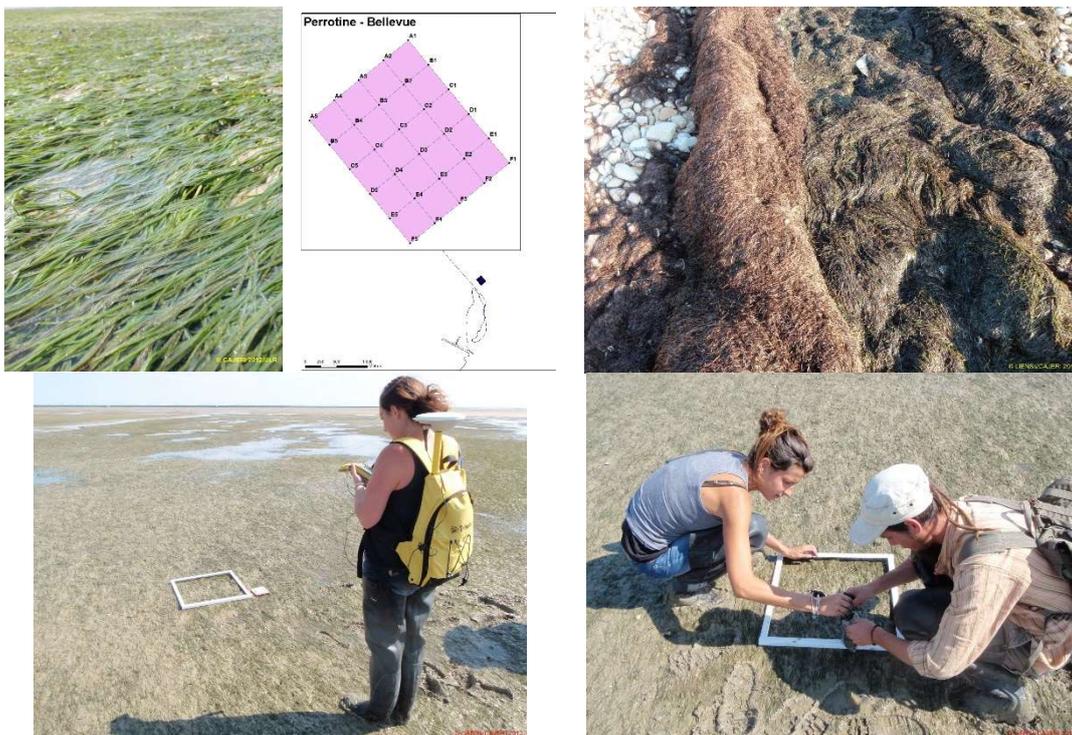


Contrat d'étude Ifremer 2012 n° 5210890

**Contrôle de surveillance 2012 DCE de la flore benthique
et de la faune benthique de substrat meuble de la masse
d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02 :
herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei***



**SAURIAU P.-G.¹, AUBERT F.¹, CAJERI P.¹, CURTI C.¹,
LATRY L.¹, LEGUAY D.² & PINEAU Ph.¹**

¹ LIENSs, CNRS, Université de la Rochelle, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle

² IFREMER, LER-PC, Place Gaby Coll, BP 5, 17137

Sommaire

1 - INTRODUCTION.....	1
2 - MATÉRIEL ET MÉTHODES	3
2.1 - CALENDRIER DE RÉALISATION DES OPÉRATIONS À LA MER	3
2.2 - PRÉSENTATION DES STATIONS	3
2.3 - PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES DES ZOSTÈRES.....	13
2.4 - PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES DES MACROALGUES	15
2.5 - PRÉLÈVEMENTS DU SÉDIMENT.....	15
2.6 - ANALYSE DES SÉDIMENTS	16
2.7 - TEMPS AGENT AFFECTÉ AUX SUIVIS ET ANALYSES	18
3 - RÉSULTATS.....	20
3.1 - SÉDIMENTS.....	20
3.2 - GRILLE D'ÉCHANTILLONNAGE	22
3.3 - MACROALGUES : BIOMASSE	25
3.4 - ZOSTÈRE : TAUX DE RECOUVREMENT	27
3.5 - LES OISEAUX HERBIVORES CONSOMMATEURS DE ZOSTÈRES	30
4 - CONCLUSION	34
5 - BIBLIOGRAPHIE.....	35
6 - ANNEXES	37
6.1 - ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES DE 2012.....	37

1 - Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE établit un nouveau cadre (http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce) pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe comme objectif général d'atteindre, à l'horizon 2015, un bon état écologique et chimique des masses d'eaux souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières (MEC) et les eaux de transition (MET).

Le contrôle de surveillance de l'état écologique s'effectue entre autres éléments biologiques sur les macrophytes, les invertébrés benthiques et les phanérogames marines. C'est parmi celles-ci que se trouvent les herbiers intertidaux de la zostère naine *Zostera (Zosterella) noltei* Hornemann (voir pour la synonymie le site WoRMS <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145796>).

Dans le district Adour-Garonne, la seconde masse d'eau côtière la plus septentrionale retenue pour le contrôle de surveillance est la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais - FRFC02 » située à l'Est de l'île d'Oléron et réceptacle des eaux de la Charente (**Figure 1**).

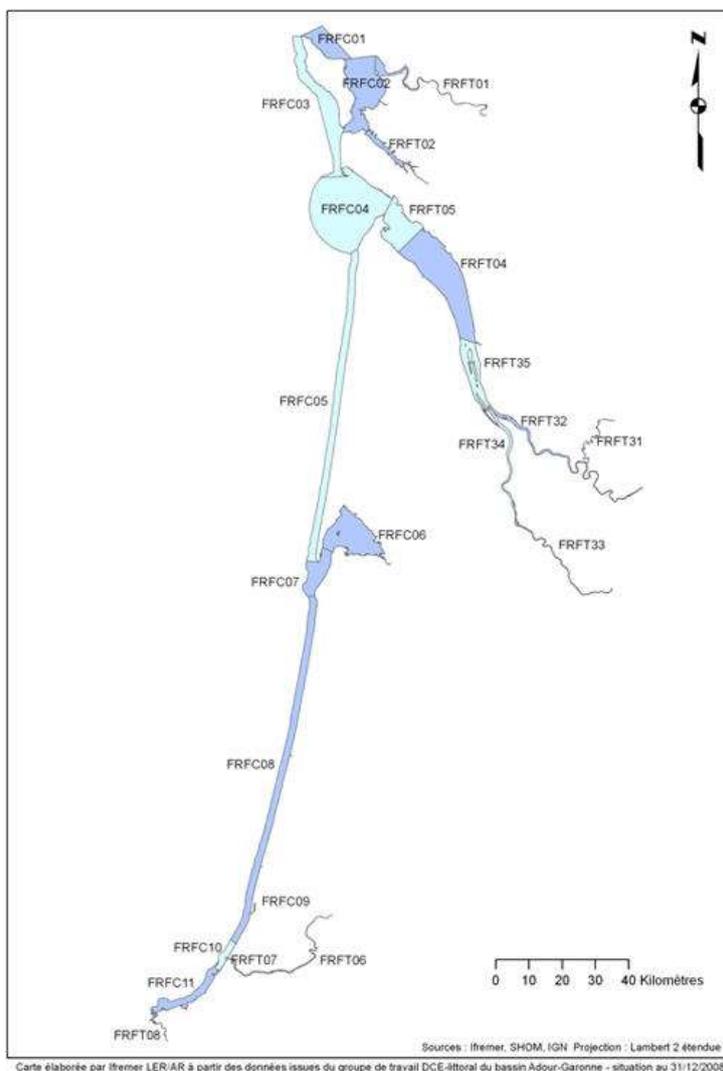


Figure 1 : Masse d'eau côtière « Pertuis Charentais - FRFC02 » dans le bassin Adour-Garonne. Source http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce

Les opérations de surveillance retenues en 2012 pour la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02 étaient (**Figure 2**) :

- échantillonnage stationnel des invertébrés benthiques de substrat meuble en avril 2012 sur une station subtidale, Boyardville et deux stations intertidales Les Doux et Bellevue selon le protocole DCE (Anonymes, 2005) de cinq réplicats (0,1 m²) par station.
- échantillonnage stationnel des herbiers de la zostère naine *Zostera (Zosterella) noltei* Hornemann en septembre 2012 sur la station Les Doux ainsi que sur deux nouvelles stations Le Château d'Oléron et Perrotine-Bellevue selon le nouveau protocole (Auby et al., 2012) du contrôle de surveillance DCE des herbiers intertidaux.

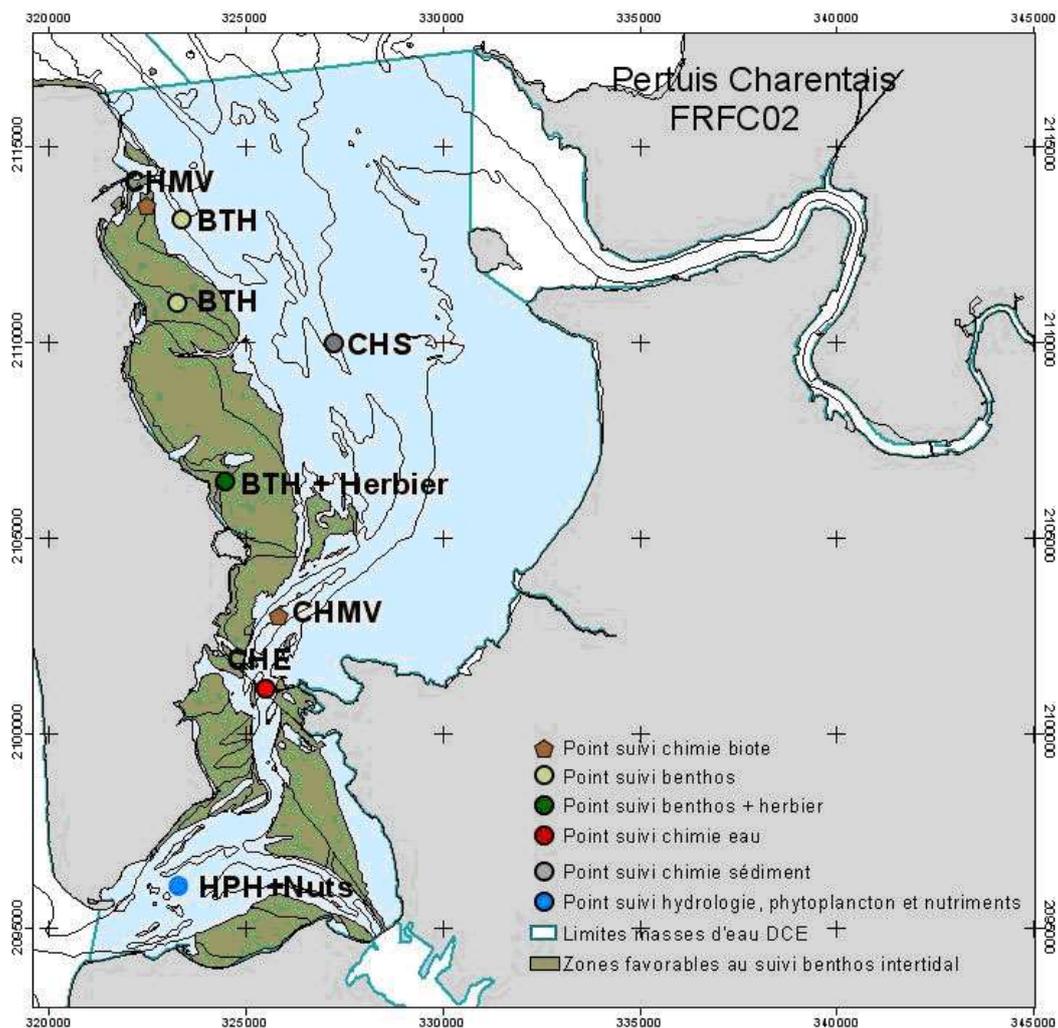


Figure 2 : Masse d'eau côtière « Pertuis Charentais - FRFC02 » avec localisation de la station Boyardville d'invertébrés de substrats meubles et de la station Les Doux d'herbier à zostère naine. Les deux nouvelles stations Château d'Oléron et Perrotine-Bellevue ne sont pas figurées. Source G. Trut (Ifremer, com. pers.)

