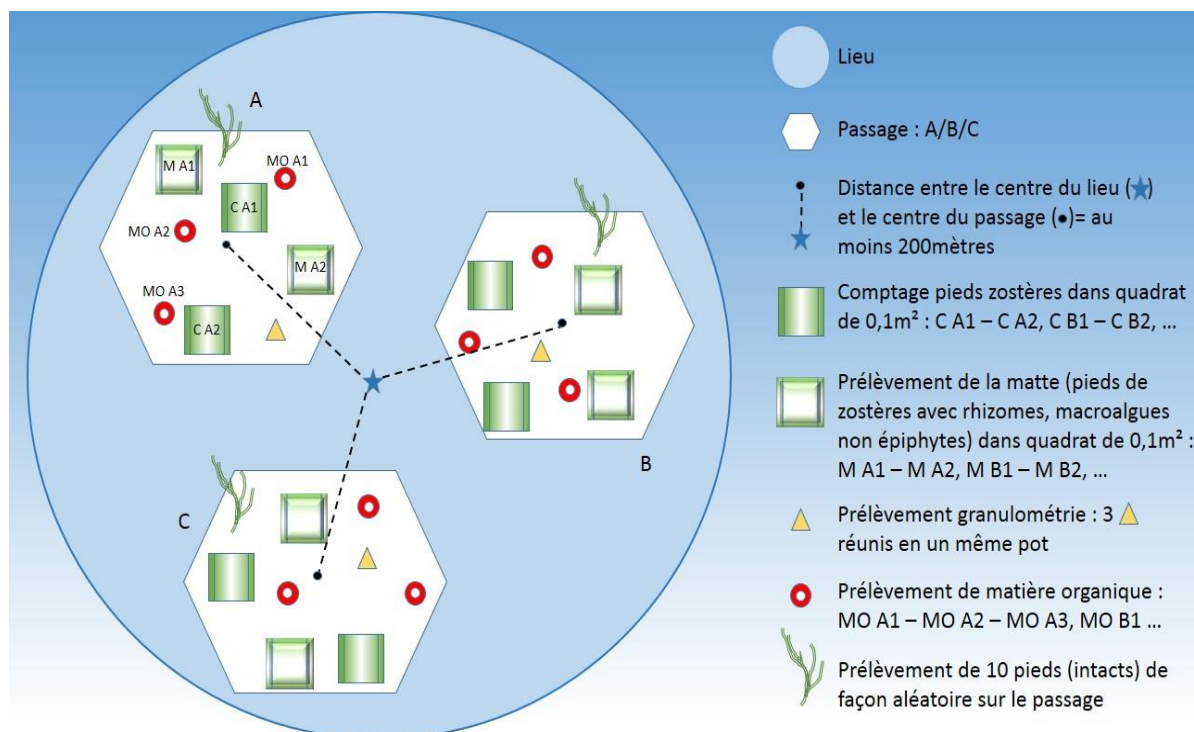
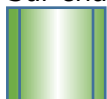
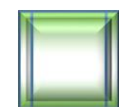


Figure 4 : Représentation schématique de l'échantillonnage des herbiers à *Zostera marina*.

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 matrice (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 2020, 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 (So) 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 matières organiques se fait par la méthode de perte au feu à 450°C.

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).

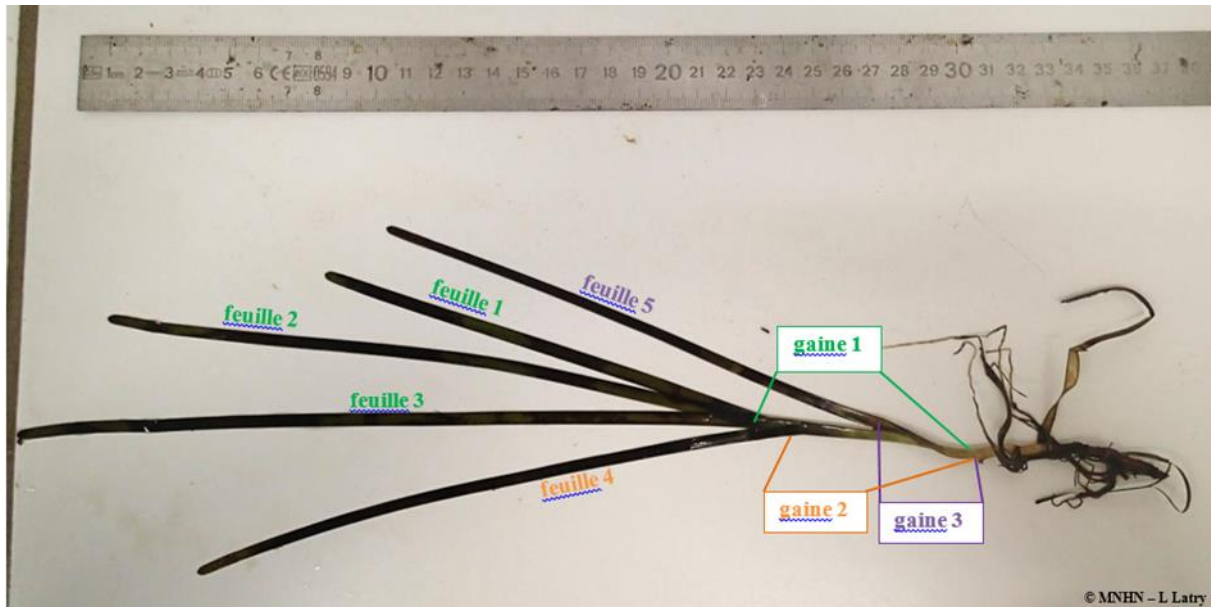


Figure 5 : Mesures biométriques effectuées sur les organes aériens d'un pied de zostère.

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*.

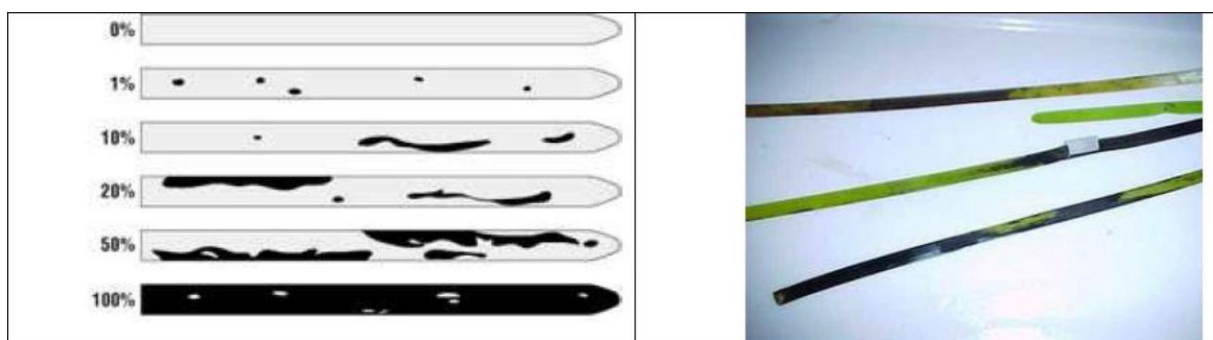


Figure 6 : Echelle d'évaluation de la maladie du dépérissement (Burdick *et al.*, 1993).

2.3 RESULTATS

Malgré les contraintes imposées par la crise sanitaire mondiale liée à la Covid-19, l'intégralité des échantillonnages de *Zostera marina* a pu être effectué par le MNHN de Dinard : les stations de l'archipel des îles Chausey ont été échantillonnées juste avant le confinement et les stations de l'ouest Cotentin après celui-ci. Les conditions météorologiques ayant été favorables les jours d'échantillonnage, les cinq stations ont pu être échantillonnées en 2020 de manière convenable.

Les données brutes de la campagne de prélèvements 2020 ont été bancarisées dans la base de données IFREMER Quadrige².

2.3.1 Granulométrie

En 2020, à l'instar des années précédentes, le sédiment au niveau des stations échantillonnées est composé de 57 à 94 % de sables (particules de 63 à 2000 µm ; Tableau 4) et environ 60 % des particules sont inférieures à 200 µm (Figure 7). La station SIZM01bis est la station la plus envasée avec 38,6 % de vase (Tableau 4). De manière globale, le sédiment des stations échantillonnées est mal voire très mal trié, les indices de Trask étant compris entre 1,438 sur SIZM01 et 3,447 sur SIZM03.

Tableau 4 : Statistiques granulométriques obtenues en 2020 sous Gradistat.

Stations		SIZM01	SIZM01 bis	SIZM01 ter	SIZM02	SIZM03
Méthode de Folk & Ward (description)	Grain moyen (µm)	Sable fin	Sable très fin	Sable moyen	Sable grossier	Sable très grossier
	Tri	Mal trié	Très mal trié	Mal trié	Très mal trié	Très mal trié
Texture	GRAVIER	0,7%	2,5%	2,5%	20,3%	37,6%
	très grossier	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	grossier	0,0%	0,1%	0,0%	3,4%	3,6%
	moyenne	0,1%	0,3%	0,2%	7,2%	11,4%
	fin	0,2%	0,6%	0,3%	5,0%	11,4%
	très fin	0,4%	1,7%	2,0%	4,6%	13,7%
	SABLE	85,9%	58,9%	92,3%	74,1%	57,1%
	très grossier	1,4%	5,0%	8,3%	3,7%	12,7%
	grossier	1,6%	7,3%	13,9%	8,0%	12,2%
	moyenne	24,7%	9,2%	28,4%	11,9%	19,1%
	fin	47,2%	17,7%	38,0%	45,6%	8,4%
	très fin	11,0%	19,7%	3,8%	4,9%	4,6%
VASE	13,4%	38,6%	5,2%	5,6%	5,3%	
Médiane (D₅₀) (µm)		202,9	90,11	265,3	232,4	1019,2
Indice de Trask (So)		1,438	3,18	1,635	2,270	3,447

