

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

**Coordination : Aurélie Foveau (Ifremer)**

**Rédaction : Aurélie Foveau (Ifremer)**, Salomé Andres (MNHN Dinard), Sébastien Aubin (MNHN Dinard), Benjamin Monnier (MNHN Dinard), Alexandrine Baffreau (GEMEL-Normandie), Aurélie Garcia (GEMEL-Normandie), Jérôme Fournier (MNHN Concarneau)

**Date : Juin 2023**

# CONTROLE DE SURVEILLANCE BENTHIQUE DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (2000/60/CE). VOLUME II : FLORE AUTRE QUE PHYTOPLANCTON, ANNEE 2019

**District Seine-Normandie**

## Fiche documentaire

<b>Titre du rapport : Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume II : Flore autre que phytoplancton, Année 2019. District Seine-Normandie</b>	
<b>Référence interne :</b> ODE/LITTORAL/LERBN-23-013  <b>Diffusion :</b> <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	<b>Date de publication :</b> 2023/06/26  <b>Version :</b> 1.0.0  <b>Référence de l’illustration de couverture</b> Crédit photo/titre/date  <b>Langue(s) :</b> Français
<b>Résumé/ Abstract :</b> Ce rapport présente les résultats des opérations menées en 2019 (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 2019 (on flora other than phytoplankton) in the water bodies of the Seine-Normandie water district.	
<b>Mots-clés/ Key words :</b> Directive Cadre Eau, Benthos, Réseau de surveillance, Manche European Water Framework Directive, Benthos, Monitoring Network, English Channel	
<b>Comment citer ce document :</b> Foveau Aurélie, Andres Salomé, Aubin Sébastien, Monnier Benjamin, Baffreau Alexandrine, Garcia Aurélie, Fournier Jérôme (2023). <b>Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume II : Flore autre que phytoplancton, Année 2019. District Seine-Normandie.</b> ODE/LITTORAL/LERBN-23-013.	
<b>Disponibilité des données de la recherche :</b>	
<b>DOI :</b>	

<b>Commanditaire du rapport</b> : Agence de l'Eau Seine-Normandie	
<b>Nom / référence du contrat</b> :	
<input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX) <input type="checkbox"/> Rapport définitif (réf. interne <b>du rapport intermédiaire</b> : ODE/LITTORAL/LERBN-23-013/96643)	
<b>Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit</b> (programme européen, campagne, etc.) :	
Appui à politique publique, DCE-Benthos	
<b>Auteur(s) / adresse mail</b>	<b>Affiliation / Direction / Service, laboratoire</b>
Aurélie Foveau / aurelie.foveau@ifremer.fr	Ifremer/ODE/LITTORAL, LERBN
Salome Andres /	MNHN, Station de Dinard
Sébastien Aubin / sebastien.aubin@mnhn.fr	MNHN, Station de Dinard
Benjamin Monnier / benjamin.monnier@mnhn.fr	MNHN, Station de Dinard
Alexandrine Baffreau / alexandrine.baffreau@gemel-normandie.org	GEMEL-Normandie
Aurélie Garcia / aurelie.garcia@gemel-normandie.org	GEMEL-Normandie
Jérôme Fournier / jerome.fournier@mnhn.fr	MNHN, Station de Concarneau
Encadrement(s) :	
Destinataire : Yann Joncourt, Agence de l'Eau Seine-Normandie	
<b>Validé par</b> : Nicolas Desroy (Ifremer/ODE/LITTORAL, LERBN)	

## 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 ET SURFACIQUE DES HERBIERS A <i>ZOSTERA MARINA</i> - (MNHN-Dinard et MNHN-Concarneau) .....	8
2.1 INTRODUCTION .....	8
2.2 MATERIEL ET METHODES.....	9
2.2.1 Campagne d'échantillonnage.....	9
2.2.2 Travail en laboratoire.....	11
2.2.2.1 Granulométrie.....	11
2.2.2.2 Teneur en matière organique.....	12
2.2.2.3 Zostères et macroalgues .....	12
2.2.2.4 Wasting disease et algues épiphytes .....	13
2.2.2.5 Analyses statistiques .....	13
2.2.3 Suivi surfacique.....	14
2.3 RESULTATS.....	16
2.3.1 Granulométrie.....	16
2.3.2 Teneur en matière organique.....	18
2.3.3 Caractéristiques des zostères .....	19
2.3.3.1 Densité des pieds .....	19
2.3.3.2 Nombre de feuilles, Surface foliaire et Biomasses.....	19
2.3.4 Macroalgues et épiphytes .....	20
2.3.5 Wasting disease.....	21
2.3.6 Cartographie et surface des herbiers .....	22
2.3.7 .....	34
2.4 CONCLUSION.....	35
3. SUIVI STATIONNEL ET SURFACIQUE DES HERBIERS A <i>ZOSTERA NOLTEI</i> - (GEMEL-NORMANDIE).....	37
3.1 INTRODUCTION .....	37
3.2 MATERIEL ET METHODES.....	37
3.2.1 Taux de recouvrement des zostères et biomasse des macroalgues .....	38

3.2.2	Granulométrie et matière organique .....	38
3.3	RESULTATS.....	39
3.3.1	Granulométrie.....	39
3.3.2	Matière organique.....	42
3.3.3	Recouvrement en zostères et macroalgues.....	44
3.4	CONCLUSION .....	48
4.	SYNTHESE DES INDICATEURS EN 2017.....	49
6.	OPERATIONS PROGRAMMEES EN 2018 ET 2019 .....	51
7.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	52
8.	Annexes .....	54

# 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.*, 2007 pour la présentation des caractéristiques générales et biologiques des masses d'eau).

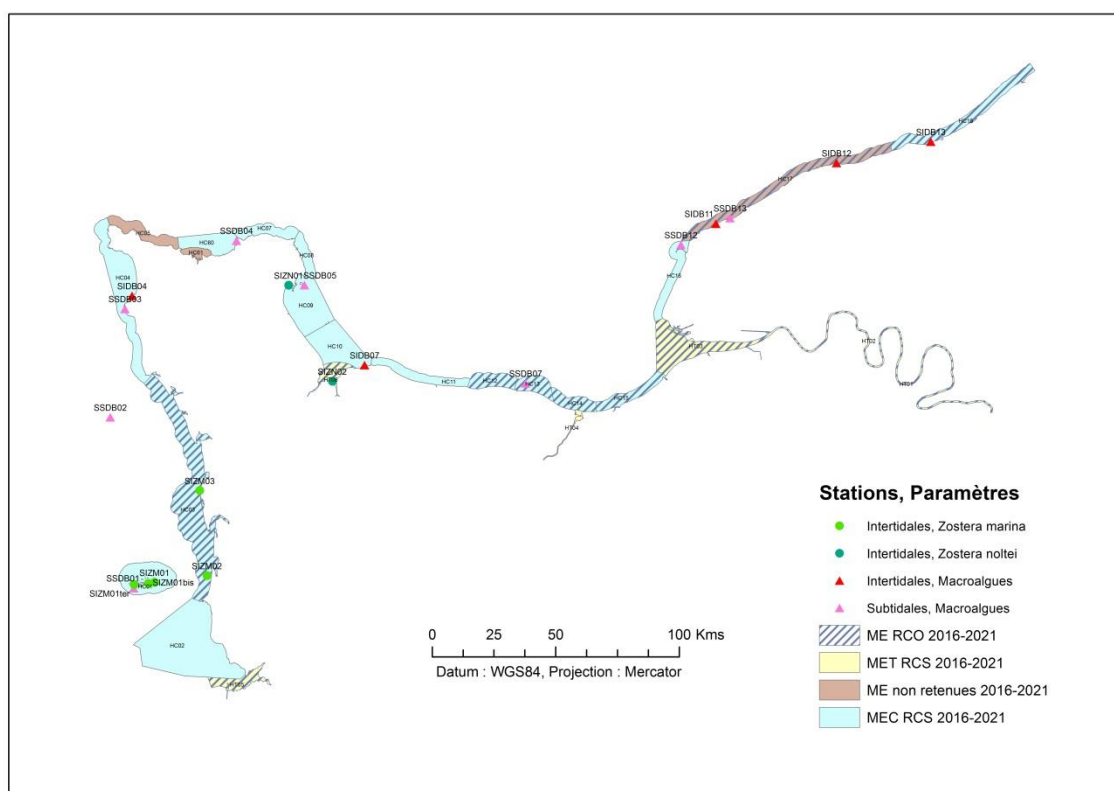


Figure 1 : Localisation des sites d'échantillonnage de l'élément de qualité « Flore autre que phytoplancton » lors du suivi 2019.

## 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 2019, trois 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 <i>Zostera marina</i>	SIZM01/bis/ter SIZM02 SIZM03
Muséum National d'Histoire Naturelle Station de Concarneau	Herbiers <i>Zostera marina</i>	Suivi surfacique
Groupe d'Etudes des Milieux Estuariens et Littoraux-Normandie	Herbiers <i>Zostera noltei</i>	SIZN01 SIZN02

## 2. SUIVI STATIONNEL ET SURFACIQUE DES HERBIERS A *ZOSTERA MARINA* - (MNHN-Dinard et MNHN-Concarneau)

### 2.1 INTRODUCTION

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...). Parmi les différents éléments de qualité suivis, les angiospermes font l'objet d'une surveillance annuelle. En effet, des facteurs physiques ou chimiques peuvent être à l'origine de stress et donc de perturbations du compartiment biologique (Dauer, 1993). L'indice biotique « angiosperme » utilisé pour évaluer l'état écologique des eaux côtières se base en partie sur les herbiers à *Zostera marina* (Foden, 2007 ; Foden & Brazier, 2007).

Présents sur l'ensemble des côtes du Massif Armoricaïn, les herbiers à *Z. marina* ne s'implantent que dans des secteurs localisés en raison de leur exigence écologique. Ces plantes côtières se retrouvent préférentiellement sur des substrats meubles à la granulométrie variée et ne se développent pleinement que lorsqu'elles rencontrent des conditions hydrodynamiques relativement calmes. En raison de leur sensibilité aux modifications des conditions environnementales (naturelles et/ou anthropiques), les herbiers à *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 & Wyllie-Echeverria, 1996). L'indice biotique « angiosperme » prend en compte la composition l'extension spatiale de l'herbier et son développement via la densité de pieds ou encore la biomasse ou le recouvrement (Auby *et al.*, 2010).

Les herbiers du golfe normand-breton sont présents sur l'ensemble des côtes de ce secteur à l'exception de la presque totalité de la baie du Mont-Saint-Michel (Nebout *et al.*, 2009). Dans le cadre de la DCE-Benthos, 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.

Ce rapport rend compte de la campagne de prélèvements et du traitement en laboratoire des échantillons d'herbiers de *Z. marina* des cinq stations mentionnées ci-dessus pour l'année 2019 dans l'Ouest Cotentin et présente l'évolution du suivi stationnel des herbiers depuis 2007. Les résultats du suivi surfacique de ces zones sont également présentés dans ce rapport. Tous ces résultats permettront *in fine*, aux experts thématiques de l'Ifremer, de calculer les indices biotiques associés.

## 2.2 MATERIEL ET METHODES

### 2.2.1 Campagne d'échantillonnage

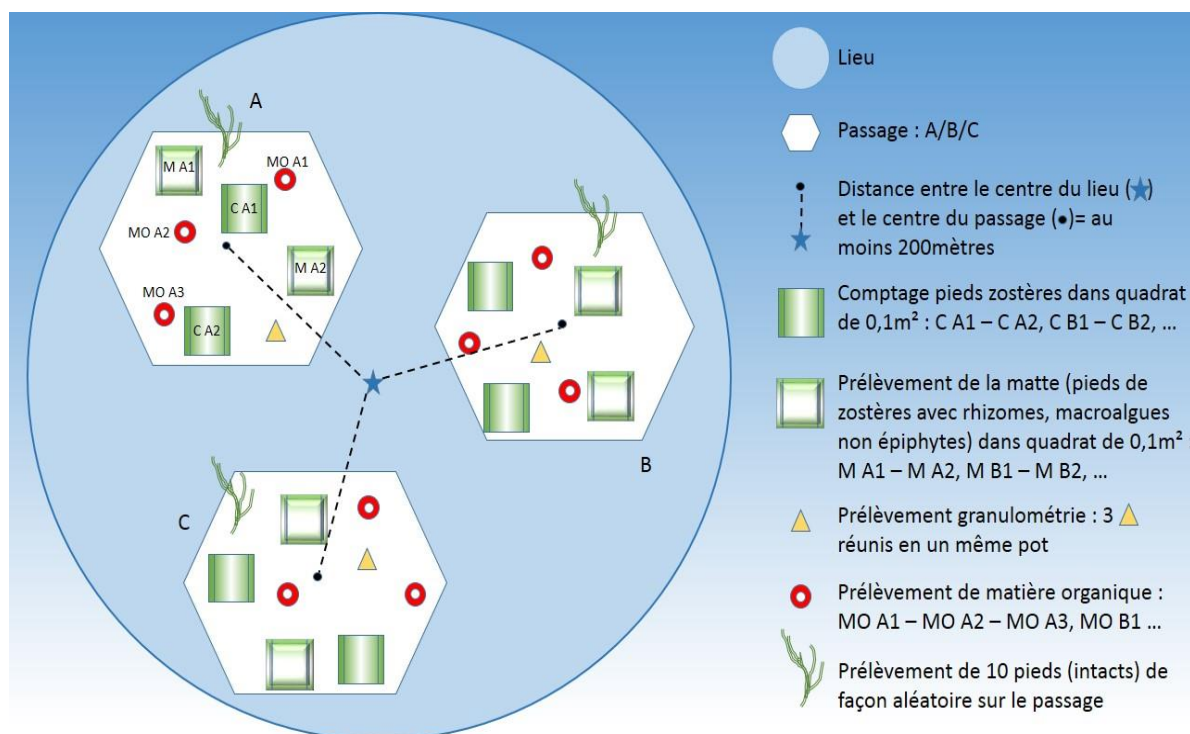
En 2019, l'échantillonnage des cinq stations à *Z. marina* a été effectué lors des grandes marées du printemps, entre le 21 mars 2019 (Chausey, SIZM01) et le 19 avril 2019 (Saint-Martin de Bréal, SIZM02 et Gouville-sur-Mer, SIZM03) (Tableau 2).

**Tableau 2 : Récapitulatif de la campagne d'échantillonnage à *Zostera marina* 2019. \* : 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 *	
<b>SIZM01</b>	FRHC01	21/03/2019	48,87972 N	1,77696 O
<b>SIZM01bis</b>	FRHC01	23/03/2019	48,87566 N	1,80155 O
<b>SIZM01ter</b>	FRHC01	22/03/2019	48,87361 N	1,85024 O
<b>SIZM02</b>	FRHC03	19/04/2019	48,89569 N	1,59332 O
<b>SIZM03</b>	FRHC03	19/04/2019	49,09354 N	1,62294 O

Le suivi stationnel, qui s'opérait initialement tous les trois ans à partir de 2007 dans le cadre du contrôle de surveillance, est effectué annuellement depuis 2012. Il est en effet apparu nécessaire de suivre de façon plus régulière l'évolution des paramètres « extension » et « densité » qui témoignent des perturbations environnementales et renseignent ainsi sur la qualité des masses d'eau retenues. Le protocole d'échantillonnage a ainsi été allégé et permet de renseigner *a minima* l'indice « densité » retenu pour le calcul de l'indicateur DCE « angiosperme ».

Selon le protocole, chaque station est composée de trois sous-stations, nommées passages (A, B, C), 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 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.

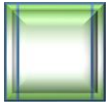


**Figure 3 : représentation schématique de l'échantillonnage des herbiers à *Zostera marina*.**

Sur chaque passage A, B ou C :



Le comptage du nombre de pieds de zostères marines présents dans deux quadrats distincts de 0,1m<sup>2</sup> a été réalisé (ex : C A1). Les valeurs en duplicats obtenues pour l'ensemble d'une station permettent de déterminer la densité du nombre de zostères par quadrat échantillonné.



A partir du prélèvement de la matre en duplicat (deux quadrats de 0,1m<sup>2</sup>, ex : M A1) sur chaque passage, l'échantillon a fait l'objet de plusieurs analyses :

- 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 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*). 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 a ensuite été réuni dans un seul et même pot afin d'obtenir une valeur unique de granulométrie pour la station considérée.



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

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

## 2.2.2 Travail en laboratoire

### 2.2.2.1 Granulométrie

Une analyse granulométrique a été effectuée afin de déterminer la répartition quantitative des différentes classes de taille des éléments constituant un échantillon. Pour cela, chaque échantillon est rincé deux fois à l'eau douce, placé à l'étuve à 60 °C pendant 48 à 72 h et tamisé sur colonnes de tamis AFNOR (mailles de 63  $\mu\text{m}$  à 12,5 mm) à l'aide d'une tamiseuse (15 minutes de vibrations). Les refus de tamis sont ensuite pesés avec une balance de précision. Les échantillons présentant une teneur importante en pélites (particules fines < 63  $\mu\text{m}$ ) ont également subi un tamisage humide préalable sur une maille de 63  $\mu\text{m}$ .