2 - Matériel et méthodes

2.1 - Calendrier de réalisation des opérations à la mer

Les opérations se sont déroulées sur en 4 jours (**Tableau 1**), le 18 juillet pour la prospection de deux nouvelles stations sur herbier de zostère et les 3, 4 et 14 septembre pour l'échantillonnage des trois stations d'herbier à zostère naine, Perrotine-Bellevue, Les Doux et Le Château d'Oléron.

Le travail à la mer a mobilisé 12 personnes jours avec 3 personnes par jour pour les stations sur l'herbier. Ce chiffre ne comprend ni le temps nécessaire à la préparation des opérations à la mer ni le temps de dépouillement des informations collectées.

Tableau 1 : Calendrier des opérations à la mer.

Type de suivi	Nom masse d'eau	Code point	Nom point (toponymie)	Longitude (Lambert IIe) X	Latitude (Lambert IIe) Y	Type de prélèvement	Type de station	Dates	Nombre jour- personne	Opérateurs
Prospection	Pertuis Charentais	-	Perrotine-Bellevue	325812.730	2106267.438	Intertidal herbier zostère naine	Point D3	18/07/2012	3	LIENSs
Prospection	Pertuis Charentais	-	Le Château d'Oléron	323770.187	2111102.356	Intertidal herbier zostère naine	Point D3	18/07/2012		LIENSs
Contrôle de surveillance	Pertuis Charentais	-	Perrotine-Bellevue	325812.730	2106267.438	Intertidal herbier zostère naine	Grille	03/09/2012	3	LIENSs
Contrôle de surveillance	Pertuis Charentais	-	Le Château d'Oléron	323770.187	2111102.356	Intertidal herbier zostère naine	Grille	04/09/2012	3	LIENSs
Contrôle de surveillance	Pertuis Charentais	-	Les Doux	326686.604	2104009.407	Intertidal herbier zostère naine	Grille	14/09/2012	3	LIENSs
Total									12	

2.2 - Présentation des stations

La station Les Doux échantillonne depuis 207 est complétée de deux nouvelles stations pour le contrôle de surveillance 2012, l'une est située en périmètre de réserve naturelle (Perrotine-Bellevue) et la seconde est située hors réserve dans une zone de pêche à pied (Le Château d'Oléron). L'objectif est de pouvoir comparer la dynamique de l'herbier sur plus d'une station avec une comparaison de la station Les Doux située dans le périmètre de la réserve naturelle de Moëze-Oléron avec une seconde station située hors périmètre de la réserve (Perrotine-Bellevue) mais sans impact notable de la pêche à pied et une troisième station située hors réserve (Le Château d'Oléron) soumise à l'impact de la pêche à pied aux coquillages dont

les deux principales espèces sont la coque *Cerastoderma edule* (Linné, 1758) et la palourde japonaise *Venerupis philippinarum* (A. Adams & Reeve, 1850).

Perrotine-Bellevue

La station « Perrotine-Bellevue » a été positionnée suite à la prospection du 18/07/2012 en dehors de l'influence directe de chenaux d'écoulement de marais littoraux, des houles du large et des parcs ostréicoles et/ou mytilicoles sur un site facile d'accès pédestre à partir de la pointe de Bellevue. Aucun mouillage de plaisance n'est situé à proximité.

La station se situe en médiolittoral moyen (**Figure 3**) et présente un herbier dense à très dense. La station a été prospectée le 03/09/2012 *pedibus jambi* à partir du parking de la pointe de Bellevue avec accès à la plage par un chemin balisé traversant le cordon dunaire. Cette station est située en bordure de la réserve naturelle de Moëze-Oléron

Les Doux

La station « Les Doux » a été positionnée en 2007 (Sauriau, 2008, Sauriau et al., 2008, Sauriau et al., 2009) sur un site facile d'accès pédestre à partir du tombolo reliant la pointe des Doux au Rocher des Doux. Ce tombolo crée une protection vis-à-vis des houles venant du Nord-Ouest et pivotant autour de la pointe des Saumonards.

La station « Les Doux » se situe en médiolittoral moyen (**Figure 4**) et présente un herbier dense à très dense. La station a été prospectée le 14/09/2012 *pedibus jambi* à partir de l'accès sur le littoral par la pointe des Doux. Il a été observé le jour d'échantillonnage une laisse de mer très abondante constituée d'une succession de bourrelets de feuilles de zostère naine caractéristiques de l'action cumulative des marées sur plusieurs jours.

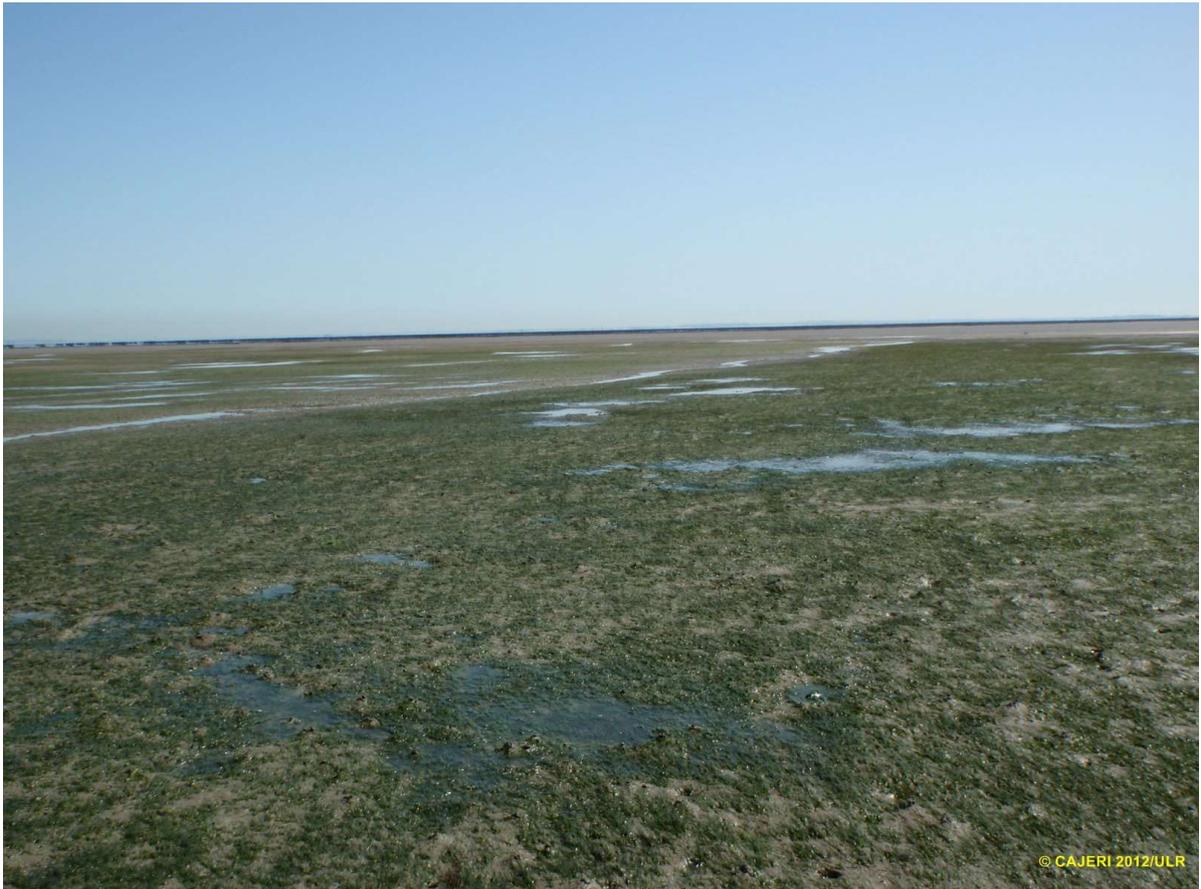
La station « Les Doux » est incluse à la fois dans la réserve naturelle de Moëze-Oléron créée le 05/07/1985 et d'une superficie de 6720 ha et dans un site du réseau Natura 2000 (<http://www.natura2000.fr>), en tant que Zone de Protection Spéciale du Marais de Brouage, île d'Oléron. La réserve naturelle de Moëze-Oléron est interdite de pêche à pied sauf pour les professionnels sur le site de Bellevue avec une pêche au coquillage ouverte d'avril à juin.

Le Château d'Oléron

La station « Le Château d'Oléron » a été positionnée suite à la prospection du 18/07/2012 en bordure du chenal d'accès au port du Château d'Oléron mais en dehors de l'influence directe des parcs ostréicoles sur un site facile d'accès pédestre à partir du parking de la citadelle du Château d'Oléron. Aucun mouillage de plaisance n'est situé à proximité. La station se situe en médiolittoral moyen et présente un herbier impacté par la pêche à pied estivale (**Figure 5**).

La station a été prospectée le 04/09/2012 *pedibus jambi* à partir de l'accès sur le littoral par le parking de la citadelle du Château d'Oléron. Le nombre de pêcheur à pied le jour de l'échantillonnage était d'une vingtaine de personnes (**Figure 5**).

