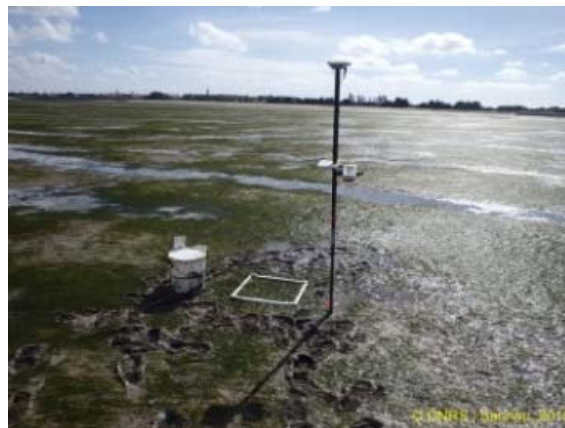
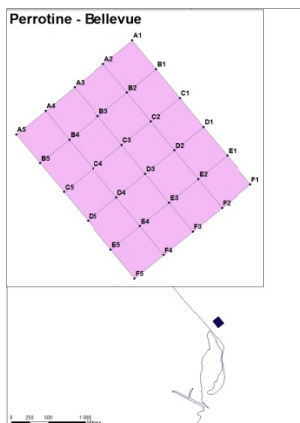




Contrat de prestations Ifremer 2015 n° 5 5152 2020

Contrôle de surveillance 2015 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* : rapport final (partie 2)



SAURIAU P.-G. & AUBERT F.

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



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Ifremer

Mars 2016

Sommaire

1 - INTRODUCTION.....	1
2 - MATERIEL ET METHODES	3
2.1 - STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE.....	3
2.1.1 - Positionnement DGPS	4
2.1.2 - Prélèvement et analyse des macroalgues	5
2.1.3 - Prélèvement des sédiments	5
2.1.4 - Prise de notes sur le terrain.....	7
2.2 - PRESENTATION DES STATIONS	8
2.2.1 - Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)	8
2.2.2 - Les Doux (Pertuis Charentais)	10
2.2.3 - Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)	12
2.3 - CALENDRIER DE REALISATION DES OPERATIONS A LA MER.....	14
2.4 - PROTOCOLE D'ANALYSE DES SEDIMENTS	15
2.4.1 - Analyse granulométrique	16
2.4.2 - Analyse de la matière organique sédimentaire.....	19
2.5 - CALCUL DE L'INDICATEUR « ANGIOSPERMES ».....	20
2.5.1 - Composition taxinomique	20
2.5.2 - Extension.....	20
2.5.3 - Densité	21
3 - RESULTATS.....	22
3.1 - GRILLES D'ECHANTILLONNAGE.....	22
3.1.1 - Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)	22
3.1.2 - Les Doux (Pertuis Charentais)	22
3.1.3 - Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)	24
3.2 - SEDIMENTS.....	25
3.2.1 - Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)	25
3.2.2 - Les Doux (Pertuis Charentais)	27
3.2.3 - Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)	30
3.3 - MACROALGUES : BIOMASSE	32
3.3.1 - Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)	32
3.3.2 - Les Doux (Pertuis Charentais)	34

3.3.3 - <i>Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)</i>	36
3.4 - ZOSTERE : TAUX DE RECOUVREMENT	37
3.4.1 - <i>Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)</i>	38
3.4.2 - <i>Les Doux (Pertuis Charentais)</i>	40
3.4.3 - <i>Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)</i>	42
4 - SYNTHESE ET CALCUL DE L'INDICATEUR « ANGIOSPERMES »	44
4.1 - SEDIMENTS.....	44
4.2 - MACROALGUES	46
4.3 - TAUX DE RECOUVREMENT DES HERBIERS A <i>ZOSTERA NOLTEI</i>	47
4.4 - CALCUL DE L'INDICATEUR « ANGIOSPERMES ».....	49
4.5 - LES OISEAUX HERBIVORES CONSOMMATEURS DE ZOSTERES	50
5 - BILANS.....	54
5.1 - TEMPS AGENTS AFFECTES AUX SUIVIS ET ANALYSES	54
5.2 - SAISIES DANS LA BASE QUADRIGE ²	55
6 - BIBLIOGRAPHIE.....	56
7 - ANNEXES	59
7.1 - FICHE DES STATIONS DU RESEAU DE SURVEILLANCE DCE	59
7.2 - TABLE ATTRIBUTAIRE DU DGPS TRIMBLE GEOXT	62
7.3 - ANALYSES GRANULOMETRIQUES	63
7.3.1 - <i>Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)</i>	63
7.3.2 - <i>Les Doux (Pertuis Charentais)</i>	64
7.3.3 - <i>Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)</i>	65

1 - Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établit un nouveau cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle a fixé comme objectif général d'atteindre, à l'horizon 2015, un bon état écologique et chimique des masses d'eau souterraine et de surface, ces dernières incluant eau côtière (MEC) et eau de transition (MET) (http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce).

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, 1832. Le référentiel taxinomique mondial WoRMS expose la synonymie de l'espèce <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145796> pour laquelle la dénomination *Zostera noltei* est une alternative acceptée.

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**).

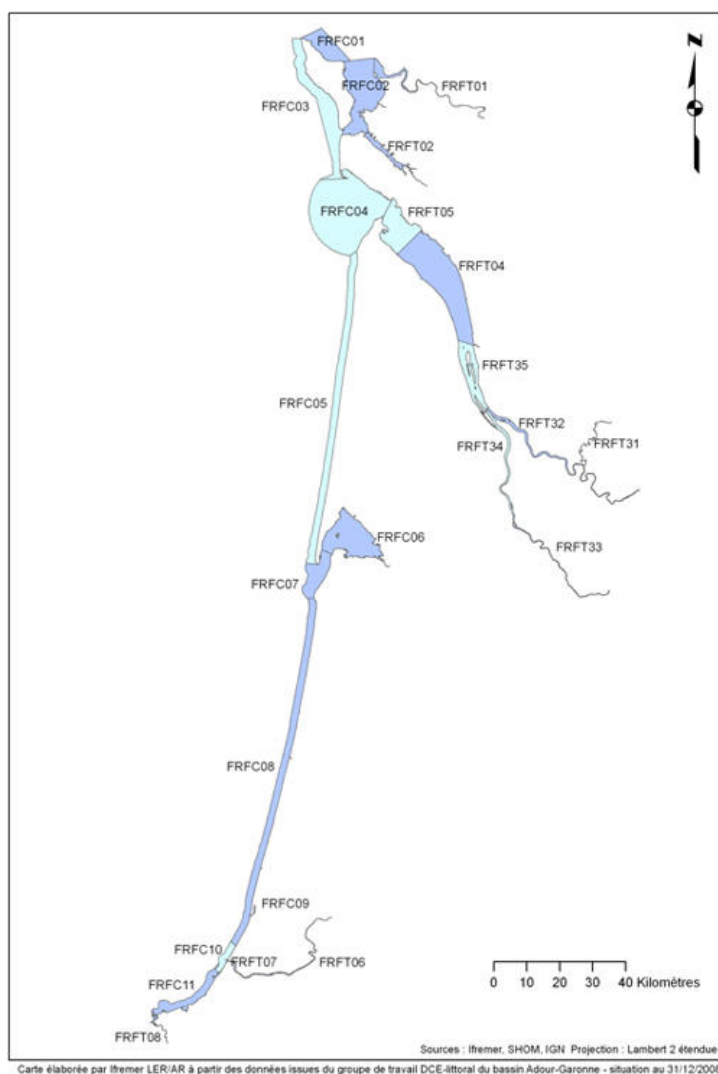


Figure 1 : Masses d'eau du district Adour-Garonne et position de la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais – FRFC02 ». Source http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

Les opérations de surveillance retenues en 2015 pour la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais - FRFC02 » étaient (**Figure 2**) :

- échantillonnage stationnel des herbiers de *Zostera noltei* en septembre sur trois stations Perrotine-Bellevue, Les Doux et Le Château d'Oléron selon le nouveau protocole (Auby *et al.* 2012) révisé en 2014 (Auby *et al.* 2014) du contrôle de surveillance DCE des herbiers intertidaux.
- échantillonnage stationnel des invertébrés benthiques de substrat meuble subtidal en avril sur la station Boyardville ; objet dans ce même rapport de contrat de prestation 2015 de la partie 1 « invertébrés benthiques ».

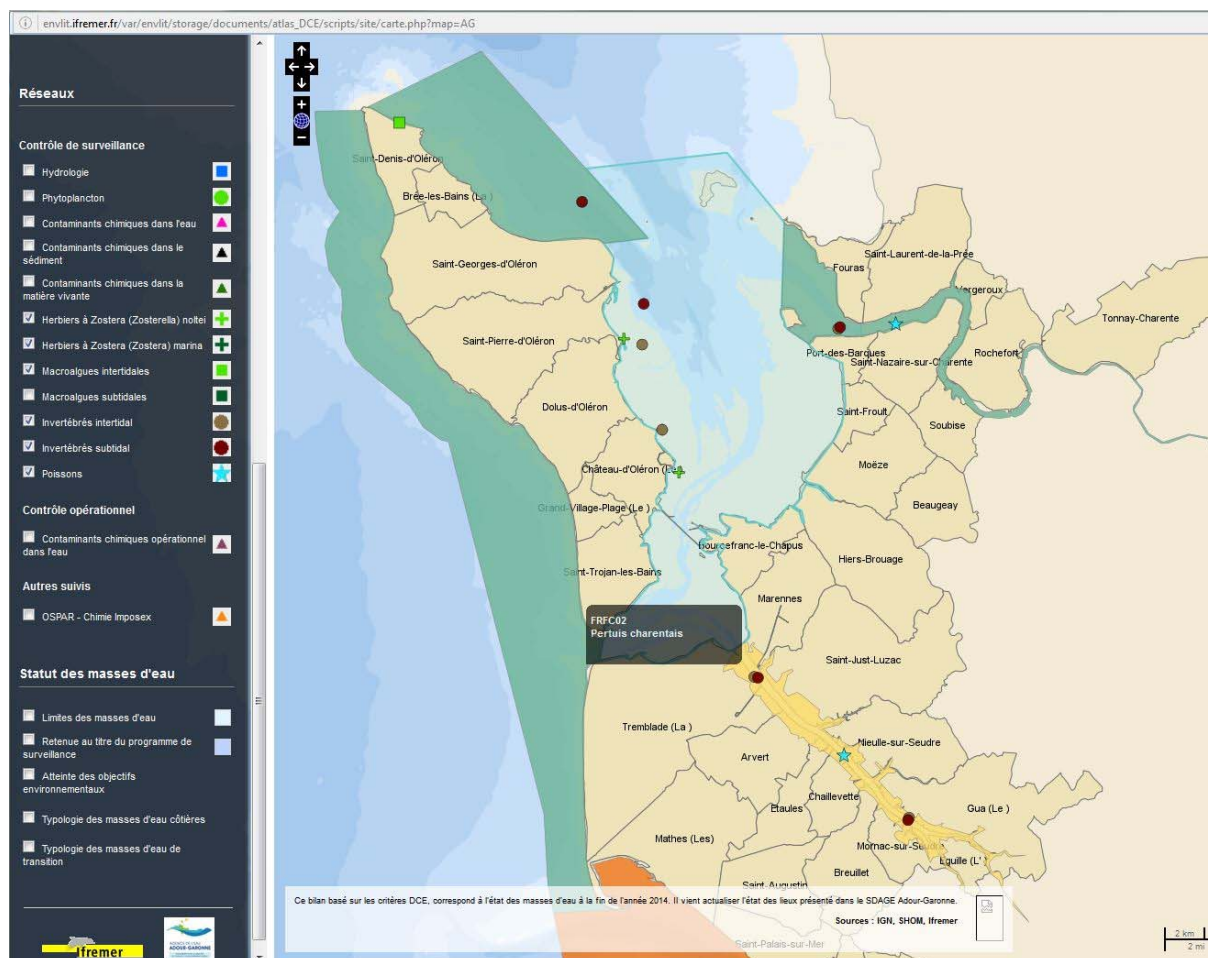


Figure 2 : Masse d'eau côtière « Pertuis Charentais - FRFC02 » avec localisation des stations Boyardville (invertébrés de substrat meuble subtidal : cercle marron) et les stations Perrotine-Bellevue, Les Doux et Le Château d'Oléron (herbier à *Zostera noltei* : croix verte).