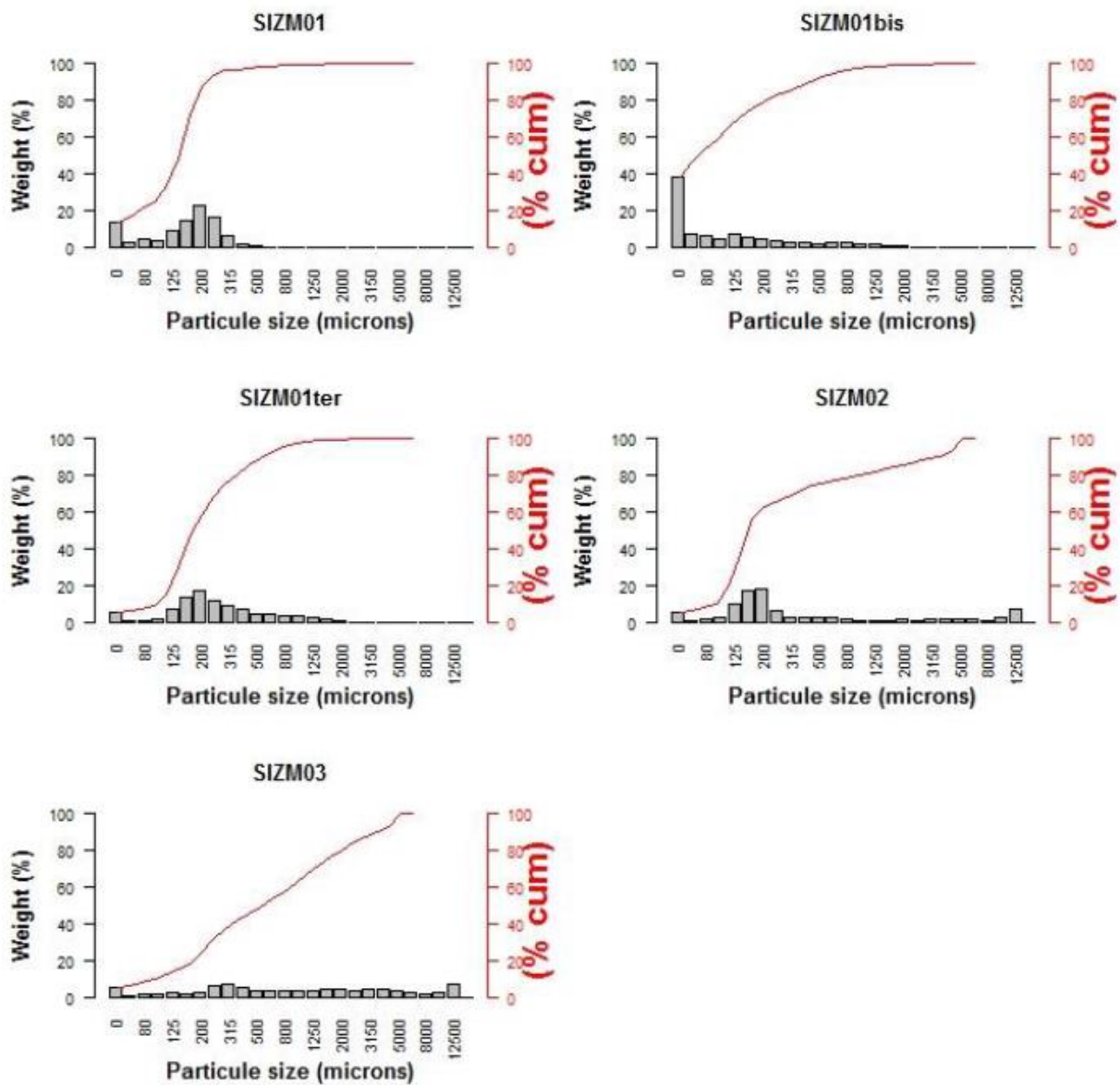


Figure 7 : Répartition du poids des particules de sédiment (Weight (%)) en fonction de leur taille (Particule size (microns)) avec la courbe des pourcentages cumulés des poids des différentes tailles sédimentaires (% cum).

Les proportions en graviers, sables et vases des stations échantillonnées en 2020 semblent relativement proches des proportions relevées pour les mêmes stations les années précédentes (Figure 8). Néanmoins, une légère augmentation du pourcentage de vase est à noter entre 2019 et 2020, les stations gagnant de 0,6 % (SIZM01ter) à 16,3 % (passage de 22,3% à 38,6% sur SIZM01bis).

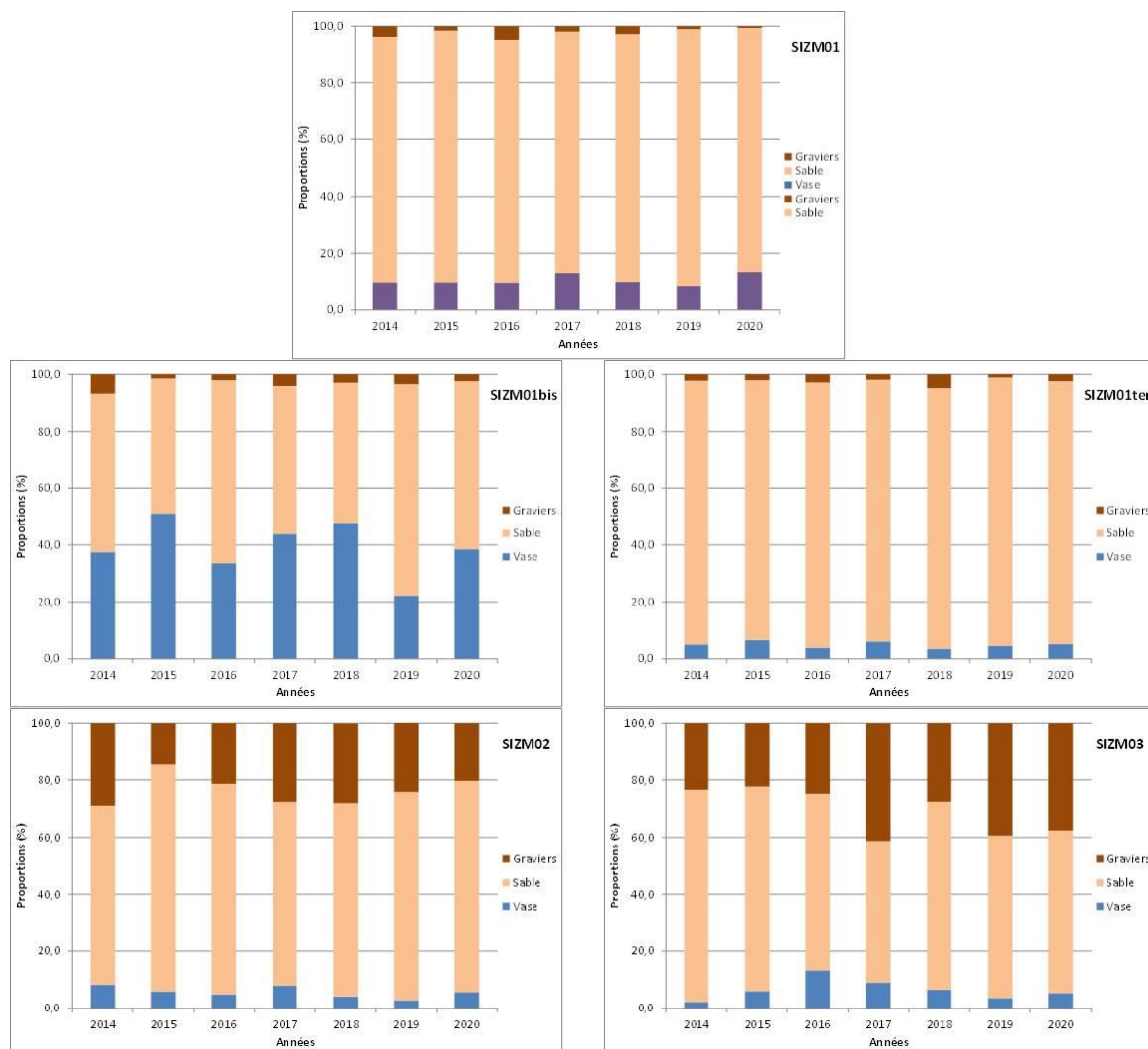


Figure 8 : Proportions en graviers, sables et vases (en %) en fonction de l'année d'échantillonnage.

2.3.2 Teneur en matière organique

La station SIZM01bis présente les valeurs en matière organique les plus fortes, avec un pourcentage moyen de 4,70 % (Figure 9). Les stations SIZM01ter, SIZM02 et SIZM03 révèlent quant à elles des pourcentages moyens en MO similaires, compris entre 1,49 % (SIZM02) et 1,65 % (SIZM03).

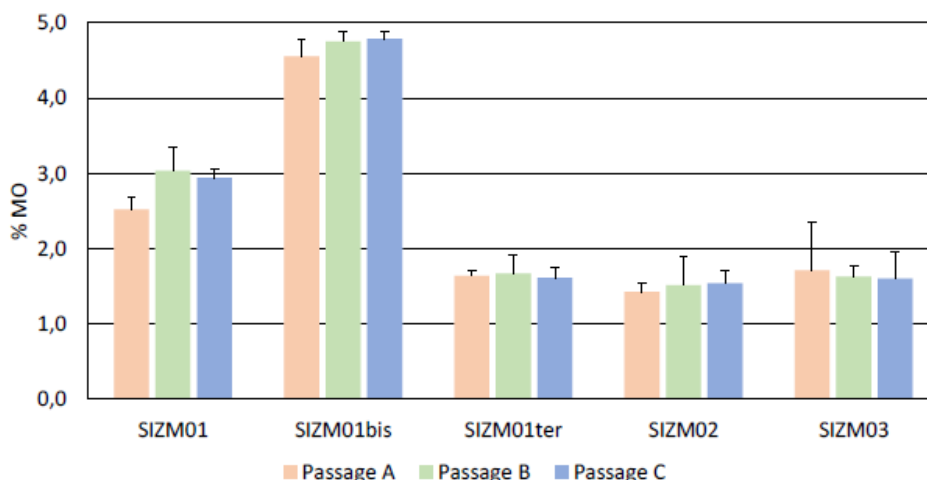


Figure 9 : Teneurs moyennes en MO (en %), mesurées par passage (A, B et C) et par station en 2020.

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 2020 (Figure 10).

Les plus fortes valeurs moyennes sont obtenues sur la station SIZM01bis, enregistrant des densités de 1040 ± 206 pieds par m² au sol sur le passage A et 745 ± 50 pieds sur le passage B.