Perrotine-Bellevue



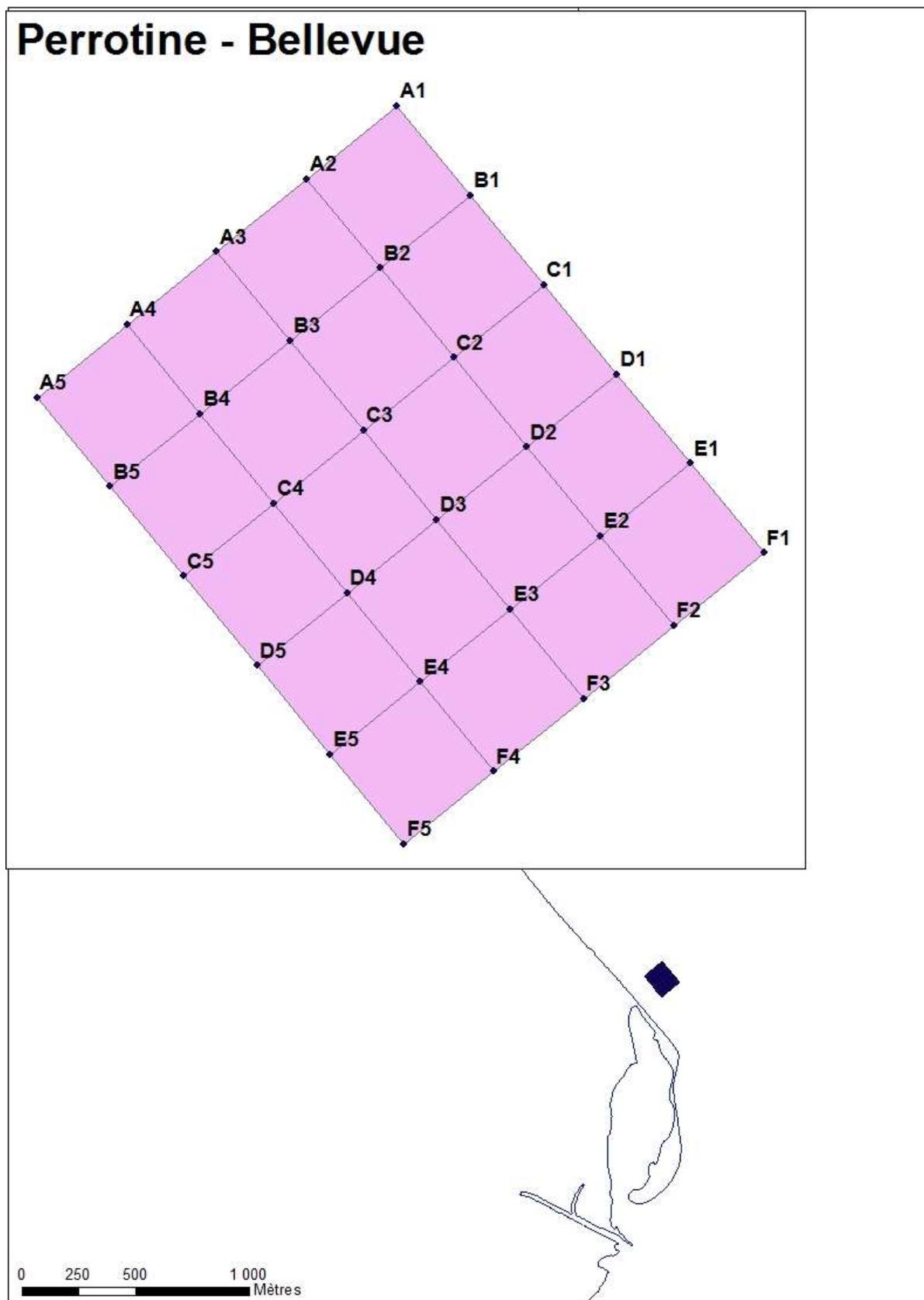
A



B



C



D

Figure 3 : Vue générale (A), vues de détail (B et C) et grille de points (D) sur la station « Perrotine-Bellevue » herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* sur la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais FRFC02.

Les Doux



A



B

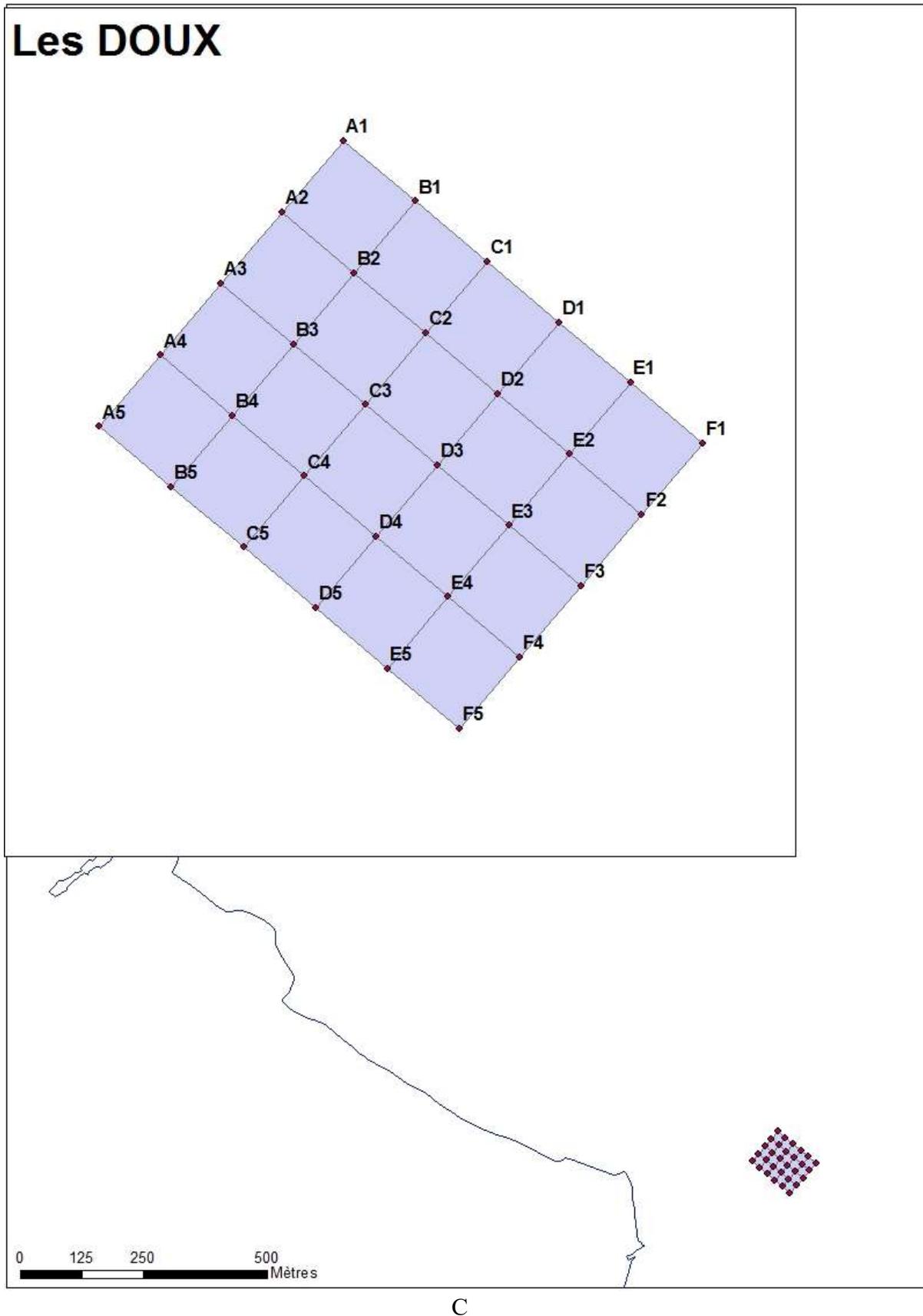


Figure 4 : Vue générale (A), vue de détail d'une laisse de mer à zostère naine (B) et de la grille de points (C) sur la station « Les Doux » herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* sur la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais - FRFC02.

Le Château d'Oléron



A



B

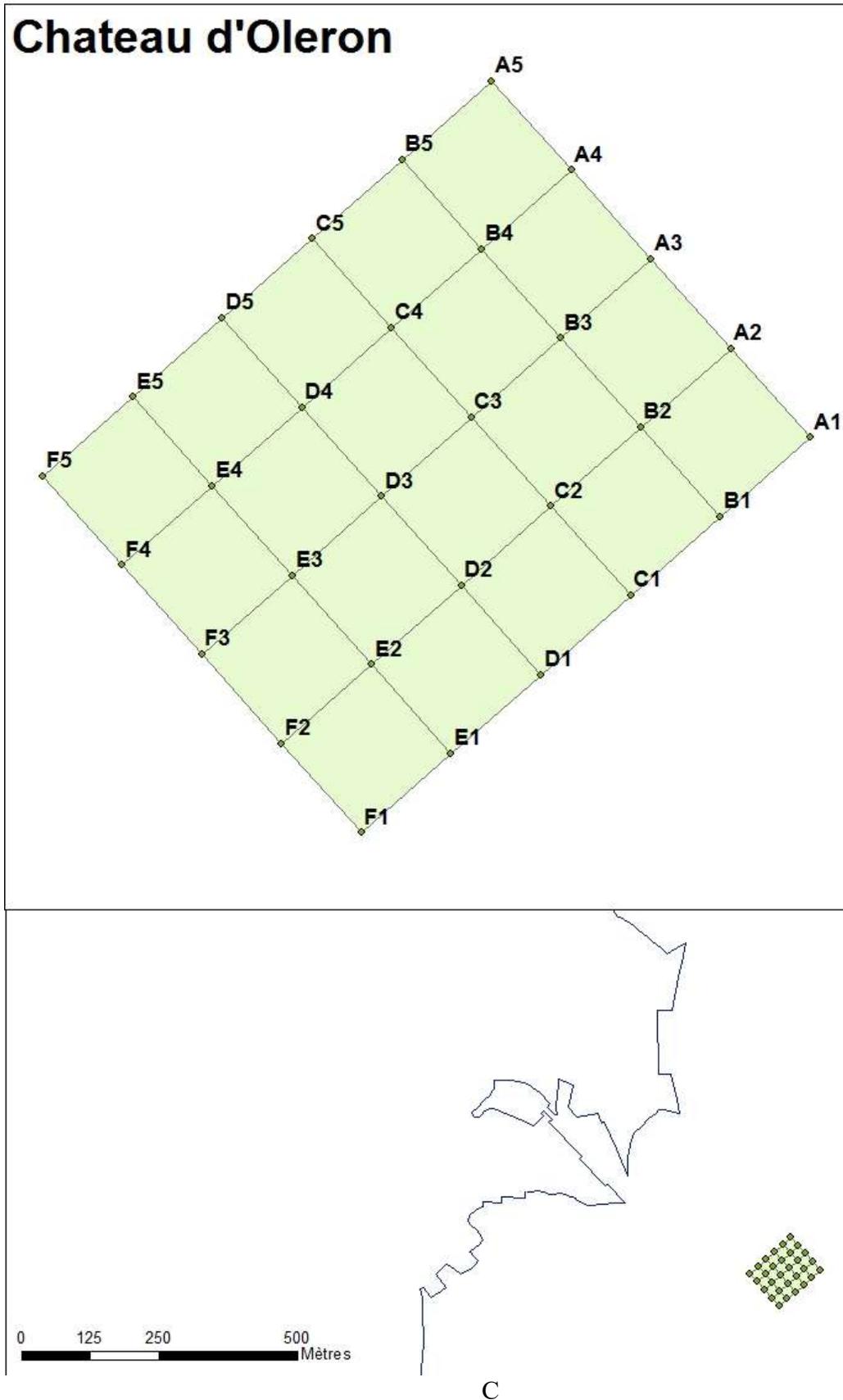


Figure 5 : Vue générale (A), vues de détail (B) et de la grille de points (C) sur la station « Le Château d'Oleron » herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* sur la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais - FRFC02.