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 de tri du sédiment. Un sédiment est très bien trié quand l'indice de Trask est égal à 1 et très mal trié quand l'indice est supérieur à 2,75 (Tableau 3).

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.

**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

#### 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 m<sup>2</sup> (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 (poids sec).

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 4)
- 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)

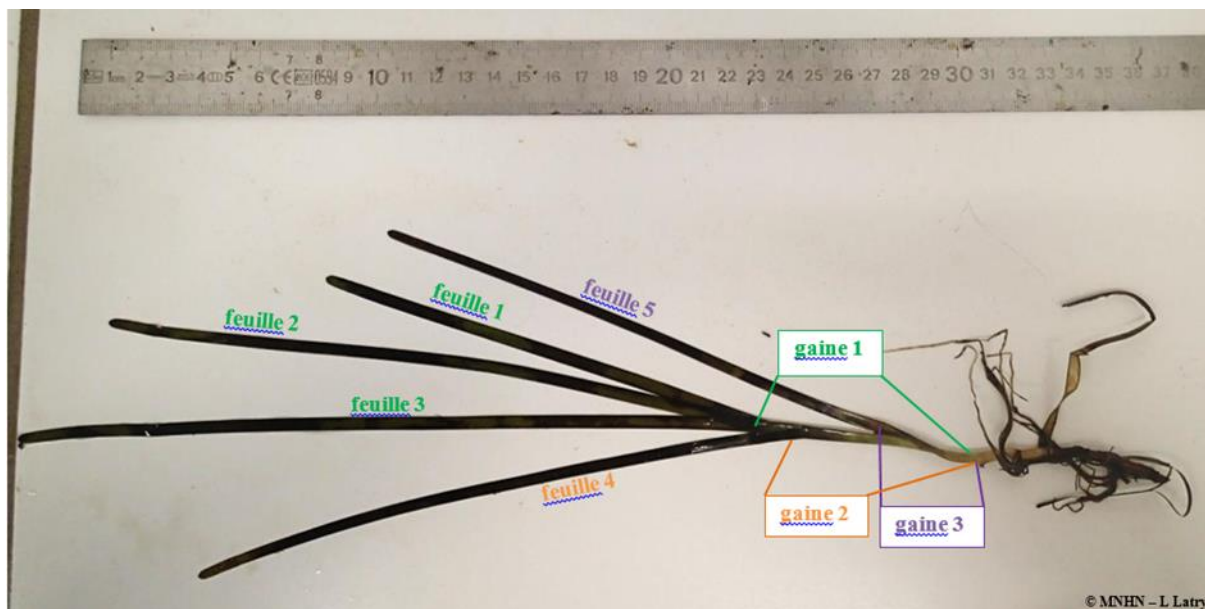


Figure 4 : mesure biométrique d'un pied de zostère

#### 2.2.2.4 Wasting disease 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.* (Figure 5). Ces zones noires sont provoquées par la maladie du dépérissement causée par *Labyrinthula zosterae*. Elles ne sont pas à confondre avec les tâches sombres, plus diffuses, liées à la dégradation des pigments chlorophylliens.

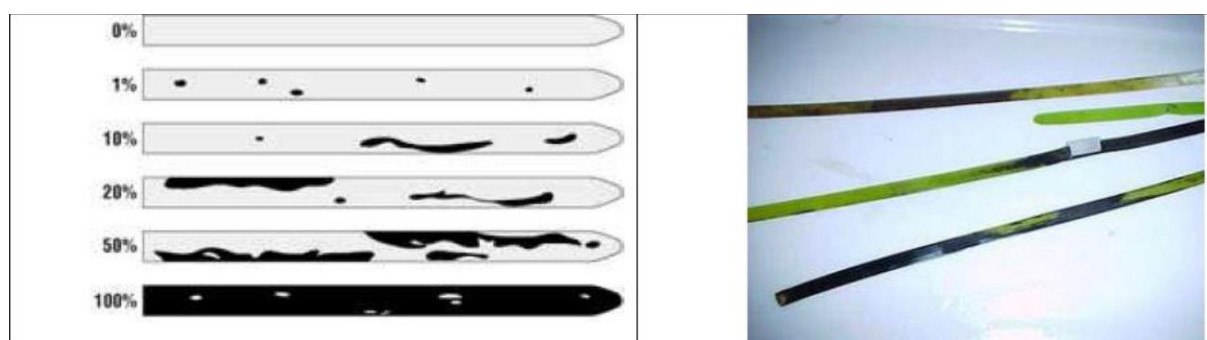


Figure 5 : Estimation du pourcentage de wasting disease.

#### 2.2.2.5 Analyses statistiques

Afin de tester la variabilité entre les herbiers à *Zostera marina*, des tests statistiques de comparaison de moyennes ont été réalisés. Les tests paramétriques types ANOVA, complétés par des tests post-hoc de type « Tukey », ont été utilisés. Pour l'ensemble des tests, le seuil de significativité est celui fixé par convention à 5 %, une p-value inférieure ou égale à 0,05 indique une différence entre les moyennes. Seuls les paramètres dont les stations présentent des

différences significatives seront présentés dans ce rapport. L'ensemble des méthodes de traitement statistique a été effectué en utilisant le logiciel de statistique R.

### 2.2.3 Suivi surfacique

#### 2.2.3.1. Acquisition des photographies aériennes

Les herbiers de l'archipel des îles Chausey ainsi que ceux de Gouville-sur-Mer et de Saint-Martin-de-Bréhal ont été survolés le 28 octobre 2019 (coefficient de marée de 110) par le prestataire « L'Europe vue du ciel ». Ce survol était initialement prévu en septembre. Ce retard s'explique par les conditions météorologiques défavorables rencontrées par la société « L'Europe vue du ciel » en charge de l'acquisition des images aériennes. Le survol par avion a été effectué à une altitude plus basse qu'habituellement en raison de la couverture nuageuse et les images ont été acquises via un capteur numérique calibré Phase One IXU100RS (100.000.000 pixels) – Nikon D800.

Ce survol a permis l'acquisition de 398 ortho-photographies, géo-référencées dans le système de projection Lambert 93 (respectivement 181, 172 et 45 dalles pour Chausey, Gouville-sur-Mer et Saint-Martin-de-Bréhal). Le géoréférencement a été réalisé à l'aide de points disponibles dans le site Géoportail ([www.geoportail.fr](http://www.geoportail.fr)) et non par rapport à la mosaïque ortholittorale de 2014. Il n'est pas précisé si la société a utilisé les bornes géodésiques disponibles, notamment en quelques points de l'archipel de Chausey (Grande-Île par exemple). La résolution finale des images est de 6 cm. La mosaïque a été fournie en format geotiff et ECW.

Sur Chausey, un traitement d'image a été réalisé, à savoir une atténuation de l'exposition sur la partie est de l'archipel. A noter également, un léger décalage (non mesuré) entre les couches numériques Proche IR et RVB, précisément dans les secteurs où les surfaces couvertes en eau sont nettement supérieures à celles couvertes par les terres. Le fait que l'avion ait volé plus bas, explique que les points de calage soient moins nombreux.

### 2.2.3.2. Cartographie et mesure de surface des herbiers

Les herbiers de Gouville-sur-Mer et de Saint-Martin de Bréhal ont été cartographiés par l'équipe du MNHN de Dinard. Les herbiers de l'Archipel de Chausey ont été traités par Jérôme Fournier du MNHN de Concarneau.

La méthode de cartographie est identique à l'ensemble des mosaïques orthophotographiques. Elle se base sur un travail standard de photo-interprétation qui se décline en 3 étapes distinctes (Bariou, 1979) :

i) la photo-détection permet d'isoler un isophène (= objet spatial possédant les mêmes caractéristiques de couleur, teinte et texture et, dans le cas des herbiers de zostères, de structure et de forme),

ii) la photo-identification permet d'identifier un isophène et de le rattacher à une catégorie prédéfinie d'élément spatial organisée sous la forme d'une typologie. Dans le cas qui nous intéresse, seule la catégorie « herbier » est identifiée. Cette étape s'accompagne d'une validation sur le terrain ou d'une validation à dire d'expert. L'expérience de l'opérateur est alors essentielle pour ne pas confondre certaines catégories entre elles. L'erreur typique est d'identifier une couverture d'algues brunes comme un herbier de phanérogames ou vice-et-versa,

iii) la photo-interprétation permet enfin de rattacher l'ensemble des isophènes à une catégorie en s'affranchissant de l'étape de validation.

#### *Acquisitions SIG secteur Ouest Cotentin*

Une fois les photographies chargées sur le logiciel QGIS, les herbiers ont été digitalisés sous formes de polygones enregistrés en couche shape avec projection en Lambert 93. Pour la première fois cette année, le détournage a été réalisé à l'échelle 1/1000ème et non 1/2500ème, contrairement aux années DCE 2013 et 2016 (Latry *et al.*, 2014 ; Aubin et Latry, 2017). Effectuer le détournage à cette échelle a permis d'effectuer la comparaison avec la couche de référence (Guillaumont *et al.*, 1987) révisée en 2020 (Monnier *et al.*, 2020).

En 2016, le détournage des herbiers de l'ouest Cotentin avait également été réalisé dans le cadre du projet CARIOZA (Comparaison des méthodes cartographiques par imagerie optique des herbiers de zostères marines de l'ouest Cotentin, 2018). Afin de rester cohérent avec le détournage à l'échelle 1/1000ème de la DCE 2019 et la révision de l'état de référence de 1983, les emprises d'herbiers résultantes sont uniquement présentées à titre indicatif car en effet, la digitalisation des herbiers avait été opérée sous une résolution différente, au 1/2500ème. Le détournage est plus approximatif qu'à l'échelle 1/1000ème et la surface d'herbier qui en découle surévaluée. De la même façon que pour les couches shapes de 1983 et 2019, les surfaces de parcs à huîtres ont été soustraites à l'emprise totale d'herbier, soit 49 ha en moins pour la zone de Gouville-sur-Mer.

#### *Acquisitions SIG secteur Chausey*

La mosaïque utilisée est en couleur visible (*i.e.* du spectre électromagnétique) ; le proche infra-rouge n'étant pas utilisable sur les surfaces humides et submergées. La qualité des couleurs, teintes et textures sont correctes et permettent de discriminer les différents isophènes (*i.e.* objets spatiaux) présents sur les portions d'espaces photographiées du domaine terrestre. La partie marine est localement peu propice à la cartographie en raison d'une forte turbidité. La surface du plan d'eau est lisse ce qui a facilité le travail de détournage des polygones d'herbiers. A cette période de l'année (octobre), les feuilles de zostères sont recouvertes d'algues rouges épiphytes ce qui renforce leur teinte, initialement déjà foncée. L'herbier présente localement un fort contraste avec le sédiment environnant, de couleur claire ; y compris les vases beiges, grises, brunâtres ou verdâtres (Glémarec *et al.*, 1996). En revanche, l'eau chargée de matières en suspension pour certains secteurs de l'archipel, rend difficile la détection et la délimitation de la limite inférieure des herbiers subtidaux.

Concrètement, les objets spatiaux (= isophènes) identifiés comme appartenant à la catégorie « herbier » sont vectorisés un à un par l'opérateur en utilisant les ressources d'un système d'information géographique (QGIS 3.10) dans lequel la mosaïque orthophotographique sert de base spatiale. La mosaïque est affichée sur l'écran à l'échelle du 1:1000 avec zoom 200% et ce, quelque-soit l'échelle réelle de prise de vue/ou d'acquisition de l'image native. Les polygones possèdent l'échelle native (1:10.000 par exemple) et non pas l'échelle de travail de cartographie (1:1000). Plusieurs milliers de polygones sont ainsi identifiés et vectorisés par l'opérateur. Si un « vide » existe à l'intérieur d'une tache d'herbier, il est également détourné de manière à ne pas assimiler une surface de sédiment meuble à une surface réellement végétalisée.

L'intérêt d'une cartographie à très grande échelle a été démontré par J. Fournier dans les rapports précédents. Les herbiers sont des habitats qui présentent généralement un aspect fragmenté ou en 'taches de léopard'. Les petits polygones (> 1 m<sup>2</sup>) doivent être pris en compte sous réserve de sous-évaluer la surface totale de l'herbier. D'autre part, et même sans évoquer l'intérêt de cette technique pour la recherche fondamentale, les petites taches d'herbier offrent des éléments explicatifs essentiels pour interpréter la dynamique spatiale de l'habitat « herbier » dans son ensemble. Les zones de conquête spatiale sont ainsi aisément détectées, de même que les zones en phase de contraction ou celles qui ont été perturbées par une action d'origine anthropique.

## 2.3 RESULTATS

Le décalage de certains passages des stations SIZM01bis et SIZM02 en 2018, combiné à des coefficients de marée et des conditions météorologiques favorables les jours d'échantillonnage, ont permis l'échantillonnage des cinq stations. Cependant, le passage C de la station SIZM03 située à Gouville-sur-Mer n'a pas été réalisé en intégralité. En effet l'herbier était dispersé, dans une zone à fort courant et avec un important tapis de sargasses (Annexe 2). Pour cette raison les deux extractions de matre n'ont pas été opérées sur ce passage.

L'ensemble des résultats collectés en laboratoire sont présentés ici selon les différents compartiments biologiques et physiques étudiés. Les données brutes de la campagne de prélèvements 2019 sont disponibles dans la base de données IFREMER Quadrige<sup>2</sup>.

### 2.3.1 Granulométrie

En 2019, à l'exception de SIZM03, le sédiment au niveau des stations échantillonnées est composé de 73 à 94 % de sables (particules de 63 à 2000 µm ; Tableau 4) et environ 60 % des particules sont inférieures à 200 µm (Figure 6). La station SIZM01bis est la station la plus envasée avec 22 % de vase. Concernant SIZM03, la répartition des particules dans les différentes classes de taille est plus homogène avec 39 % de graviers (particules supérieures à 2000 µm) et 57 % de sables.

**Tableau 4 : Statistiques granulométriques obtenues en 2019 sous Gradistat.**

Stations		SIZM01	SIZM01 bis	SIZM01 ter	SIZM02	SIZM03
<b>Méthode de Folk &amp; Ward (description)</b>	Grain moyen (µm)	Sable fin	Sable fin	Sable moyen	Sable grossier	Sable très grossier
	Tri	Assez bien trié	Mal trié	Mal trié	Très mal trié	Très mal trié
<b>Texture</b>	<b>GRAVIER</b>	<b>1,1%</b>	<b>3,5%</b>	<b>1,2%</b>	<b>24,3%</b>	<b>39,4%</b>
	très grossier	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	grossier	0,0%	0,0%	0,0%	3,8%	6,4%
	moyenne	0,0%	0,2%	0,0%	8,4%	11,0%
	fin	0,3%	0,9%	0,1%	6,1%	10,8%



	très fin	0,8%	2,4%	1,1%	6,0%	11,2%
	<b>SABLE</b>	<b>90,6%</b>	<b>74,2%</b>	<b>94,2%</b>	<b>73,0%</b>	<b>57,0%</b>
	très grossier	1,8%	4,8%	6,9%	4,6%	14,5%
	grossier	1,8%	8,3%	13,8%	8,1%	14,6%
	moyenne	20,7%	13,1%	27,7%	13,0%	15,7%
	fin	52,7%	26,9%	40,7%	42,9%	8,0%
	très fin	13,6%	21,0%	5,1%	4,4%	4,2%
	<b>VASE</b>	<b>8,3%</b>	<b>22,3%</b>	<b>4,6%</b>	<b>2,8%</b>	<b>3,6%</b>
<b>Médiane (D<sub>50</sub>) (µm)</b>		195,0	145,7	248,9	249,8	1185,6
<b>Indice de Trask (So)</b>		1,378	2,120	1,598	3,189	3,622

Les proportions en graviers, sables et vases des stations échantillonnées en 2019 semblent relativement proches des proportions relevées pour les mêmes stations les années précédentes (Figure 7).