Source http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce

L'objet de ce document est d'exposer la bonne réalisation des suivis stationnels des herbiers de *Zostera noltei* réalisé en 2015 dans la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais » et d'en exposer les résultats.

Il fait suite aux suivis stationnels réalisés de 2007 à 2009 (Sauriau 2008, Sauriau *et al.* 2008, Sauriau *et al.* 2009) puis annuellement depuis 2012 (Sauriau & Aubert 2013, Sauriau *et al.* 2013, Sauriau *et al.* 2015a) sur les herbiers de *Zostera noltei* dans la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais »

2 - Matériel et méthodes

2.1 - Stratégie d'échantillonnage

L'élément de qualité herbier à *Zostera (Zosterella) noltei* est échantillonné dans le cadre du contrôle de surveillance DCE selon le nouveau protocole 2011 amendé en 2012 (Auby *et al.* 2012) puis 2014 (Auby *et al.* 2014) selon une grille de 30 points (**Tableau 1**).

La grille est orientée A1-F1 face à la mer pour toutes les stations (*vide infra*).

Tableau 1 : Protocole taux de recouvrement de l'herbier à *Zostera (Zosterella) noltei*. Source Auby *et al.* (2012, 2014).

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	<div style="text-align: center;"> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">●</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </div>		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 avec algues si présentes ; Prise d'un second cliché une fois les algues prélevées pour analyse ultérieure avec le logiciel Image J pour contrôle des taux de recouvrement selon les 6 classes de recouvrement.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Classe de taux de recouvrement (%)</th> <th>0</th> <th>1-25</th> <th>26-50</th> <th>51-75</th> <th>76-99</th> <th>100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valeur</td> <td>0</td> <td>0,125</td> <td>0,375</td> <td>0,625</td> <td>0,875</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Les photos AVANT et APRES enlèvement des macroalgues sont stockées dans Quadrige</p>	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																												
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																																					

2.1.1 - Positionnement DGPS

La méthodologie pratique sur le terrain met en œuvre (**Figure 3**) :

- si nécessaire un accon facile à tracter sur les vasières et contenant le matériel de prélèvement (macroalgues, granulométrie, quadrat pour herbier, cirés, ...)
- un DGPS Trimble GeoXT utilisé pour le positionnement sub-métrique (0,1 à 0,5 m) ;
- un trajet sur la grille de points de façon à ne pas parcourir les surfaces d'herbier où seront déposés les quadrats ;
- une prise de photo sur chaque quadrat s'effectue à la verticale sans trépied avec un éclairage contrôlé. En cas de soleil direct, un pare soleil est utilisé.
- Une prise de notes sur le DGPS.



Figure 3 : Illustrations du positionnement par DGPS Trimble GeoXT (A, B et C), de la prise photo d'un quadrat avec utilisation d'un pare-soleil (D) et des prélèvements granulométriques (E à H) comme réalisé en 2012. Photos P. Cajeri et C. Curti, CNRS ©.

2.1.2 - Prélèvement et analyse des macroalgues

Si présentes, les macroalgues sont échantillonnées (**Figure 4**) dans chacun des 30 quadrats en séparant algues vertes, algues rouges et algues brunes (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Protocole macroalgues. Source (Auby *et al.* 2012, Auby *et al.* 2014).

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)

2.1.3 - Prélèvement des sédiments

Les sédiments sont échantillonnés (**Figure 4**) afin d'effectuer des analyses granulométriques (**Tableau 3**) et des estimations des teneurs en matière organique (**Tableau 4**).

Tableau 3 : Protocole granulométrie. Source (Auby *et al.* 2012, Auby *et al.* 2014).

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 et regroupés par la suite en 1 seul échantillon
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 4 : Protocole matière organique. Source (Auby *et al.* 2012, Auby *et al.* 2014).

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)

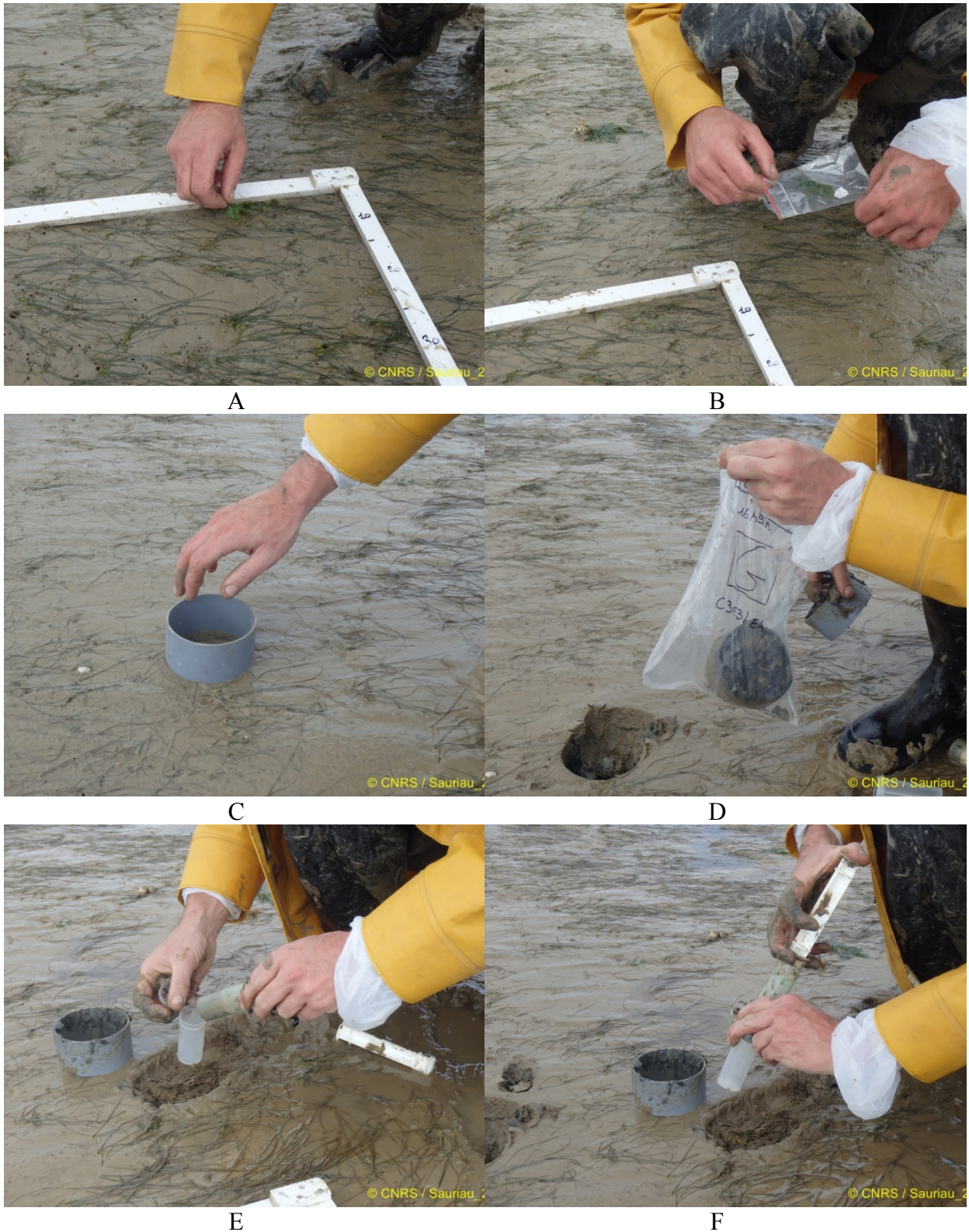


Figure 4 : Visualisation des prélèvements de macroalgues (A, B), granulométriques (C, D) et de sédiments pour l'analyse de la matière organique (E, F) illustrant le protocole commun à toutes les stations à herbier de *Zostera noltei*.

2.1.4 - Prise de notes sur le terrain

La prise de notes est basée sur l'utilisation du DGPS Trimble Géo XT et d'une table attributaire. Celle-ci permet une saisie standardisée des informations terrain directement sur l'écran tactile du DGPS à l'aide d'un stylet. La table attributaire contient une série de champs avec menus déroulants à choix obligatoire, sauf le champ commentaire final non obligatoire. Une valeur par défaut peut être définie pour tous les champs.

Il est cependant nécessaire de disposer à côté du DGPS d'une feuille de terrain placée sur un support rigide (**Figure 5**). Cette feuille contient le plan de position de la grille de points, les points prévus pour les prélèvements granulométriques (3) et de matière organique (9). Elle permet de compléter la saisie sur le DGPS. Sont notés l'ordre de réalisation des points, les points déjà réalisés afin de faciliter le trajet sur la grille et toute information additionnelle (météo, horaire, présence et nombre de pêcheurs à pied, changement dans la topographie, etc...).

La table attributaire contient les champs suivants :

StationLettre Menu, champ obligatoire A, B, C, D, E ou F ;

StationNuméro Menu, champ obligatoire 1, 2, 3, 4 ou 5 ;

Macroalgue Menu, champ obligatoire NON (par défaut), V, R, B, VR, VB, RB, ou VRB ;

Dépôt_Vase Menu, champ obligatoire NON (par défaut), OUI ;

Taux_Recouvrement Menu, champ obligatoire pour *Zostera noltei* 0 [0], 1-25 [0.125], 26-50 [0.375], 51-75 [0.625], 76-100 [0.875], >100 [1] ;

Granulométrie Menu, champ obligatoire, NON (par défaut) G1, G2 ou G3 ;

Matière_Organique Menu, champ obligatoire NON (par défaut) MO1, MO2, MO3, MO4, MO5, MO6, MO7, MO8 ou MO9 ;

Topographie Menu, champ obligatoire Bosse, Creux, Plat (par défaut) ;

Eau Menu, champ obligatoire Sec (par défaut), Flaque ;

Traces Menu, champ obligatoire Bernache, Goéland, Mulet, Pied, Grattage, NON (par défaut)

Autre_Commentaire NON (par défaut), 100 caractères possibles.



Figure 5 : Prise de notes associant table attributaire du DGPS et feuille terrain, exemple pour la station les Doux 2013 de la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ». Photo 18/09/2013 P.-G. Sauriau CNRS ©.

2.2 - Présentation des stations

Les stations « Perrotine-Bellevue » et « Les Doux » sont incluses dans la réserve naturelle nationale de Moëze-Oléron créée le 27/03/1995 pour sa partie maritime. Sa superficie est de 6720 ha dont 5000 ha de vasières (<http://www.reserves-naturelles.org/moeze-oleron>). Ces stations sont également situées 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. Le domaine public maritime (DPM) de la réserve naturelle nationale de Moëze-Oléron est interdit de toute pêche à pied depuis 1995. Des autorisations dérogatoires sont cependant accordées aux pêcheurs à pied professionnels sur le site de Perrotine-Bellevue avec depuis 2011 une pêche à pied aux palourdes ouverte 3 mois du 1^{er} avril au 30 juin (Arrêtés du Préfet de Région Aquitaine du 10 février 2011).

Le choix des stations à herbiers dans la masse d'eau Pertuis Charentais a pour objectif de comparer une station sans pression anthropique (Les Doux) avec une station potentiellement impactée 3 mois par an par la pêche à pied professionnelle (Perrotine-Bellevue) et une station impactée à l'année par la pêche à pied de loisir (Le Château d'Oléron) où coque *Cerastoderma edule* (Linné, 1758) et palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) sont les principales espèces pêchées. Un site complémentaire dans une concession scientifique accordée à l'Université de La Rochelle (Ade) est ajouté car il fait l'objet depuis 2013 d'une étude expérimentale spécifique de la réponse des herbiers aux impacts de la pêche à pied. Les méthodologies utilisées relèvent également du protocole DCE (Sauriau *et al.* 2015b).