2.3 - Prélèvements et analyses des zostères

Les zostères ont été échantillonnées selon le nouveau protocole simplifié DCE *Zostera (Zosterella) noltei* (Auby et al., 2012) selon une grille de 30 points (**Tableau 2**).

La grille est orientée A1-F1 face à la mer.

Tableau 2 : Protocole taux de recouvrement de l'herbier à *Zostera (Zosterella) noltei*

Méthode																																											
Engin d'échantillonnage	Quadrat de 0,5 m de côté																																										
Dimension échantillon	0,25 m ²																																										
	30 échantillons positionnés selon une grille de 6 lignes par 5 colonnes centrée en D3 sur les coordonnées géographiques de la station.																																										
Nombre d'échantillon	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>1</th> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>2</th> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>3</th> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">●</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>4</th> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>5</th> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	E	F	1							2							3				●			4							5						
	A	B	C	D	E	F																																					
1																																											
2																																											
3				●																																							
4																																											
5																																											
Analyse	<p>Taux de recouvrement estimé visuellement et quantifié selon 6 classes 0, 1-25, 26-50, 51-75, 76-99 et 100.</p> <p>Prise d'un cliché pour analyse ultérieure avec le logiciel Image J pour contrôle des taux de recouvrement.</p>																																										

La méthodologie pratique sur le terrain met en œuvre (**Figure 6**) :

- Un accon facile à tracter sur les vasières à herbier et contenant le matériel de prélèvement (macroalgues, granulométrie, cadrat pour herbier, cirés, ...);
- un DGPS Trimble GeoXT utilisé pour le positionnement précis (0,1 à 0,5 m) de chaque point ;
- le DGPS Trimble GeoXT est aussi utilisé pour la saisie directe des taux de recouvrement et de présence d'algues ;
- la saisie du taux de recouvrement et de la présence d'algues a été prévue préalablement par la programmation d'une table attributaire. Cette table sera déchargée du DGPS au retour du terrain ;
- le trajet sur la grille s'effectue de façon à ne pas parcourir les surfaces d'herbier où seront déposés les cadrats ;
- la prise de photo sur chaque cadrat s'effectue à la verticale avec un éclairage contrôlé. En cas de soleil direct, un pare soleil est utilisé.



Figure 6 : Illustrations du positionnement par DGPS Trimble GeoXT (A, B et C), de la prise de photo d'un cadrat avec utilisation d'un pare-soleil (D) et des prélèvements granulométriques (E à H).

2.4 - Prélèvements et analyses des macroalgues

Si présentes, les macroalgues ont été échantillonnées comme selon le protocole DCE (Hily et al., 2007) dans chacun des 30 quadrats en séparant algues vertes, algues rouges et algues brunes (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Protocole macroalgues

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Quadrat de 0,5 m de côté
Dimension échantillon	0,25 m ²
Nombre d'échantillon	Variable entre 0 et 90 selon la présence/absence d'algues vertes, rouges et/ou brunes
Analyse	Séparation par groupe (algues vertes, rouges et brunes) Biomasse sèche (48 h à 60°C) Biomasse sèche sans cendre (biomasse sèche - cendres, après 4 h à 450°C)

2.5 - Prélèvements du sédiment

Les sédiments ont été échantillonnés comme indiqué dans les protocoles DCE *Zostera (Zosterella) noltei* (Hily et al., 2007, Auby et al., 2012) afin d'effectuer des analyses granulométriques (**Tableau 4**) et des estimations des teneurs en matière organique (**Tableau 5**).

Tableau 4 : Protocole granulométrie

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier PVC – 9 cm de diamètre
Dimension échantillon	9 cm diamètre -5 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons pris au hasard sur l'emprise de la station
Analyse	Séchage 48 h en étuve à 60°C – Pesée de 100 g sédiment sec à 0,01 g – Passage humide sur tamis de maille 63 µm – Séchage 48 h en étuve à 60°C – Passage à sec sur série de tamis AFNOR (de 4 mm à 63µm) – Pesée de chaque fraction à 0,01 g – Paramètres de distribution obtenus par méthode numérique selon procédure GRADISTAT (Blott & Pye, 2001)

Tableau 5 : Protocole matière organique

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Seringue carottier de 3 cm de diamètre
Dimension échantillon	3 cm diamètre -5 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	9 échantillons au hasard sur l'emprise de la station
Analyse	Perte au feu (4h – 450°C)

le but étant d'éliminer les pélites. Le refus de tamis est récupéré et mis à l'étuve à 100°C pendant 72h.

L'échantillon est ensuite passé sur une colonne de tamis normalisés Retsch (**Figure 8**). La colonne contient 17 tamis (4000 µm, 2000 µm, 1600 µm, 1250 µm, 1000 µm, 800 µm, 630 µm, 500 µm, 400 µm, 315 µm, 250 µm, 200 µm, 160 µm, 125 µm, 100 µm, 80 µm, 63 µm), répartis en deux passages successifs (4000 à 400 et 315 à 63 µm). Chaque tamis est pesé vide au préalable puis plein avec sa fraction de sédiment après tamisage avec une balance Sartorius FB12CCE-S afin de déterminer le type et la quantité de sédiments dans chaque échantillon. Une précision à 0,01 g est utilisée pour les pesées. La tamiseuse est mise en marche 15 minutes à 2000 vibrations par secondes.



Figure 8 : Colonne de tamis normalisés AFNOR sur tamiseuse Retsch et balance Sartorius à 0,01 g. Photo P.-G. Sauriau CNRS ©.

Les tamis sont ultérieurement débarrassés de leurs impuretés grâce à un appareil de nettoyage aux ultrasons Elma. Cette méthode est considérée aujourd'hui comme la méthode la plus efficace dans les procédés de nettoyage de précision sans influence néfaste sur le maillage des tamis.

Les résultats des différentes pesées sont ensuite analysées par la macro-procédure GRADISTAT (Blott & Pye, 2001), permettant d'obtenir des paramètres de forme et le type de sédiment. Le type de sédiment est alors interprété vis-à-vis de la classification de Chassé & Glémarec (1976) reprise par Hily (1976) dans les Pertuis Charentais (**Figure 9**).

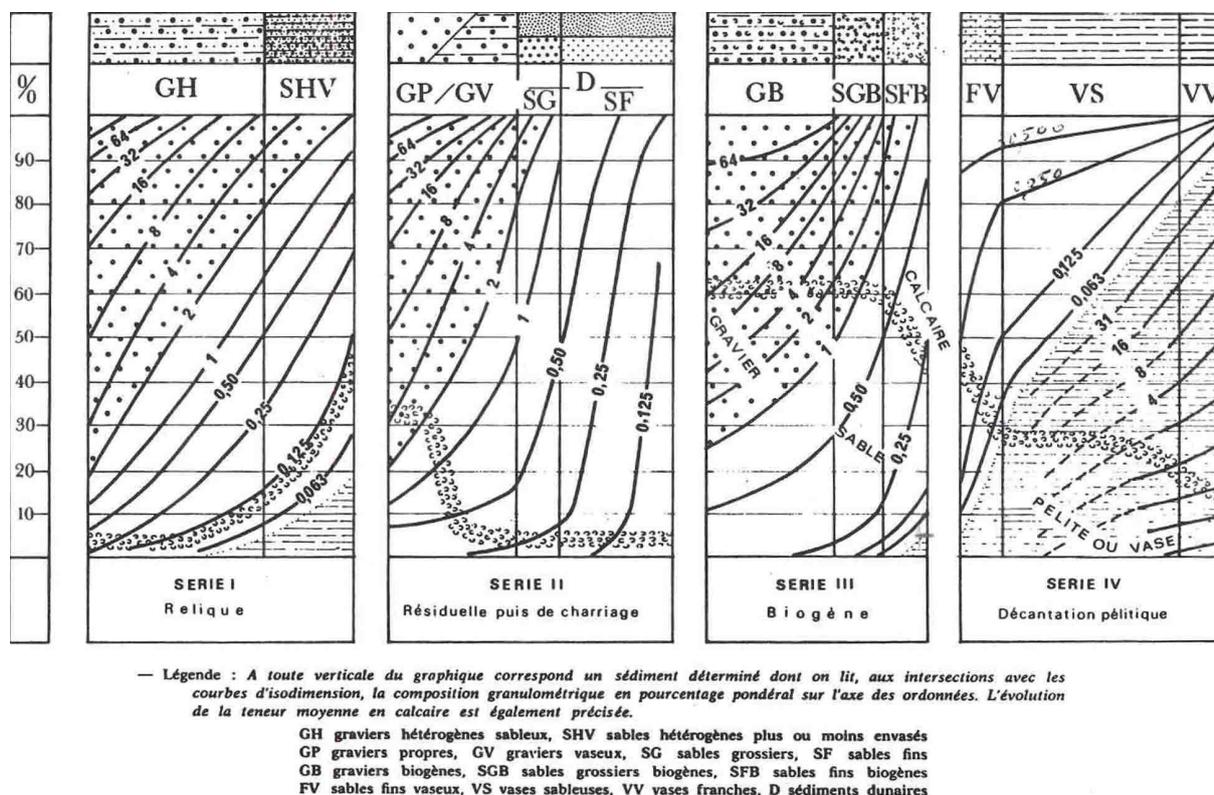


Figure 9 : Type biosédimentaire (Chassé & Glémarec, 1976).

L'analyse de la teneur en matière organique suit le principe de la perte au feu à 450 °C. Chaque sédiment est référencé par son numéro de station puis mis à l'étuve à 100°C 72 h afin d'obtenir un échantillon totalement sec. Les masses des coupelles numérotées sont mesurées ainsi que la masse des coupelles + le sédiment sec (environ 1g) par pesée sur une balance Mettler AE 240 avec une précision à 0,0001 g. Les échantillons sont ensuite placés dans un four à mouffles 450°C pendant 5h permettant une crémation effective sur 4h compte tenue de la montée lente en température du four. Des cendres minérales sont ainsi obtenues et sont également pesées sur la même balance après refroidissement dans un dessiccateur à température ambiante. La formule suivante permet de déterminer la teneur en matières organiques :

$$\% \text{ matières organiques} = \frac{\text{Matière sèche (g)} - \text{Matière minérale (g)}}{\text{Matière sèche (g)}}$$

La perte au feu est une méthode simple et peu coûteuse mais elle n'est pas très précise vis-à-vis d'une mesure de carbone ou d'azote organique particulière. Elle peut aussi être biaisée lorsque le sédiment renferme une proportion significative d'argile dont l'eau constitutive des feuilletés est évaporée à 450°C (Barillé-Boyer et al., 2003). Elle permet cependant d'avoir une estimation en première approximation des teneurs en matières organiques des sédiments.

2.7 - Temps agent affecté aux suivis et analyses

Le temps agent affecté aux suivis et analyses comprend le temps passé aux :

- missions à la mer ;
- préparations et analyses granulométriques ;
- préparations et analyses des taux de matières organiques des sédiments ;
- préparations et analyses des biomasses macroalgales ;
- vérifications des taux de recouvrement par analyse d'images ;
- analyse des résultats, mise en forme et rédaction.