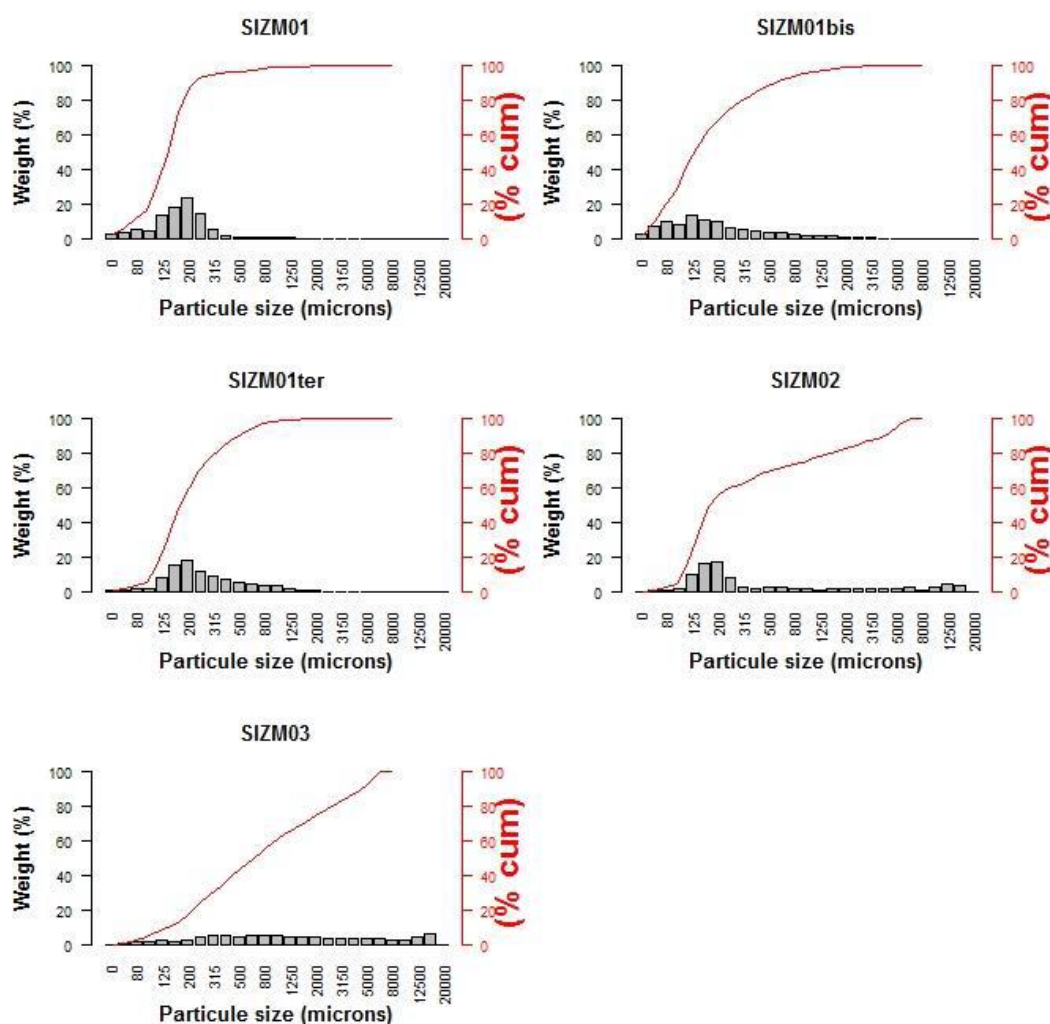


Figure 6 : Histogrammes représentant la répartition du poids des particules de sédiment (Weight (%)) en fonction de leur taille (Particule size (microns)) avec la courbe des pourcentages cumulés des poids des différentes tailles sédimentaires (% cum).

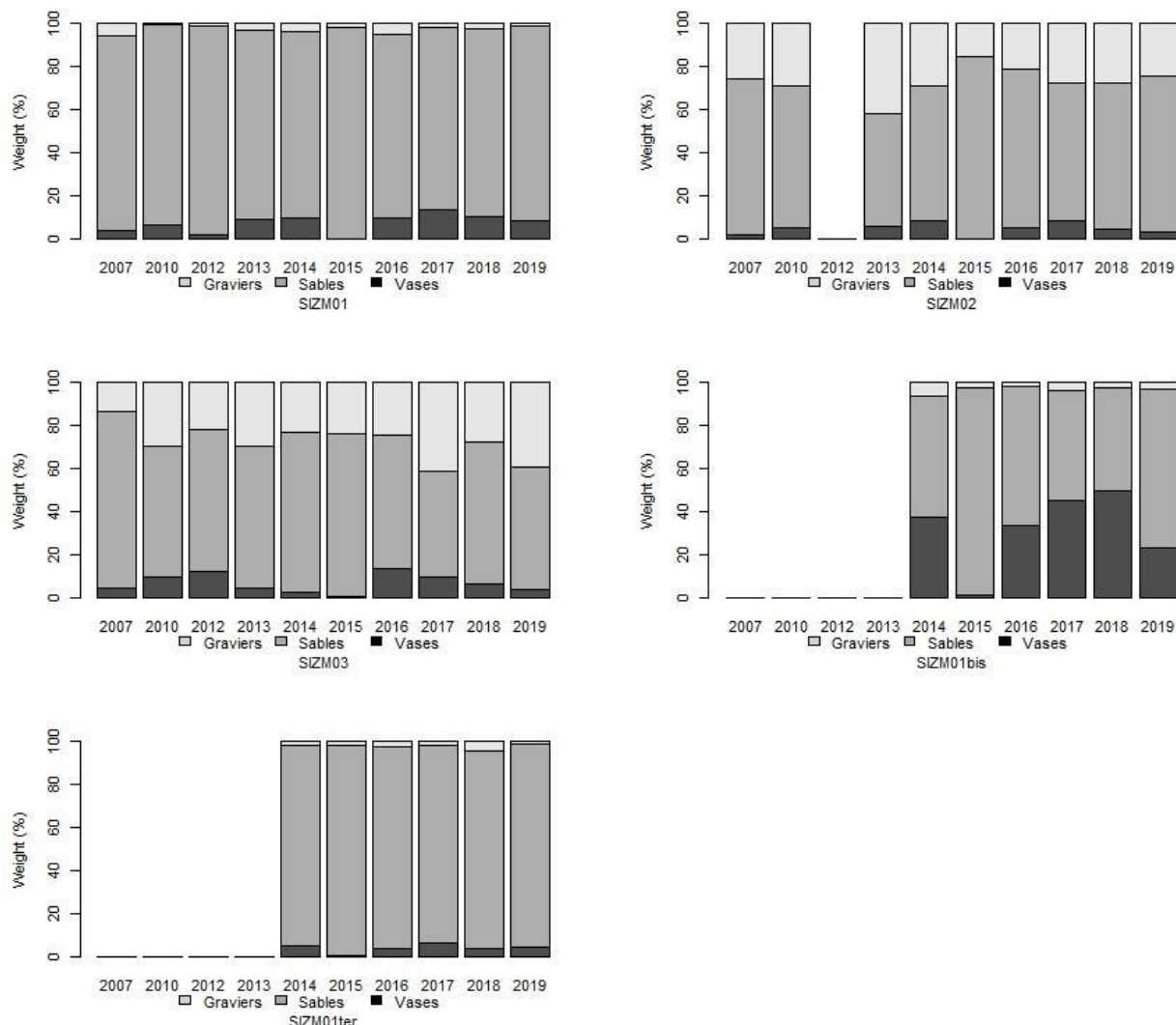


Figure 7 : Histogrammes représentant les proportions en graviers, sables et vases (en %) en fonction de l'année d'échantillonnage.

### 2.3.2 Teneur en matière organique

La teneur en matière organique (MO) est significativement plus élevée dans la station SIZM01bis ( $3,5 < z\text{-value} < 5,8$  ;  $p\text{-value} \leq 0,003$ ) avec 4,86 % de MO en moyenne (Figure 8). La teneur en MO mesurée à la station SIZM01 (2,53 % en moyenne) est significativement inférieure à SIZM01bis ( $z\text{-value} = -3,5$  ;  $p\text{-value} = 0,003$ ) et significativement supérieure à SIZM01ter ( $z\text{-value} = 2,7$  ;  $p\text{-value} = 0,04$ ). Les teneurs en MO de SIZM01ter (1,61 % en moyenne), SIZM02 (1,56 % en moyenne) et SIZM03 (1,59 % en moyenne) ne sont pas différentes statistiquement ( $0,017 < z\text{-value} < 0,16$  ;  $0,100 < p\text{-value} < 1,000$ ).

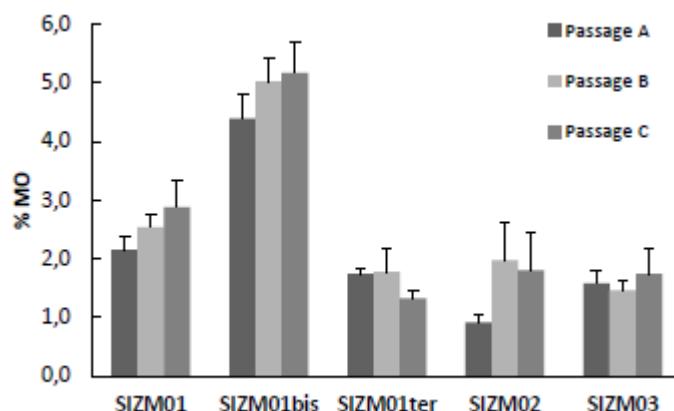


Figure 8 : Histogramme représentant les teneurs moyennes en MO (en %), mesurées par passage (A, B et C) et par station en 2019.

### 2.3.3 Caractéristiques des zostères

#### 2.3.3.1 Densité des pieds

Les densités moyennes de pieds de zostère observées en 2019 varient de  $40 \pm 14 \text{ m}^2$  (SIZM03, passage C) à  $853 \pm 53 \text{ m}^2$  (SIZM02, passage B ; Figure 9). La densité moyenne de pieds de zostère de la station SIZM02 est significativement plus élevée que celles des stations SIZM01bis, SIZM01ter et SIZM03 ( $2,9 < t\text{-value} < 7,4$  ;  $p\text{-value} \leq 0,038$ ). À l'inverse, la densité moyenne de la station SIZM03 est significativement plus faible que les quatre autres stations ( $-7,4 < t\text{-value} < -3,6$  ;  $p\text{-value} \leq 0,007$ ). Les densités moyennes des trois stations de l'Archipel de Chausey ne sont pas différentes statistiquement ( $0,4 < t\text{-value} < 1,6$  ;  $0,528 < p\text{-value}$ ).

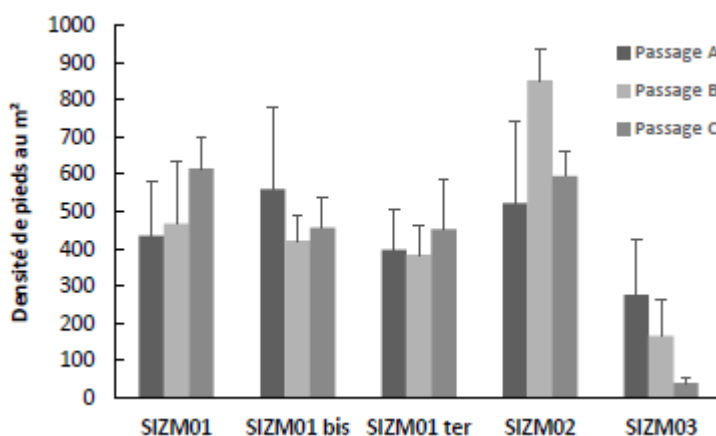


Figure 9 : Histogramme représentant les densités moyennes de pieds au m² par passage (A, B et C) et par station en 2019.

#### 2.3.3.2 Nombre de feuilles, Surface foliaire et Biomasses

Le nombre moyen de limbes par zostère est de  $4 \pm 1$  limbes par pied pour les cinq stations. La surface foliaire varie de  $0,20 \pm 0,03$  (SIZM02) à  $0,71 \pm 0,12$  (SIZM01 bis) par mètre carré au sol au maximum. Concernant les rapports entre biomasses épigée (limbes et gaines) et biomasses hypogées (rhizomes), la valeur minimale est obtenue pour SIZM01 ( $0,16 \pm 0,09$ ) et la valeur maximale pour SIZM01bis ( $0,33 \pm 0,13$ ).

**Tableau 5 : Caractéristiques biométriques (moyenne  $\pm$  écart-type) des cinq herbiers à *Zostera marina* de l'ouest Cotentin au printemps 2019. Surface foliaire utile = surface des limbes (m<sup>2</sup>) par m<sup>2</sup> au sol.**

Stations	Nombre moyen de feuilles par pied	Surface foliaire utile	Biomasse épigée/hypogée
<b>SIZM01</b>	4,12 $\pm$ 1,00	0,38 $\pm$ 0,07	0,16 $\pm$ 0,09
<b>SIZM01bis</b>	4,10 $\pm$ 1,09	<b>0,71 <math>\pm</math> 0,12</b>	<b>0,33 <math>\pm</math> 0,13</b>
<b>SIZM01ter</b>	4,17 $\pm$ 1,06	0,50 $\pm$ 0,10	0,25 $\pm$ 0,04
<b>SIZM02</b>	4,22 $\pm$ 1,17	0,20 $\pm$ 0,03	0,17 $\pm$ 0,07
<b>SIZM03</b>	<b>4,51 <math>\pm</math> 1,18</b>	0,25 $\pm$ 0,03	0,31 $\pm$ 0,12

### 2.3.4 Macroalgues et épiphytes

En moyenne, la masse de macroalgues par mètre carré est plus importante pour les deux stations de la côte ouest du Cotentin (9,39 g par mètre carré (SIZM02) et 4,56 g par mètre carré (SIZM03)) que pour les stations de l'Archipel de Chausey ( $\leq$  2,43 g par mètre carré). Les macroalgues prélevées dans les mattes sont majoritairement des algues rouges (Rhodophyta) dans les stations SIZM01 (71 %), SIZM01ter (74 %) et SIZM02 (98 %), avec respectivement 0,44 g par mètre carré, 1,79 g par mètre carré et 9,16 g par mètre carré (Figure 10). Les macroalgues des deux autres stations sont majoritairement des algues brunes (Ochrophyta) avec 0,81 g par mètre carré pour SIZM01bis (64 %) et 3,32 g par mètre carré pour SIZM03 (73 %). Les macroalgues vertes (Chlorophyta) sont présentes en faibles proportions, 10 % et 7 % au maximum pour les stations SIZM01 (0,06 g par mètre carré) et SIZM01ter (0,17 g par mètre carré). Leur proportion est inférieure à 1 % au niveau des trois autres stations.

Les biomasses moyennes d'épiphytes sont significativement plus élevées au niveau des stations SIZM01 (3,1 < z-value < 3,4 ; p-value  $\leq$  0,012) et SIZM01ter (3,2 < z-value < 3,4 ; p-value  $\leq$  0,009) comparées aux biomasses moyennes des stations SIZM01bis et SIZM02 (Figure 11), avec 2,46  $\pm$  0,62 g par mètre carré au maximum (SIZM01ter, passage B). Les biomasses moyennes d'épiphytes des trois autres stations varient de 0,02  $\pm$  0,01 g par mètre carré (SIZM01bis, passage B) à 0,60  $\pm$  0,37 g par mètre carré (SIZM03, passage B). Les biomasses moyennes d'épiphytes de SIZM03 sont significativement plus élevées que celles de SIZM01bis (z-value = 2,9 ; p-value = 0,023).

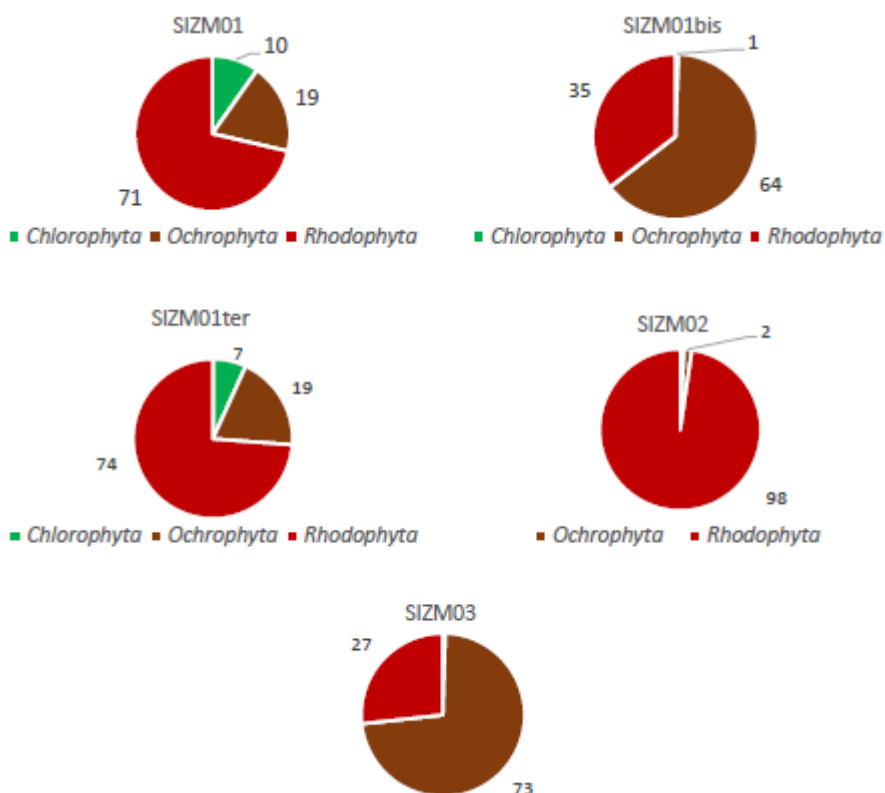


Figure 10 : Diagrammes des proportions (en %) de chaque groupe de macroalgues dans les stations d'herbiers à *Zostera marina* en 2019.