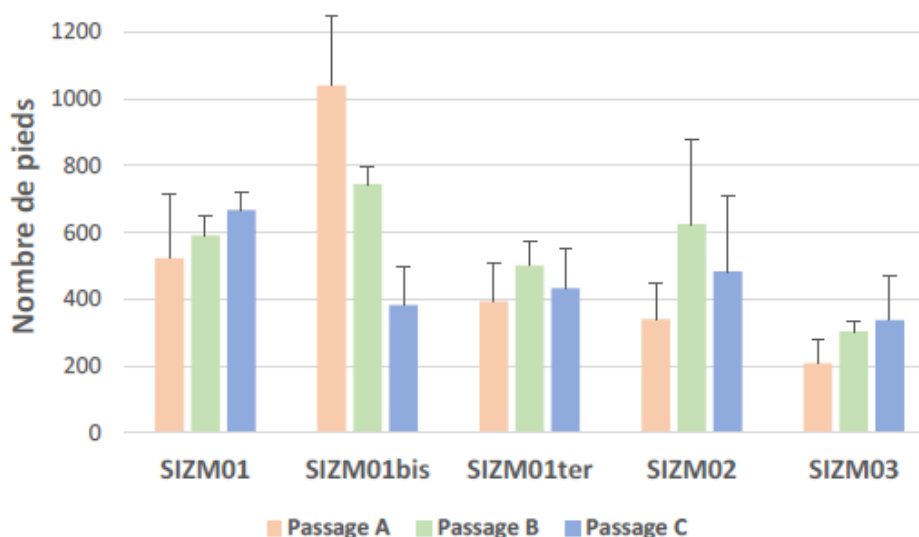


Figure 10 : Densités de pieds de *Z. marina* par m² de surface sédimentaire en 2020.

2.3.3.2 Nombre de feuilles, surface foliaire et Biomasses

Le nombre moyen de limbes par zostère varie de 3,5 ± 0,8 à 4,8 ± 1,6 pour cette année 2020 (Tableau 5). La surface foliaire utile varie quant à elle de 0,24 ± 0,09 (SIZM02) à 0,48 ± 0,40 (SIZM01 bis) par m² au sol au maximum. Concernant les rapports entre biomasses épigées (limbes et gaines) et biomasses hypogées (rhizomes), les rapports moyens sont assez homogènes entre stations, compris entre 0,22 ± 0,04 (SIZM01bis) et 0,26 ± 0,12 (SIZM03).

Tableau 5 : Caractéristiques biométriques (moyenne ± écart-type) des cinq herbiers à *Z. marina* de l'ouest Cotentin au printemps 2020. Surface foliaire utile = surface des limbes (m²) par m² au sol.

Stations	Nombre moyen de feuilles par pied	Surface foliaire utile	Biomasse épigée/hypogée
SIZM01	4,2 ± 1,1	0,39 ± 0,06	0,22 ± 0,10
SIZM01bis	3,5 ± 0,8	0,48 ± 0,40	0,22 ± 0,04
SIZM01ter	4,1 ± 1,1	0,30 ± 0,06	0,25 ± 0,05
SIZM02	4,7 ± 1,1	0,24 ± 0,09	0,25 ± 0,10
SIZM03	4,8 ± 1,6	0,26 ± 0,17	0,26 ± 0,12

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 11). Les algues brunes (Ochrophyta) et les algues rouges (Rhodophyta) sont majoritaires, représentant respectivement de 3% (SIZM02) à 55% (SIZM01ter) et de 41% (SIZM01ter) à 87% (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 3,28 g par m² au sol et les algues vertes 0,37 g.

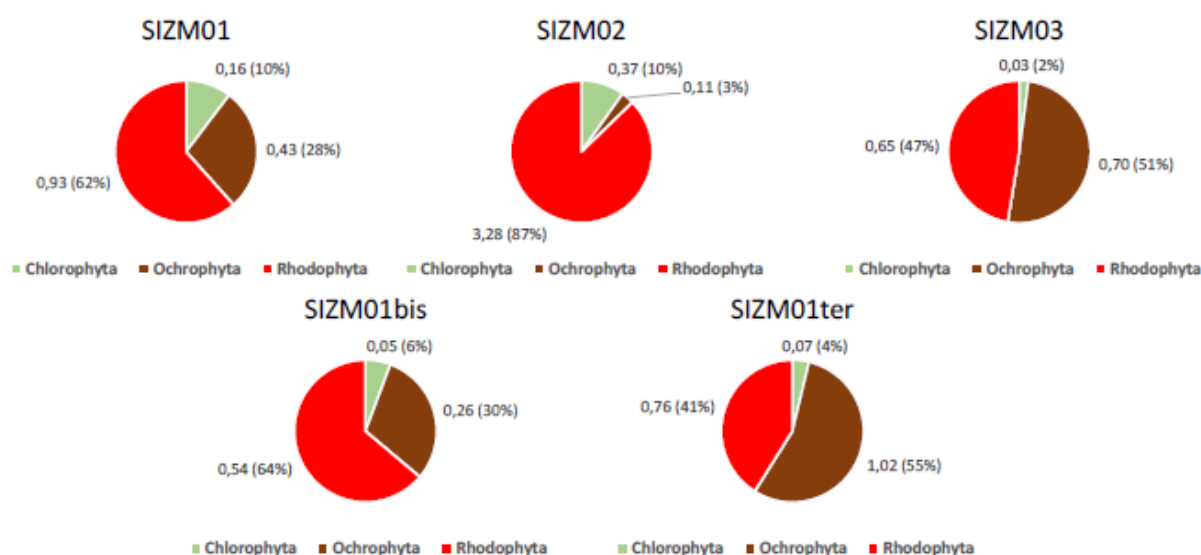


Figure 11 : Proportions (en %) de chaque groupe de macroalgues dans les stations d'herbiers à *Z. marina* en 2020.

Le Tableau 6 présente les biomasses en épiphytes ramenées à la surface foliaire mesurée sur chaque passage de chaque station DCE.

Les surfaces indiquées dans le tableau 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 2020, la station de Chausey SIZM01ter enregistre la plus importante proportion d'épiphytes (en comparaison de sa surface foliaire) avec 0,07 mg par centimètre carré de zostère. Au contraire, la station SIZM01bis apparaît comme le site le moins touché par l'épiphytisme : seulement 0,02 mg par centimètre carré de *Z. marina* a été mesuré pour 2020.

Tableau 6 : Biomasses des épiphytes (poids sec moyen \pm écart-type) sur les feuilles de *Z.marina* en 2020.

Station	Epiphytes (PS en mg)	Surface foliaire de <i>Z. marina</i> (cm ²)	Epi (PSq mg) / Zost (cm ²)
SIZM01	17 \pm 7	612 \pm 109	0,03 \pm 0,01
SIZM01bis	10 \pm 3	618 \pm 332	0,02 \pm 0,02
SIZM01ter	51 \pm 1	744 \pm 93	0,07 \pm 0,01
SIZM02	18 \pm 6	575 \pm 94	0,03 \pm 0,02
SIZM03	33 \pm 7	640 \pm 167	0,05 \pm 0,01

2.3.5 Wasting disease

Le pourcentage moyen le plus élevé ($\geq 15\%$) de zones noires (WDI) est observé au niveau de la station SIZM01bis (Figure 12). Cependant, une très grande hétérogénéité dans les résultats est révélée par un écart-type important sur chacune des stations.

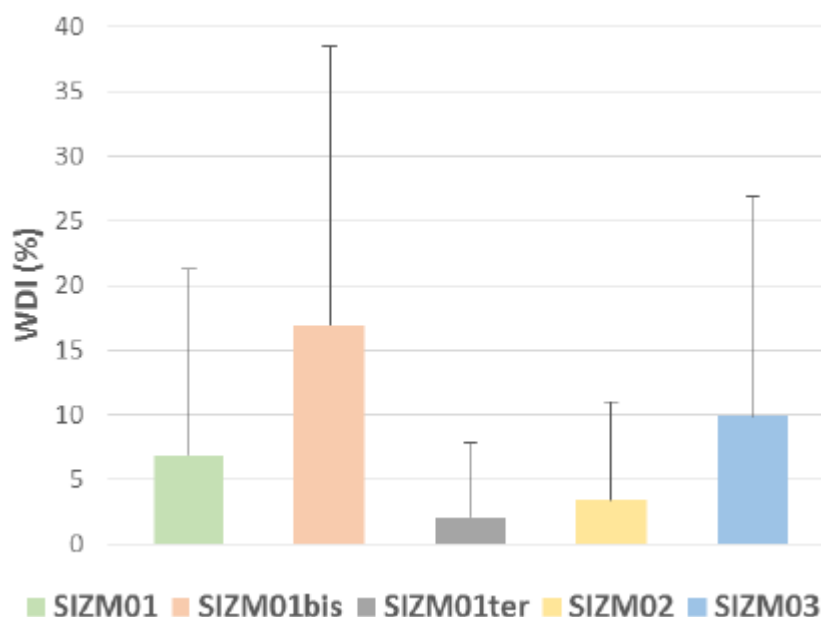


Figure 12 : Pourcentage de WDI moyen par station en 2020.

2.4 CONCLUSION

Les cinq stations d'herbiers de l'ouest Cotentin ont bien été échantillonnées cette année 2020, en respectant le protocole DCE en vigueur.

La station SIZM01bis présente les plus forts taux de matière organique mesurés, avec une densité de pieds et une surface foliaire utile supérieures aux autres stations DCE étudiées. Le nombre de feuilles par pied et le rapport de la biomasse épigée sur hypogée y est en revanche minimal, traduisant 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 2020, 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 les 20 et 21 août 2020, pour les deux sites. Le site de Saint-Vaast-la-Hougue a été échantillonné le 20 août (coefficient 101). Celui de Brévands a été échantillonné le 21 août (coefficient 103). L'ensemble des étapes du protocole a été respecté (Auby *et al.*, 2018).

Le Tableau 7 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. Trente stations, nommées de A1 à F5, ont été suivies sur chaque site.

Tableau 7 : 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	20/08/2020
SIZN02 - Pointe de Brévands	HT06M	-1,13115	49,35821	21/08/20220

Sur les deux sites, une station de 30 points d'observations a été disposée en 2020. Sur chacun des 30 points (Figure 13), un quadrat de 50 cm X 50 cm a été disposé.

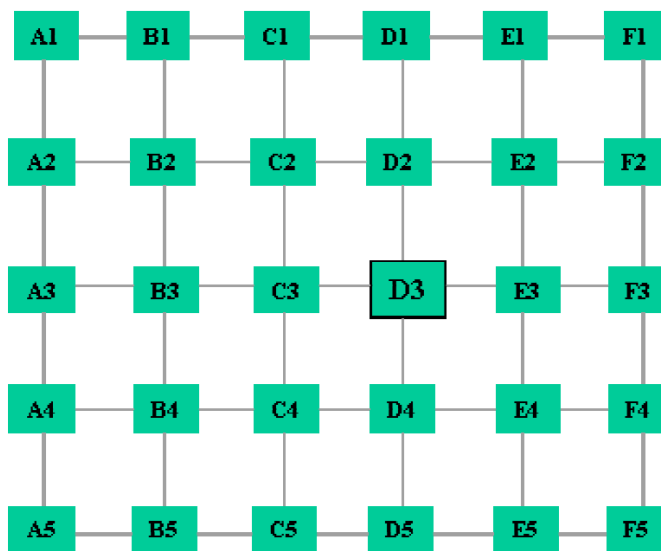


Figure 13 : Schéma de disposition des points d'observation pour une station.