Le temps de mission à la mer a été de 3 personnes-jours pour la surveillance de chacune des trois stations herbier « Perrotine-Bellevue » « Les Doux » et « Le Château d'Oléron », 3 personnes-jours pour la prospection des deux stations herbier « Perrotine-Bellevue » « Le Château d'Oléron ».

Les analyses granulométriques, sédimentaires de taux de matières organiques et de biomasses macroalgales se sont étalées sur 4 jours.

La vérification par l'analyse d'image des taux de recouvrement, la saisie informatique des tableaux de données vérifiés se sont étalées sur 4 jours. L'analyse d'image est effectuée avec le logiciel ImageJ 1.44p du domaine public édité par Rasband W. du National Institutes of Health, USA (<http://imagej.nih.gov/ij>).

La rédaction s'est étalée sur 4 journées, y compris la rédaction du rapport intermédiaire de fin des opérations à la mer et du rapport final d'étude.

Au final, le suivi de surveillance DCE 2012 des herbiers à zostère naine des trois stations herbier « Perrotine-Bellevue » « Les Doux » et « Le Château d'Oléron » a mobilisé 3 personnes et 24 personnes jours ouvrés (**Tableau 6**).

Ce chiffre correspond donc à 8 jours ETP par station.

Tableau 6 : Effort en personne-jour pour chacune des opérations afférentes au contrôle de surveillance 2012 des herbiers à zostère naine des stations herbier « Perrotine-Bellevue » « Les Doux » et « Le Château d'Oléron ».

Opération	Nombre (personne-jour)		
	Perrotine-Bellevue	Les Doux	Le Château d'Oléron
Mission mer	3 (prospection)+ 3 + 3 + 3		
Granulométrie	1		
Matière organique (sédiment + macroalgues)	2 + 1		
Validation ImageJ 1.44p	1 + 2 + 1		
Saisie informatique	4		
Rédaction	4		
Total	24		

3 - Résultats

3.1 - Sédiments

3.1.1. Perrotine-Bellevue

Le sédiment présente en masse des taux de 31% en pélites, 69% de sables fin à moyens et 0,1% d'éléments grossiers. La distribution en taille est unimodale dans les sables moyens (350 μm) avec un très mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec, 1976) c'est un sable moyen envasé avec éléments coquilliers biogène. Le taux de matières organiques est en moyenne de $2,5 \pm 0,3$ % (**Tableau 7**).

Tableau 7 : Variables sédimentaires et teneur en matière organique (\pm écart type, n) pour les sédiments de la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de la zostère naine en 2012.

Sédiment	2012		
Perrotine-Bellevue	Moyenne	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	30,7	-	1
Taux de sables 63 μm à 2 mm (%)	69,2	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,1	-	1
Taux de matière organique (%)	2,5	0,3	9
Mode (μm)	357 - 358	-	1
D10 (μm)	9 - 10	-	1
D50 ou médiane (μm)	295	-	1
D90 (μm)	506	-	1

3.1.2. Les Doux

Le sédiment présente en masse des taux de 58% en pélites, 41% de sables fins et moyens et 0,6% d'éléments grossiers. La distribution en taille est unimodale dans les sables fins (90 μm) avec un mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec, 1976) c'est une vase sableuse. Le taux de matières organiques est en moyenne de $4,5 \pm 0,2$ % (**Tableau 8**).

Les résultats des analyses granulométriques sont remarquablement constants de 2007, 2008, 2009 à 2012 sur cette station (**Tableau 8**).

Tableau 8 : Variables sédimentaires et teneur en matière organique (\pm écart type, n) pour les sédiments de la station « Les Doux » à herbier de zostère naine en 2007 à 2009 et 2012.

Sédiment	2007		
Les Doux	Moyenne	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	56,1	-	3
Taux de sables 63 μm à 2 mm (%)	42,6	-	3
Taux de graviers > 2 mm (%)	1,3	-	3
Taux de matière organique (%)	4,1	0,5	9

Sédiment	2008		
----------	------	--	--

Les Doux	Moyenne	± Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	54,1	2,7	3
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	45,0	2,4	3
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,8	0,3	3
Taux de matière organique (%)	3,3	0,5	3

Sédiment	2009		
Les Doux	Moyenne	± Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	52,8	2,7	3
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	44,5	1,6	3
Taux de graviers > 2 mm (%)	2,7	3,0	3
Taux de matière organique (%)	3,9	0,4	3

Sédiment	2012		
Les Doux	Moyenne	± Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	58,2	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	41,3	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,6	-	1
Taux de matière organique (%)	4,5	0,2	9
Mode (µm)	90	-	1
D10 (µm)	6 – 7	-	1
D50 ou médiane (µm)	42 – 43	-	1
D90 (µm)	133	-	1

3.1.3. Le Château d'Oléron

Le sédiment présente en masse des taux de 79% en pélites, 20% de sables fins et moyens et 0,8% d'éléments grossiers. La distribution en taille est bimodale (70 et 350 µm) avec un mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec, 1976) c'est un vase sableuse avec éléments biogènes. Le taux de matières organiques est en moyenne de $5,0 \pm 1,1\%$ (**Tableau 9**).

Tableau 9 : Variables sédimentaires et teneur en matière organique (\pm écart type, n) pour les sédiments de la station « Le Château d'Oléron » à herbier de zostère naine en 2012.

Sédiment	2012		
Le Château d'Oléron	Moyenne	± Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	79,0	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	20,1	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,8	-	1
Taux de matière organique (%)	5,0	1,1	9
Mode (µm)	71 – 72 et 357 - 358	-	1
D10 (µm)	5 – 6	-	1
D50 ou médiane (µm)	22 – 23	-	1
D90 (µm)	123	-	1

3.2 - Grille d'échantillonnage

3.2.1. Perrotine-Bellevue

L'échantillonnage s'est déroulé le 03/09/2012 à partir 11h26, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 12h46 pour une durée de 1h20 (**Figure 10**). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant (2 minute à 6 minutes) et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, des délais de la réception DGPS et du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant. Ce pare-soleil a été préféré à un parapluie plus difficile à manipuler en cas de vent.

	Heure du prélèvement			D	Durée 1h20	
	A	B	C		E	F
1	11h54	11h52	11h50	11h47	11h45	11h39
2	11h58	12h31	12h29	12h27	12h25	11h36
3	12h01	12h34	12h46	12h44	12h23	11h31
4	12h05	12h37	12h39	12h42	12h21	11h28
5	12h08	12h11	12h14	12h16	12h18	11h26



Figure 10 : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2012 sur la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de zostère naine. Détails de l'opération de réception GPS devant le cadrat posé au sol et de l'ombrage pour obtenir un cliché homogène.

3.2.1. Les Doux

L'échantillonnage s'est déroulé le 13/09/2012 à partir 8h13, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 9h33 pour une durée de 1h20 (**Figure 11**). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant (2 minute à 8 minutes) et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, des délais de la réception DGPS et du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant. Ce pare-soleil a été préféré à un parapluie plus difficile à manipuler en cas de vent.

	Heure du prélèvement				Durée 1h20	
	A	B	C	D	E	F
1	08h44	08h42	08h38	08h35	08h33	08h25
2	08h49	09h19	09h17	09h11	09h09	08h20
3	08h50	09h22	09h33	09h31	09h07	08h18
4	08h53	09h24	09h26	09h29	09h05	08h15
5	08h55	08h58	09h00	09h01	09h03	08h13



Figure 11 : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2012 sur la station « Les Doux » à herbier de zostère naine. Détails du cadrat B3 et de l'opération de réception GPS devant le cadrat posé au sol. Le matériel est transporté dans un acon.

3.2.1. Le château d'Oléron

L'échantillonnage s'est déroulé le 04/09/2012 à partir 11h46, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 13h43 pour une durée de 1h57 (Figure 12). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant (2 minute à 6 minutes) et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, des délais de la réception DGPS et du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant. Ce pare-soleil a été préféré à un parapluie plus difficile à manipuler en cas de vent.

	Heure du prélèvement			D	Durée 1h57	
	A	B	C		E	F
1	12h11	12h08	12h06	12h04	12h02	11h59
2	12h16	13h14	13h10	13h07	13h04	11h54
3	12h19	13h25	13h43	13h39	13h01	11h51
4	12h24	13h27	13h31	13h36	12h57	11h49
5	12h29	12h33	12h46	12h51	12h54	11h46



Figure 12 : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2012 sur la station « Le Château d'Oléron » à herbier de zostère naine. Détails du cadrat E1 et de l'opération de réception GPS devant le cadrat posé au sol.

3.3 - Macroalgues : biomasse

3.3.1. Perrotine-Bellevue

La présence de macroalgues sur cette station est occasionnelle. En 2012, sur l'ensemble des 30 points de la grille, des algues vertes (*Ulva*) et/ou rouges (*Gracillaria*) n'ont été observées que sur 2 cadrats (C3 et E1) (Figure 13).

Présence d'algues						
	A	B	C	D	E	F
1	NON	NON	NON	NON	V	NON
2	NON	NON	NON	NON	NON	NON
3	NON	NON	NON	NON	NON	NON
4	NON	NON	NON	NON	NON	NON
5	NON	NON	V&R	NON	NON	NON

Figure 13 : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés en 2012 sur la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de la zostère naine.

Les quelques algues observées sont des algues vertes des genres *Ulva* ou *Enteromorpha* en épiphytes sur des débris coquilliers et *Gracillaria*. Les biomasses de macroalgues observées sont très faibles avec pour les algues vertes en moyenne 0,016 g PS m⁻² soit 0,012 g PSSC m⁻² et pour les algues rouges en moyenne 0,038 g PS m⁻² soit 0,034 g PSSC m⁻². Aucune algue brune n'a été observée (Tableau 10).

La relation entre la biomasse sèche sans cendre (PSSC) et la biomasse sèche (PS) toute algue confondue pour l'année 2012 a pour coefficient 0,907 avec une corrélation linéaire très significative (R = 0,999) sans tendance dans les résidus de la régression.

Tableau 10 : Biomasse (± écart-type, n) des macroalgues vertes, rouges ou brunes à la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de la zostère naine en 2012.

Macroalgues	2012		
	PS moyen	PSSC moyen	N
Perrotine-Bellevue			
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,016 ± 0,068	0,012 ± 0,052	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0,038 ± 0,206	0,034 ± 0,189	30

3.3.2. Les Doux

La présence de macroalgues sur cette station est occasionnelle. En 2012, sur l'ensemble des 30 points de la grille, des algues vertes (*Ulva*) n'ont été observées que sur le cadrat A5. Aucune algue rouge ni algue brune n'a été observée (**Figure 14**).

Présence d'algues

	A	B	C	D	E	F
1	NON	NON	NON	NON	NON	NON
2	NON	NON	NON	NON	NON	NON
3	NON	NON	NON	NON	NON	NON
4	NON	NON	NON	NON	NON	NON
5	V	NON	NON	NON	NON	NON

Figure 14 : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés en 2012 sur la station « Les Doux » à herbier de la zostère naine.