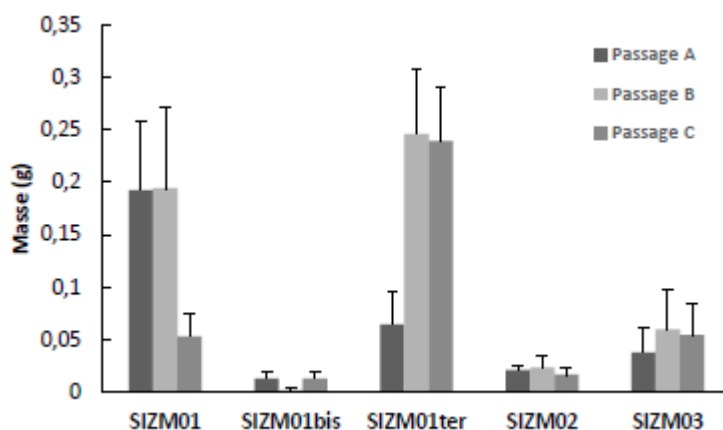


Figure 11 : Histogramme représentant les biomasses sèches moyennes des épiphytes récoltés sur *Z. marina* par passage (A, B et C) dans les cinq stations en 2019.

### 2.3.5 Wasting disease

Les pourcentages les plus élevés ( $\geq 75\%$ ) de zones noires (WDI), sont observés au niveau des stations SIZM01ter et SIZM02. Cependant, les pourcentages estimés sont très variables au sein d'un passage d'une même station et ne sont pas significativement différents entre les stations (Figure 12).

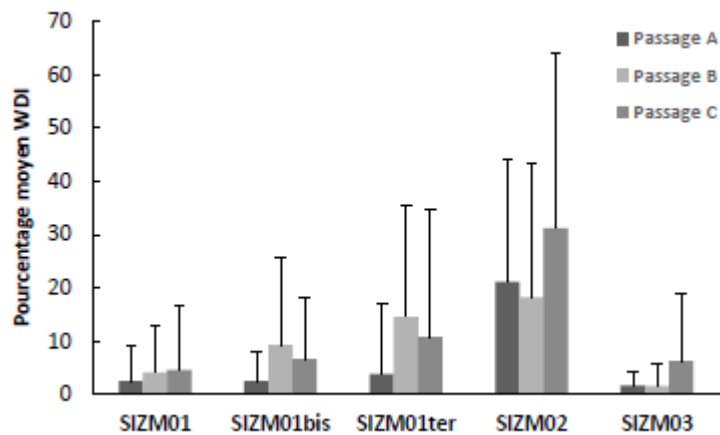


Figure 12 : Histogramme représentant le pourcentage WDI moyen par passage (A, B et C) dans les cinq stations en 2019.

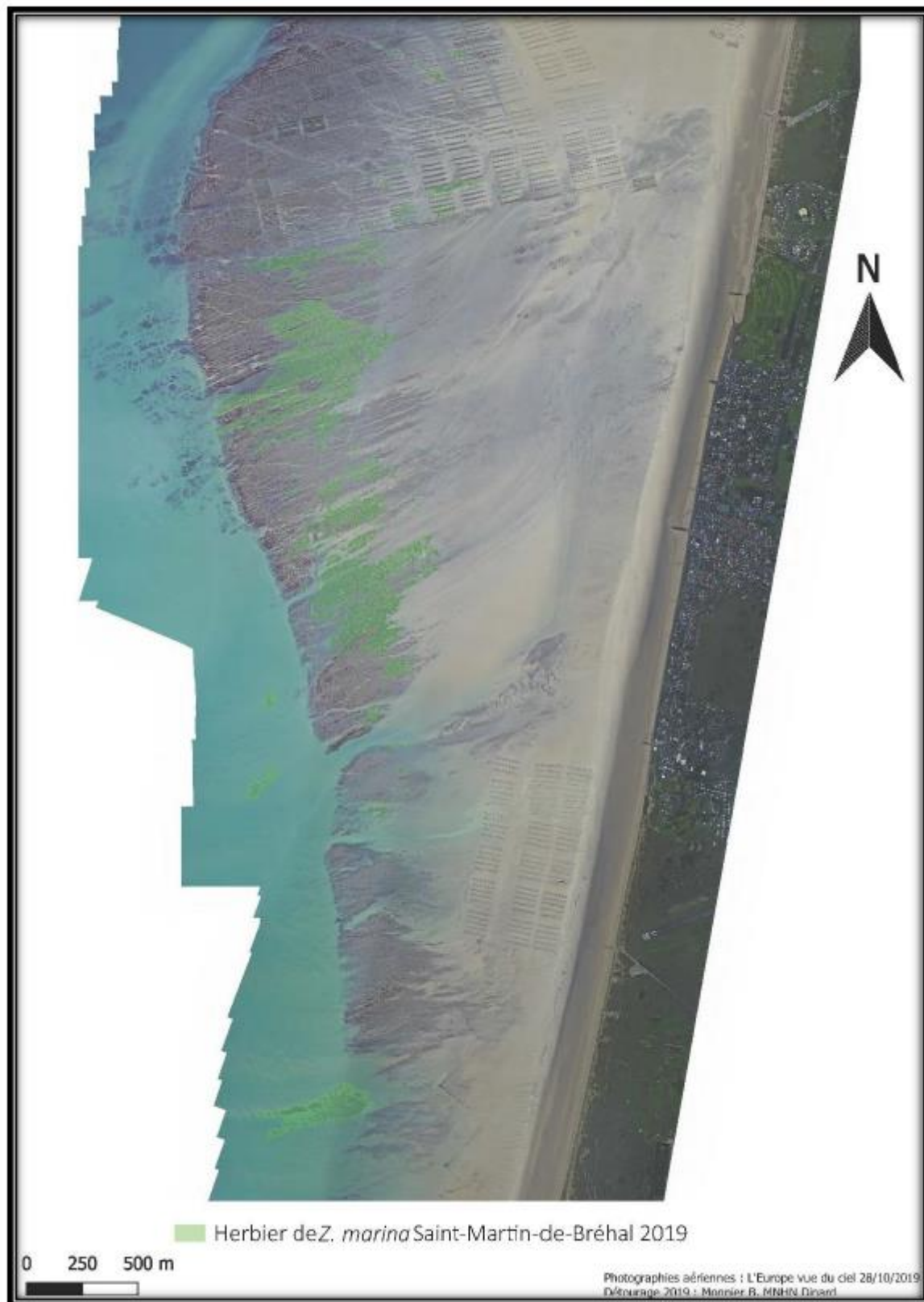
### 2.3.6 Cartographie et surface des herbiers

#### *Secteur Ouest Cotentin*

D'après le survol aérien d'octobre 2019 et le détournage manuel des herbiers réalisé ensuite, deux cartographies des herbiers de Gouville-sur-Mer et de Saint-Martin de Bréhal ont été réalisées (Figure 13 et Figure 14).



Figure 13 : Cartographie de *Zostera marina* du secteur Gouville-sur-Mer / Campagne DCE 2019.



**Figure 14 : Cartographie de *Zostera marina* du secteur Saint-Martin de Bréhal / Campagne DCE 2019.**

L'emprise totale d'herbiers au niveau de Saint-Martin de Bréhal est de 53 ha, répartis en 292 polygones et de 277 ha au niveau de Gouville-sur-Mer, répartis en 1539 polygones (Tableau 6). Comparés aux emprises d'herbiers de 1983, 205 ha d'herbiers ont disparu à Saint-Martin de Bréhal



et 290 ha à Gouville-sur-Mer. Le suivi surfacique de l'année DCE 2016 avait permis de déterminer, au 1/2500ème, parcs à huîtres soustraits, une emprise de 38 ha d'herbiers à Saint-Martin de Bréhal et de 235 ha à Gouville-sur-Mer. Entre les deux périodes de suivi, une légère augmentation de la surface couverte par les herbiers est donc observable aux deux sites.

**Tableau 6 : Surfaces en hectares des herbiers de Saint-Martin de Bréhal et de Gouville-sur-Mer obtenues après détournement manuel à l'échelle 1/1000ème des photographies aériennes d'octobre 2019 et 1983 et à l'échelle 1/2500ème des photographies aériennes de 2016.**

Herbier	Source - Emprise générale en hectares (ha)		
	Guillaumont <i>et al.</i> , 1987	DCE 2016	DCE 2019
<b>Saint-Martin de Bréhal</b>	258	38	53
<b>Gouville-sur-Mer</b>	567	235	277

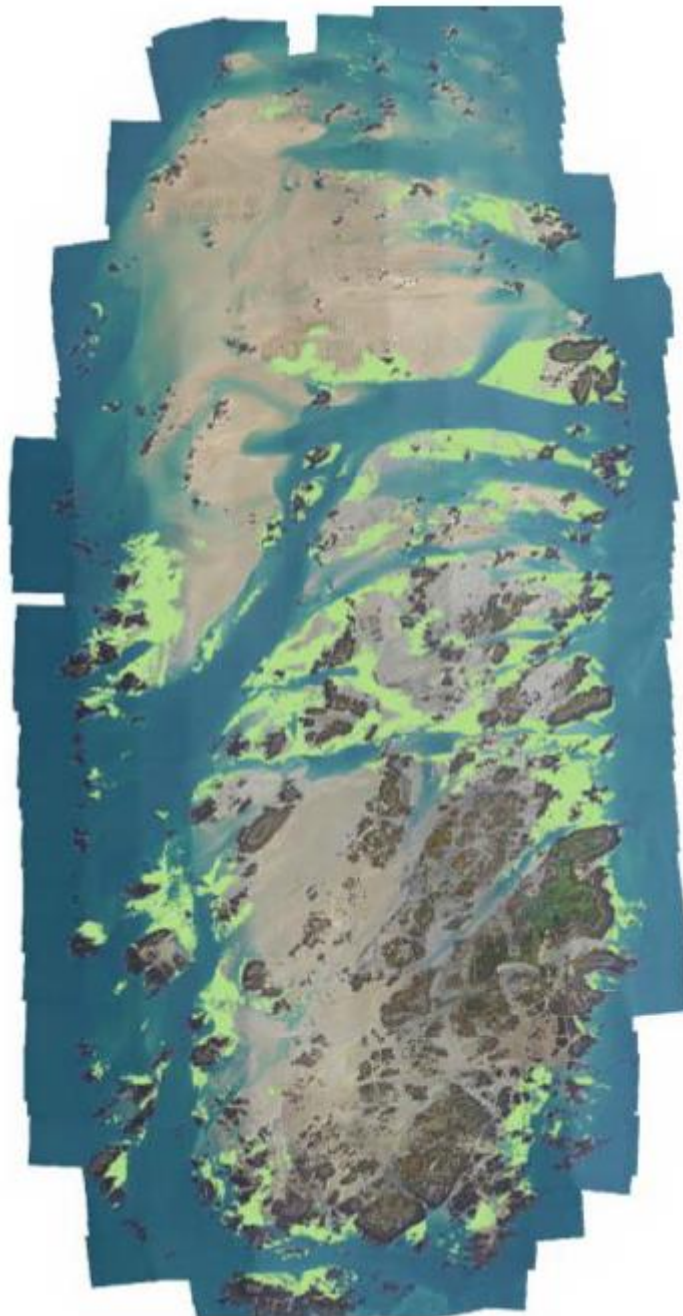
#### *Secteur Chausey*

La mosaïque obtenue suite au survol pour l'archipel de Chausey est présentée à la Figure 15.



**Figure 15 : Mosaïque orthophotographique de Chausey en 2019.**

L’herbier de zostères de l’archipel de Chausey s’étend désormais sur **360 hectares** (Figure 16 et Figure 17); résultat qui confirme son extension spatiale quasi continue depuis les années 1930 suite à sa disparition presque totale en raison de la ‘wasting disease’ (Blois *et al.*, 1961 ; Godet *et al.*, 2008 ; den Hartog, 1987 ; de los Santos *et al.*, 2019). Cet herbier reste le second plus étendu de France après celui du Golfe du Morbihan (2585 ha pour la période 1960-2000). Ce chiffre représente l’enveloppe spatiale des herbiers du Golfe et non la surface réellement végétalisée. Ces surfaces ne sont donc pas comparables puisque la méthode de cartographie est totalement différente. Si la méthode de cartographie des surfaces végétalisées était utilisée pour le Golfe du Morbihan, le résultat serait nettement inférieur à celui cité dans Urien *et al.* (2015) mais ne changerait toutefois rien à la hiérarchie actuelle.



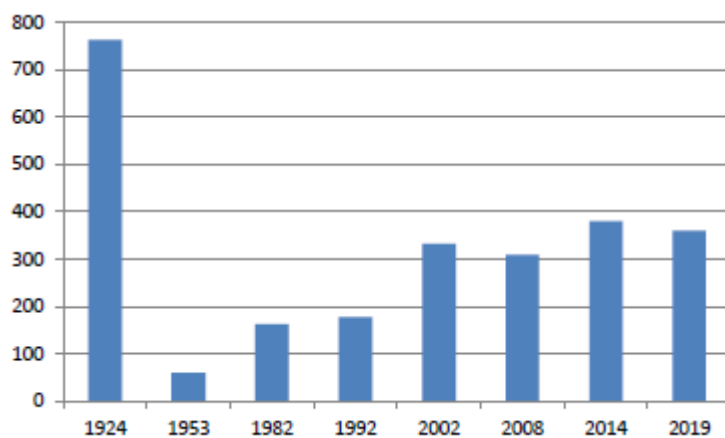
**Figure 16 : Digitalisation de l'herbier de *Zostera marina* de l'archipel de Chausey en 2019.**

Les résultats chiffrés présentés ci-après permettent de visualiser l'évolution spatiale des herbiers de Chausey. Néanmoins, il faut souligner le fait que les cartographies ont été réalisées avec 2 opérateurs (L. Godet pour 1924, 1953, 1982 et 1992 et formé par J. Fournier ; J. Fournier pour 2002, 2008, 2014 et 2019) à une échelle très fine ce qui a permis de limiter certains biais, mais pas tous. Les images aériennes sont également bien différentes les unes des autres d'un point de vue technique (argentique puis numériques, géométrie, échelle, taille de pixel...). Le niveau de l'eau n'est pas le même bien que les survols aient été réalisés lors de grandes marées basses de vives-eaux mais jamais au même coefficient, ni aux mêmes dates. La qualité de la surface du plan d'eau diffère également entre les années, de même que la turbidité de l'eau qui était importante lors du survol de 2019. Des incertitudes existent. Il faut donc lire ces résultats avec précaution. Enfin, bien que le niveau de détail proposé par les différents opérateurs d'imagerie aérienne (IGN 2002, 2008, puis L'Europe vue du ciel 2014, 2019) aille en s'améliorant,

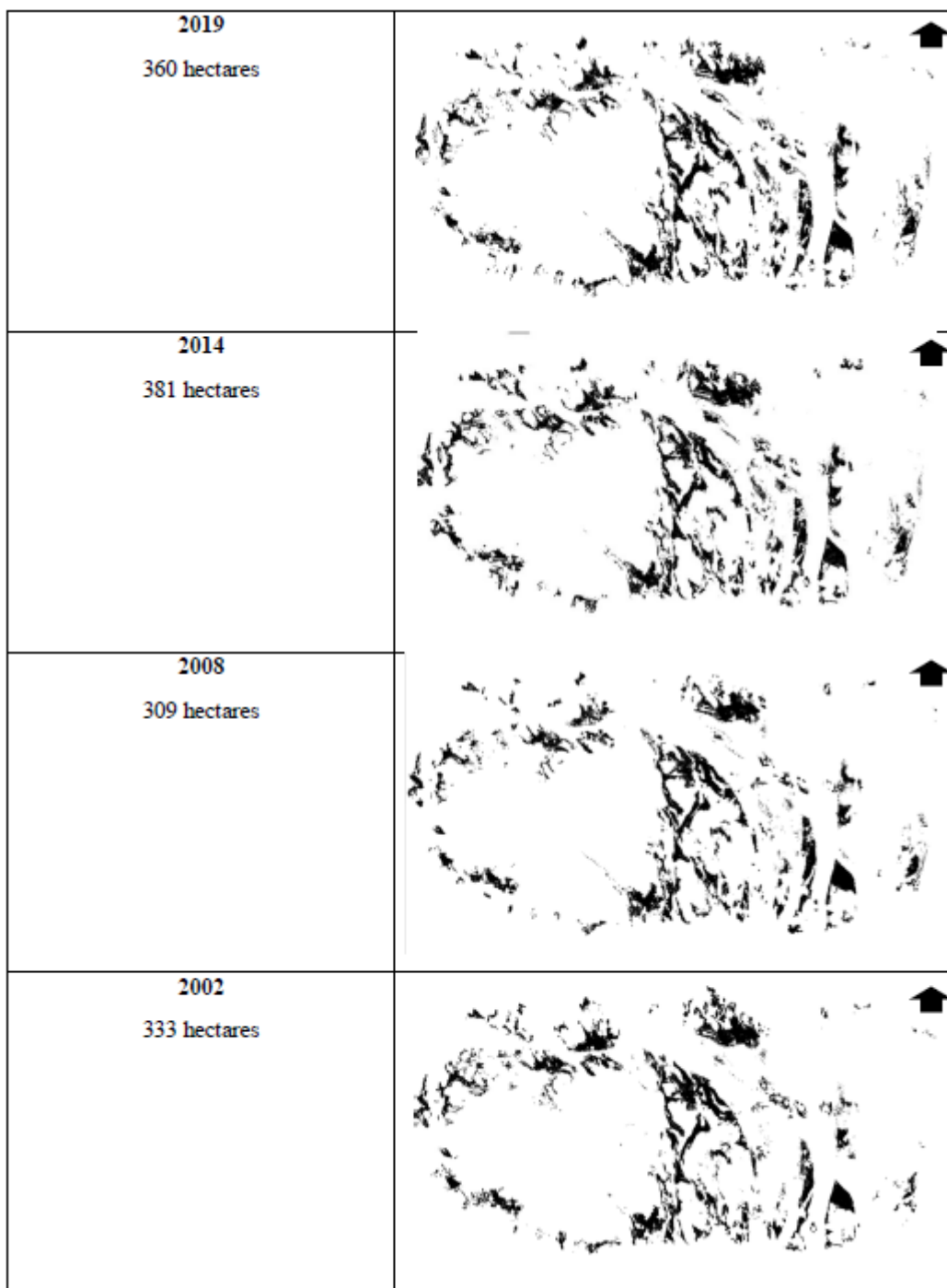
les herbiers subtidaux restent difficiles à détecter d'une année sur l'autre en raison des caractéristiques de l'eau de mer. Les différences s'expliquent également pour cette dernière raison.