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 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 est réalisée sur chacun des 30 points de la station et comporte :

- La pose du quadrat 50 x 50 cm et du trépied,
- La notation sur la feuille terrain de la présence ou non de macroalgues et de leur type (rouges, vertes, brunes) sur ce quadrat,
- En cas de présence de macroalgues, un cliché du quadrat est réalisé, avant le prélèvement des algues, 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 14). Afin de garantir une bonne qualité des photographies, l'homogénéité de l'éclairage est assurée (parasol, ombre de l'opérateur, ...).



Figure 14 : 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 8 (Auby *et al.*, 2018) sur les 30 points de la grille. Les estimations sont reportées sur la fiche terrain.

Tableau 8 : 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 15). La valeur obtenue est rattachée à une classe de recouvrement et correspond à la valeur médiane de la classe selon le Tableau 8, limitant ainsi les biais liés à l'utilisation du logiciel ImageJ.

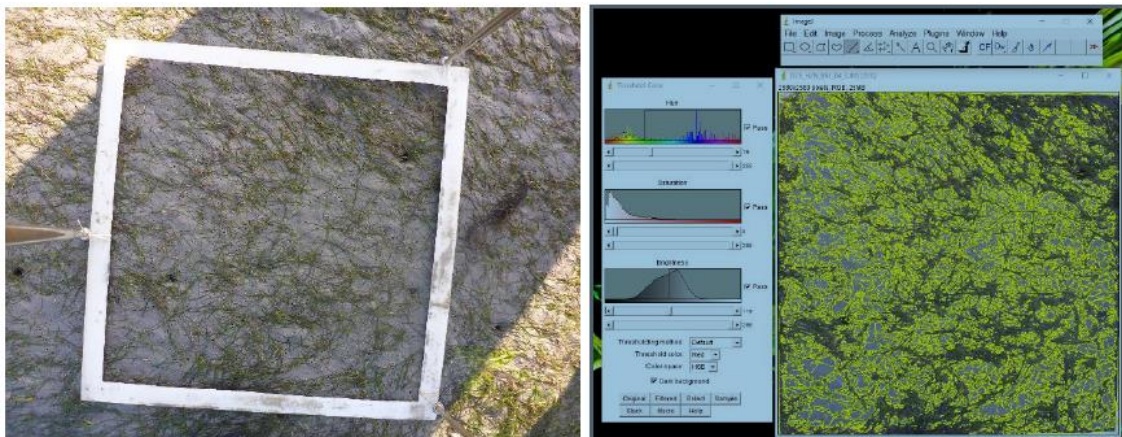


Figure 15 : Estimation du taux de recouvrement de zostères, traitement avec le logiciel ImageJ.

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

Au laboratoire, les échantillons pour la granulométrie ont été réunis et homogénéisés. Les débris végétaux et les coquilles de mollusques ont été retirés. L'ensemble a été réfrigéré en attente de traitement rapide. Dans le cas où les échantillons ne peuvent pas être traités dans les semaines suivant le prélèvement, ils sont 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 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 2020.

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 détournement 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 présentent une granulométrie fine avec en moyenne 12% de vases et 75% de sables très fins. Cet herbier est caractérisé par des sables légèrement graveleux (Figure 16 ; **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Les sédiments de l'herbier de *Z.noltei* de Saint Vaast La Hougue présentent une granulométrie fine avec en moyenne 7% de vases, 33% de sables très fins et 58% de sables fins. Les sédiments de cet herbier sont caractérisés par des sables légèrement graveleux (Figure 16 ; **Erreur ! Source u renvoi introuvable.**).

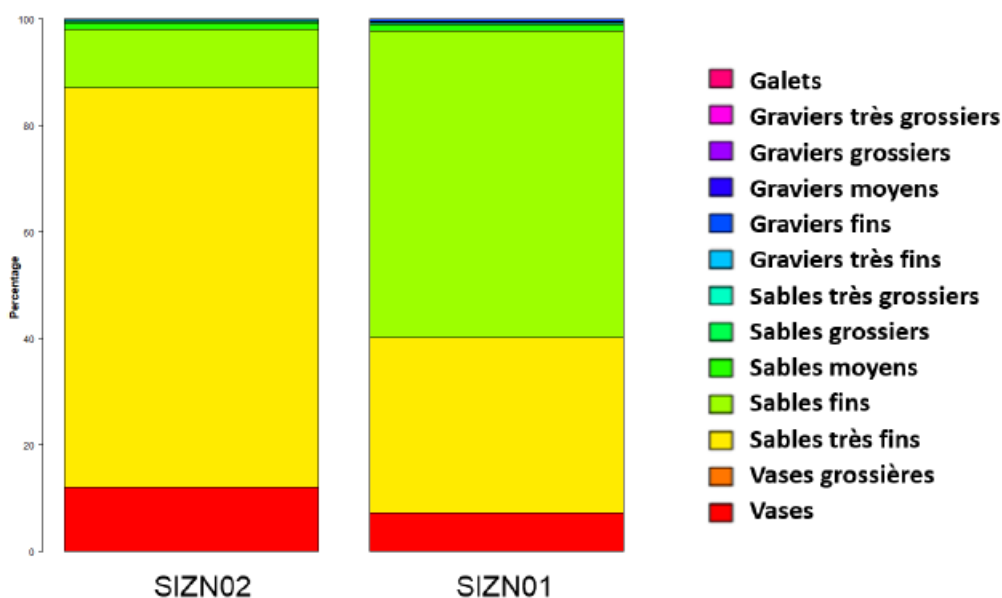


Figure 16 : Classes granulométriques des sédiments meubles pour les stations de zostères naines.

Tableau 9 : Statistiques granulométriques obtenues en 2019.

Stations		SIZN01	SIZN02
Méthode de Folk & Ward (description)	Texture	Sable légèrement graveleux	Sable légèrement gravelo-vaseux
	Grain moyen (µm)	Sable fin	Sable
	Tri	Très mal trié	Moyennement trié
	GRAVIER	0,56%	0,25%
	Très grossier	0,00%	0,00%
	Grossier	0,00%	0,0%
	Moyen	0,00%	0,00%
	Fin	0,45%	0,04%
	Très fin	0,11%	0,21%
Texture	SABLE	92,20%	87,71%
	Très grossier	0,24%	0,13%
	Grossier	0,22%	0,38%
	Moyen	1,17%	1,08%
	Fin	57,69%	10,91%
	Très fin	32,88%	75,21%
	VASE	7,25%	12,04%
	Médiane (D₅₀) (µm)	135,10	103,70
	Indice de Trask (So)	1,251	1,133

Au regard de l'évolution de la composition sédimentaire (Figure 17), l'année 2020 est similaire à l'année 2019 et semble similaire à l'année 2015. Cependant, 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 quatre autres années comparées.



Figure 17 : 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 $2,4 \pm 0,02\%$ (Tableau 10). Les teneurs en matière organique depuis 2016 (Tableau 11) montrent des variations au cours du temps, avec une diminution entre 2016 ($2,28 \pm 0,55\%$) et 2017 ($1,39 \pm 0,31\%$) et une augmentation entre 2019 ($1,18 \pm 0,41\%$) et 2020 ($2,4 \pm 0,02\%$)

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 10). 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 $1,6 \pm 0,01\%$ (Tableau 11).

Tableau 10 : Taux de matière organique dans le sédiment pour les stations de zostères naines.

	% moyen	ET
SIZN01	2,40	0,02
SIZN02	1,60	0,01

Tableau 11 : 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

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. Les écarts-types sont faibles pour la station SIZN02 (0,6) mais importants en 2020 pour la station SIZN01 (2,2). Cet écart est dû au réplicat F5 (Figure 18).

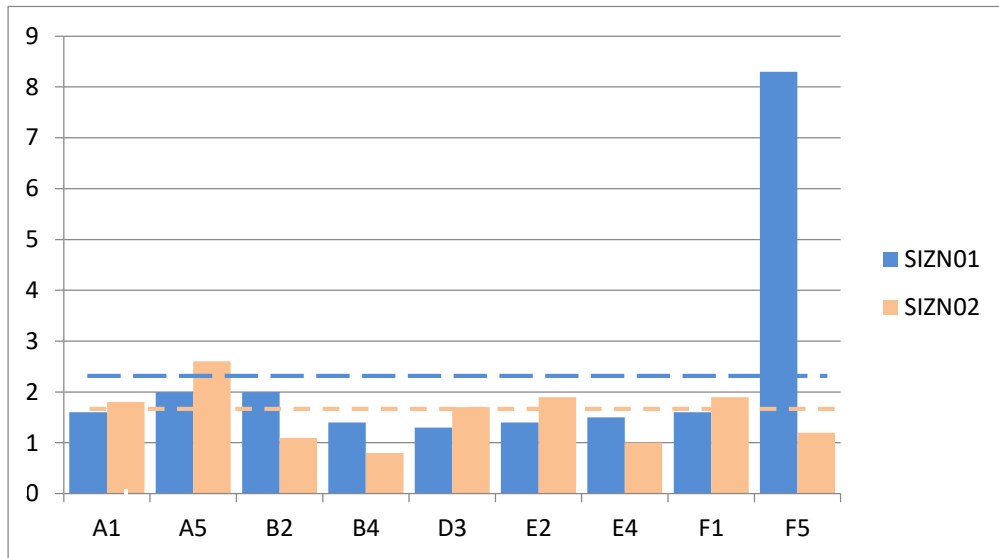


Figure 18 : Taux de matière organique par échantillon pour les deux stations en 2020. Les droites en pointillés figurent les moyennes respectives de chacune des stations.

Au regard de l'évolution du pourcentage de matière organique (Figure 19), l'année 2020 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%).