Les biomasses de macroalgues observées sont très faibles avec pour les algues vertes en moyenne 0,004 g PS m⁻² soit de 0,003 g PSSC m⁻². C'est équivalent aux valeurs de 2009, quatre fois plus faible qu'en 2007 alors qu'en 2008 il n'y avait aucune algue (**Tableau 11**).

Tableau 11 : Biomasse (± écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Les Doux » à herbier de la zostère naine échantillonnée en 2012.

Macroalgues	2007		
Les Doux	PS moyen ±EC	PSSS moyen ±EC	N
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,496 ± 0,252	0,413 ± 0,372	3
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0,448 ± 0,448	0,439 ± 0,761	3
Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0	0	3
Macroalgues	2008		
Les Doux	PS moyen ±EC	PSSS moyen ±EC	N
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0	0	3
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	3
Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0	0	3
Macroalgues	2009		
Les Doux	PS moyen ±EC	PSSS moyen ±EC	N
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,118 ± 0,078	0,083 ± 0,108	3
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	3

Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0	0	3
Macroalgues	2012		
Les Doux	PS moyen ±EC	PSSS moyen ±EC	N
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,12 ± 0,22	0,07 ± 0,12	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0,02 ± 0,13	0,02 ± 0,11	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0	0	30

3.3.3. Le Château d'Oléron

La présence de macroalgues sur cette station est assez constante en particulier pour les algues rouges. Des algues vertes filamenteuses des genres *Ulvae* et/ou *Enteromorpha* sont observées sur deux cadrats E5 et F2 (**Figure 15**). Les biomasses moyennes sont pour les algues vertes de 0,025 g PS m⁻² soit 0,020 g PSSC m⁻² et pour les algues rouges de 1,134 g PS m⁻² soit de 1,027 g PSSC m⁻² (**Tableau 12**).

Présence d'algues

	A	B	C	D	E	F
1	NON	NON	NON	NON	NON	R
2	R	NON	NON	NON	R	V&R
3	NON	NON	R	R	R	NON
4	R	NON	NON	R	R	NON
5	NON	NON	NON	NON	V	NON

Figure 15 : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés en 2012 sur la station « Le Château d'Oléron » à herbier de la zostère naine.

Tableau 12 : Biomasse (± écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Le Château d'Oléron » à herbier de la zostère naine échantillonnée en 2012.

Macroalgues	2012		
Le Château d'Oléron	PS moyen ±EC	PSSS moyen ±EC	n
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,025 ± 0,115	0,020 ± 0,089	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)	1,134 ± 3,902	1,027 ± 3,541	30

3.4 - Zostère : taux de recouvrement

3.4.1. Perrotine-Bellevue

En cette station, aucun pied de *Zostera marina* var *angustifolia* n'a été observé.

Après vérification par le logiciel Image J des clichés des clichés présentant des taux de recouvrement inférieurs à 100% (aucun cliché entre 75-100% soit une médiane à 0,875, 8 clichés entre 50-75% soit une médiane à 0,625, 21 clichés entre 25-50% soit une médiane à 0,375 et un cliché entre 0-25% soit une médiane à 0,125), les taux déterminés visuellement sur le terrain sont validés avec quelques corrections (gain de 0,125 à 0,375 pour 4 cadrats, perte de 0,625 à 0,375 pour 2 cadrats et perte de 0,8875 à 0,625 pour 1 cadrat) mais sans que le taux moyen soit modifié (**Figure 16**).

Aucune structure spatiale ne se dégage sur la grille entre un herbier plus dense (plus de 50% de couverture) et un herbier moins dense (moins de 50% de couverture).

Un taux de recouvrement moyen de $0,43 \pm 0,05$ est obtenu (**Tableau 13**).

L'herbier en 2012 à la station « Perrotine-Bellevue » est moyennement dense.

		Taux moyen \pm IC(95%)			43.3%	\pm	4.7%
		A	B	C	D	E	F
1		0.375	0.625	0.375	0.375	0.375	0.375
2		0.125	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375
3		0.375	0.375	0.375	0.625	0.375	0.375
4		0.375	0.625	0.375	0.625	0.625	0.625
5		0.375	0.625	0.375	0.375	0.375	0.625

Figure 16 : Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée en 2012 sur la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de la zostère naine.

Tableau 13 : Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95% de l'herbier de la zostère naine échantillonné en 2012 à la station « Perrotine-Bellevue ».

Zostère naine	Taux de recouvrement (%)		
Perrotine-Bellevue	Moyen	I.C. (95%)	N
2012	$0,43 \pm 0,05$	0,39 – 0,48	30

3.4.2. Les Doux

En cette station, aucun pied de *Zostera marina* var *angustifolia* n'a été observé.

Après vérification par le logiciel Image J des clichés présentant des taux de recouvrement inférieurs à 100% (15 clichés entre 75-100% soit une médiane à 0,875, 11 clichés entre 50-75% soit une médiane à 0,625, 1 clichés entre 25-50% soit une médiane à 0,375 et aucun cliché entre 0-25% soit une médiane à 0,125), les taux déterminés visuellement sur le terrain sont validés avec une légère correction. Un cadrat initialement estimé à 0,125 est validé à 0,375, deux cadrats initialement estimés à 0,375 sont validés à 0,625 et cinq cadrats initialement estimés à 0,625 sont validés à 0,875 (**Figure 17**).

Aucune structure spatiale ne se dégage sur la grille entre un herbier plus dense (plus de 50% de couverture) et un herbier moins dense (moins de 50% de couverture).

La moyenne du taux de recouvrement initialement estimée à $0,70 \pm 0,08$ s'établit à 0,78 $\pm 0,06$ avec un intervalle de confiance à 95% de 0,72 à 0,84 (**Tableau 14**).

L'herbier en 2012 à la station « Les Doux » est dense.

		Taux moyen \pm IC(95%)			77.9%	\pm	5.8%
		A	B	C	D	E	F
1		0.625	0.875	0.875	1	0.625	0.875
2		0.625	0.375	0.875	0.625	0.625	0.875
3		0.875	0.625	0.875	0.875	1	0.875
4		0.875	0.875	0.625	0.875	0.625	1
5		0.625	0.625	0.875	0.875	0.875	0.625

Figure 17 : Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée en 2012 sur la station « Les Doux » à herbier de la zostère naine.

Tableau 14 : Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95% de l'herbier de la zostère naine échantillonné en 2012 à la station « Les Doux ».

Zostère naine	Taux de recouvrement (%)		
Les Doux	Moyen	I.C. (95%)	N
2012	0,78 \pm 0,06	0,72 – 0,84	30

3.4.2. Le Château d'Oléron

En cette station, aucun pied de *Zostera marina* var *angustifolia* n'a été observé.

Après vérification par le logiciel Image J des clichés présentant des taux de recouvrement inférieurs à 100% (10 clichés entre 75-100% soit une médiane à 0,875, 17 clichés entre 50-75% soit une médiane à 0,625, 2 clichés entre 25-50% soit une médiane à 0,375 et un cliché entre 0-25% soit une médiane à 0,125), les taux déterminés visuellement sur le terrain sont validés avec une correction (**Figure 18**). Sept cadrats initialement noté 0,875 sont validés à 0,625 et un cadrat initialement notés 0,375 est validé à 0,625 et inversement un cadrat noté 0,625 est validé à 0,375.

Aucune structure spatiale ne se dégage sur la grille entre un herbier plus dense (plus de 50% de couverture) et un herbier moins dense (moins de 50% de couverture).

Un taux de recouvrement moyen de $0,68 \pm 0,07$ est obtenu avec un intervalle de confiance à 95% de 0,61 à 0,75 (**Tableau 15**).

L'herbier en 2012 à la station « Le Château d'Oléron » est dense.

	Taux moyen \pm IC(95%)			67.5%	\pm	6.7%
	A	B	C	D	E	F
1	0.625	0.875	0.875	0.625	0.625	0.625
2	0.625	0.625	0.625	0.875	0.875	0.375
3	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.875
4	0.375	0.875	0.625	0.625	0.625	0.875
5	0.625	0.875	0.625	0.875	0.125	0.875

Figure 18 : Taux de recouvrement par points sur la grille échantillonnée en 2012 sur la station « Le Château d'Oléron » à herbier de la zostère naine.

Tableau 15 : Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95% de l'herbier de la zostère naine échantillonné en 2012 à la station « Le Château d'Oléron ».

Zostère naine	Taux de recouvrement (%)		
Le Château d'Oléron	Moyen	I.C. (95%)	N
2012	0,68 \pm 0,07	0,61– 0,75	30

3.5 - Les oiseaux herbivores consommateurs de zostères

Plusieurs espèces d'oiseaux herbivores consomment des zostères pour tout ou partie de leur régime alimentaire (Dalloyau, 2008). Ce sont avant tout les bernaches cravant et parmi celles-ci principalement la bernache cravant à ventre sombre *Branta bernicla bernicla*. D'autres espèces peuvent être consommatrices occasionnelles de zostères, ce sont les Canards siffleurs *Anas penelope*, les Cygnes tuberculés *Cygnus olor* et les Oies cendrées *Anser anser*. Toutes ces espèces font l'objet de comptages réguliers de la part de réseaux d'observation en liaison avec les réserves naturelles.

Un premier ordre de grandeur concernant les effectifs hivernaux de ces espèces sur la réserve naturelle de Moëze-Oléron peut être obtenu à partir des comptages réalisés à la mi-janvier de chaque année. Ces comptages sont synthétisés par Wetlands International et sont mis à disposition par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) jusqu'en 2012 sous forme de fiches spécifiques ou d'analyse de tendance démographique (Deceuninck et al., 1999, Deceuninck & Mahéo, 2000, Deceuninck & Maillet, 2001, Deceuninck et al., 2002, 2003, 2004a, Deceuninck et al., 2004b, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013).

La phénologie de la migration, en particulier des bernaches cravant à ventre sombre, peut être approchée à partir des comptages mensuels réalisés par la LPO et les observateurs liés à la Réserve Naturelle de Moëze-Oléron. Le détail des comptages mensuels pour Oléron et Moëze permet de préciser l'importance des deux secteurs par rapport à l'ensemble de la réserve.