L'herbier perd ainsi 21 hectares depuis le dernier exercice cartographique de 2014 (Figure 17 et Figure 18). Ce résultat est à interpréter avec précaution puisque la turbidité de l'eau a caché certains herbiers subtidaux à l'œil du cartographe ; la surface en herbiers de 2019 est sans doute sous-évaluée. La cartographie de 2014, en raison également d'imperfections de la photographie aérienne, propose un résultat qui, lui aussi, doit être interprété avec précaution. Malgré le soin apporté à ces cartographies, des confusions sont toujours possibles dans le domaine subtidal où les limites d'herbiers sont très diffuses.

Rappelons également que la diminution de la surface totale de l'herbier en 2008 est uniquement due à une action de dragage qui a détruit plusieurs dizaines d'hectares dans le secteur de la Sellière. Cette zone détruite a été partiellement recolonisée depuis lors.



**Figure 17 : Surfaces végétalisées (en hectares) de l'herbier de zostères marines de 1924 à 2019 à Chausey (Fournier, 2002, 2008, 2014, 2019 ; Godet *et al.*, 2008)**



**Figure 18 : Evolution de l'herbier de Chausey en 2002, 2008, 2014 et 2019 (4 derniers suivis).**

Les principaux secteurs qui ont vu l'herbier progresser se situent dans l'est de l'archipel de part et d'autre du Chenal Beauchamp, au sud de la Canue et du chenal du Sound (Figure 19).

Ces zones sont des fronts pionniers des herbiers.

Ainsi, l'examen de la mosaïque orthophotographique permet de détecter les secteurs qui sont actuellement en progression et en densification.

Ci-après, se trouve le détail des zones qui ont progressé.

Il s'agit pour l'essentiel de l'est de l'archipel, notamment les secteurs situés de part et d'autre du Chenal Beauchamp. Le secteur à l'est de la Culassière a vu l'herbier coloniser rapidement les zones mytilicoles. Les bouchots contribuent à stabiliser le sédiment et ralentir les courants, paramètres favorables à l'installation des herbiers.

Le secteur nord-ouest de la Roche Angot également a vu des herbiers progresser rapidement. Là encore, des installations conchylicoles sont présentes.

Le secteur situé au sud de la Petite Mauvaise a été entièrement colonisé toujours à la faveur d'installations mytilicoles. Ce secteur était totalement dépourvu de zostères en 2002.

Le secteur des Huguenants qui forme un triangle caractéristique puisque contrôlé à l'ouest comme à l'est par des chenaux, s'est densifié sur sa partie sud.

Le nord de la Conchée et le secteur du Roc à la Mauve est nettement plus fourni en herbiers que lors des années précédentes. Un début de colonisation des bouchots au nord du Roc à la Mauve est observable. Il est donc possible que ce secteur continue d'être végétalisé par les zostères dans les années qui viennent. Et ce, d'autant plus que de nouvelles concessions mytilicoles ont été installées.

Au centre de l'archipel, l'herbier situé tout autour des Roches des Guernesiais, des Carniquets et du Lézard est plus dense que par le passé. Les 'trous' se sont comblés et l'herbier est désormais presque continu.

Au nord, entre Plate Île et l'Enseigne Amer, l'herbier s'est également densifié.

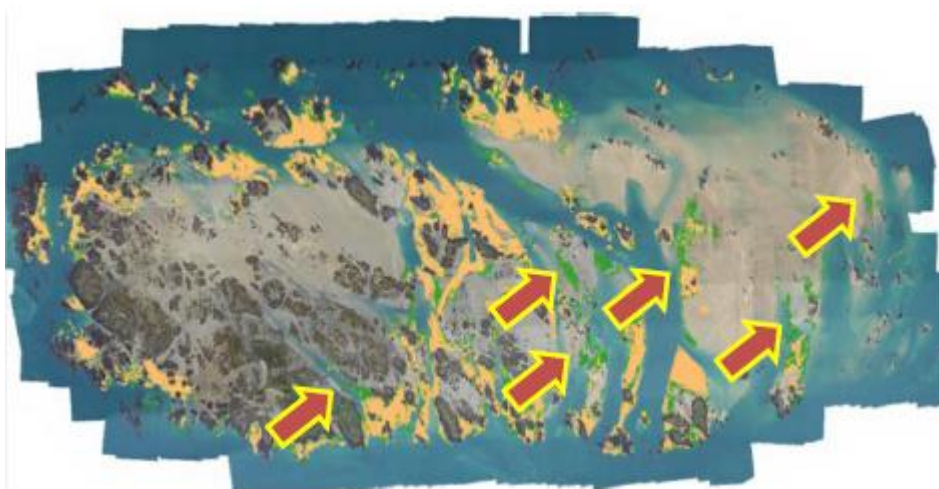


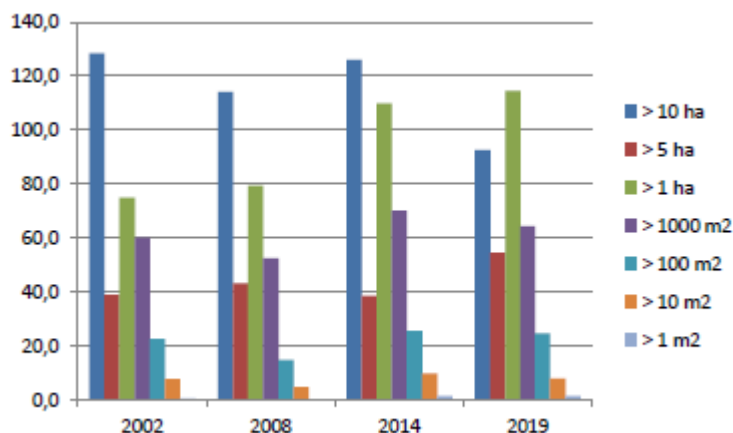
Figure 19 : Progressions spatiale de l'herbier en 2019 (vert) par rapport à celui de 2002 (orange).

Les progressions annuelles de l'herbier sont variables selon les périodes de références (Tableau 7).

Tableau 7 : Progressions annuelles de l'herbier de zostères marines de Chausey par périodes de référence.

Périodes	Progression
1953-1982	3,5 ha/an
1982-1992	1 ha/an
1992-2002	15,5 ha/an
2002-2014	3,3 ha/an
2014-2019	-4,2 ha/an

La structure spatiale de l'herbier en 2019 est nettement différente de celle de 2002 et une tendance semble se dégager (Figure 20).



**Figure 20 : Structures spatiales des herbiers de zostères marines de Chausey de 2002 à 2019 révélées par les superficies des polygones de surfaces végétalisées.**

Les polygones de grandes tailles (> 10 ha) présentent une tendance à la baisse de 2002 (128 ha) à 2019 (92 ha), alors que les polygones > 5 ha et > 1 ha sont en expansion, respectivement de 38 ha (2002) à 54 ha (2019) et de 74 ha (2002) à 114 ha (2019). Les autres tailles de polygones (> 1000 m<sup>2</sup>), (> 100 m<sup>2</sup>), (> 10 m<sup>2</sup>) et (> 1 m<sup>2</sup>) sont relativement du même ordre de grandeur (Tableau 8).

**Tableau 8 : Surfaces cumulées des polygones de surfaces végétalisées de 2002 à 2019.**

Polygones	2002	2008	2014	2019	Tendance 2002-19
> 10 ha	128,4	114,1	126,1	92,6	↘
> 5 ha	38,9	43,3	38,7	54,6	↗
> 1 ha	74,8	79,3	109,8	114,4	↗
> 1000 m <sup>2</sup>	60,2	52,4	70,2	64,5	→
> 100 m <sup>2</sup>	22,5	14,9	25,5	24,6	→
> 10 m <sup>2</sup>	7,8	4,9	9,9	8,0	→
> 1 m <sup>2</sup>	0,5	0,4	1,5	1,5	→

La visualisation en pourcentage relatif des classes catégorielles des polygones de surfaces végétalisées permet de confirmer la baisse relative des grands polygones > 10 ha et l'augmentation des polygones de surfaces médianes > 5 ha et > 1 ha.

Les petites taches d'herbiers entre 1 et 100 m<sup>2</sup> ne représentent qu'une très faible proportion de la surface totale, moins de 3% dans presque tous les cas (Figure 21 et Tableau 9). Toutefois, il est essentiel de continuer à les identifier et cartographier car ces taches de petites tailles permettent de détecter les zones en progression. Elles sont donc riches d'enseignement et savoir interpréter ces amas de petites taches permet de connaître à l'avance les futurs secteurs qui seront plus densément végétalisés.

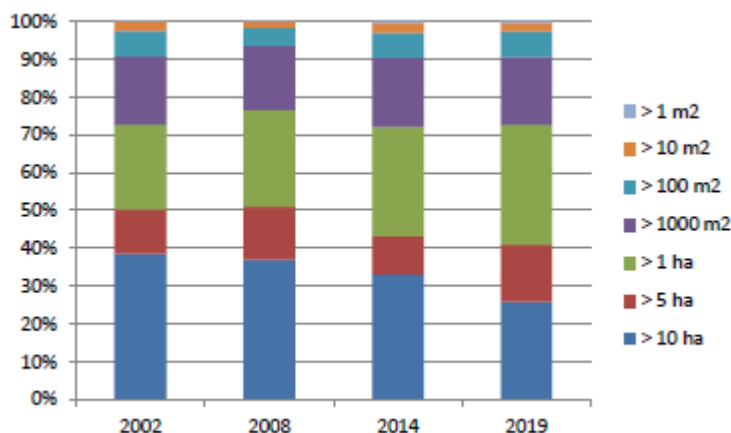


Figure 21 : Pourcentages relatifs des catégories de polygones de surfaces végétalisées par *Zostera marina* de 2002 à 2019.

Tableau 9 : Pourcentages relatifs des classes catégorielles des polygones de surfaces végétalisées de 2002 à 2019.

Polygones	2002	2008	2014	2019	Tendance 2002-19
> 10 ha	38,6	36,9	33,1	25,7	↘
> 5 ha	11,7	14,0	10,1	15,2	↗↘
> 1 ha	22,4	25,7	28,8	31,8	↗
> 1000 m <sup>2</sup>	18,1	17,0	18,4	17,9	→
> 100 m <sup>2</sup>	6,8	4,8	6,7	6,8	→
> 10 m <sup>2</sup>	2,3	1,6	2,6	2,2	→
> 1 m <sup>2</sup>	0,2	0,1	0,4	0,4	→

### **Perturbations de l'herbier d'origine anthropique**

L'examen attentif de la mosaïque orthophotographique a permis de constater que l'herbier semblait en bon état de conservation.

Les taches d'herbiers sont très denses, ce qui suppose l'existence de feuilles longues et d'une densité de pieds au m<sup>2</sup> élevée.

Peu de traces de dégradation mécanique ont été identifiées par rapport aux années précédentes, ce qui indique que les mesures de protections semblent être efficaces. Les actions de destruction mécanique de l'herbier laissent des traces qui sont visibles pendant plusieurs années et leur rareté, à défaut d'absence montre qu'elles ont diminué sensiblement. Toutefois çà et là, des traces de destruction d'herbier sont visibles et certaines sont récentes. Elles trouvent leur origine dans la plaisance amateur (Figure 22 et Figure 23) et la pêche professionnelle ().





Figure 22 : Traces récentes d'ancrage (petites embarcations), Sud-Est archipel



Figure 23 : Traces très récentes d'ancrage et chaîne, Sud-Ouest archipel

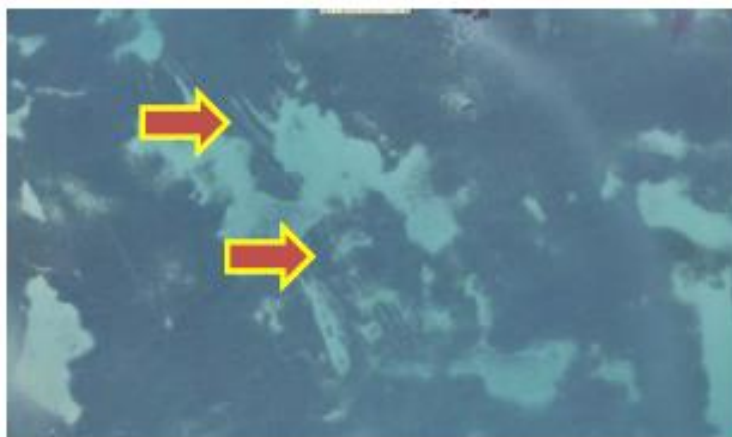


Figure 24 : Traces récentes de dragues à petits bivalves, nord de l'archipel



Figure 25 : Traces anciennes de petits chaluts (2008) en voie de colmatage, nord de l'archipel.

## 2.4 CONCLUSION

### 1. Suivi stationnel

Les cinq stations d'herbiers de l'Ouest Cotentin ont bien été échantillonnées cette année 2019, en respectant le protocole DCE en vigueur. Seul le passage C de la station SIZM03 de Gouville-sur-Mer n'a pu être échantillonné dans sa totalité. En se servant de la cartographie réalisée pour le suivi surfacique de *Zostera marina* sur l'Ouest Cotentin en 2019, la position du passage C de SIZM03 a été modifiée afin de représenter au mieux dans le futur, l'herbier dans cette zone très fragmentée, en bordure de répartition.

Les types sédimentaires des stations SIZM01, SIZM01ter et SIZM02 restent identiques à l'année dernière. Les types sédimentaires au niveau de SIZM01bis (sable fin) et de SIZM03 (sable très grossier) semblent légèrement plus grossiers que l'an passé (sable très fin et sable grossier, respectivement, en 2018).

La densité moyenne de pied de *Zostera marina* la plus forte est relevée au niveau de l'herbier de Saint-Martin de Bréhal et la plus faible au niveau de l'herbier de Gouville-sur-Mer. La densité moyenne de l'herbier de Gouville-sur-Mer pourrait être sous-estimée puisque deux des six prélèvements de mattes et donc deux mesures de densité n'ont pu être effectuées à cause du peu de zostères présentes au point GPS. Tout comme l'année dernière, la surface foliaire moyenne est plus élevée au niveau de SIZM01bis de l'Archipel de Chausey. Le ratio moyen de biomasse épigée sur biomasse hypogée varie de  $0,16 \pm 0,09$  (SIZM01) à  $0,33 \pm 0,13$  (SIZM01bis). Les parties hypogées peuvent se développer en réponse à l'intensité de l'hydrodynamisme fort dans cette zone de l'archipel.

### 2. Suivi surfacique

#### *Secteur Ouest Cotentin*

Les emprises des herbiers de Saint-Martin de Bréhal et de Gouville-sur-Mer, détournées d'après les photographies aériennes d'octobre 2019, sont toujours largement inférieures aux emprises des herbiers de l'état de référence de 1983 (Guillaumont *et al.*, 1987) révisé en 2020 (Monnier *et al.*, 2020). Malgré un niveau d'échelle supérieur ( $1/2500^{\text{ème}}$ ), les suivis surfaciques des années DCE 2013 et 2016 étaient arrivés aux mêmes conclusions. Cependant, les emprises des herbiers de l'Ouest Cotentin semblent avoir augmenté depuis 2016. D'après les photographies aériennes, les herbiers semblent bien plus denses et plus étendus par endroits. La cartographie de l'emprise de l'herbier conforte ce ressenti visuel. En effet, même avec le détournage réalisé à l'échelle  $1/2500^{\text{ème}}$ , plus grossier, qui aurait donc tendance à surestimer les valeurs réelles, les herbiers présentaient respectivement une surface d'environ 38 ha et 235 ha contre 53 ha et 277 ha aujourd'hui, à l'échelle  $1/1000^{\text{ème}}$  (soustraction faite des parcs à huitres). Le biais opérateur, bien que présent (car détournage manuel par photo-interprétation), est minimisé par l'application d'un protocole de digitalisation référencé dans Monnier *et al.* (2020).