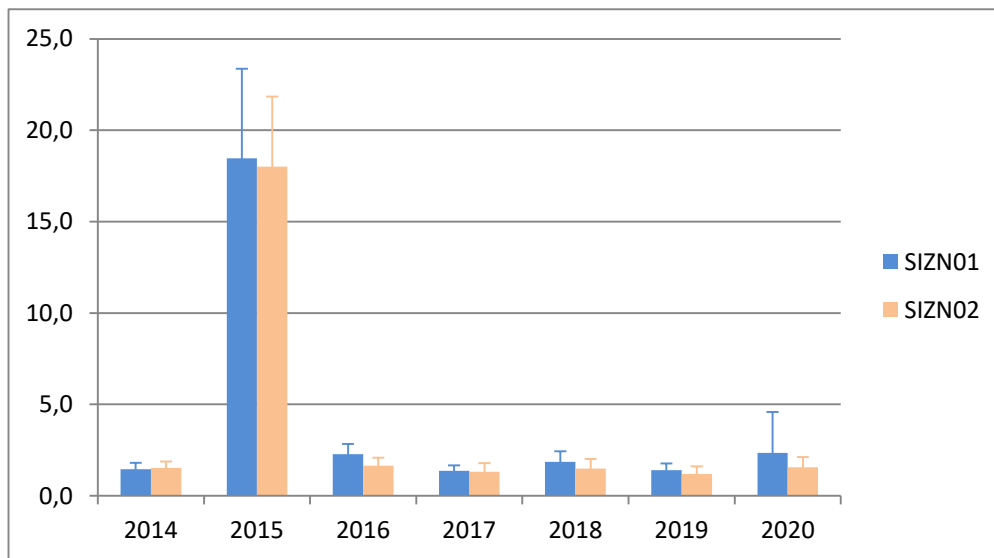


Figure 19 : Evolution du pourcentage de matière organique depuis 2014.

3.3.3 Recouvrement en zostères et macroalgues

Les Tableau 12 et Tableau 13 exposent les résultats obtenus pour le recouvrement en *Zostera noltei*. Les observations de terrain et les estimations réalisées à l'aide du logiciel Image J sont présentées. La médiane de recouvrement pour chaque quadrat est définie.

Tableau 12 : Pourcentage de recouvrement de zostères par station *in situ* et par ImageJ, présence de macroalgues et biomasse d'algues sèches par groupe : R (Rouges), V (Vertes) et B (Brunes) pour le site SIZN01.

Station	Recouvrement mesuré par ImageJ	Classe de recouvrement terrain	Présence de macroalgues	Biomasses		
				R	V	B
SIZN01-A1-2020	64,50	76-99	R	0,65	0	0
SIZN01-A2-2020	30,07	26-50	RV	0,79	0,17	0
SIZN01-A3-2020	78,43	76-99	RV	0,19	0,24	0
SIZN01-A4-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN01-A5-2020	68,17	51-75	RV	0,58	0,39	0
SIZN01-B1-2020	0,00	0	RV	0,66	1,03	0
SIZN01-B2-2020	0,00	0	RV	0,26	0,61	0
SIZN01-B3-2020	0,00	0	RV	0,14	0,09	0
SIZN01-B4-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN01-B5-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN01-C1-2020	0,00	0	RV	0,47	0,75	0
SIZN01-C2-2020	0,00	0	RV	0,93	22,5	0
SIZN01-C3-2020	0,00	0	RV	0,87	0,24	0
SIZN01-C4-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN01-C5-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN01-D1-2020	0,00	0	R	3,26	0	0
SIZN01-D2-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN01-D3-2020	9,45	1-25	RV	0,31	0,06	0
SIZN01-D4-2020	40,61	26-50	RV	0,09	0,10	0
SIZN01-D5-2020	45,22	26-50	RV	1,63	0,02	0
SIZN01-E1-2020	20,30	26-50	RV	0,34	0	0
SIZN01-E2-2020	25,33	26-50	RV	0,79	0,23	0
SIZN01-E3-2020	50,39	51-75		0	0	0
SIZN01-E4-2020	60,61	51-75	RV	0,16	0,16	0
SIZN01-E5-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN01-F1-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN01-F2-2020	63,36	51-75		0	0	0
SIZN01-F3-2020	87,33	76-99		0	0	0
SIZN01-F4-2020	70,10	76-99	R	0,17	0	0
SIZN01-F5-2020	85,93	76-99		0	0	0

Tableau 13 : Pourcentage de recouvrement de zostères par station *in situ* et par ImageJ, présence de macroalgues et biomasse d'algues sèches par groupe : R (Rouges), V (Vertes) et B (Brunes) pour le site SIZN02.

Station	Recouvrement mesuré par ImageJ	Classe de recouvrement terrain	Présence de macroalgues	Biomasses		
				R	V	B
SIZN02-A1-2020	63,73	51-75		0	0	0
SIZN02-A2-2020	0,00	0	R	0,11	0	0
SIZN02-A3-2020	2,30	1-25		0	0	0
SIZN02-A4-2020	33,39	26-50	R	0,33	0	0
SIZN02-A5-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN02-B1-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN02-B2-2020	13,01	1-25	RV	0,15	0,01	0
SIZN02-B3-2020	48,20	51-75	R	0,01	0	0
SIZN02-B4-2020	0,00	0		0	0	0
SIZN02-B5-2020	18,53	1-25	R	0,04	0	0
SIZN02-C1-2020	50,46	26-50	R	0,08	0	0
SIZN02-C2-2020	50,91	26-50	RV	0,25	0,01	0
SIZN02-C3-2020	43,76	26-50		0	0	0
SIZN02-C4-2020	1,45	1-25		0	0	0
SIZN02-C5-2020	48,62	51-75	RV	0,39	0,01	0
SIZN02-D1-2020	47,68	26-50		0	0	0
SIZN02-D2-2020	73,58	51-75	RV	2,07	0,02	0
SIZN02-D3-2020	60,23	51-75	RV	0,16	0,01	0
SIZN02-D4-2020	67,47	51-75		0	0	0
SIZN02-D5-2020	46,08	26-50		0	0	0
SIZN02-E1-2020	41,83	26-50		0	0	0
SIZN02-E2-2020	47,17	26-50	V	0	0,01	0
SIZN02-E3-2020	56,62	51-75	V	0	0,01	0
SIZN02-E4-2020	53,95	51-75	V	0	0,04	0
SIZN02-E5-2020	48,17	51-75		0	0	0
SIZN02-F1-2020	90,96	76-99		0	0	0
SIZN02-F2-2020	58,44	51-75	RV	0,26	0,05	0
SIZN02-F3-2020	55,08	26-50	RV	0,05	0,01	0
SIZN02-F4-2020	49,46	26-50		0	0	0
SIZN02-F5-2020	61,39	51-75		0	0	0

Le 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. Ce dernier a été calculé à partir de la médiane des classes de taux de recouvrement.

L'herbier de Saint Vaast (SIZN01) présente un recouvrement en zostères naines hétérogène avec une absence de *Z.noltei* sur la moitié des stations étudiées. Il présente également une forte colonisation par des algues entéromorphes et des Rhodophytes. Cependant, moins d'algues vertes ont été prélevées sur l'herbier par rapport aux années précédentes.

Globalement, un herbier plus développé et plus homogène est observé à la pointe de Brévands (SIZN02) avec des pourcentages de recouvrement en zostères naines supérieurs et un couvert algal inférieur.

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

En 2008, l'herbier de Saint-Vaast La Hougue était présent sur deux secteurs, Ouest et Est (Figure 20).

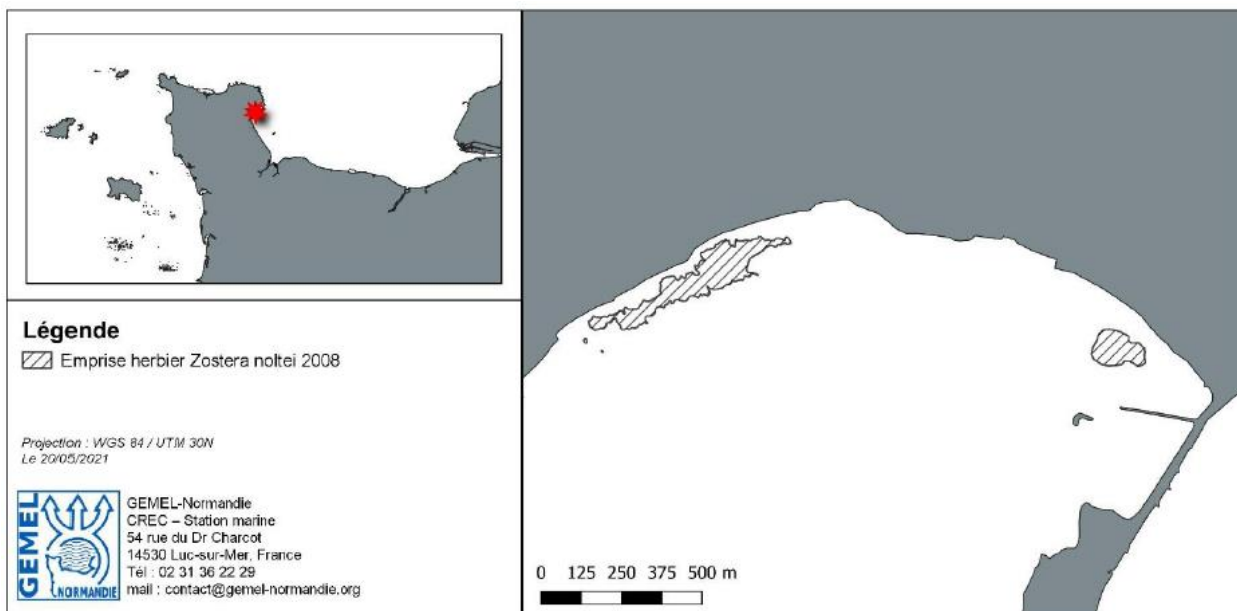


Figure 20 : Détourage de l'herbier de zostère de Saint Vaast La Hougue (SIZN01) en 2008.

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 20 et Figure 21).