2.2.1 - Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)

La station « Perrotine-Bellevue » a été positionnée suite à la prospection du 18/07/2012 (Sauriau *et al.* 2013) en dehors de l'influence directe de chenaux d'écoulement de marais littoraux 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 (Tableau 5).

Tableau 5 : station Perrotine-Bellevue

Station	Perrotine-Bellevue
Regroupement	Possible avec Les Doux
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes minimum et après autorisation dérogatoire
Paramètres	Multiple : métrique « densité des herbiers à <i>Zostera noltei</i> » par mesure du taux de recouvrement et 3 métriques supplémentaires (granulométrie, matière organique, biomasse des macroalgues vertes, rouges et brunes et nombre-localisation des oiseaux herbivores consommateurs d'herbier)
Fréquence	Août-septembre, tous les ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement, tri et détermination, mesure granulométrie, mesure matière organique	LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle)
Début prélèvements	2012 (prospection), 2012 (surveillance)

La station se situe en médiolittoral moyen (**Figure 6**), présente un herbier peu dense à dense et est prospectée *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 dans la réserve naturelle de Moëze-Oléron et nécessite une autorisation dérogatoire d'accès.



Figure 6 : Vue générale (A) et vues de détail d'un quadrat (B) et de la grille de points (C) sur la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de *Zostera noltei* sur la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ». Réalisation carte sous ArcMap 10.2 (C. Curti).

2.2.2 - Les Doux (Pertuis Charentais)

La station « Les Doux » a été positionnée depuis 2007 (Sauriau 2008, Sauriau *et al.* 2008, Sauriau *et al.* 2009, Sauriau *et al.* 2013) sur un site facile d'accès pédestre à partir du tombolo reliant la pointe des Doux au Rocher des Doux (**Tableau 6**). Ce tombolo crée une protection vis-à-vis des houles venant du nord-ouest et pivotant autour de la pointe des Saumonards pour se propager vers le sud au-delà de la pointe de Bellevue.

La station « Les Doux » se situe en médiolittoral moyen, présente un herbier dense à très dense et est prospectée *pedibus jambi* à partir de l'accès sur le littoral par la pointe des Doux (**Figure 7**). Cette station est située dans la réserve naturelle de Moëze-Oléron et nécessite une autorisation dérogatoire d'accès. Des bernaches cravant y ont été observées avec des traces superficielles nettement visibles sur l'herbier (**Figure 7B**).

Tableau 6 : station Les Doux

Station	Les Doux
Regroupement	Possible avec « Perrotine-Bellevue »
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes minimum et après autorisation dérogatoire
Paramètres	multiples : métrique « densité des herbiers à <i>Zostera noltei</i> » par mesure du taux de recouvrement et 3 métriques supplémentaires (granulométrie, matière organique, biomasse des macroalgues vertes, rouges et brunes et nombre-localisation des oiseaux herbivores consommateurs d'herbier
Fréquence	Août-septembre, tous les ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement, tri et détermination, mesure granulométrie, mesure matière organique	LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle) et antérieurement CREMA L'Houmeau (CNRS-Ifremer) puis CRELA (CNRS-Ifremer-Université de La Rochelle)
Début prélèvements	2006 (prospection), 2007 (surveillance)



A

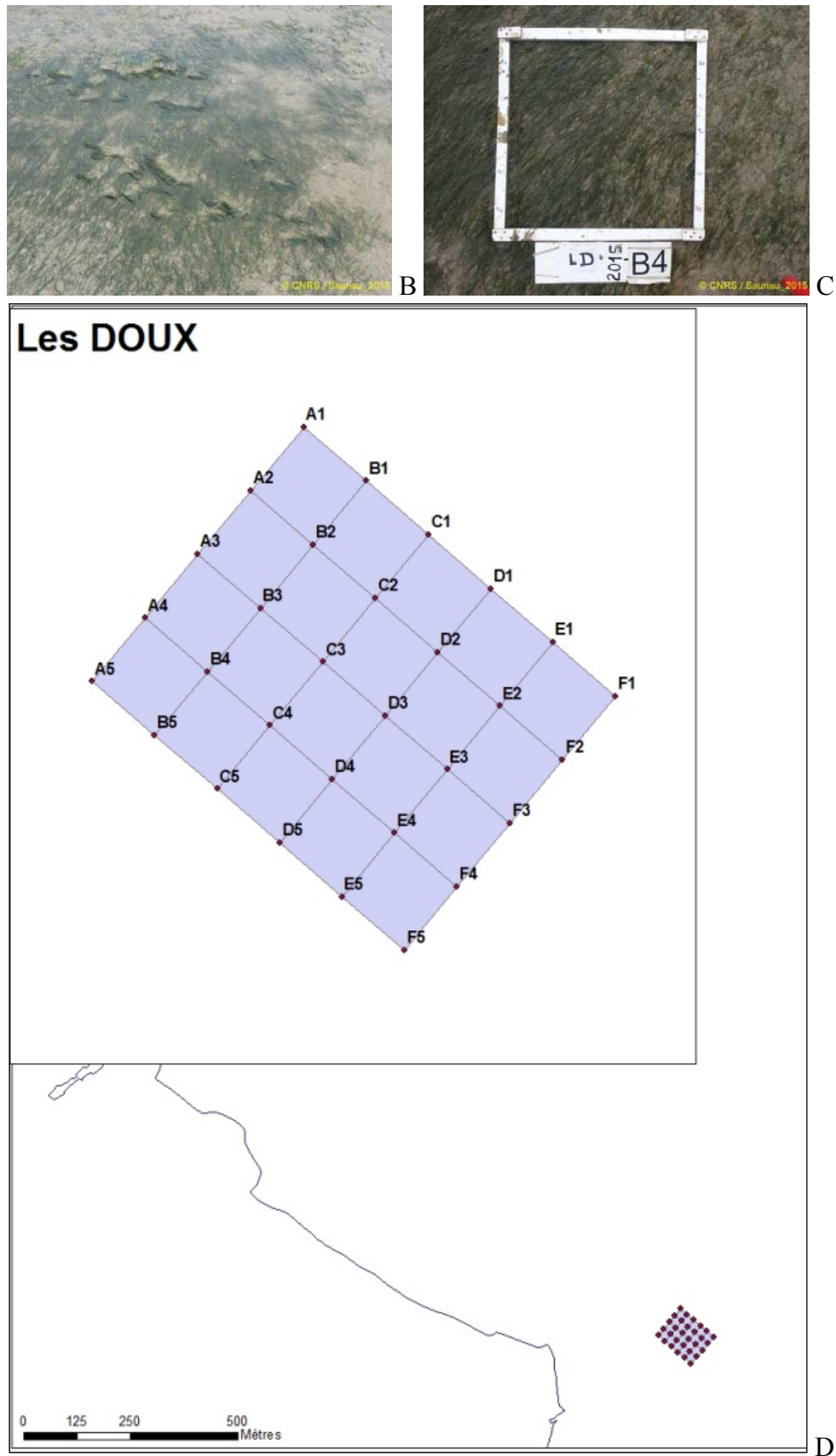


Figure 7 : Vue générale (A) et vues de détail de traces de bernaches (B), d'un quadrat (C) et de la grille de points (D) sur la station « Les Doux » herbier de *Zostera noltei* sur la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ». Réalisation carte sous ArcMap 10.2 (C. Curti).

2.2.3 - Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)

La station « Le Château d'Oléron » a été positionnée suite à la prospection du 18/07/2012 (Sauriau *et al.* 2013) 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 de loisir tout au cours de l'année et plus fortement sur l'été (**Figure 8**).

La station est prospectée *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 de 20 à 30 personnes (**Figure 8**).

Tableau 7 : station Le Château d'Oléron

Station	Le Château d'Oléron
Regroupement	Non
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes minimum
Paramètres	Multiplés : métrique « densité des herbiers à <i>Zostera noltei</i> » par mesure du taux de recouvrement et 3 métriques supplémentaires (granulométrie, matière organique, biomasse des macroalgues vertes, rouges et brunes et nombre-localisation des oiseaux herbivores consommateurs d'herbier
Fréquence	Août-septembre, tous les ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement, tri et détermination, mesure granulométrie, mesure matière organique	LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle)
Début prélèvements	2012 (prospection), 2012 (surveillance)



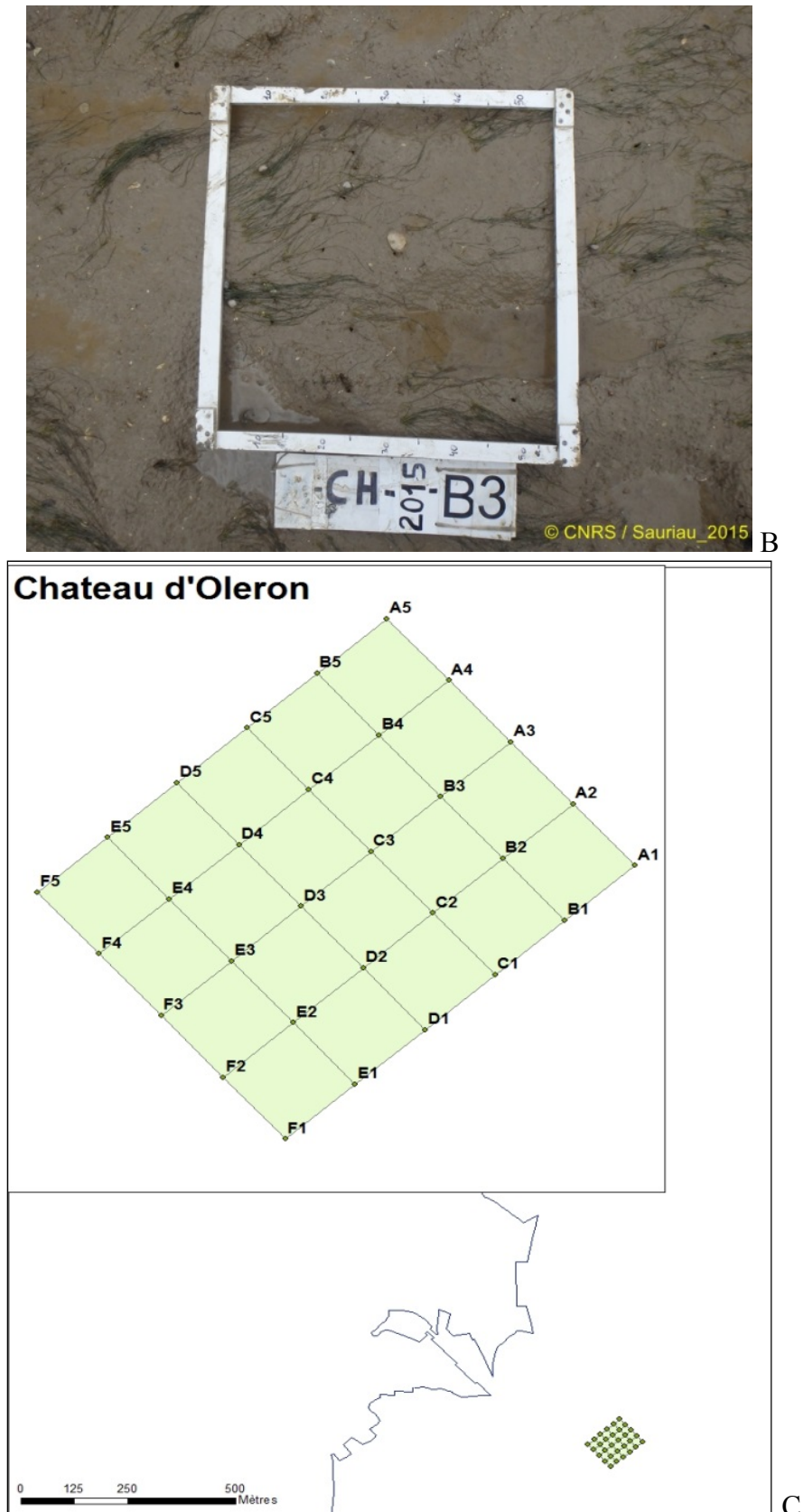


Figure 8 : Vue générale (A) et vues de détail d'un quadrat (B) et de la grille de points (C) sur la station « Le Château d'Oléron » herbier de *Zostera noltei* sur la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ». Réalisation carte sous ArcMap 10.2 (C. Curti).