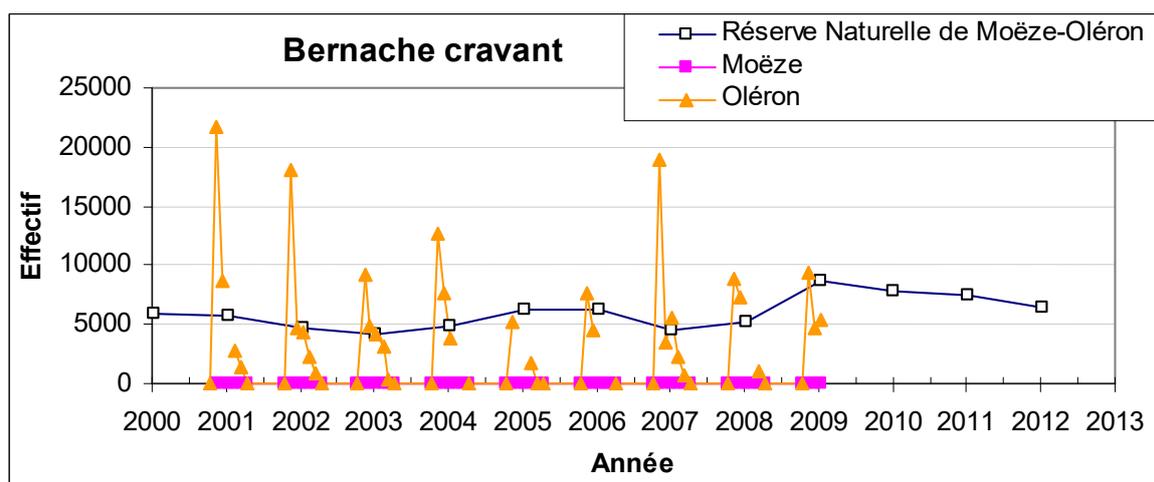


Figure 19 : Effectif de Bernache cravant sur l'ensemble de la Réserve naturelle de Moëze-Oléron (comptage mi janvier d'après Wetlands / LPO) et les secteurs de Moëze et Oléron (variation mensuelle pendant la période d'hivernage de 2001 à 2009 d'après S. Guéneteau, LPO)

Les Bernaches cravant sur la réserve naturelle de Moëze-Oléron représentent de 4 à 8% de la population hivernante en France et plus de 45 % de la population hivernant en Charente-Maritime (Dalloyau, 2008). Les comptages effectués à la mi-janvier laissent apparaître sur la période 2000-2012 une stabilité des effectifs dans une fourchette de variation de 4200 à 8700 individus avec un pic autour de 8700 en 2009 et un retour vers les 6500 en 2012. De tels effectifs permettent de placer la réserve naturelle de Moëze-Oléron entre le 3^{ème} et 6^{ème} rang parmi les 10 premiers sites nationaux pour leurs effectifs de Bernaches cravant. Ils permettent au site de remplir l'un des critères RAMSAR de site d'importance internationale pour cette espèce, les effectifs dénombrés atteignant 1% de la population biogéographique régionale. La phénologie de la migration est centrée sur novembre à décembre de chaque année (**Figure 19**).

Les canards siffleurs sur la réserve naturelle de Moëze-Oléron représentent de 4 à 8 % de la population hivernante en France. Les comptages effectués à la mi-janvier laissent apparaître sur la période 2000-2012 une relative augmentation des effectifs dans une fourchette de variation de 2100 à 4600 individus mais avec une chute prononcée en 2012. Les plus forts effectifs ont été observés lors des hivers de 2006 et 2011. De tels effectifs permettent de placer la réserve naturelle de Moëze-Oléron entre le 2^{ème} et le 5^{ème} rang parmi les 10 premiers sites nationaux pour leurs effectifs de Canards siffleurs mais depuis 2010 ce rang recule (**Tableau 16**).

Les cygnes tuberculés sont présents de façon anecdotique sur l'aire de la réserve naturelle de Moëze-Oléron puisque les comptages de mi-janvier évaluent les effectifs à moins de 20 à 100 individus. Les hivers 2001 et 2010 sont singuliers avec des effectifs proches de 200 individus, valeur non observée par la suite sur les périodes 2000-2009 et 2011-2012.

Les oies cendrées sur le domaine de la réserve naturelle de Moëze-Oléron représentent depuis 2001 de 2 à 5 % de la population hivernante en France. C'est une espèce dont les effectifs nationaux se stabilisent depuis 2003 après une phase exponentielle de croissance qui a duré près de 30 ans (Deceuninck et al., 2006). Les comptages effectués à la mi-janvier laissent apparaître sur la période 2000-2012 une relative stabilité des effectifs depuis 2001 dans une fourchette de variation de 200 à 500 individus.

Tableau 16 : Effectifs de Bernaches cravant et Canards siffleurs à la mi-janvier des années 2000 à 2012 sur la réserve naturelle de Moëze-Oléron (d'après Wetlands International & LPO)

Site	Année	Espèce	Effectif mi-janvier	Rang sur 10 premiers sites nationaux	RAMSAR critère 6
Réserve naturelle de Moëze-Oléron	2000	Bernache cravant	5914	3	oui
	2001	Bernache cravant	5695	4	oui
	2002	Bernache cravant	4676	6	oui
	2003	Bernache cravant	4181	5	oui
	2004	Bernache cravant	4945	5	oui
	2005	Bernache cravant	6230	4	oui
	2006	Bernache cravant	6215	4	oui
	2007	Bernache cravant	4512	4	oui
	2008	Bernache cravant	5134	5	oui
	2009	Bernache cravant	8694	3	oui
	2010	Bernache cravant	7845	3	oui
	2011	Bernache cravant	7431	3	oui
	2012	Bernache cravant	6486	5	oui
	2000	Canard siffleur	2104	2	non
	2001	Canard siffleur	3080	2	non
	2002	Canard siffleur	2916	3	non
	2003	Canard siffleur	2764	3	non
	2004	Canard siffleur	3728	3	non
	2005	Canard siffleur	2713	3	non
	2006	Canard siffleur	4640	2	non
	2007	Canard siffleur	3145	2	non
	2008	Canard siffleur	3640	3	non
	2009	Canard siffleur	3055	3	non
	2010	Canard siffleur	3394	4	non
2011	Canard siffleur	4320	5	non	
2012	Canard siffleur	1842	5	non	

4 - Conclusion

Le contrôle de surveillance réalisé en 2012 dans le cadre de la DCE pour le suivi des herbiers de la zostère naine de trois stations de la masse d'eau côtière « Pertuis Charentis » FRFC02 a utilisé le nouveau protocole préconisé depuis 2011 pour le suivi stationnel DCE (Auby et al., 2012).

Le protocole français utilisé depuis 2007 (Hily et al., 2007) pour le suivi stationnel des herbiers intertidaux de la zostère naine était basé sur plusieurs métriques dont trois ont été retenues pour la proposition d'un indicateur de qualité Angiospermes des herbiers de la zostère naine (Auby *et al.*, 2010). Ces trois métriques sont 1) la composition taxinomique, 2) l'extension spatiale de l'herbier et 3) le développement de l'herbier en termes non exclusifs de densité, biomasse et taux de recouvrement de l'herbier. C'est ce dernier paramètre qui a été modifié pour le contrôle de surveillance à partir de 2011 en utilisant une grille de 30 points centrée sur la station de suivi de surveillance et pour laquelle le taux de recouvrement de l'herbier est estimé sur chaque point. L'hétérogénéité spatiale des herbiers de la zostère naine était un facteur primordial à prendre en compte et l'utilisation d'une grille de 30 points avec en chaque point l'utilisation un quadrat unitaire de 0,25 m² améliore l'estimation stationnelle. Cela permet de corriger le biais du protocole précédant basé sur l'échantillonnage de 9 carottes de diamètre 0,10 m sur une seule station.

Ce nouveau protocole s'avère beaucoup moins chronophage en temps agent au laboratoire, simple de mise en œuvre sur le terrain mais nécessite certaines précautions :

- le temps d'acquisition des taux de recouvrement sur une station de 30 points est estimé à environ 1h30 (sans tenir compte du temps de trajet vers le site) ;
- un ombrage constant doit être obtenu lors de la prise de vue photographique sur le terrain. Il permet de contrecarrer les effets de reflets par les flaques d'eau ou les effets de contraste d'une lumière solaire directe afin de faciliter et d'uniformiser l'analyse d'image des clichés. Cet ombrage peut être obtenu avec un parapluie ou un pare-soleil plus facile à manipuler sur le terrain ;
- l'utilisation de plaquettes en plastique rigide et préinscrites (en écriture large) portant les codes des points de la grille d'échantillonnage est préconisé afin de rendre visibles ces codes sur tous les clichés photographiques;
- l'utilisation du logiciel ImageJ pour valider le taux de recouvrement déterminé sur le terrain s'avère peu chronophage après une phase d'apprentissage pour acquérir la suite logique des commandes à mettre en œuvre. Il est cependant nécessaire de tester différentes méthodes d'analyse si le contraste ou la teinte dominante n'est pas homogène sur et entre les clichés. Il semble aussi impératif qu'une standardisation de l'analyse soit réalisée pour tous les acteurs impliqués dans les suivis stationnels des herbiers de la zostère naine de façon à adopter une procédure standard pour 1) l'évaluation sur le terrain des taux de recouvrement et 2) leur validation à partir des vues photographiques.

L'exploitation complète des résultats peut se réaliser en un peu plus d'une semaine équivalent temps plein pour une station échantillonnée. Cette durée de 8 jours ouvrés par station est à peu près le quart du temps mis au dépouillement complet d'une station selon le protocole DCE précédemment utilisé entre 2007 et 2010.

5 - Bibliographie

- Anonymes, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE : Invertébrés de substrats meubles Fiche 10. In *Contrôle de Surveillance Eaux Côtières*, (ed. Ifremer), pp. 6. Plouzané: Ifremer.
- Auby, I., Dalloyau, S., Hily, C., Oger-Jeanneret, H., Plus, M., Sauriau, P.-G. & Trut, G., 2012. Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). In *REBENT réseau benthique*, (ed. Ifremer), pp. 20 pp. Arcachon: Ifremer.
- Barillé-Boyer, A.-L., Barillé, L., Massé, H., Razet, D. & Héral, M., 2003. Correction for particulate organic matter as estimated by loss on ignition in estuarine ecosystems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **58**, 147-153.
- Blott, S.J. & Pye, K., 2001. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, **26**, 1237-1248.
- Chassé, C. & Glémarec, M., 1976. *Atlas du littoral français. Atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne. Cartes biosédimentaires*. Brest: C.N.E.X.O., I.C.A.
- Cojan, I. & Renard, M., 1999. *Sédimentologie*. Paris: Dunod.
- Dalloyau, S., 2008. Réponse fonctionnelle et stratégies d'hivernage chez un anséridé en lien avec la disponibilité de la ressource alimentaire. Cas de la Bernache cravant à ventre sombre (*Branta bernicla bernicla*) en hivernage sur le littoral atlantique (Île d'Oléron – Charente Maritime – 17). EPHE, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier: pp. 118 + annexes.
- Deceuninck, B. & Mahéo, R., 2000. Synthèse des dénombrements et analyse des tendances des limicoles hivernant en France 1978 - 1999. pp. 82. Wetlands International - LPO.
- Deceuninck, B. & Maillet, N., 2001. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2000. (ed. W.I. LPO), pp. 44. Rochefort: Wetlands International - Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N. & France, W., 1999. Oiseaux d'eau hivernant en France en janvier 1998. Synthèse des dénombrements de la mi-janvier 1998. *Ornithos*, **6**, 173-177.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Kerautret, L., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2002. Dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France - Janvier 2001. (ed. W.I. LPO), pp. 41. Rochefort: Wetlands International - Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Kerautret, L., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2003. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2002. (ed. W.I. LPO), pp. 41. Rochefort: Wetlands International - Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Kerautret, L., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2004a. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2003. (ed. W. International), pp. 39. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2004b. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2004. (ed. W. International), pp. 41. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2006. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2005. (ed. W. International), pp. 40. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2007. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2006. (ed. W. International), pp. 40. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.