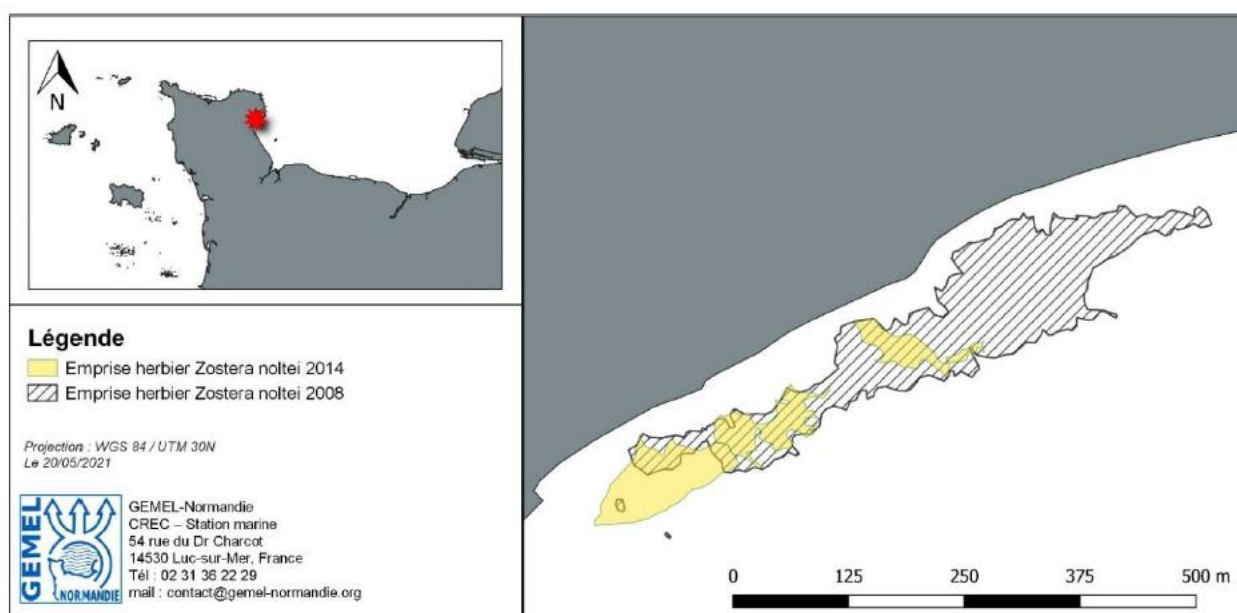


Figure 21 : Evolution de la surface de l'herbier de zostères naines de Saint Vaast (SIZN01) entre 2008 et 2014.

La zone Ouest de l’herbier est en forte régression depuis 2008 (Figure 22 ; Tableau 14). 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.

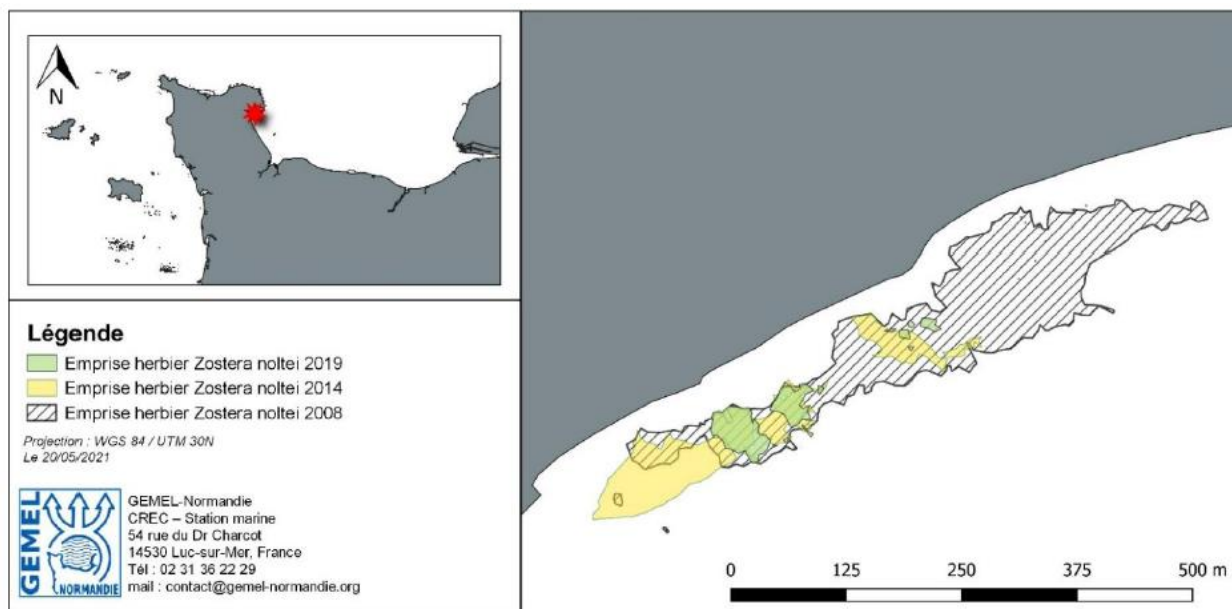


Figure 22 : Evolution de la surface de l’herbier de zostères naines de Saint Vaast La Hougue (SIZN01) entre 2008 et 2019.

Tableau 14 : 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

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 23).

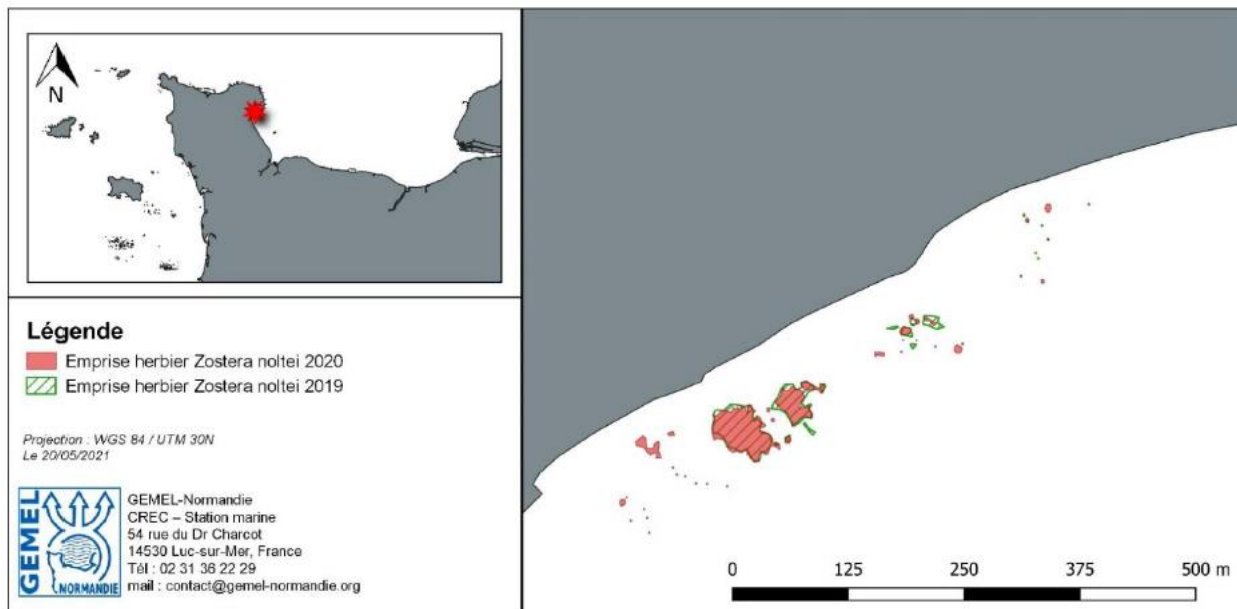


Figure 23 : Evolution de la surface de l’herbier de zostères naines de Saint Vaast La Hougue (SIZN01) entre 2019 et 2020.

L’herbier est très morcelé et une alternance des zones avec un fort recouvrement et des zones à très faible recouvrement ou même l’absence de *Z. noltei* est observée (Figure 24). De nombreux patchs d’un ou plusieurs mètres carrés sont également disséminés sur toute la zone.



Figure 24 : Vue de l’herbier de *Zostera noltei* de Saint-Vaast La Hougue en 2020.

3.3.4.2. Herbier de *Z. noltei* de la pointe de Brévands

En 2008, l’herbier de zostères naines de la pointe de Brévands atteignait 43,43 ha. Il était constitué d’une partie Ouest (19,54 ha) et d’une partie Est (23,89 ha) (Figure 25 ; Tableau 15).

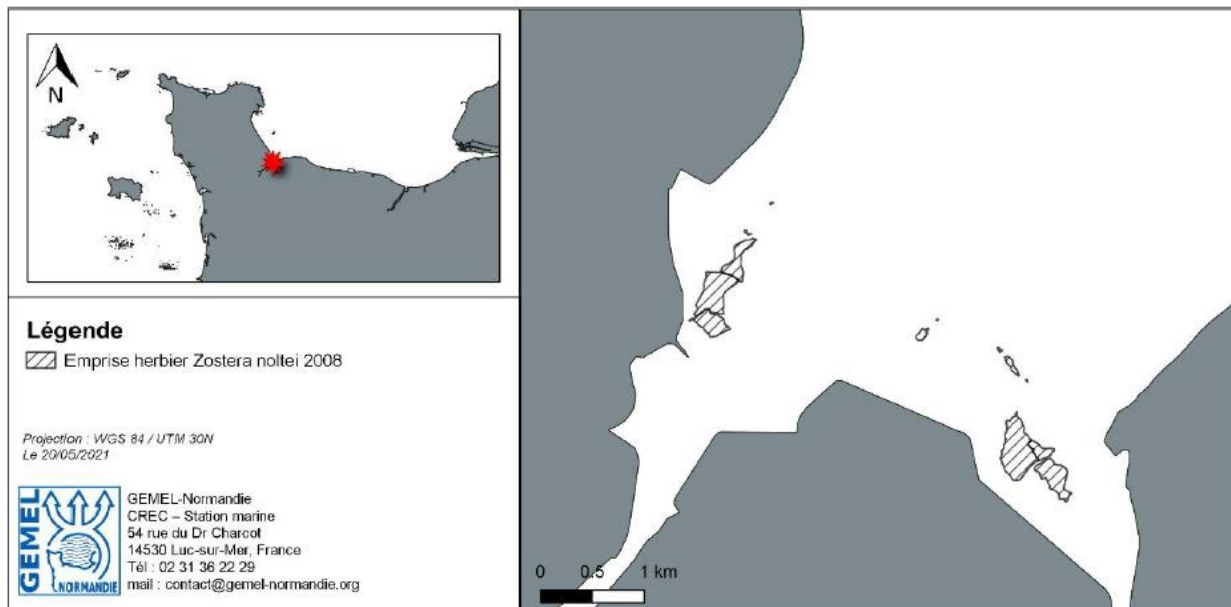


Figure 25 : Détournage de l’herbier de zostères naines de la pointe de Brevands (SIZN02) en 2008.

Tableau 15 : Evolution de recouvrement de l’herbier à *Z. noltii* sur le site de la Pointe de Brevands.