2.3 - Calendrier de réalisation des opérations à la mer

Les opérations pour les suivis stationnels se sont déroulées sur 2 jours (**Tableau 8**) les 15 et 17 septembre pour le suivi des trois stations d'herbier à zostère naine, respectivement Perrotine-Bellevue, Les Doux et Le Château d'Oléron plus une journée le 11/09/2015 pour une station située à Ade hors surveillance DCE (le site ADE est suivi depuis 2014). Un nombre de 2 personnes minimum est requis sur les missions terrain pour assurer la sécurité et les suivis à effectuer. Le travail à la mer a donc mobilisé 6 personnes jours avec 2 personnes par jour pour les stations sur l'herbier, temps trajet aller-retour compté. Ce chiffre ne comprend ni le temps nécessaire à la préparation des opérations à la mer (1 journée) ni le temps de dépouillement des informations collectées (plusieurs journées, *vide infra*).

Tableau 8 : Calendrier des opérations à la mer sur les sites échantillonnés.

Type de suivi	Nom masse d'eau	Code point	Nom point (toponymie)	Type de station	Dates	Nombre personne jour-mer	Opérateurs
Contrôle de surveillance	Pertuis Charentais	-	Perrotine-Bellevue	Grille	17/09/2015	2	LIENSs
Contrôle de surveillance	Pertuis Charentais	-	Les Doux	Grille	17/09/2015	2	LIENSs
Contrôle de surveillance	Pertuis Charentais	-	Le Château d'Oléron	Grille	15/09/2015	2	LIENSs
Autre étude hors DCE	Pertuis Charentais		Ade	Grille	11/09/2015	2	LIENSs
Total					2 + 1 jours	6+2 pers. jour	

2.4 - Protocole d'analyse des sédiments

Le principe général de l'analyse granulométrique à visée biosédimentaire (Chassé & Glémarec 1976) est d'obtenir une estimation du type sédimentaire à partir des 3 principales fractions de sédiments que sont les pélites (< 63 µm), les sables (63 µm < X < 2 mm) et les graviers (> 2 mm) selon les coupures communément admises (**Figure 9**).

MOYEN D'ÉTUDE	AFNOR		UNITÉS		CLASSIFICATION		
	α	mm	Φ	Wentworth	Cailleux		
mesure directe	-24	250-256	-8	BLOCS (BOULDERS)	RUDITES	BLOCS	
	-18	63-32	-5	GRAVE (COBBLE)		GALETS	
	-6	4	-	CAILLOUX (PEBBLE)		GRAVILLONS	
	-3	2	1	GRANULES			
	tamisage	-2	1,6-		TRÈS GROSSIER	ARÉNITES (SANDS)	SABLES
		-1	1,25-				
		0	1	0	GROSSIER		
		1	0,8-				
		2	0,63-				
		3	0,5	1	MOYEN		
5		0,315-					
		0,25	2	FIN			
9		0,125	3	TRÈS FIN			
12		0,0625-1/16	4				
microscopie électronique	14	0,04-		GROSSIER	LUTITES (SILTS)	SABLONS	
	17	0,02-	5	MOYEN			
	20	0,01-	6	FIN			
	24	0,004-1/256	7	TRÈS FIN			
			8				
			14				
					LIMONS		
					PRE COLLOIDES		

Figure 9 : Echelle granulométrique AFNOR, unité Φ et classifications communes utilisées (Cojan & Renard 1999).

2.4.1 - Analyse granulométrique

Pour l'analyse, les 3 prélèvements de chaque station sont regroupés en un seul échantillon qui est vidé dans un bol identifié et taré pour être séché à l'étuve à 80-100 °C pendant 72 h. La masse de sédiment est pesée préalablement au séchage (sédiment humide) puis après séchage (sédiment sec) afin d'en estimer la quantité de sels. Un sous-échantillon de 100 g (200 g pour les sables) est remouillé dans un défloculant (métaphosphate de sodium à 40 g/l), et malaxé avec une spatule voire éventuellement passé aux ultrasons 20 mn pour désagréger les amas les plus petits. Le lendemain l'échantillon est tamisé à l'eau sur maille de 63 µm jusqu'à obtenir un filtrat clair, le but étant d'éliminer les pélites. Le refus de tamis est récupéré et mis à l'étuve à 100 °C pendant 72 h.

L'échantillon est ensuite passé sur une colonne de tamis normalisés Retsch (**Figure 10**). 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 1600 et 1250 à 63 µm). Chaque tamis est pesé vide au préalable puis 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 avec un mouvement vertical de 1,5 mm réglé visuellement à partir de la barrette graduée présente sur le socle noir à la base de la colonne de tamis.



Figure 10 : 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 (Bioblock Scientific) en bain aqueux (**Figure 11**). 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.



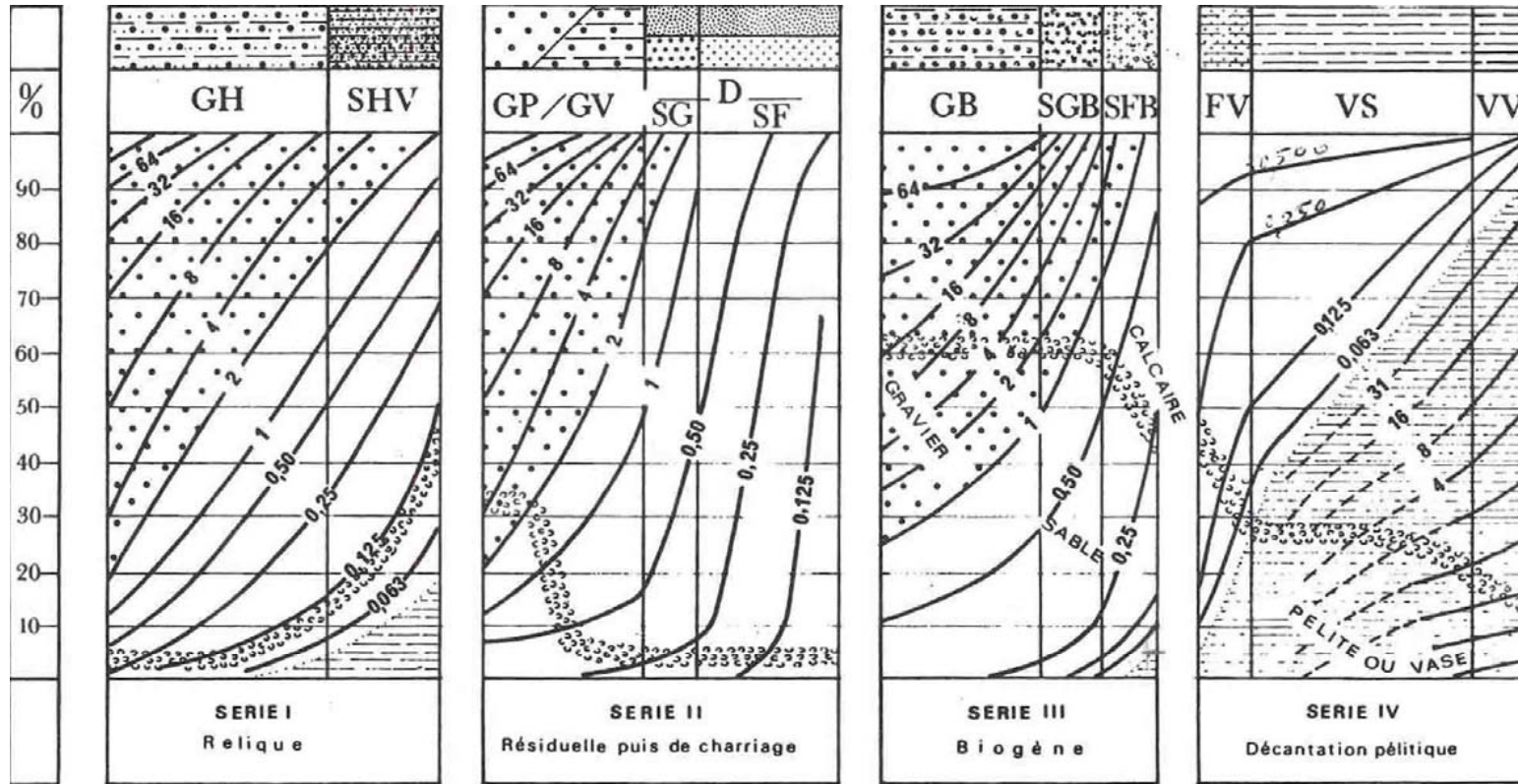
A



B

Figure 11 : Bain à ultrasons (A) avec détails du porte tamis et de la collerette en mousse (B) pour maintenir un bol à sédiment. Photo P.-G. Sauriau CNRS ©.

Les résultats des différentes pesées sont ensuite analysés 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 l'ensemble des Pertuis Charentais (**Figure 12**).



— Légende : A toute verticale du graphique correspond un sédiment déterminé dont on lit, aux intersections avec les courbes d'isodimension, la composition granulométrique en pourcentage pondéral sur l'axe des ordonnées. L'évolution de la teneur moyenne en calcaire est également précisée.

GH graviers hétérogènes sableux, SHV sables hétérogènes plus ou moins envasés
 GP graviers propres, GV graviers vaseux, SG sables grossiers, SF sables fins
 GB graviers biogènes, SGB sables grossiers biogènes, SFB sables fins biogènes
 FV sables fins vaseux, VS vases sableuses, VV vases franches, D sédiments dunaires

Figure 12 : Type biosédimentaire (Chassé & Glémarec 1976).

2.4.2 - Analyse de la matière organique sédimentaire

L'analyse de la teneur en matière organique suit le principe de la perte au feu à 450 °C dans un four à moufles. Chaque échantillon référencé par son numéro de station est mis à l'étuve à 80-100 °C 72 h afin d'obtenir un échantillon totalement sec. Un sous-échantillon de 1 g est utilisé et disposé dans un creuset numéroté et pré-taré. Les masses des creusets et du sédiment sec (environ 1g) sont mesurées sur une balance Mettler AE 240 avec une précision à 0,0001 g. Les échantillons sont ensuite placés dans un four à moufles 450 °C pendant 5 h 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 feuilletts 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.

2.5 - Calcul de l'indicateur « Angiospermes »

L'indicateur français « Angiospermes » (Auby *et al.* 2010a, b) repose sur trois métriques :

- 1) la composition taxinomique
- 2) l'extension
- 3) la densité.

Pour chacune de ces trois métriques, la valeur de l'Ecological Quality Ratio (EQR) est estimée selon des grilles de référence.

2.5.1 - Composition taxinomique

Pour la métrique « taxinomie », le calcul d'EQR est réalisé selon la grille ci-dessous (Tableau 9).

Tableau 9 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'Ecological Quality Ratio (EQR) pour la métrique « composition taxinomique ».

Perturbation	Changement de la composition taxinomique par rapport aux conditions de référence	EQR
Amélioration ou pas de modification visible	Espèces apparues ou aucune espèce disparue	1
Altérations modérées	Disparition de <i>Zostera marina</i>	0,7
Altérations majeures	Disparition de <i>Zostera noltei</i>	0,5
Altérations sévères	Perte des deux espèces	0

2.5.2 - Extension

Pour la métrique « extension », le calcul d'EQR est réalisé selon la grille ci-dessous (Tableau 10).

Tableau 10 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'EQR pour la métrique « extension ».

Perturbation	Modification de l'extension (toutes espèces confondues) par rapport aux conditions de référence et EQR
Amélioration ou pas de modification visible	0 % perte = 1,0 ; 1 % perte = 0,98 ; 2 % perte = 0,96... 10 % perte = 0,80
Faibles signes de perturbation	11 % perte = 0,78 ; 12 % perte = 0,76 ; 13 % perte = 0,74... 20 % perte = 0,60
Altérations modérées	21 % perte = 0,59 ; 22 % perte = 0,58 ; ... 30 % perte = 0,50
Altérations majeures	31 % perte = 0,49 ; 32 % perte = 0,48 ; ... 50 % perte = 0,30
Altérations sévères	51 % perte = 0,295 ; 52 % perte = 0,290 ; ... 100 % perte = 0,0

2.5.3 - Densité

Pour la métrique « densité », le calcul d'EQR est réalisé selon la grille ci-dessous (Tableau 11).