Dans un souci de standardisation de l'acquisition de la donnée surfacique DCE, l'équipe benthos du CRESCO- MNHN de Dinard étudie la possibilité d'acquérir les données surfaciques par l'intermédiaire d'un procédé de traitement semi-automatique de l'image, faisant intervenir les moyens techniques et matériels de l'EPHE au laboratoire de géomorphologie et environnement littoral de Dinard.

#### *Secteur Chausey*

L'herbier de zostères marines à Chausey couvre une surface d'au moins 360 ha en 2019. La différence qui existe dans les résultats entre les différentes années s'explique par des expansions et des contractions de l'herbier dues à des causes naturelles et anthropiques. Elles s'expliquent également en raison de la qualité différente des images qui génère de possibles confusions ou interdit la délimitation de la limite inférieure des herbiers. Ceci est assez vrai pour les herbiers situés au nord de l'archipel, le secteur de la Sellière ou dans l'ouest vers les Rondes de l'Ouest par exemple. Des corrections ont été apportées dans certains secteurs car certains fonds colonisés par des crépidules (*Crepidula fornicata*) offrent parfois un « pattern » proche de celui d'un herbier de

zostères. De même, les fonds subtidaux colonisés par les lanices (*Lanice conchilega*) peuvent également être confondus, plus rarement toutefois.

L'herbier de Chausey a perdu presque la totalité de sa surface après la maladie qui a touché l'espèce dans les années 1930. Nous savons qu'en 1924, il occupait près de 760 hectares soit plus du double qu'actuellement. Presque un siècle plus tard, l'herbier est donc encore très loin d'avoir ré-occupé les surfaces d'antan. Pourtant, les conditions hydrologiques ne semblent pas avoir changé comme en témoignent les figures morpho-sédimentaires qui les traduisent et qui sont extrêmement stables depuis 1924. La bathymétrie semble relativement inchangée même si on peut supposer que dans les secteurs occupés par les installations mytilicoles et ostréicoles, la sédimentation s'est accrue, élevant ainsi l'altitude. La carte de situation de 1924 visible dans Godet *et al.* (2008) montre que l'herbier colonisait de vastes surfaces dans tout le nord de l'archipel ainsi que dans le centre et l'extrême est. Ces espaces n'ont toujours pas été recolonisés.

L'herbier de l'archipel de Chausey est un des rares à l'échelle du littoral français et européen à suivre une trajectoire de progression. En effet, la grande majorité des herbiers de zostères marines de l'Europe (soit 40|770 hectares) sont en déclin ou stables depuis le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle avec près de 22|206 hectares perdus (de los Santos *et al.*, 2019 ; Waycott *et al.*, 2009). Les pertes sont essentiellement dues à la maladie causée par *Labyrinthula sp.* des années 1930 (den Hartog, 1987) et qui n'ont jamais été récupérées depuis (Orth *et al.*, 2006). Seuls 2,1% des herbiers de *Z. marina* sont en progression à l'échelle européenne (de los Santos *et al.*, 2019). L'augmentation nette des surfaces observée pendant la décennie 1990-2000 à Chausey s'observe également à l'échelle européenne. Cette progression locale des surfaces est essentiellement due à une dynamique naturelle de l'espèce elle-même favorisée par la mise en place d'installations conchylicoles. Les causes de régression s'expliquent par des dégradations mécaniques (chalutage, dragage, ancres et chaînes) et possiblement des variations dans la qualité des eaux (charge turbide surtout) et à leur température (Arias-Ortiz *et al.*, 2018 ; Ondiviela *et al.*, 2014). L'action de la pêche à pied est à exclure car aucune trace visible à l'échelle des photographies n'est décelable.

L'herbier a vu sa surface doubler entre les années 1990 et 2000 en passant de 178 hectares à 333 hectares, soit une progression annuelle de 15,5 ha/an. Les autres périodes, 1950-1990 et 2000-actuel n'ont connu qu'une progression lente entre 1 et 3 ha/an, voire même de faibles régressions (2014-2019).

L'herbier a connu donc 4 périodes distinctes :

- Une régression extrêmement brutale après 1930 (de 760 ha à quelques hectares) ;
- Une progression lente, documentée seulement depuis les années 1950, jusqu'en 1990 ;
- Une progression très rapide dans la décennie 1990-2000 ;
- Une progression plus lente, voire une tendance à la stabilisation depuis les années 2000.

La résilience de l'herbier après une perturbation majeure est donc lente à l'échelle de plusieurs générations humaines ce qui souligne la fragilité de cette formation végétale et tout l'intérêt des mesures de protection (Unsworth *et al.*, 2018, 2019).

### 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 2018, 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.

#### 3.2 MATERIEL ET METHODES

Les échantillonnages se sont déroulés les 1<sup>er</sup> et 2 août 2019, pour les deux sites. Le site de Saint-Vaast-la-Hougue a été échantillonné à la marée du 1<sup>er</sup> août matin (coefficient 92). Celui de Brévands a été échantillonné à la marée de l'après-midi du 02 août (coefficient 100). L'ensemble des étapes du protocole a été respecté (Auby *et al.*, 2014).

Sur les deux sites, une station de 30 points d'observations a été disposée en 2019. Sur chacun des 30 points (Figure 26), un quadrat de 50 cm X 50 cm a été disposé.

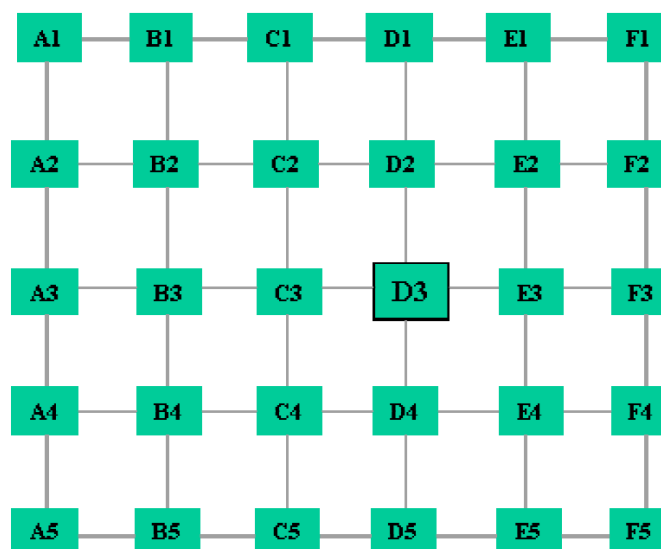


Figure 26 : Schéma de disposition des points d'observation pour une station.

Le Tableau 10 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 10 : 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
<b>SIZN01 - St Vaast la Hougue</b>	HC09	-1,2894	49,5853	01/08/2019
<b>SIZN02 - Pointe de Brévands</b>	HT06M	-1,13115	49,35821	02/08/20219

### 3.2.1 Taux de recouvrement des zostères et biomasse des macroalgues

La présence de macroalgues a été notée. En cas de présence de macroalgues, une photo a été prise. Puis elles ont été récoltées, séparées en fonction de leur couleur et de la station de récolte.

Une seconde photographie a été réalisée pour le traitement informatisé du taux de recouvrement des zostères. De plus, l'estimation visuelle du taux de recouvrement est notée pour chaque observation. L'ombrage des photographies a été réalisé directement par les opérateurs.

Les observations ont ensuite été précisées au moyen de l'évaluation du taux de recouvrement selon les mêmes classes (Tableau 11) à l'aide du logiciel ImageJ.

**Tableau 11 : 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.*

### 3.2.2 Granulométrie et matière organique

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.

Au laboratoire, les échantillons ont été réunis et homogénéisés. Les débris végétaux et les coquilles de mollusques ont été retirés. L'ensemble a été congelé en attente de traitement. La granulométrie pondérale a été analysée au moyen d'une colonne de tamisage à sec après séparation des particules fines (40µm) par rinçage et tamisage. L'ensemble des trois carottes a été homogénéisé. Les résultats ont ensuite été traités à l'aide du package G2SD sous le logiciel R.

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, une carotte de 5 cm de profondeur et de 3 cm de diamètre a été prélevée. L'ensemble des carottes a été individualisé et référencé avec le nom de la station, l'année et le point d'observation.

Les débris végétaux ont été retirés ainsi que la faune présente. Le poids sec a été mesuré après 48 h à l'étuve. Le poids des cendres après 4 h passées dans un four à 450°C a ensuite été mesuré. Le pourcentage de matière organique a été calculé.

### 3.2.3 Suivi surfacique

Le suivi surfacique a été réalisé dans tous les secteurs accessibles de chaque herbier. Il se fait par un détournement des zones d'herbiers occupées par

### 3.3 RESULTATS

#### 3.3.1 Granulométrie

En 2019, les sédiments présentent une granulométrie fine avec en moyenne 15 % de vases (silts) (Figure 27).

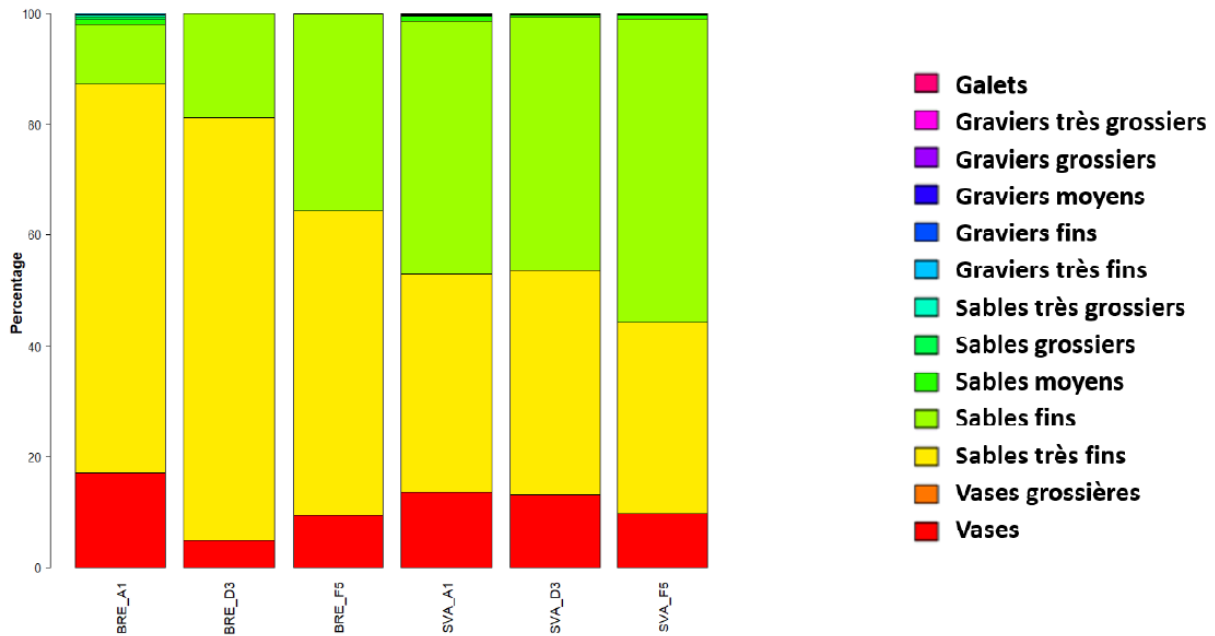


Figure 27 : Classes granulométriques des sédiments meubles pour les stations de zostères naines.

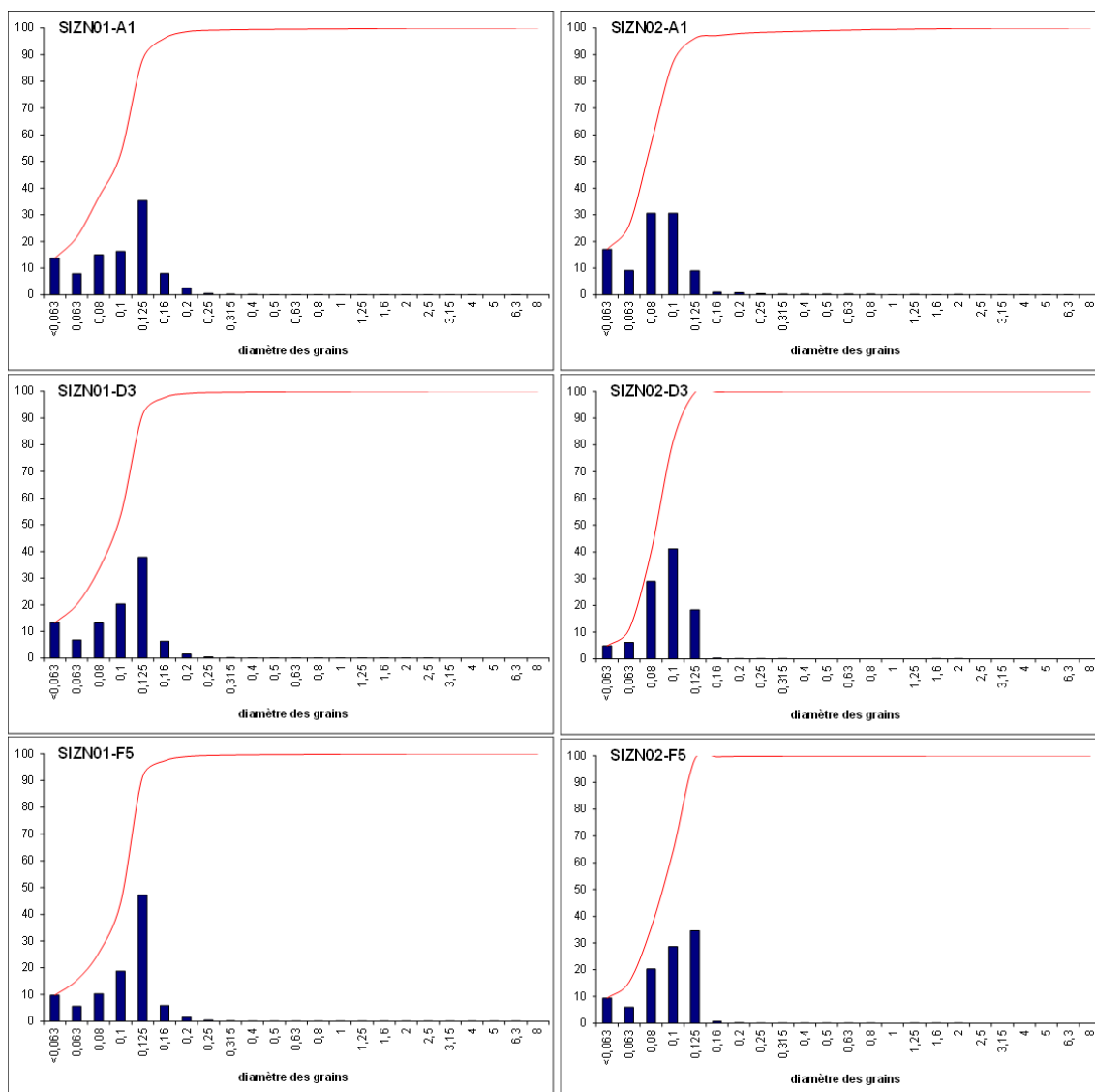
Les textures sédimentaires varient des sables vaseux légèrement graveleux (Tableau 12).  
En 2019, les sédiments évoluent des vases vers les sables fins (Tableau 12).

Tableau 12 : Statistiques granulométriques obtenues en 2019.

Stations		SIZN01	SIZN02
<b>Méthode de Folk &amp; Ward (description)</b>	Texture	Sable vaseux légèrement graveleux	Sable vaseux légèrement graveleux
	Grain moyen ( $\mu\text{m}$ )	Sable fin	Sable
	Tri	Très mal trié	Moyennement trié
	<b>GRAVIER</b>	<b>0,11%</b>	<b>0,12%</b>
	Très grossier	0,00%	0,00%
	Grossier	0,00%	0,0%
	Moyen	0,00%	0,00%
	Fin	0,03%	0,03%
	Très fin	0,08%	0,10%
<b>Texture</b>	<b>SABLE</b>	<b>87,66%</b>	<b>89,47%</b>
	Très grossier	0,12%	0,13%
	Grossier	0,16%	0,21%
	Moyen	0,67%	0,33%
	Fin	48,68%	21,65%
	Très fin	38,02%	67,15%
	<b>VASE</b>	<b>12,22%</b>	<b>10,42%</b>
	<b>Médiane (<math>D_{50}</math>) (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	179,10	132,00
	<b>Indice de Trask (<math>S_o</math>)</b>	1,45	1,34

La Figure 28 présente les granulométries sous forme d'histogrammes et de courbes de pourcentage cumulés des poids des fractions sédimentaires.





**Figure 28 : Poids des fractions sédimentaires et pourcentages cumulés pour les trois points des deux stations échantillonnées en 2019.**

Au regard de l'évolution de la composition sédimentaire (Figure 29), l'année 2019 se démarque des deux années précédentes (2017 et 2018) et semble similaire à l'année 2015. Cependant, les années 2017 et 2018 marquent une modification importante de la composition sédimentaire par rapport aux trois années antérieures. Les deux stations présentaient des pourcentages de vase importante par rapport aux quatre autres années comparées.



Figure 29 : 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.