Année	Surface (ha)	Remarques
2008	43,43	19,54 ha Secteur Ouest Baie des Veys 23,89 ha Secteur Est Baie des Veys
2013	17,6	Secteur Est / Zone Ouest
2019	16	Secteur Est / Zones Ouest et Nord non prospectées
2020	27,38	27,38 ha Secteur Est / Tâche Est non accessible 30,324 ha Secteur Est / +Tâche Est détournée en 2019

En 2013, la partie Ouest de l’herbier avait disparu lors de la prospection terrain. Seul l’herbier situé à l’est de la baie des Veys a été détourné et il atteignait alors une superficie de 17,6 ha (Figure 26). Au niveau de cet herbier à l’est de la baie des Veys, la majorité de l’herbier était concentré à l’est et deux taches de petites tailles étaient identifiées au nord de la zone.

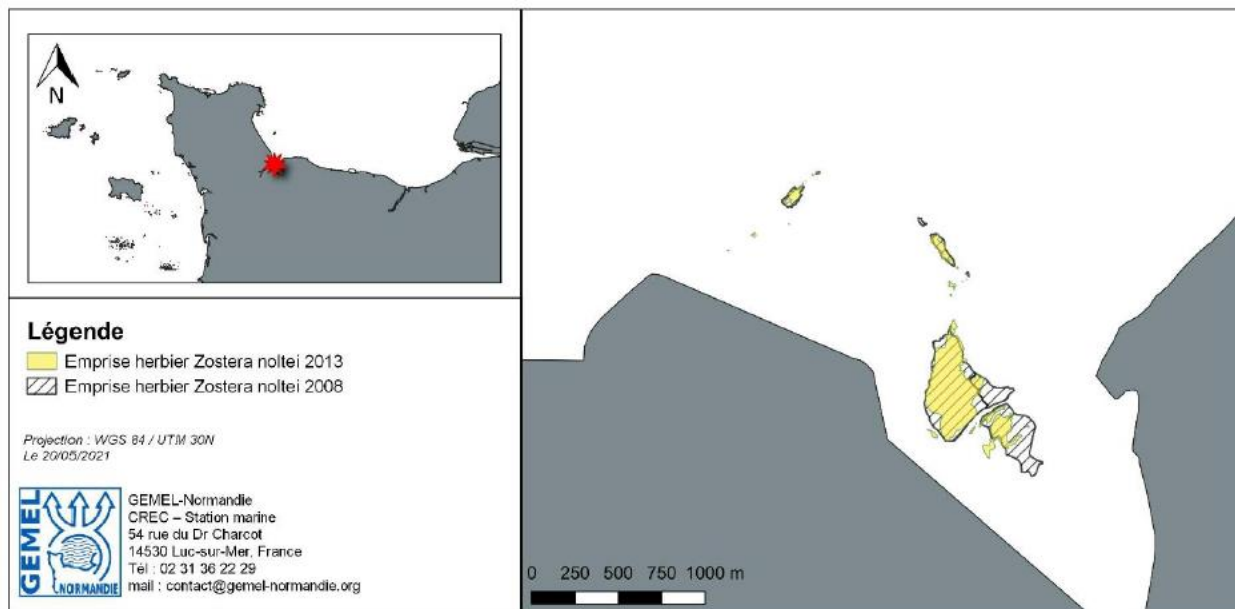


Figure 26 : Evolution de la surface de l’herbier de zostères naines de la pointe de Brévands (SIZN02) entre 2008 et 2013.

En 2019, l’herbier atteignait une superficie de 16 ha (Figure 27). Cependant, les zones à l’ouest et au nord de la pointe de Brévands (2013) n’ont pas été prospectées cette année-là.

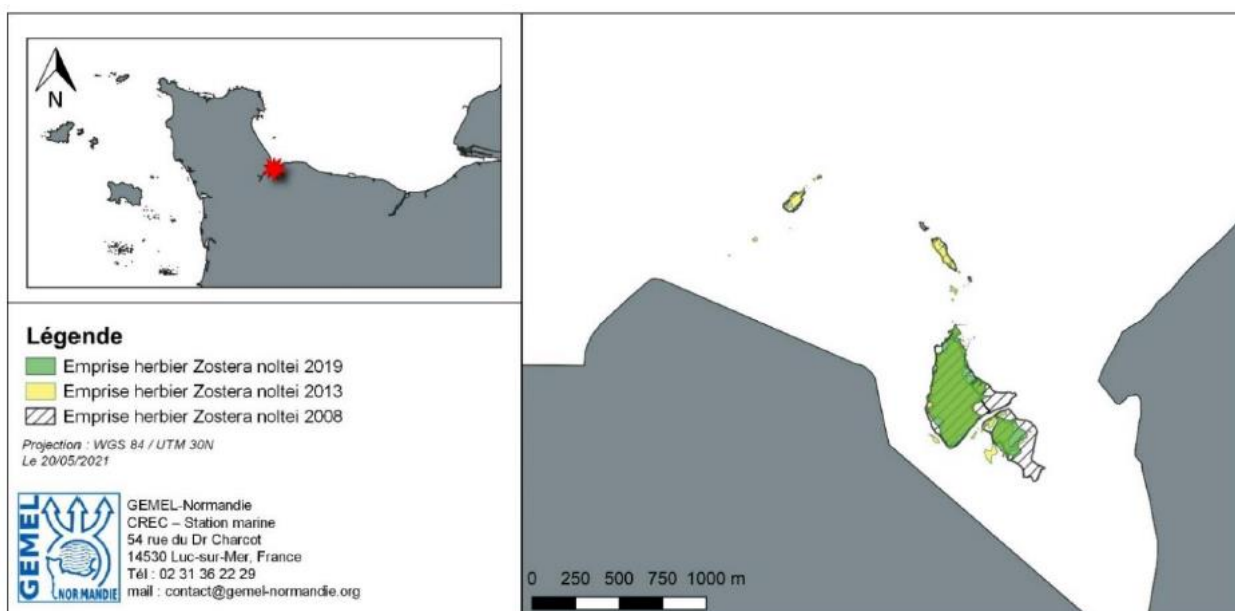


Figure 27 : Evolution de la surface de l’herbier de zostères naines de la pointe de Brévands (SIZN02) entre 2008 et 2019.

En 2020, l’ensemble du secteur Ouest de la baie des Veys a été prospecté pour les suivis surfaciques. L’herbier de zostères naines est en extension à l’ouest et au nord. Cependant, la partie la plus à l’est de l’herbier principal était inaccessible du fait des chenaux non vidangés et non traversables à l’heure de l’étal de marée basse. Cette zone n’a pas pu être détournée mais serait toujours existante.

Ainsi, en 2020 la superficie de l’herbier détourné est de 27,38 ha (Figure 28; Tableau 15) et de 30,32 ha si la zone qui était non accessible en 2020 mais présente en 2019 est incluse (Figure 29 ; Tableau 15).

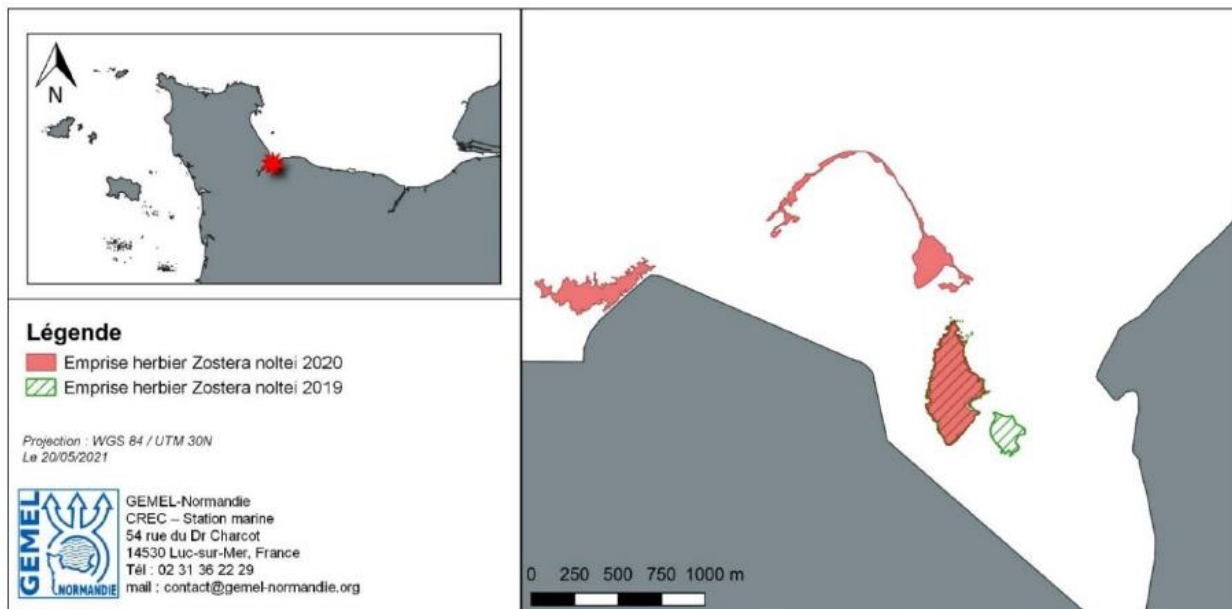


Figure 28 : Evolution de la surface de l’herbier de zostères naines de la pointe de Brévands (SIZN02) entre 2019 et 2020 (zone présente en 2019 mais inaccessible en 2020 non incluse).

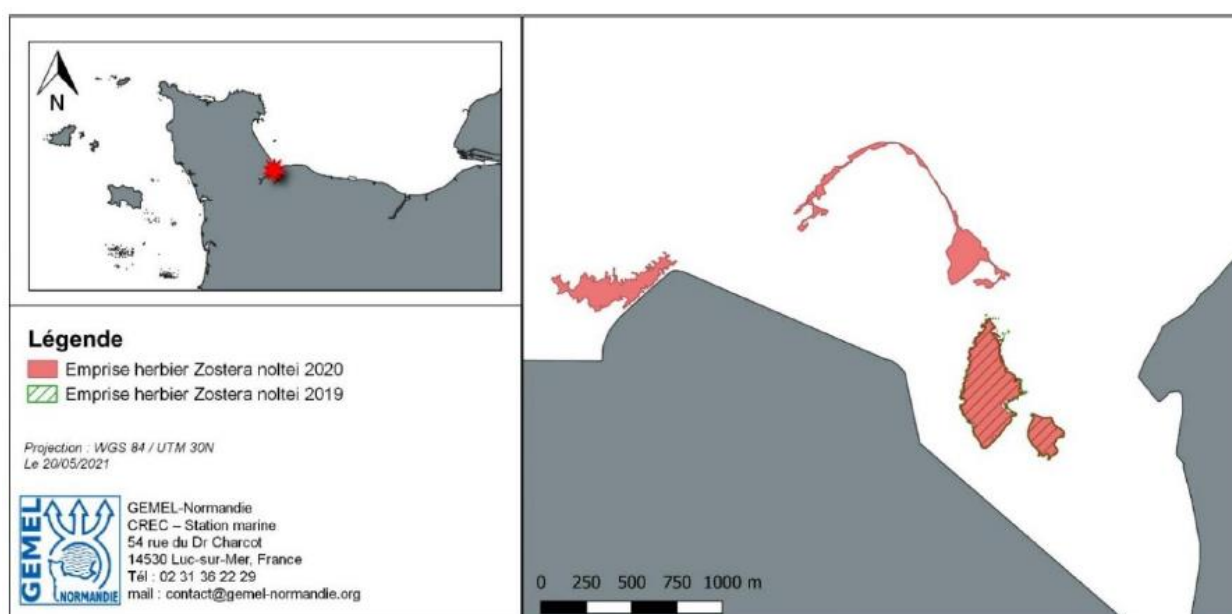


Figure 29 : Evolution de la surface de l’herbier de zostères naines de la pointe de Brévands (SIZN02) entre 2019 et 2020 (zone présente en 2019 mais inaccessible en 2020 incluse).