Tableau 11 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'EQR pour la métrique « densité ».

Perturbation	Changement de la densité par rapport aux conditions de référence et EQR
Amélioration ou pas de modification visible	0 % perte = 1,0 ; 1 % perte = 0,98 ; 2 % perte = 0,96... 10 % perte = 0,80
Faibles signes de perturbation	11 % perte = 0,78 ; 12 % perte = 0,76 ; 13 % perte = 0,74... 20 % perte = 0,60
Altérations modérées	21 % perte = 0,59 ; 22 % perte = 0,58 ; ... 30 % perte = 0,50
Altérations majeures	31 % perte = 0,49 ; 32 % perte = 0,48 ; ... 50 % perte = 0,30
Altérations sévères	51 % perte = 0,295 ; 52 % perte = 0,290 ; ... 100 % perte = 0,0

L'indicateur « Angiospermes » est ensuite calculé en moyennant les EQR calculés des 3 métriques. Le classement de la masse d'eau pour cet indicateur est ensuite calculé à partir des équivalences définies dans la grille ci-dessous (Tableau 12).

Tableau 12 : Grille de classement pour l'élément de qualité « Angiospermes ».

Statut écologique	EQR « Angiospermes »
Très bon état	0,8–1,0
Bon état	0,6–0,79
Etat moyen	0,4–0,59
Etat médiocre	0,2–0,39
Mauvais état	0,0–0,19

3 - Résultats

3.1 - Grilles d'échantillonnage

3.1.1 - Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)

L'échantillonnage s'est déroulé à partir 12h16, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 13h45 pour une durée de 1h29 (**Figure 13**). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, de la nécessité de faire un prélèvement pour analyse de la matière organique (avec 9 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain) et/ou de la granulométrie (avec 3 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain), 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.

	Heure du prélèvement			Durée 1h29		
	A	B	C	D	E	F
1	12h45	12h41	12h38	12h33	12h31	12h29
2	12h48	13h11	13h13	13h33	13h36	12h26
3	12h52	13h08	13h19	13h31	13h38	12h22
4	12h55	13h05	13h22	13h29	13h42	12h20
5	12h58	13h02	13h24	13h27	13h45	12h16

	Matière organique			2015		
	A	B	C	D	E	F
1						
2				MO7		MO2
3		MO4	MO5		MO8	MO1
4						
5	MO3		MO6		MO9	

	Granulométrie			2015		
	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3			G1		G2	
4					G3	
5						

Figure 13 : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée sur la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de *Zostera noltei* et positions des prélèvements pour analyse de la matière organique et de la granulométrie. Source : données issues de la table attributaire du DGPS Trimble Géo XT.

3.1.2 - Les Doux (Pertuis Charentais)

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

L'échantillonnage s'est déroulé à partir 14h30, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 15h36 pour une durée de 1h06 (Figure 14). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, de la nécessité de faire un prélèvement pour analyse de la matière organique (avec 9 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain) et/ou de la granulométrie (avec 3 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain), des délais de la réception DGPS et du temps si nécessaire d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant.

		Heure du prélèvement			Durée 1h06		
		A	B	C	D	E	F
1	14h38	14h40	15h02	15h05	15h25	15h28	
	14h36	14h42	15h00	15h07	15h23	15h29	
3	14h34	14h47	14h58	15h09	15h20	15h31	
4	14h33	14h49	14h56	15h12	15h19	15h33	
5	14h30	14h52	14h54	15h14	15h17	15h36	

		Matière organique			2015		
		A	B	C	D	E	F
1			MO7			MO8	
	MO2	MO3					
3	MO1		MO6			MO9	
4			MO5				
		MO4					

		Granulométrie			2015		
		A	B	C	D	E	F
1							
3							
4					G3		
			G1	G2			

Figure 14 : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée sur la station « Les Doux » à herbier de *Zostera noltei* et positions des prélèvements pour analyse de la matière organique et de la granulométrie. Source : données issues de la table attributaire du DGPS Trimble Géox XT.

3.1.3 - Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)

L'échantillonnage s'est déroulé à partir 11h37, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 13h34 pour une durée de 1h57 (Figure 15). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, de la nécessité de faire un prélèvement pour analyse de la matière organique (avec 9 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain) et/ou de la granulométrie (avec 3 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain), des délais de la réception DGPS et du temps si nécessaire d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant.

		Heure du prélèvement			Durée 1h57		
		A	B	C	D	E	F
1		13h15	13h11	12h39	12h34	11h55	11h52
		13h19	13h09	12h42	12h31	11h59	11h48
3		13h23	13h06	12h47	12h28	12h03	11h45
4		13h26	13h03	12h51	12h24	12h07	11h42
	5	13h34	13h00	12h54	12h21	12h17	11h37

		Matière organique 2015			Granulométrie 2015		
		A	B	C	D	E	F
1			MO8	MO5			MO3
	2						
3				MO6			MO2
4				MO7	MO4		
	5	MO9					MO1

		Granulométrie 2015				
		A	B	C	D	E
1						
	2					
3				G2		
4				G3		
	5					G1

Figure 15 : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée sur la station « Le Château d'Oléron » à herbier de *Zostera noltei* et positions des prélèvements pour analyse de la matière organique et de la granulométrie. Source : données issues de la table attributaire du DGPS Trimble Géo XT.

3.2 - Sédiments

3.2.1 - Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)

Les sédiments présentent en masse des taux de 24 % en pélites, 76 % de sables fin à moyens et moins de 0,5 % d'éléments grossiers. La distribution en taille est unimodale dans les sables moyens (médiane à 305 μm) avec un mauvais classement (Annexe 2). Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec 1976) c'est un sable moyen envasé avec éléments coquilliers biogènes. Le taux de matières organiques est de $1,9 \pm 0,4$ % (Tableau 13). Ce sédiment est un peu moins envasé qu'en 2012 avec environ 5 % de pélites en moins mais de même nature vaso-sableuse qu'en 2013 et 2014 (Figure 16).

Tableau 13 : Variables sédimentaires et teneur en matière organique (\pm écart type, n) pour les sédiments de la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de *Zostera noltei* depuis 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
Sédiment	2013		
Perrotine-Bellevue	Moyenne	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	24,6	-	1
Taux de sables 63 μm à 2 mm (%)	75,3	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,1	-	1
Taux de matière organique (%)	1,8	0,2	9
Mode (μm)	357 – 358	-	1
D10 (μm)	12 – 13	-	1
D50 ou médiane (μm)	317	-	1
D90 (μm)	532	-	1
Sédiment	2014		
Perrotine-Bellevue	Moyenne	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	24,7	-	1
Taux de sables 63 μm à 2 mm (%)	75,1	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,2	-	1
Taux de matière organique (%)	1,9	0,5	9
Mode (μm)	357 – 358	-	1
D10 (μm)	12 – 13	-	1
D50 ou médiane (μm)	308	-	1
D90 (μm)	511	-	1
Sédiment	2015		
Perrotine-Bellevue	Moyenne	\pm Ecart-type	N

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

Taux de pélites < 63 µm (%)	23,9	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	75,9	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,2	-	1
Taux de matière organique (%)	1,9	0,4	9
Mode (µm)	357 – 358	-	1
D10 (µm)	12 – 13	-	1
D50 ou médiane (µm)	305	-	1
D90 (µm)	492	-	1

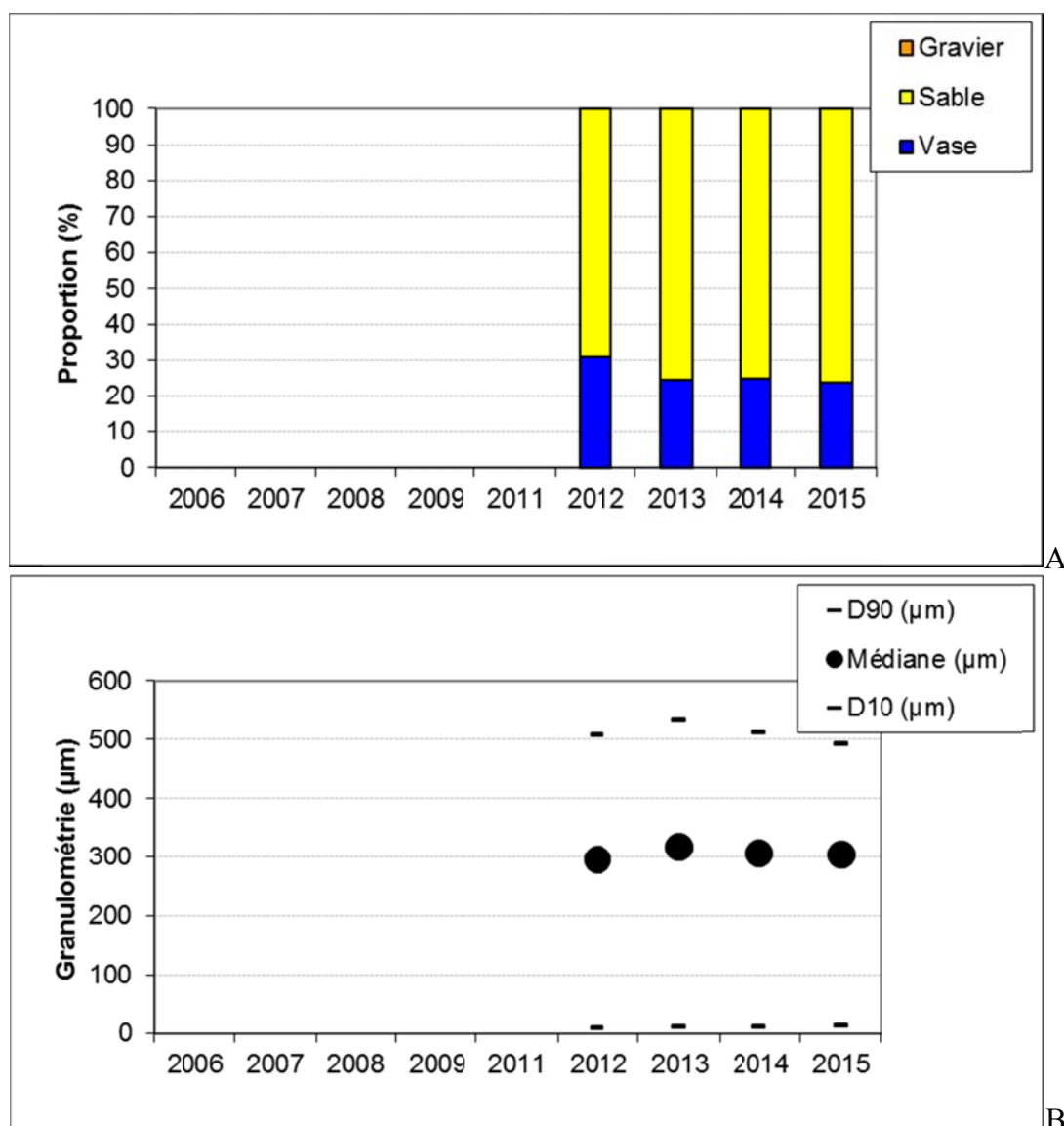


Figure 16 : Variations temporelles des taux de vases, sables et graviers (A) et de la médiane (B) des sédiments de la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de *Zostera noltei*.

3.2.2 - Les Doux (Pertuis Charentais)

Les sédiments présentent en masse des taux de 46 % en pélites, 54 % de sables fins et moyens et moins de 0,5 % d'éléments grossiers. La distribution en taille est unimodale dans les sables fins (mode à 90 μm) avec un mauvais classement (Annexe 2). Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec 1976) c'est une vase sableuse. Le taux de matières organiques est en moyenne de $3,0 \pm 0,5$ % (**Tableau 14**). Les résultats des analyses granulométriques étaient remarquablement constants de 2007, 2008, 2009 à 2014 sur cette station (**Tableau 14**) sans variations franches des proportions vases, sables et graviers sur la période (**Figure 17**) sauf en 2015 avec en moyenne 5-10 % en moins de vases.