Le Tableau 13 montre le pourcentage de matière organique moyen et les écarts-types pour chaque site.

Tableau 13 : Taux de matière organique dans le sédiment pour les stations de zostères naines.

	% moyen	ET
<b>SIZN01</b>	1,18	0,41
<b>SIZN02</b>	1,40	0,38

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 1,18 % et de 1,40 % pour le site de Brévands. Les écarts-types sont relativement faibles. La Figure 30 illustre les variations entre les différents réplicats, qui globalement sont homogènes.

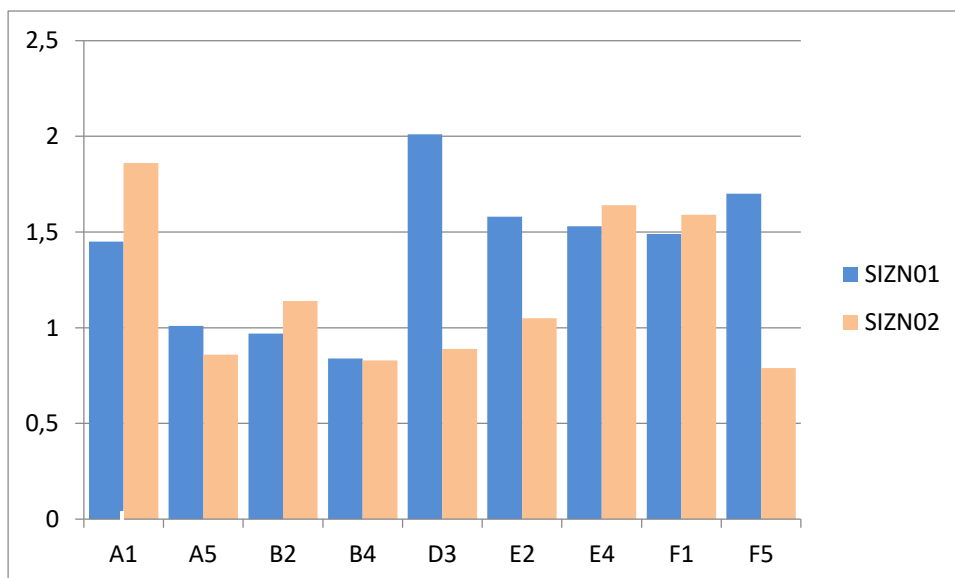


Figure 30 : Taux de matière organique par échantillon pour les deux stations en 2019. Les droites en pointillés figurent les moyennes respectives de chacune des stations.

Au regard de l'évolution du pourcentage de matière organique (Figure 31), l'année 2019 est similaire aux autres années (pourcentage avoisinant les 1,5 %). Seule l'année 2015 se démarque des autres avec un pourcentage de matière organique élevé (environ 18%).

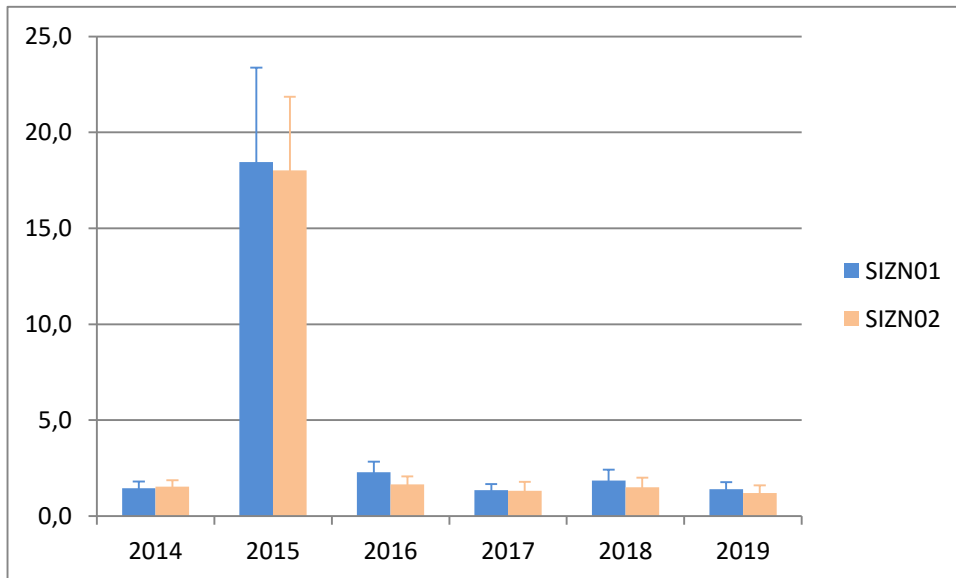


Figure 31 : Evolution du pourcentage de matière organique depuis 2014.

### 3.3.3 Recouvrement en zostères et macroalgues

Les Tableau 14 et Tableau 15 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 14 : 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-A1-2019	67,30	51-75	RV	3,26	0,02	0
SIZN01-A2-2019	29,16	26-50	RV	0,55	0,90	0
SIZN01-A3-2019	0,00	0	RV	0,44	1,30	0
SIZN01-A4-2019	79,22	76-99	RVB	2,60	1,99	0,14
SIZN01-A5-2019	49,58	26-50	RV	14,59	0	0
SIZN01-B1-2019	0,00	0	RV	11,64	0,04	0
SIZN01-B2-2019	0,00	0	RV	0,18	1,05	0
SIZN01-B3-2019	0,00	0	RV	0,14	1,02	0
SIZN01-B4-2019	0,00	0	RV	0,10	0,01	0
SIZN01-B5-2019	0,00	0		0	0	0
SIZN01-C1-2019	0,00	0	RV	26,33	10,61	0
SIZN01-C2-2019	0,00	0	RV	0,28	0,83	0
SIZN01-C3-2019	0,00	0	RV	0,46	0,04	0
SIZN01-C4-2019	0,00	0	RV	0,05	0,55	0
SIZN01-C5-2019	0,00	0		0	0	0
SIZN01-D1-2019	0,00	0	RV	1,24	1,60	0
SIZN01-D2-2019	72,28	51-75		0	0	0
SIZN01-D3-2019	14,82	1-25	RV	6,22	0,13	0
SIZN01-D4-2019	16,12	1-25	RV	0,98	0,42	0
SIZN01-D5-2019	25,59	1-25	RV	7,63	0,19	0
SIZN01-E1-2019	13,39	1-25	RV	2,24	0,02	0
SIZN01-E2-2019	86,03	76-99	RV	0,86	0,01	0
SIZN01-E3-2019	29,01	26-50	RV	1,98	0,05	0
SIZN01-E4-2019	16,09	1-25	RV	1,81	3,44	0
SIZN01-E5-2019	0,00	0		0	0	0
SIZN01-F1-2019	Pas de photos	0		0	0	0
SIZN01-F2-2019	Pas de photos	100		0	0	0
SIZN01-F3-2019	Pas de photos	76-99		0	0	0
SIZN01-F4-2019	Pas de photos	76-99	RV	8,74	0,10	0
SIZN01-F5-2019	0,00	0	RV	11,70	0,03	0

Tableau 15 : 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-A1-2019	52,59	51-75	R	0,32	0	0
SIZN02-A2-2019	0,00	0		0	0	0
SIZN02-A3-2019	12,89	1-25		0	0	0
SIZN02-A4-2019	5,55	1-25		0	0	0
SIZN02-A5-2019	0,00	0		0	0	0
SIZN02-B1-2019	0,00	0		0	0	0
SIZN02-B2-2019	22,90	1-25	R	1,92	0	0
SIZN02-B3-2019	41,23	26-50		0	0	0
SIZN02-B4-2019	0,00	0		0	0	0
SIZN02-B5-2019	37,15	26-50		0	0	0
SIZN02-C1-2019	63,35	51-75		0	0	0
SIZN02-C2-2019	5,83	1-25		0	0	0
SIZN02-C3-2019	74,94	51-75		0	0	0
SIZN02-C4-2019	0,00	0		0	0	0
SIZN02-C5-2019	0,00	0		0	0	0
SIZN02-D1-2019	59,07	51-75		0	0	0
SIZN02-D2-2019	46,88	26-50		0	0	0
SIZN02-D3-2019	22,71	1-25	Non/Spartines	0	0	0
SIZN02-D4-2019	51,65	51-75	R	0,46	0	0
SIZN02-D5-2019	58,87	51-75		0	0	0
SIZN02-E1-2019	56,78	51-75	R	0,78	0	0
SIZN02-E2-2019	52,03	51-75		0	0	0
SIZN02-E3-2019	74,84	51-75		0	0	0
SIZN02-E4-2019	66,53	51-75		0	0	0
SIZN02-E5-2019	69,78	51-75		0	0	0
SIZN02-F1-2019	59,85	51-75		0	0	0
SIZN02-F2-2019	55,37	51-75	R	3,31	0	0
SIZN02-F3-2019	55,59	51-75		0	0	0
SIZN02-F4-2019	53,52	51-75		0	0	0
SIZN02-F5-2019	77,18	76-99		0	0	0

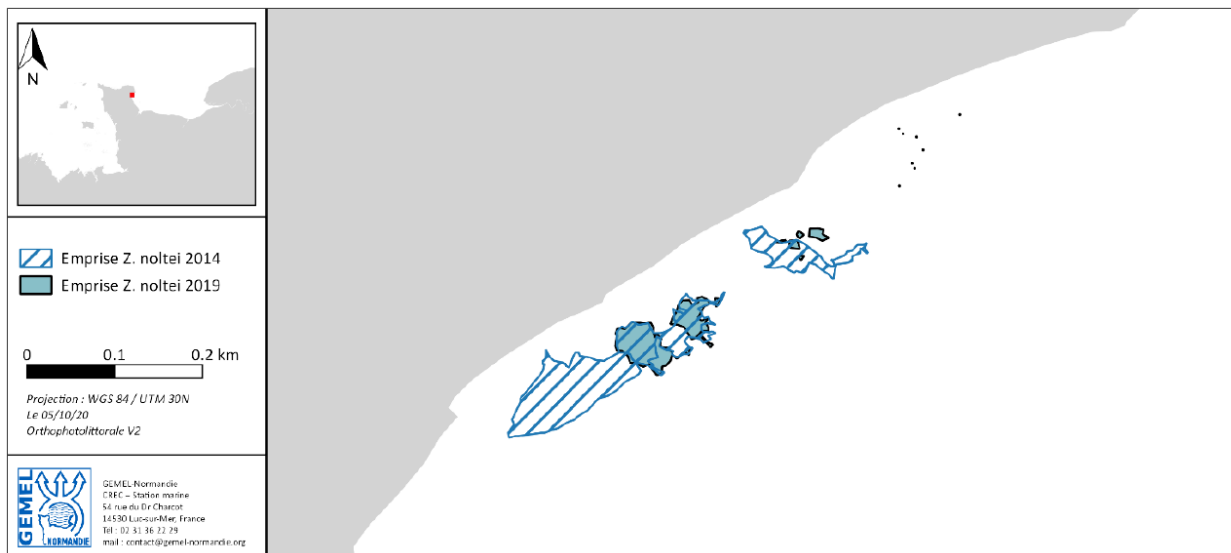
Le taux moyen de recouvrement est égal à 40,33 % pour le site de Brévands et de 25,12 % pour le site de Saint-Vaast-la-Hougue. Ce dernier a été calculé à partir de la médiane des classes de taux de recouvrement.

Globalement, un herbier plus développé est observé à Brévands (SIZN02) avec des pourcentages de recouvrement de zostères naines supérieurs et un couvert algal inférieur (Tableau 14 et Tableau 15).

### 3.3.4 Suivi surfacique des herbiers

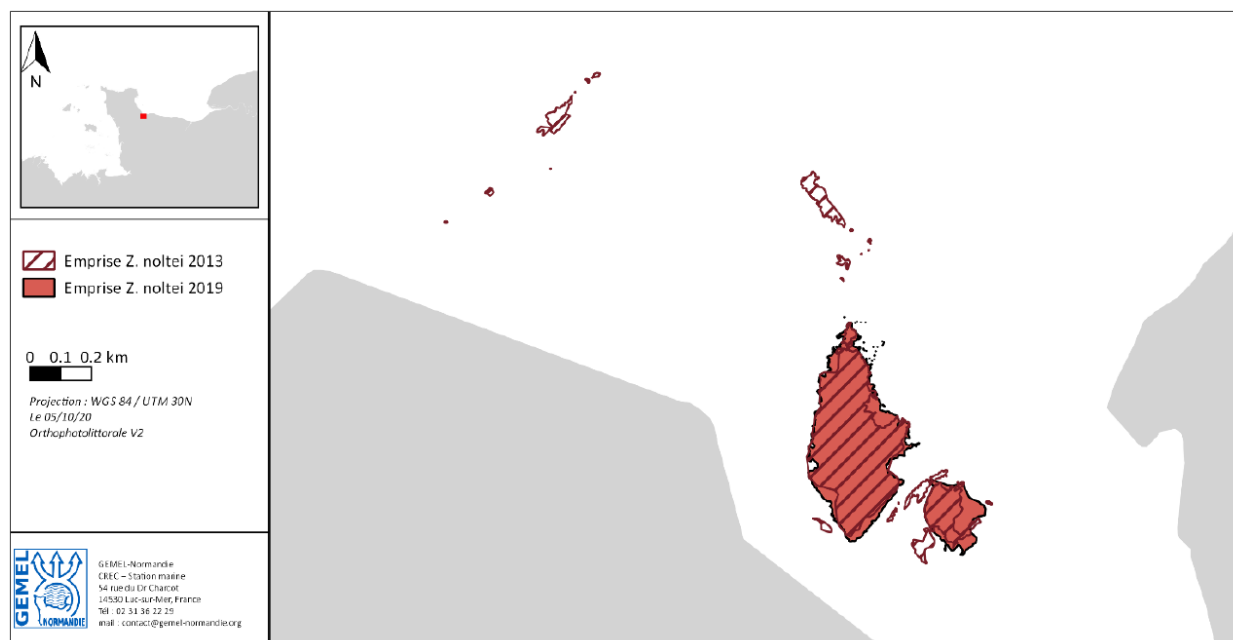
Les observations sur le terrain ont montré que les herbiers sont très fragmentés en périphérie sur les deux sites. Ces fragments ont été identifiés dans la mesure du possible *in situ*.

Pour Saint-Vaast, l'herbier n'a pas recolonisé le secteur ouest identifié en 2018 et disparu en 2014 et 2017. Dans la partie est, des patchs isolés d'un ou plusieurs mètres carrés ont été observés. L'herbier est passé de 1,6 ha à 0,3 ha entre 2014 et 2019 (Figure 32).



**Figure 32 : Détournage à pied de l'herbier de zostère de Saint Vaast (SIZN01).**

En baie des Veys, la partie de l'herbier la plus à l'est est découpée par des chenaux non vidangés à l'heure de l'étal de marée basse et non traversables (Figure 33). La surface en 2019 (16 ha) est quasiment la même qu'en 2013 (17,6 ha) en sachant que les zones ouest et nord de Brévands (2013) n'ont pas été prospectées en 2019. La zone ouest ayant été observée en 2020, il peut donc être conclu que cet herbier est en extension surfacique à la pointe de Brévands.



**Figure 33 : Détournage à pied de l'herbier de zostère de Brévands (SIZN02).**

### 3.4 CONCLUSION

Le taux moyen de recouvrement des points d'observation est plus élevé sur le site de Brévands en 2019 et est équivalent à 2018 sur le site de Saint-Vaast-la-Hougue. En 2018, ce taux moyen de recouvrement est égal à 27,68% pour le site de Brévands et de 26,45 % pour le site de Saint-Vaast-la-Hougue. En 2017, il était respectivement de 41,25% et 26,60%. 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 1,18% pour Saint-Vaast-la-Hougue et de 1,40% pour le site de Brévands. Ils sont similaires à ceux observés depuis 2016 sur les deux sites.



## 4. SYNTHÈSE DES INDICATEURS EN 2017

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 à *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. Ces résultats sont fournis à titre indicatif, car actuellement tous les indices utilisés en France ne sont pas intercalibrés au niveau européen. Un indicateur 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 2017 des derniers résultats du contrôle biologique des éléments de qualité benthique : faune invertébré benthique (FAU), angiospermes (ANG).**

Masses d'eau	FAU (2011-2016)	ANG (2017)
HC01	0,78	0,89
HC02	0,83	
HC03	0,92	0,69
HC04	0,85	
HC60	0,96	
HC61M	0,87	
HC07		
HC08		
HC09	0,92	0,47
HC10	0,7	
HC11		
HC12		
HC13	0,88	
HC14	0,81	
HC15	0,88	
HC16M	0,88	
HC17		
HC18	0,88	
HT03M		
HT04M		
HT05M		
HT06M		0,74

## 6. OPERATIONS PROGRAMMEES EN 2018 ET 2019

En 2018, les actions menées ont été les suivantes :

- 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 marines :
  - Herbiers à Zostères marines :
    - Stationnel : La totalité des 5 herbiers a été échantillonnée.
  - Herbiers à Zostères naines :
    - Stationnel : les deux herbiers à *Zostera noltei* ont été échantillonnés.