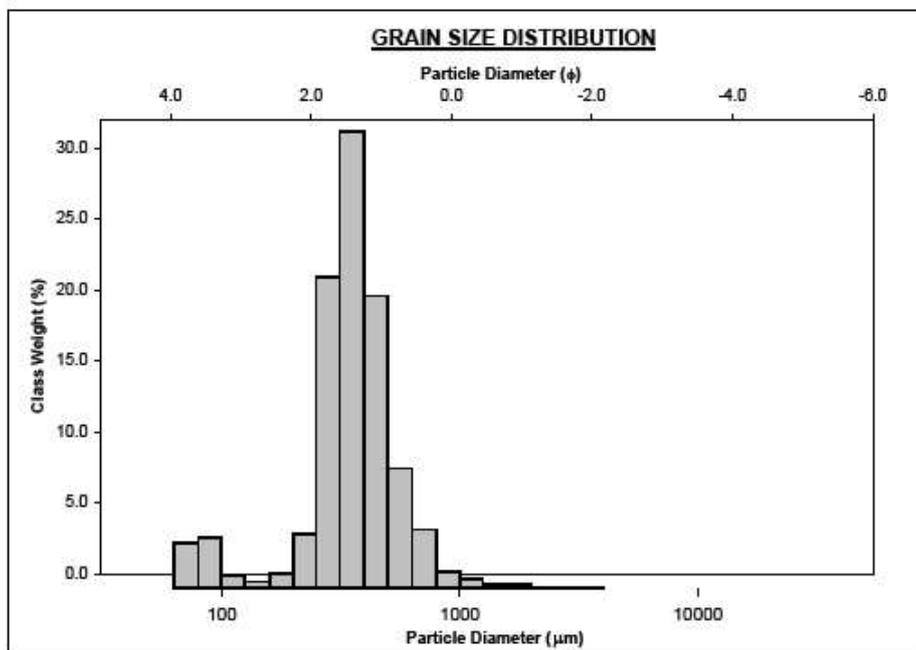
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2008. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2007. (ed. W. International), pp. 40. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2009. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France -mi-janvier 2008 -. (ed. W. International), pp. 41. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2010. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France - mi-janvier 2009 -. (ed. W. International), pp. 41. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2011. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France -mi-janvier 2010. (ed. W. International), pp. 42. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2012. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France -mi-janvier 2011. (ed. W. International), pp. 43. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2013. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France -mi-janvier 2012. (ed. W. International), pp. 42. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Hily, C., 1976. Ecologie benthique des pertuis Charentais. Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest: pp. 236.
- Hily, C., Sauriau, P.-G. & Auby, I., 2007. Protocoles suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : *Zostera marina* *Zostera noltii*. In *REBENT*, (ed. Ifremer), pp. 8. Plouzané: Ifremer.
- Sauriau, P.-G., 2008. Surveillance 2007 faune et flore benthique DCE vitalité herbier de *Zostera noltii* masse d'eau FRFC02 Pertuis charentais. pp. 22. La Rochelle: CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour-Garonne.
- Sauriau, P.-G., Aubert, F., Bréret, M., Ehlinger, S., Sauriau, F. & Sauriau, M., 2009. Surveillance 2009 flore masses d'eau côtière DCE FRFC01 Nord-Est Oléron : macroalgues FRFC02 Pertuis charentais : herbier de *Zostera noltii* : Partie 2 : herbier de *Zostera noltii*. pp. 35. La Rochelle: CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne.
- Sauriau, P.-G., Ehlinger, S. & Sauriau, F., 2008. Surveillance 2008 faune et flore benthique DCE vitalité herbier de *Zostera noltii* masse d'eau FRFC02 Pertuis charentais. pp. 27. La Rochelle: CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour-Garonne.

6 - Annexes

6.1 - Analyses granulométriques de 2012

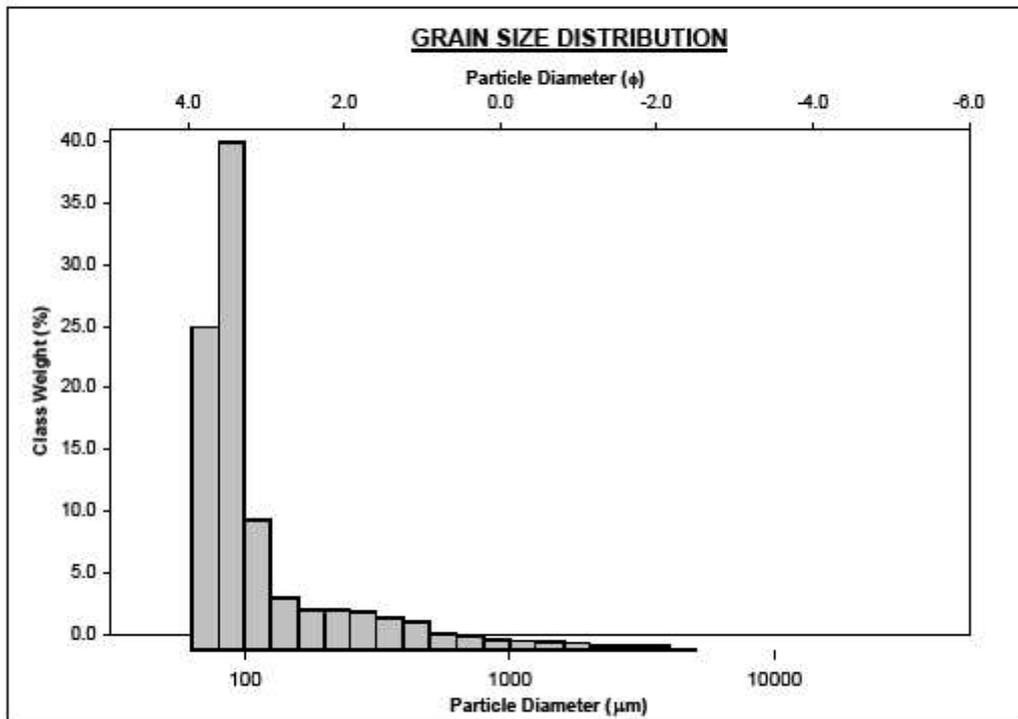
Perrotine-Bellevue

SAMPLE STATISTICS						
SAMPLE IDENTITY: Perrotine-Bellevue2012			ANALYST & DATE: F_Aubert, 10/22/2012			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Coarse Silty Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	357.5	1.494	GRAVEL: 0.1%		COARSE SAND: 9.3%	
MODE 2:			SAND: 69.3%		MEDIUM SAND: 50.4%	
MODE 3:			MUD: 30.7%		FINE SAND: 3.5%	
D ₁₀ :	9.680	0.982	V COARSE GRAVEL: 0.0%		V FINE SAND: 5.1%	
MEDIAN or D ₅₀ :	295.7	1.758	COARSE GRAVEL: 0.0%		V COARSE SILT: 5.1%	
D ₉₀ :	506.4	6.694	MEDIUM GRAVEL: 0.0%		COARSE SILT: 5.1%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	52.42	6.818	FINE GRAVEL: 0.0%		MEDIUM SILT: 5.1%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	496.7	5.712	V FINE GRAVEL: 0.1%		FINE SILT: 5.1%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	10.49	3.526	V COARSE SAND: 0.9%		V FINE SILT: 5.1%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	356.7	3.392	CLAY: 5.1%			
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN (\bar{x}):	277.3	106.8	3.227	130.8	2.935	Fine Sand
SORTING (σ):	238.6	5.996	2.584	4.602	2.202	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (S_k):	2.438	-0.668	0.668	-0.709	0.709	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	21.79	1.639	1.639	0.805	0.805	Platykurtic



Les Doux

SAMPLE STATISTICS						
SAMPLE IDENTITY: Les Doux2012			ANALYST & DATE: F_Aubert, 10/22/2012			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sandy Mud			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Very Fine Sandy Very Fine Silt						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	90.00	3.483	GRAVEL: 0.6%	COARSE SAND: 1.4%		
MODE 2:			SAND: 41.4%	MEDIUM SAND: 3.3%		
MODE 3:			MUD: 58.1%	FINE SAND: 4.4%		
D ₁₀ :	6.300	2.907		V FINE SAND: 31.5%		
MEDIAN or D ₅₀ :	42.63	4.552	V COARSE GRAVEL: 0.0%	V COARSE SILT: 9.7%		
D ₉₀ :	133.3	7.310	COARSE GRAVEL: 0.0%	COARSE SILT: 9.7%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	21.18	2.515	MEDIUM GRAVEL: 0.0%	MEDIUM SILT: 9.7%		
(D ₅₀ - D ₁₀):	127.0	4.403	FINE GRAVEL: 0.0%	FINE SILT: 9.7%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	6.717	1.779	V FINE GRAVEL: 0.5%	V FINE SILT: 9.7%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	73.78	2.748	V COARSE SAND: 0.9%	CLAY: 9.7%		
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN (\bar{x}):	104.7	24.88	5.340	32.75	4.932	Very Coarse Silt
SORTING (σ):	281.3	4.214	2.075	3.447	1.785	Poorly Sorted
SKEWNESS (S_k):	8.569	0.800	-0.800	-0.184	0.184	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	90.03	2.588	2.588	0.885	0.885	Platykurtic



Le Château d'Oléron

SAMPLE STATISTICS						
SAMPLE IDENTITY: Le Château d'Oléron2012			ANALYST & DATE: F_Aubert, 10/22/2012			
SAMPLE TYPE: Bimodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sandy Mud			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Very Fine Sandy Fine Silt						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	71.50	3.816	GRAVEL: 0.8%	COARSE SAND: 0.5%		
MODE 2:	357.5	1.494	SAND: 20.3%	MEDIUM SAND: 5.2%		
MODE 3:			MUD: 78.9%	FINE SAND: 2.8%		
D ₁₀ :	5.553	3.023		V FINE SAND: 11.3%		
MEDIAN or D ₅₀ :	22.88	5.482	V COARSE GRAVEL: 0.0%	V COARSE SILT: 13.1%		
D ₉₀ :	123.1	7.492	COARSE GRAVEL: 0.0%	COARSE SILT: 13.1%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	22.16	2.479	MEDIUM GRAVEL: 0.0%	MEDIUM SILT: 13.1%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	117.5	4.470	FINE GRAVEL: 0.3%	FINE SILT: 13.1%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	5.806	1.605	V FINE GRAVEL: 0.6%	V FINE SILT: 13.1%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	45.24	2.538	V COARSE SAND: 0.5%	CLAY: 13.1%		
	METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD			
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN (\bar{x}):	97.17	14.94	6.085	23.24	5.427	Coarse Silt
SORTING (σ):	344.1	3.758	1.910	3.506	1.810	Poorly Sorted
SKEWNESS ($S\bar{k}$):	9.487	1.906	-1.906	0.139	-0.139	Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	102.8	5.678	5.678	0.981	0.981	Mesokurtic