Tableau 14 : Variables sédimentaires et teneur en matière organique (\pm écart type, n) pour les sédiments de la station « Les Doux » à herbier de *Zostera noltei* de 2007 à 2009 et depuis 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	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	54,1	2,7	3
Taux de sables 63 μm 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	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	52,8	2,7	3
Taux de sables 63 μm 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	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	58,2	-	1
Taux de sables 63 μm 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
Sédiment	2013		
Les Doux	Moyenne	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	51,6	-	1
Taux de sables 63 μm à 2 mm (%)	47,7	-	1

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

Taux de graviers > 2 mm (%)	0,7	-	1
Taux de matière organique (%)	3,4	0,4	9
Mode (µm)	90	-	1
D10 (µm)	6 – 7	-	1
D50 ou médiane (µm)	58	-	1
D90 (µm)	258	-	1
Sédiment	2014		
Les Doux	Moyenne	± Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	56,1	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	42,2	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	1,6	-	1
Taux de matière organique (%)	3,3	0,8	9
Mode (µm)	90 et 358	-	1
D10 (µm)	6 – 7	-	1
D50 ou médiane (µm)	45	-	1
D90 (µm)	303	-	1
Sédiment	2015		
Les Doux	Moyenne	± Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	45,7	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	54,0	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,3	-	1
Taux de matière organique (%)	3,0	0,5	9
Mode (µm)	90	-	1
D10 (µm)	7 – 8	-	1
D50 ou médiane (µm)	67 – 68	-	1
D90 (µm)	190	-	1

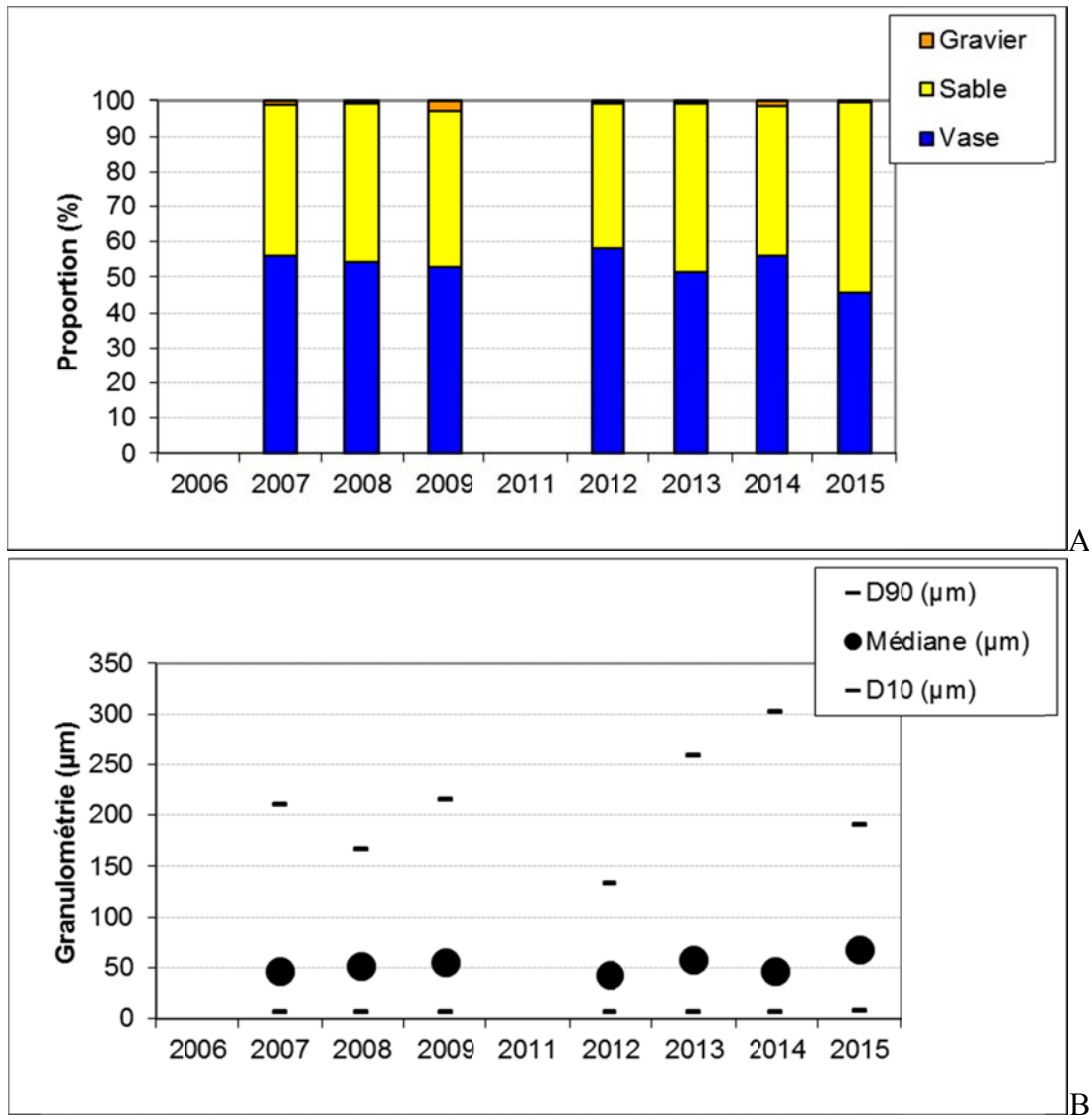


Figure 17 : Variations temporelles des taux de vases, sables et graviers (A) et de la médiane (B) des sédiments de la station « les Doux » à herbier de *Zostera noltei* de 2007 à 2009 et depuis 2012.

3.2.3 - Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)

Les sédiments présentent en masse des taux de 47% en pélites, 51 % de sables fins et moyens et 2 % d'éléments grossiers. La distribution en taille est trimodale (90, 142 et 357 μm) avec un très mauvais classement (Annexe 2). 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 $3,9 \pm 0,6$ % (Tableau 15).

Tableau 15 : Variables sédimentaires et teneur en matière organique (\pm écart type, n) pour les sédiments de la station « Le Château d'Oléron » à herbier de *Zostera noltei* depuis 2012.

Sédiment	2012		
Le Château d'Oléron	Moyenne	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	79,0	-	1
Taux de sables 63 μm 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
Sédiment	2013		
Le Château d'Oléron	Moyenne	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	70,2	-	1
Taux de sables 63 μm à 2 mm (%)	29,3	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,4	-	1
Taux de matière organique (%)	4,2	0,8	9
Mode (μm)	90 & 357	-	1
D10 (μm)	5 – 6	-	1
D50 ou médiane (μm)	28	-	1
D90 (μm)	190	-	1
Sédiment	2014		
Le Château d'Oléron	Moyenne	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	63,7	-	1
Taux de sables 63 μm à 2 mm (%)	35,5	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,9	-	1
Taux de matière organique (%)	4,0	1,0	9
Mode (μm)	71-72 et 357-358	-	1
D10 (μm)	6	-	1
D50 ou médiane (μm)	35	-	1
D90 (μm)	259	-	1
Sédiment	2015		
Le Château d'Oléron	Moyenne	\pm Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	46,8	-	1
Taux de sables 63 μm à 2 mm (%)	51,3	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	1,9	-	1
Taux de matière organique (%)	3,9	0,6	9

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

Mode (μm)	90, 142 et 357	-	1
D10 (μm)	7 – 8	-	1
D50 ou médiane (μm)	70 – 71	-	1
D90 (μm)	375	-	1

Il semble apparaitre depuis 2012 une baisse régulière des taux de pélites (-10 % en moyenne de 2012 à 2015) avec corrélativement une fraction sableuse plus élevée dans les mêmes proportions (**Figure 18A**). Corrélativement la médiane des sédiments augmente progressivement de 22 à 70 μm corrélativement à une augmentation du percentile 90 passant de 123 à 375 μm entre 2012 et 2015 (**Figure 18B**).

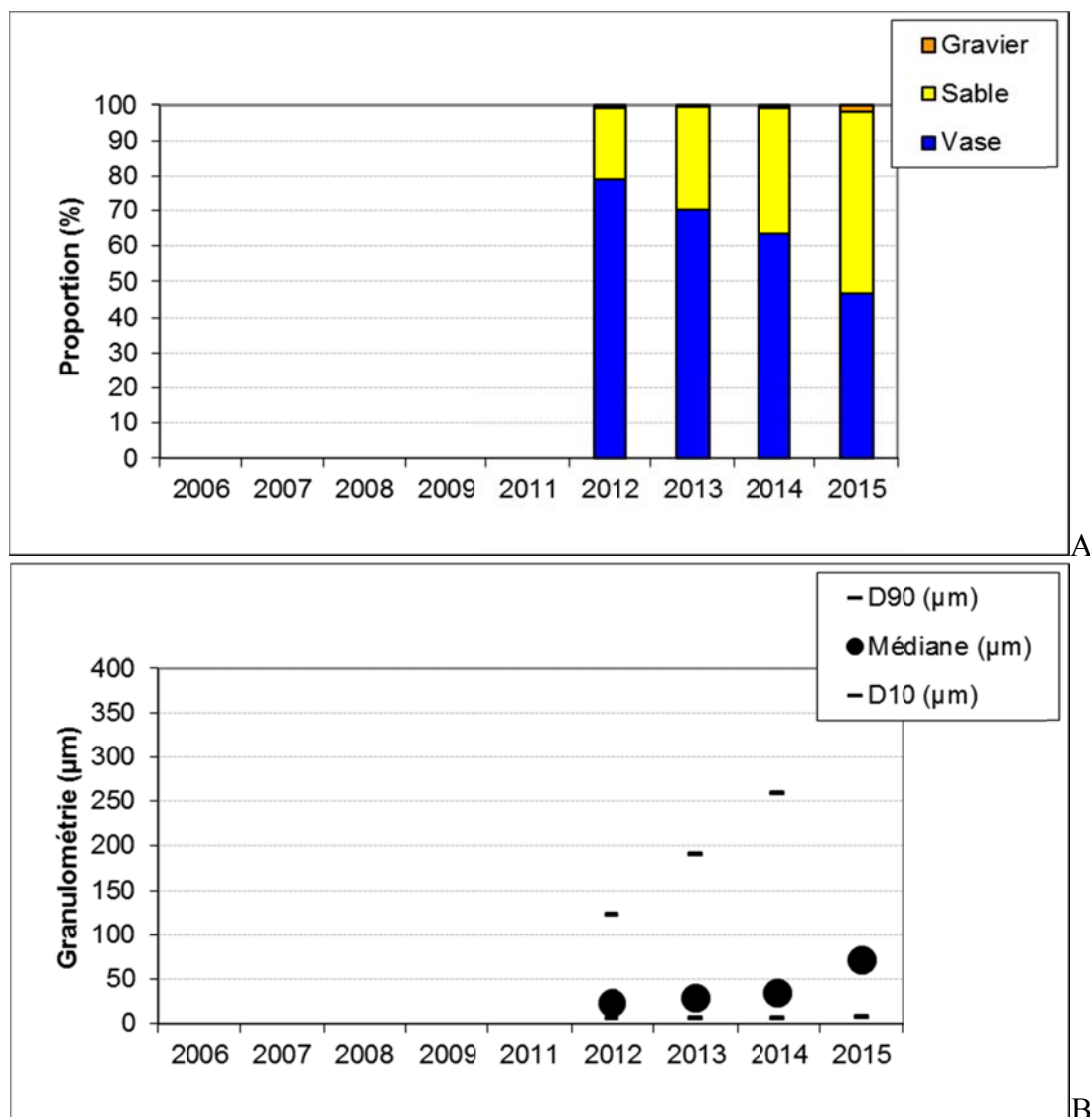


Figure 18 : Variations temporelles des taux de vases, sables et graviers (A) et de la médiane (B) des sédiments de la grille échantillonnée sur la station « le Château d'Oléron » à herbier de zostère naine.