Pour l'année 2019, 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.
    - Surfacique : l'évaluation surfacique des herbiers de Chausey et de la côte Ouest-Cotentin est planifiée.
  - Herbiers à Zostères naines :
    - Stationnel : 2 herbiers à *Zostera noltei* seront échantillonnés
    - Surfacique : l'évaluation surfacique des herbiers de Brévands et de saint-Vaast-la-Hougue est planifiée.

## 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., Voldoire 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. Annexes

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

SIZM01

Date (jj/mm/aa):	21/03/2019	Heure (hh/mm):	14h30	Heure BM (coeff : hauteur):	14h43 (114 ; 0,83m)
Code M.E./Station-prélèvement:	FRHC03/SIZM01_A	Lat (WGS84):	48.87972	Long (WGS84):	1.77696
Commune:	Code/n° Photo :				
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment					
Nom/organisme préleveur:					
Aubin Sébastien ; Latry Lise ; Emma Robin ; Julien Guillaudeau ; Valentin Danet					
N°/Nbre de répliquats:	5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO				
Engin - maille (taille/forme)					
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)				
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo				
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo				
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo				
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo				
Qualité de l'échantillon :					
comptage pieds 1 :	56				
comptage pieds 2 :	23				
matte 1 :	ok				
matte 2 :	ok				
10 pieds :	ok				
GRANULO :	ok				
3 MO :	ok				
Sédiment :					
Espèces remarquables (n° pilus):					
Observations (météo, courant, ...):					
Nuageux, vent nul					

Date (jj/mm/aa):	21/03/2019	Heure (hh/mm):	14h00	Heure BM (coeff : hauteur):	14h43 (114 ; 0,83m)
Code M.E./Station-prélèvement:	FRHC03/SIZM01_B	Lat (WGS84):	48.87894	Long (WGS84):	1.77733
Commune:	Code/n° Photo :				
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment					
Nom/organisme préleveur:					
Aubin Sébastien ; Latry Lise ; Emma Robin ; Julien Guillaudeau ; Valentin Danet					
N°/Nbre de répliquats:	5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO				
Engin - maille (taille/forme)					
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)				
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo				
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo				
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo				
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo				
Qualité de l'échantillon :					
comptage pieds 1 :	41				
comptage pieds 2 :	34				
matte 1 :	ok				
matte 2 :	ok				
10 pieds :	ok				
GRANULO :	ok				
3 MO :	ok				
Sédiment :					
Espèces remarquables (n° pilus):					
Observations (météo, courant, ...):					
Nuageux, vent nul					

Date (jj/mm/aa):	21/03/2019	Heure (hh/mm):	14h15	Heure BM (coeff : hauteur):	14h43 (114 ; 0,83m)
Code M.E./Station-prélèvement:	FRHC03/SIZM01_C	Lat (WGS84):	48.87807	Long (WGS84):	1.77756
Commune:	Code/n° Photo :				
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment					
Nom/organisme préleveur:					
Aubin Sébastien ; Latry Lise ; Emma Robin ; Julien Guillaudeau ; Valentin Danet					
N°/Nbre de répliquats:	5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO				
Engin - maille (taille/forme)					
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)				
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo				
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo				
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo				
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo				
Qualité de l'échantillon :					
comptage pieds 1 :	52				
comptage pieds 2 :	57				
matte 1 :	ok				
matte 2 :	ok				
10 pieds :	ok				
GRANULO :	ok				
3 MO :	ok				
Sédiment :					
Espèces remarquables (n° pilus):					
Observations (météo, courant, ...):					
Nuageux, vent nul					

SIZM01bis

Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff) :
23/03/2019	15h10	16h09 (109 ; 0,78m)
Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :
FRHC01/SIZM01bis_A	48.87587 N	1.80118 W
Commune : Chausey	Code/n° Photo :	
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur :		
Aubin Sébastien ; Latry Lise ; Emma Robin ; Julien Guillaudeau ; Valentin Danet		
N°/Nbre de répliqués :	5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO	
Engin - maille (taille/forme)		
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)	
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo	
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo	
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo	
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo	
Qualité de l'échantillon :		
comptage pieds 1 :	87	
comptage pieds 2 :	44	
matte 1 :	ok	
matte 2 :	ok	
10 pieds :	ok	
GRANULO :	ok -> frais	
3 MO :	ok -> congel	
Sédiment :	vase sableuse	
Espèces remarquables (n° pilus) :		
Observations (météo, courant, ...):	Ciel dégagé, vent nul, herbier très nettement découvert. Nouvelles coordonnées : point décalé en 2018, plus représentatif de l'herbier	

Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff) :
23/03/2019	15h45	16h09 (109 ; 0,78m)
Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :
FRHC01/SIZM01bis_B	48.876517 N	1.80184 W
Commune : Chausey	Code/n° Photo :	
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur :		
Aubin Sébastien ; Latry Lise ; Emma Robin ; Julien Guillaudeau ; Valentin Danet		
N°/Nbre de répliqués :	5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO	
Engin - maille (taille/forme)		
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)	
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo	
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo	
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo	
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo	
Qualité de l'échantillon :		
comptage pieds 1 :	33	
comptage pieds 2 :	48	
matte 1 :	ok	
matte 2 :	ok	
10 pieds :	ok	
GRANULO :	ok -> frais	
3 MO :	ok -> congel	
Sédiment :	vase sableuse	
Espèces remarquables (n° pilus) :		
Observations (météo, courant, ...):	Ciel dégagé, vent nul, herbier très nettement découvert.	

Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff) :
23/03/2019	15h30	16h09 (109 ; 0,78m)
Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :
FRHC01/SIZM01bis_C	48.87623 N	1.80051 W
Commune : Chausey	Code/n° Photo :	
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur :		
Aubin Sébastien ; Latry Lise ; Emma Robin ; Julien Guillaudeau ; Valentin Danet		
N°/Nbre de répliqués :	5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO	
Engin - maille (taille/forme)		
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)	
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo	
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo	
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo	
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo	
Qualité de l'échantillon :		
comptage pieds 1 :	51	
comptage pieds 2 :	35	
matte 1 :	ok	
matte 2 :	ok	
10 pieds :	ok	
GRANULO :	ok -> frais	
3 MO :	ok	
Sédiment :	vase sableuse	
Espèces remarquables (n° pilus) :		
Observations (météo, courant, ...):	Ciel dégagé, vent nul, herbier très nettement découvert.	



SIZM01ter

Date (jj/mm/aa):	22/03/2019	Heure (hh/mm):	14h40	Heure BM (coeff):	15h29 (115 ; 0,60m)
Code M.E./Station-prélèvement:	FRHC01/SIZM01ter_A	Lat (WGS84):	48,87380 N	Long (WGS84):	1,85080 W
Commune:	Chausey	Code/n° Photo:			
<b>Paramètre:</b> Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment					
<b>Nom/organisme préleveur:</b> Aubin Sébastien ; Latry Lise ; Emma Robin ; Julien Guillaudeau ; Valentin Danet					
<b>N°/Nbre de répliquats:</b> 5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO					
<b>Engin - maille (taille/forme)</b>					
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)				
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo				
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo				
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo				
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo				
<b>Qualité de l'échantillon:</b>					
comptage pieds 1 :	26				
comptage pieds 2 :	37				
matte 1 :	ok				
matte 2 :	ok				
10 pieds :	ok				
GRANULO :	ok -> frais				
3 MO :	ok -> congel				
<b>Sédiment:</b>					
<b>Espèces remarquables (n° pilus):</b>					
<b>Observations (météo, courant, ...):</b> Herbier découvert 1h avant la basse mer. Temps radieux et très doux pour la saison					

Date (jj/mm/aa):	22/03/2019	Heure (hh/mm):	15h15	Heure BM (coeff):	15h29 (115 ; 0,60m)
Code M.E./Station-prélèvement:	FRHC01/SIZM01ter_B	Lat (WGS84):	48,87361 N	Long (WGS84):	1,85024 W
Commune:	Chausey	Code/n° Photo:			
<b>Paramètre:</b> Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment					
<b>Nom/organisme préleveur:</b> Aubin Sébastien ; Latry Lise ; Emma Robin ; Julien Guillaudeau ; Valentin Danet					
<b>N°/Nbre de répliquats:</b> 5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO					
<b>Engin - maille (taille/forme)</b>					
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)				
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo				
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo				
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo				
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo				
<b>Qualité de l'échantillon:</b>					
comptage pieds 1 :	29				
comptage pieds 2 :	37				
matte 1 :	ok				
matte 2 :	ok				
10 pieds :	ok				
GRANULO :	ok				
3 MO :	ok				
<b>Sédiment:</b>					
<b>Espèces remarquables (n° pilus):</b>					
<b>Observations (météo, courant, ...):</b> Herbier découvert 1h avant la basse mer. Temps radieux et très doux pour la saison					

Date (jj/mm/aa):	22/03/2019	Heure (hh/mm):	14h57	Heure BM (coeff):	15h29 (115 ; 0,60m)
Code M.E./Station-prélèvement:	FRHC01/SIZM01ter_C	Lat (WGS84):	48,87330 N	Long (WGS84):	1,85043 W
Commune:	Chausey	Code/n° Photo:			
<b>Paramètre:</b> Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment					
<b>Nom/organisme préleveur:</b> Aubin Sébastien ; Latry Lise ; Emma Robin ; Julien Guillaudeau ; Valentin Danet					
<b>N°/Nbre de répliquats:</b> 5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO					
<b>Engin - maille (taille/forme)</b>					
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)				
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo				
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo				
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo				
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo				
<b>Qualité de l'échantillon:</b>					
comptage pieds 1 :	27				
comptage pieds 2 :	55				
matte 1 :	ok				
matte 2 :	ok				
10 pieds :	ok				
GRANULO :	ok				
3 MO :	ok				
<b>Sédiment:</b>					
<b>Espèces remarquables (n° pilus):</b>					
<b>Observations (météo, courant, ...):</b> Herbier découvert 1h avant la basse mer. Temps radieux et très doux pour la saison					

SIZM02

Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff ; hauteur) :
19/04/2019	14h45	15h27 (107 ; 0,61m)
Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :
FRHC03/SIZM02_A	48,89569 N	1,59332 W
Commune : Saint-Martin-de-Bréhal		
Code/n° Photo :		
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur ; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur :		
Aubin ; Monnier ; Andres		
N°/Nbre de répliquats :		
5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO		
Engin - maille (taille/forme)		
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)	
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo	
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo	
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo	
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo	
Qualité de l'échantillon :		
comptage pieds 1 :	29	
comptage pieds 2 :	42	
matte 1 :	OK	
matte 2 :	OK	
10 pieds :	OK	
GRANULO :	OK	
3 MO :	OK	
Sédiment :		
Espèces remarquables (n° pilus) :		
Observations (météo, courant, ...) :		
Beau temps, Vent ENE 2-3Bt Encore de l'eau sur site au moment du prélèvement. Le comptage ainsi que le prélèvement de matres se sont faits sur les parties hautes du passage pour faciliter le travail des opérateurs		

Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff ; hauteur) :
19/04/2019	15h30	15h27 (107 ; 0,61m)
Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :
FRHC03/SIZM02_B	48,89583 N	1,59209 W
Commune : Saint-Martin-de-Bréhal		
Code/n° Photo :		
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur ; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur :		
Aubin ; Monnier ; Andres		
N°/Nbre de répliquats :		
5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO		
Engin - maille (taille/forme)		
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)	
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo	
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo	
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo	
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo	
Qualité de l'échantillon :		
comptage pieds 1 :	85	
comptage pieds 2 :	75	
matte 1 :	OK	
matte 2 :	OK	
10 pieds :	OK	
GRANULO :	OK	
3 MO :	OK	
Sédiment :		
Espèces remarquables (n° pilus) :		
Observations (météo, courant, ...) :		

Date (jj/mm/aa) :	Heure (hh/mm) :	Heure BM (coeff ; hauteur) :
19/04/2019	15h16	15h27 (107 ; 0,61m)
Code M.E./Station-prélèvement :	Lat (WGS84) :	Long (WGS84) :
FRHC03/SIZM02_C	48,89638 N	1,59083 W
Commune : Saint-Martin-de-Bréhal		
Code/n° Photo :		
Paramètre : Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur ; Faune/Flore/Sédiment		
Nom/organisme préleveur :		
Aubin ; Monnier ; Andres		
N°/Nbre de répliquats :		
5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matre + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO		
Engin - maille (taille/forme)		
comptage pieds :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)	
extraction matre :	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation - 20°C au labo	
10 pieds :	1 sac, congélation - 20°C au labo	
granulo :	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo	
MO :	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo	
Qualité de l'échantillon :		
comptage pieds 1 :	52	
comptage pieds 2 :	58	
matte 1 :	OK	
matte 2 :	OK	
10 pieds :	OK	
GRANULO :	OK	
3 MO :	OK	
Sédiment :		
Espèces remarquables (n° pilus) :		
Observations (météo, courant, ...) :		

SIZM03

Date (jj/mm/aa):	19/04/2019	Heure (hh/mm):	15h25 - 15h35	Heure BM (coeff ; hauteur):	15h27 (107 ; 0,61m)
Code M.E./Station-prélèvement:	FRHC03/SIZM03_A	Lat (WGS84):	49,09354	Long (WGS84):	1,62294
Commune:	Gouville-sur-Mer	Code/n° Photo:			
Paramètre:	Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment				
Nom/organisme préleveur:	Janson ; Lamoureux ; Simian				
N°/Nbre de réplicats:	5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matte + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO				
Engin - maille (taille/forme)					
comptage pieds:	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)				
extraction matte:	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo				
10 pieds:	1 sac, congélation -20°C au labo				
granulo:	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo				
MO:	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo				
Qualité de l'échantillon:					
comptage pieds 1:	29				
comptage pieds 2:	16				
matte 1:	OK				
matte 2:	OK				
10 pieds:	OK				
GRANULO:	OK (cailloutis + vase au fond)				
3 MO:	OK (1 coquillier et 2 vases)				
Sédiment:	sable envasé graveleux				
Espèces remarquables (n° pilus):					
Observations (météo, courant, ...):	Beau temps ; Vent 3/4 Bft NE Prélèvement avec 10cm d'eau sur site. Malgré l'anticyclone l'herbier met du temps à découvrir				

Date (jj/mm/aa):	19/04/2019	Heure (hh/mm):	16h - 16h15	Heure BM (coeff ; hauteur):	15h27 (107 ; 0,61m)
Code M.E./Station-prélèvement:	FRHC03/SIZM03_B	Lat (WGS84):	49,09326	Long (WGS84):	1,62410
Commune:	Gouville-sur-Mer	Code/n° Photo:			
Paramètre:	Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment				
Nom/organisme préleveur:	Janson ; Lamoureux ; Simian				
N°/Nbre de réplicats:	5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matte + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO				
Engin - maille (taille/forme)					
comptage pieds:	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)				
extraction matte:	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo				
10 pieds:	1 sac, congélation -20°C au labo				
granulo:	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo				
MO:	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo				
Qualité de l'échantillon:					
comptage pieds 1:	17				
comptage pieds 2:	8				
matte 1:	OK				
matte 2:	OK				
10 pieds:	OK				
GRANULO:	OK				
3 MO:	OK				
Sédiment:	sable envasé graveleux				
Espèces remarquables (n° pilus):					
Observations (météo, courant, ...):					

Date (jj/mm/aa):	19/04/2019	Heure (hh/mm):	15h40 - 15h50	Heure BM (coeff ; hauteur):	15h27 (107 ; 0,61m)
Code M.E./Station-prélèvement:	FRHC03/SIZM03_C	Lat (WGS84):	49,09270	Long (WGS84):	1,62531
Commune:	Gouville-sur-Mer	Code/n° Photo:			
Paramètre:	Subtidal / Intertidal; Meuble/Dur; Faune/Flore/Sédiment				
Nom/organisme préleveur:	Janson ; Lamoureux ; Simian				
N°/Nbre de réplicats:	5 FLORE (2 comptages pieds + 2 extractions matte + 10 pieds ) - 1 GRANULO - 3 MO				
Engin - maille (taille/forme)					
comptage pieds:	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> (0,316 x 0,316 m)				
extraction matte:	quadrat 0,1 m <sup>2</sup> , pelle, truelle, tamis 1 mm, 2 sacs, congélation -20°C au labo				
10 pieds:	1 sac, congélation -20°C au labo				
granulo:	carrotier 9 cm diam, congélation -20°C labo				
MO:	3 piluliers Ø=3cm, z=7cm, congélation -20°C labo				
Qualité de l'échantillon:					
comptage pieds 1:	3				
comptage pieds 2:	5				
matte 1:	-				
matte 2:	-				
10 pieds:	OK				
GRANULO:	OK				
3 MO:	OK				
Sédiment:					
Espèces remarquables (n° pilus):					
Observations (météo, courant, ...):	"herbier" dispersé, zone à fort courant, bcp de sargasse (tapis) Pas de prélèvement de matte sur le passage car pas assez de zostères / Point à déplacer ?? Réponse avec le surfacique de septembre 2019				

Annexe 2 : photographies de l'état général de l'herbier du passage C, station SIZM03, à Gouville-sur-Mer le 19 avril 2019