L’herbier de zostères naines de Brévands (SIZN02) a régressé entre 2008 et 2013, avec la disparition du secteur Ouest. L’herbier du secteur Est a également vu sa superficie diminuer entre 2008 et 2019. Entre 2019 et 2020, une extension surfacique de l’herbier et un développement dans les zones à l’est et au nord sont observés (Figure 28). De nombreux patches de spartines ont également été observés dans ces zones (Figure 30 et Figure 31).

Il pourrait être intéressant de réaliser un vol de prospection aérienne (LIDAR) afin de pouvoir identifier d’autres zones de développement de l’herbier de zostères naines n’ayant pas été prospectées à pied (lointaines ou inaccessibles).

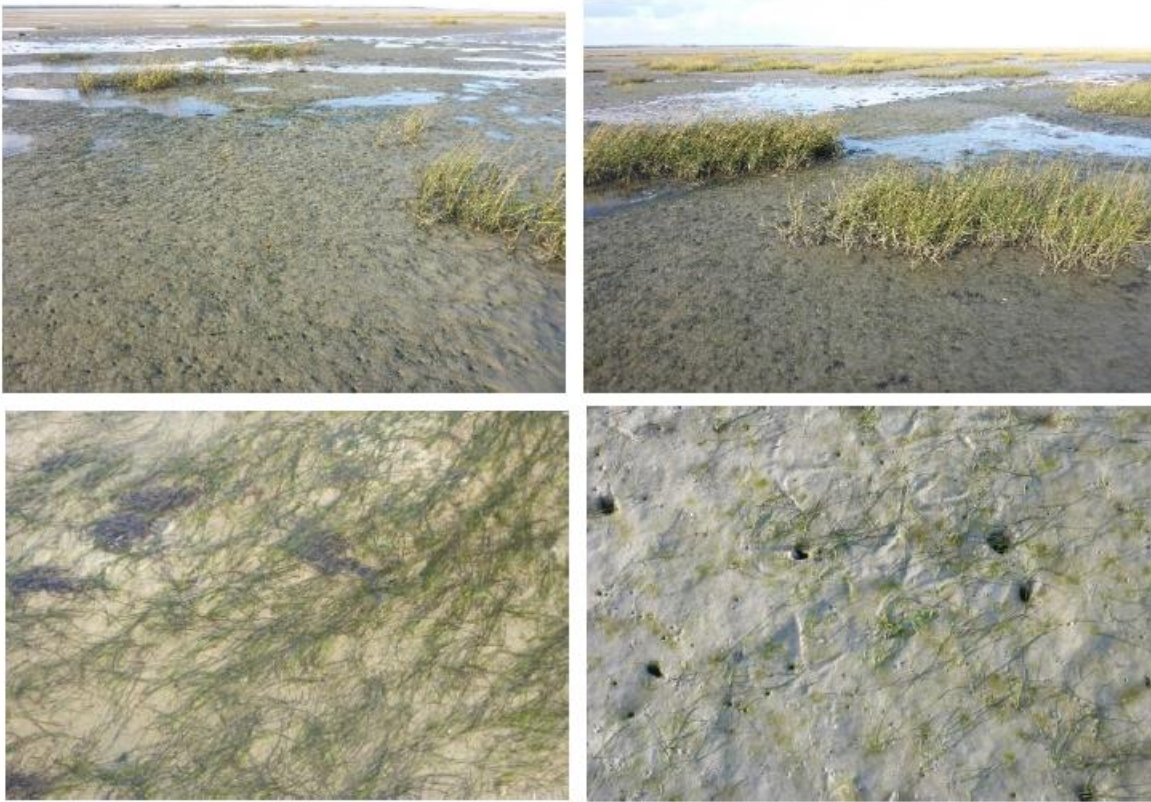


Figure 30 : Partie Nord de l'herbier (SIZN02) en 2020.



Figure 31 : Partie Est de l'herbier (SIZN02) en 2020.

3.4 CONCLUSION

Le taux moyen de recouvrement des points d'observation est plus élevé sur le site de Brévands en 2020 et en légère augmentation par rapport à 2019 sur le site de Saint-Vaast-la-Hougue. En 2019, ce taux moyen de recouvrement est égal à 40,33% pour le site de Brévands et de 25,12 % pour le site de Saint-Vaast-la-Hougue. En 2018, il était respectivement de 27,68% et 26,45%. 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 vases sableuses légèrement graveleuses. Sur les deux sites, après deux années d'augmentation, 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 2,4 % pour Saint-Vaast-la-Hougue et de 1,60% pour le site de Brévands. Ils sont similaires à ceux observés depuis 2016 sur les deux sites, même si une légère augmentation est notable sur le site de Saint-Vaast-la-Hougue.

4. SYNTHÈSE DES INDICATEURS EN 2020

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 16). 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 16 : 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 17 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.

Tableau 17 : Synthèse 2020 des derniers résultats du contrôle biologique des éléments de qualité benthique : faune invertébré benthique (FAU), angiospermes (ANG).

Masses d'eau	FAU (2013-2018)	ANG (2020)
HC01	0,78	0,92
HC02	0,78	
HC03	0,92	0,55
HC04	0,87	
HC60	0,98	
HC61M	0,88	
HC07		
HC08		
HC09	0,92	0,51
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		0,81

6. OPERATIONS PROGRAMMEES EN 2021 ET 2022

Pour l'année 2021, le volet benthique comprend les éléments de qualité suivants :

- Le suivi stationnel des macroinvertébrés de substrats meubles 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
 - Surfacique : l'évaluation surfacique des herbiers Saint-Vaast-la-Hougue est planifiée

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

- Le suivi stationnel des macroinvertébrés de substrats meubles des sites côtiers et 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 subtidiaux 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):
10/03/2020	14h40	14h59	10/03/2020	14h20	14h59	10/03/2020	14h13	14h59
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 répliquats:			N°/Nbre de répliquats:			N°/Nbre de répliquats:		
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 m ² (0,316 x 0,316 m)			quadrat 0,1 m ² (0,316 x 0,316 m)			quadrat 0,1 m ² (0,316 x 0,316 m)		
extraction matte:			extraction matte:			extraction matte:		
quadrat 0,1 m ² , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo			quadrat 0,1 m ² , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo			quadrat 0,1 m ² , 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:		
66			61			59		
comptage pieds 2:			comptage pieds 2:			comptage pieds 2:		
26			64			67		
matte 1:			matte 1:			matte 1:		
matte 2:			matte 2:			matte 2:		
10 pieds:			10 pieds:			10 pieds:		
GRANULO:			GRANULO:			GRANULO:		
3 MO:			3 MO:			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, ...):		

SIZM01bis

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) :
12/03/2020	15h28	16h26	12/03/2020		16h26	12/03/2020		16h26
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°/Nbre de réplicats :			N°/Nbre de réplicats :			N°/Nbre 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 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 matre :	quadrat 0,1 m², pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo		extraction matre :	quadrat 0,1 m², pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo		extraction matre :	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 :	85		comptage pieds 1 :			comptage pieds 1 :	29	
comptage pieds 2 :			comptage pieds 2 :			comptage pieds 2 :	31	
matte 1 :			matte 1 :			matte 1 :		
matte 2 :			matte 2 :			matte 2 :		
10 pieds :			10 pieds :			10 pieds :		
GRANULO :			GRANULO :			GRANULO :		
3 MO :			3 MO :			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, ...):		

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):
11/03/2020		15h45	11/03/2020	15h10	15h45	11/03/2020		15h45
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 répliquats:			N°/Nbre de répliquats:			N°/Nbre de répliquats:		
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 :	carotier 9 cm diam, congélation -20°C labo		granulo :	carotier 9 cm diam, congélation -20°C labo		granulo :	carotier 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 :	27		comptage pieds 1 :	56		comptage pieds 1 :	57	
comptage pieds 2 :	52		comptage pieds 2 :	46		comptage pieds 2 :	48	
matte 1 :			matte 1 :			matte 1 :		
matte 2 :			matte 2 :			matte 2 :		
10 pieds :			10 pieds :			10 pieds :		
GRANULO :			GRANULO :			GRANULO :		
3 MO :			3 MO :			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, ...):		

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) :
07/05/2020	15H00	15h15 (108; 0,67m)	07/05/2020	15H25		07/05/2020	15h15	
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-Bréhal	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 répliqués :			N°/Nbre de répliqués :			N°/Nbre de répliqués :		
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 :	33		comptage pieds 1 :	57		comptage pieds 1 :	54	
comptage pieds 2 :	34		comptage pieds 2 :	100		comptage pieds 2 :	69	
matte 1 :			matte 1 :			matte 1 :		
matte 2 :			matte 2 :			matte 2 :		
10 pieds :			10 pieds :			10 pieds :		
GRANULO :			GRANULO :			GRANULO :		
3 MO :			3 MO :			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, ...):		

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) :
08/05/2020	15h20	16h12	08/05/2020	15h40		08/05/2020	16h00	
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 répliqués :			N°/Nbre de répliqués :			N°/Nbre de répliqués :		
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 :			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 matre :			extraction matre :			extraction matre :		
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 :		
18			26			30		
comptage pieds 2 :			comptage pieds 2 :			comptage pieds 2 :		
15			32			28		
matte 1 :			matte 1 :			matte 1 :		
matte 2 :			matte 2 :			matte 2 :		
10 pieds :			10 pieds :			10 pieds :		
GRANULO :			GRANULO :			GRANULO :		
3 MO :			3 MO :			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, ...) :		
Discontinu, plusieurs petits patches						Point GPS remplacé		