3.3 - Macroalgues : biomasse

3.3.1 - Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)

La présence de macroalgues jugée occasionnelle en 2012 est devenue constante en 2013 puis depuis 2014 presque généralisée. En 2012, sur l'ensemble des 30 quadrats de la grille, des algues vertes et/ou rouges n'ont été observées que sur 2 quadrats alors qu'en 2013, 20 quadrats sur 30 présentent des algues vertes. Cette tendance s'est accentuée en 2014 avec 26 quadrats avec algues vertes et 4 quadrats avec algues rouges et est confirmée en 2015 avec 23 quadrats avec algues vertes et 3 quadrats avec algues rouges (**Figure 19**).

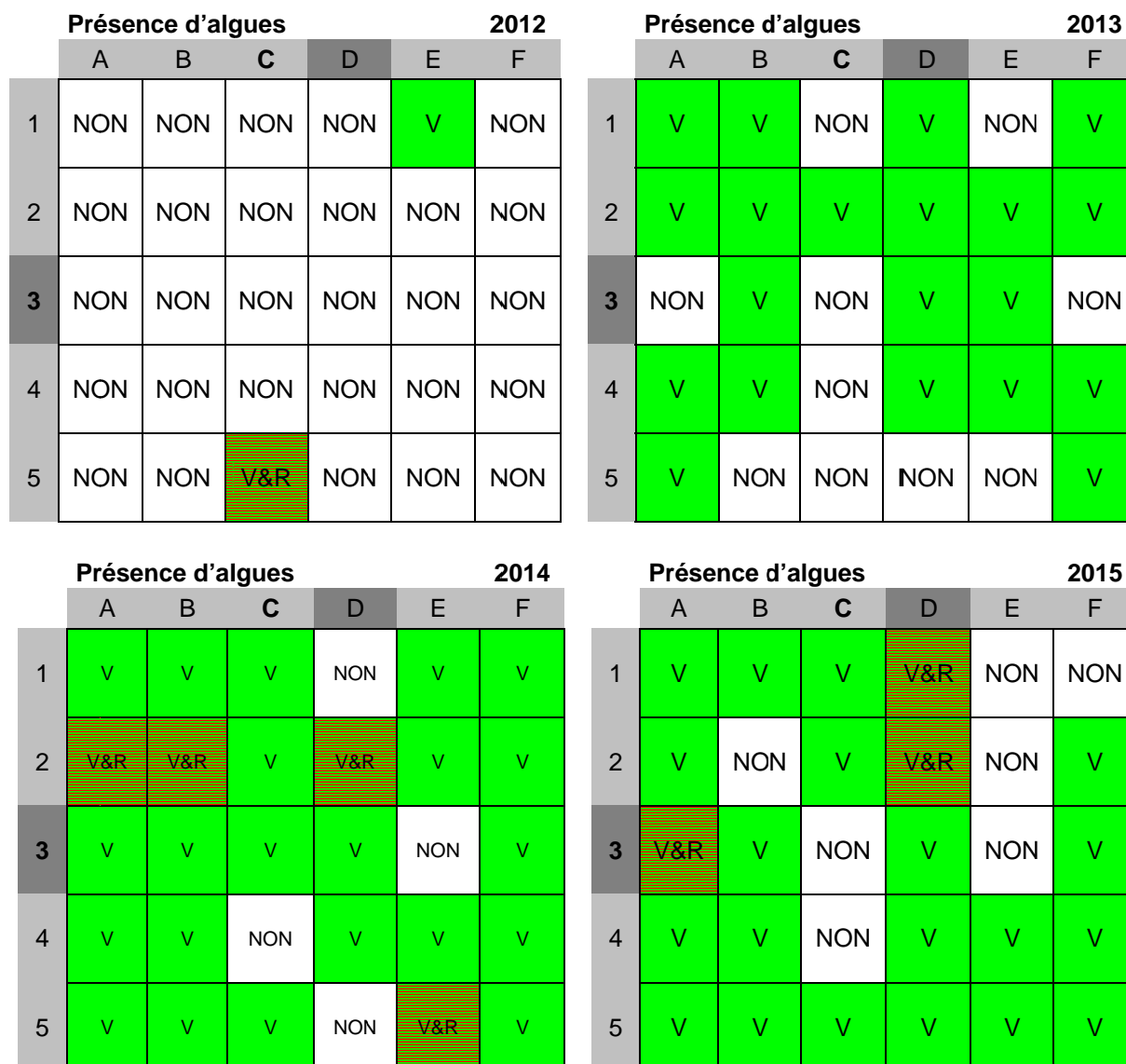


Figure 19 : Absence (NON) et présence de macroalgues vertes (V), rouges France ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés depuis 2012 sur la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de *Zostera noltei*. La ligne A1-F1 est face à la mer.

Alors que les algues observées en 2012 étaient des algues vertes des genres *Ulva* ou *Enteromorpha* en épiphytes sur des débris coquilliers et des *Gracillariopsis* pour les algues rouges avec des biomasses en algues vertes en moyenne 0,02 g PS m⁻² soit 0,01 g PSSC m⁻² et

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

en algues rouges en moyenne 0,04 g PS m⁻² soit 0,03 g PSSC m⁻², les macroalgues observées en 2013 sont majoritairement des *Ulva* ou *Enteromorpha* avec des biomasses en moyenne 25 fois plus fortes (**Tableau 16**). En moyenne la biomasse de 2013 est de 0,44 g PS m⁻² soit 0,30 g PSSC m⁻². Cette tendance à l'augmentation est confirmée en 2014 avec des algues vertes et rouges des genres *Ulva* ou *Enteromorpha* en épiphytes sur des débris coquilliers et *Gracillariopsis* ; en termes de biomasses en algues vertes la moyenne est de 0,57 g PS m⁻² soit 0,43 g PSSC m⁻² et pour les algues rouges la moyenne est de 0,09 g PS m⁻² soit 0,08 g PSSC m⁻². En 2015, un retour vers les biomasses de 2013 est observé avec toujours des *Ulva* ou *Enteromorpha* en épiphytes sur des débris coquilliers et des *Gracillariopsis* pour des biomasses moyennes en algues vertes de 0,32 g PS m⁻² soit 0,23 g PSSC m⁻² et en algues rouges de moins de 0,01 g PS m⁻² soit moins de 0,01 g PSSC m⁻².

La relation entre la biomasse sèche sans cendre (PSSC) et la biomasse sèche (PS) des algues sur les données 2012-2015 est très significative ($R > 0,95$) sans tendance dans les résidus de la régression avec une pente de 0,62 pour les algues vertes et une pente de 0,87 pour les algues rouges.

Tableau 16 : Biomasse (\pm écart-type, n) des macroalgues vertes, rouges ou brunes à la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de *Zostera noltei* depuis 2012.

Macroalgues		2012		
Perrotine-Bellevue		PS moyen	PSSS moyen	N
Macroalgues vertes (g m ⁻²)		0,016 \pm 0,068	0,012 \pm 0,052	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)		0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)		0,038 \pm 0,206	0,034 \pm 0,189	30
Macroalgues		2013		
Perrotine-Bellevue		PS moyen	PSSS moyen	N
Macroalgues vertes (g m ⁻²)		0,442 \pm 0,916	0,302 \pm 0,601	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)		0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)		0	0	30
Macroalgues		2014		
Perrotine-Bellevue		PS moyen	PSSS moyen	N
Macroalgues vertes (g m ⁻²)		0,575 \pm 0,752	0,427 \pm 0,600	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)		0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)		0,088 \pm 0,388	0,079 \pm 0,353	30
Macroalgues		2015		
Perrotine-Bellevue		PS moyen	PSSS moyen	N
Macroalgues vertes (g m ⁻²)		0,319 \pm 0,506	0,232 \pm 0,380	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)		0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)		0,005 \pm 0,021	0,004 \pm 0,016	30

3.3.2 - Les Doux (Pertuis Charentais)

La présence de macroalgues jugée occasionnelle en 2012 et 2013 était en augmentation en 2014 sans devenir constante. En 2015, la présence de macroalgues est de nouveau occasionnelle. Sur l'ensemble des 30 quadrats de la grille, des algues vertes (*Ulva*) n'ont été observées que sur un seul quadrat en 2013, 2 quadrat en 2013, 5 quadrats en 2014 et un seul quadrat en 2015. Les algues rouges étaient présentes en 2013 sur un quadrat et en 2014 sur 3 quadrats. Aucune algue brune n'a été observée en 2012, 2013, 2014 et 2015. La tendance à l'augmentation en 2014 est infirmée par le suivi de 2015 avec un retour à la situation de 2012 (**Figure 20**).

		Présence d'algues 2012						Présence d'algues 2013					
		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
1		NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	R	NON
		NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
3		NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	V	NON	NON	NON
		NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	V	NON	NON	NON	NON
5		V	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
		NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON

		Présence d'algues 2014						Présence d'algues 2015					
		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
1		NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
		V	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
3		NON	NON	R	V	R	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
		NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
5		NON	NON	V&R	V	V	NON	NON	NON	NON	NON	V	NON
		NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON

Figure 20 : Absence (NON) et présence de macroalgues vertes (V), rouges France ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés depuis 2012 sur la station « Les Doux » à herbier de *Zostera noltei*. La ligne A1-F1 est face à la mer.

Les biomasses de macroalgues vertes observées en 2015 sont très faibles avec en moyenne moins de 0,01 g PS m⁻² soit moins de 0,01 g PSSC m⁻². C'est trente fois moins élevé

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

qu'en 2014, huit fois moins élevé qu'en 2013 mais équivalent à 2012. Sur l'ensemble des données disponibles, l'année 2007 reste la plus forte en biomasse d'algues vertes sur cette station. Aucune algue brune n'est notée au Doux depuis 2008 (**Tableau 17**).

Tableau 17 : Biomasse (\pm écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Les Doux » à herbier de la zostère naine échantillonnée de 2007 à 209 puis depuis 2012.

Macroalgues		2007		
Les Doux		PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	N
	Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,496 \pm 0,252	0,413 \pm 0,372	3
	Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0,448 \pm 0,448	0,439 \pm 0,761	3
	Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0	0	3
Macroalgues		2008		
Les Doux		PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm 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 \pm EC	PSSS moyen \pm EC	N
	Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,118 \pm 0,078	0,083 \pm 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 \pm EC	PSSS moyen \pm EC	N
	Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,004 \pm 0,020	0,003 \pm 0,016	30
	Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
	Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0	0	30
Macroalgues		2013		
Les Doux		PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	N
	Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,024 \pm 0,108	0,018 \pm 0,084	30
	Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
	Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0,001 \pm 0,004	0,001 \pm 0,003	30
Macroalgues		2014		
Les Doux		PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	N
	Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,091 \pm 0,356	0,066 \pm 0,252	30
	Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
	Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0,026 \pm 0,082	0,022 \pm 0,072	30
Macroalgues		2015		
Les Doux		PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	N
	Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,003 \pm 0,014	0,002 \pm 0,012	30
	Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
	Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0	0	30

3.3.3 - Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)

La présence de macroalgues sur cette station était à peine constante en 2012 avec en particulier des algues rouges sur 10 quadrats et des algues vertes filamenteuses des genres *Ulva* et/ou *Enteromorpha* sur 2 quadrats. La présence de macroalgues était constante en 2013 avec des algues rouges sur 17 quadrats et des algues vertes sur 2 quadrats. Très peu d'algues ont été observées en 2014 sur cette station avec la présence d'algues rouges sur un seul quadrats. En 2015, une situation similaire à celle de 2012 est présente avec des algues rouges présentes sur 10 quadrats et des algues vertes présentes sur 5 quadrats (**Figure 21**).

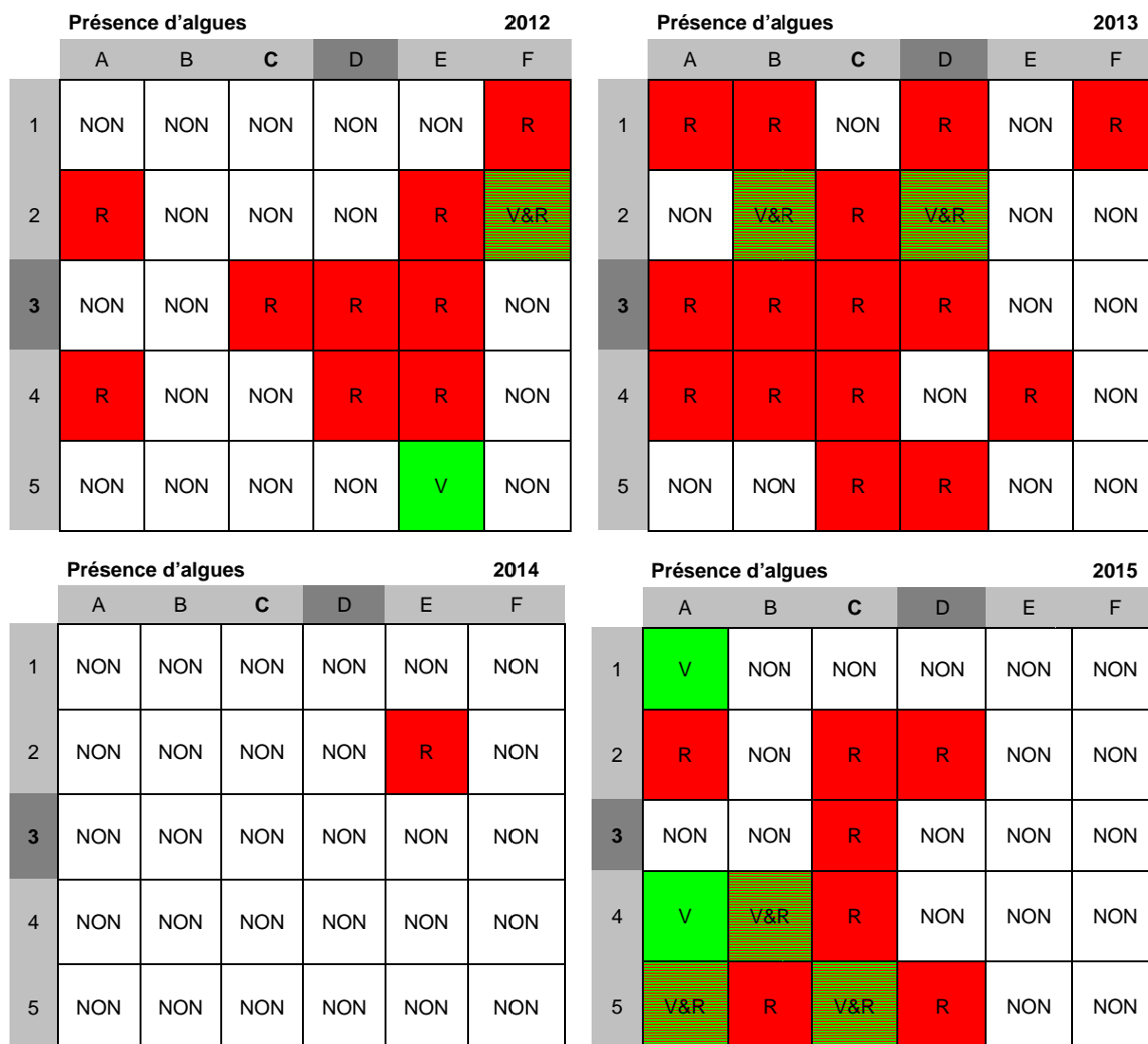


Figure 21 : Absence (NON) et présence de macroalgues vertes (V), rouges France ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés de 2012 à 2014 sur la station « Le Château d'Oléron » à herbier de *Zostera noltei*. La ligne A1 – F1 est face à la mer.

Les biomasses moyennes étaient en 2012 pour les algues vertes de 0,03 g PS m⁻² soit 0,02 g PSSC m⁻² et pour les algues rouges de 1,13 g PS m⁻² soit de 1,03 g PSSC m⁻², mais avec une très forte variabilité. Des valeurs très inférieures pour les algues vertes et équivalentes pour les algues rouges ont été observées en 2013. La situation de 2014 s'est

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

caractérisée par l'absence d'algue verte et une très faible biomasse d'algues rouges avec 0,02 g PS m⁻² soit 0,01 g PSSC m⁻². En 2015, les biomasses moyennes étaient pour les algues vertes de 0,02 g PS m⁻² soit 0,01 g PSSC m⁻² et pour les algues rouges de 0,08 g PS m⁻² soit de 0,07 g PSSC m⁻² (**Tableau 18**).

Tableau 18 : Biomasse (± écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Le Château d'Oléron » à herbier de *Zostera noltei* échantillonnée depuis 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
Macroalgues	2013		
Le Château d'Oléron	PS moyen ± EC	PSSS moyen ± EC	n
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,005 ± 0,026	0,004 ± 0,019	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)	1,249 ± 2,403	0,988 ± 1,892	30
Macroalgues	2014		
Le Château d'Oléron	PS moyen ± EC	PSSS moyen ± EC	n
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0	0	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0,015 ± 0,083	0,014 ± 0,076	30
Macroalgues	2015		
Le Château d'Oléron	PS moyen ± EC	PSSS moyen ± EC	n
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,015 ± 0,052	0,009 ± 0,031	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0,076 ± 0,142	0,069 ± 0,130	30

3.4 - Zostère : taux de recouvrement

En chacune des stations, aucun pied de la variété *Zostera marina* var *angustifolia* Hornemann n'a été observé. Il faut remarquer que l'espèce *Zostera* (*Zostera*) *marina* Linné, 1753 n'est pas présente sur Oléron sur cette masse d'eau bien que l'espèce ait été observée jusqu'en septembre-octobre 1981 au nord de l'île au site du Sabia (J. Pigeot, com. pers.).

3.4.1 - Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)

Après vérification par le logiciel Image J des clichés présentant des taux de recouvrement inférieurs à 100 %, les taux déterminés visuellement sur le terrain en 2015 sont validés avec une seule correction (-0,25 pour un seul quadrat). Le taux de recouvrement moyen est de 19 ± 5 % pour 2015 (**Figure 22**).

VALIDATION ImageJ 1.44p							VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen \pm IC(95%)							Taux moyen \pm IC(95%)						
43,3 \pm 4,7							29,2 \pm 6,6						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
1	0,375	0,625	0,375	0,375	0,375	0,375	0,125	0,375	0,375	0,125	0,125	0,375	
2	0,125	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,125	0,375	0,125	0,125	0,625	0,125	
3	0,375	0,375	0,375	0,625	0,375	0,375	0,125	0,625	0,625	0,125	0,625	0,375	
4	0,375	0,625	0,375	0,625	0,625	0,625	0,375	0,375	0,125	0,125	0,375	0,375	
5	0,375	0,625	0,375	0,375	0,375	0,625	0,375	0,375	0,375	0,125	0,125	0,125	

VALIDATION ImageJ 1.44p							VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen \pm IC(95%)							Taux moyen \pm IC(95%)						
43,3 \pm 6,3							19,2% \pm 4,7%						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
1	0,375	0,375	0,625	0,625	0,625	0,375	0,125	0,375	0	0,125	0,375	0	
2	0,625	0,625	0,625	0,125	0,375	0,375	0,125	0,125	0,125	0,125	0,375	0,125	
3	0,375	0,375	0,875	0,375	0,375	0,625	0,125	0,125	0,125	0,375	0,375	0,125	
4	0,375	0,625	0,375	0,375	0,375	0,375	0,125	0,375	0,125	0,125	0,375	0,375	
5	0,125	0,375	0,125	0,375	0,375	0,375	0,125	0,125	0,125	0,375	0,125	0,125	

Figure 22 : Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée depuis 2012 sur la station « Perrotine-Bellevue » à herbier de *Zostera noltei*. La ligne A1 – F1 est face à la mer.

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

Aucune structure spatiale ne se dégage sur la grille de 2015, tout l'herbier est peu dense (moins de 50% de couverture). Alors que l'herbier en 2014 était similaire à celui de 2012 avec un taux de recouvrement moyen de 43 ± 6 %, l'herbier en 2015 est similaire à celui de 2013 puisqu'il est beaucoup moins dense avec un taux de recouvrement moyen de 19 ± 5 %, ce qui n'est pas statistiquement différent de 2013 (**Tableau 19**).

L'herbier à la station « Perrotine-Bellevue » semble osciller entre une situation moyennement dense (26-50 %) et peu dense (1-25 %).

Tableau 19 : 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 (%)		
	Moyen	I.C. (95%)	N
Perrotine-Bellevue			
2012	$43,3 \pm 4,7$	39 – 48	30
2013	$29,2 \pm 6,6$	22 – 36	30
2014	$43,3 \pm 6,3$	37 – 50	30
2015	$19,2 \pm 4,7$	15 – 24	30

3.4.2 - Les Doux (Pertuis Charentais)

Après vérification par le logiciel Image J des clichés présentant des taux de recouvrement inférieurs à 100%, les taux de recouvrement déterminés visuellement sur le terrain en 2013 sont validés avec 13 corrections variant de -0,25 à + 0,25.

Le taux de recouvrement moyen est de $68 \pm 9 \%$ pour 2015. Aucune structure spatiale ne se dégage de la grille de 2015 entre un herbier plus dense (plus de 50% de couverture) et un herbier moins dense (moins de 50% de couverture). Deux quadrats sont néanmoins sans herbier (**Figure 23**).

VALIDATION ImageJ 1.44p							VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen \pm IC(95%)							Taux moyen \pm IC(95%)						
2012							2013						
77,9%							65,4%						
\pm 5,8%							\pm 8,5%						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
1	0,625	0,875	0,875	1	0,625	0,875	0,875	0,625	0,375	0,375	0,625	0,875	
2	0,625	0,375	0,875	0,625	0,625	0,875	0,375	0,375	0,875	0,875	0,875	0,875	
3	0,875	0,625	0,875	0,875	1	0,875	0,875	0,375	1	0,875	0,625	0,625	
4	0,875	0,875	0,625	0,875	0,625	1	0,625	0,875	0,875	0,375	0,875	0,375	
5	0,625	0,625	0,875	0,875	0,875	0,625	0,875	0,625	0,375	0,375	0,375	0,625	

VALIDATION ImageJ 1.44p							VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen \pm IC(95%)							Taux moyen \pm IC(95%)						
2014							2015						
81,3%							67,5%						
\pm 4,4%							\pm 8,9%						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
1	0,625	0,875	0,625	0,875	0,875	0,875	0,625	0,625	0,625	0,875	0,625	0,875	
2	0,875	0,875	0,625	0,875	0,875	0,875	0,375	0,625	0,625	0,875	0,625	0,875	
3	0,875	0,875	0,875	0,625	1	0,875	0,625	0	0,875	0,625	0,875	0,875	
4	0,625	0,875	0,625	0,625	0,875	0,875	0	0,875	0,875	0,625	0,625	0,625	
5	0,875	0,875	0,875	0,875	0,625	0,875	0,375	0,875	0,625	0,875	0,875	0,875	

Figure 23 : Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée depuis 2012 sur la station « Les Doux » à herbier de *Zostera noltei*. La ligne A1 – F1 est face à la mer.

La moyenne du taux de recouvrement a été estimée à $78 \pm 6 \%$ en 2012, $65 \pm 8 \%$ en 2013, $81 \pm 4 \%$ en 2014 puis $68 \pm 9 \%$ pour 2015. Du fait des intervalles de confiance à 95%

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

jointifs, les différences entre les moyennes ne sont pas significatives sauf pour 2014 vis-à-vis de 2013 et 2015 (**Tableau 20**).

L'herbier de la station « Les Doux » varie depuis 2012 entre une situation dense (51-75) et très dense (76-100), la situation de 2015 étant similaire aux années 2012 et 2013, l'année 2014 ayant présenté l'herbier le plus dense.

Tableau 20 : Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95% de l'herbier de la zostère naine échantillonné en 2012 et 2013 à la station « Les Doux ».

Zostère naine	Taux de recouvrement (%)		
Les Doux	Moyen	I.C. (95%)	N
2012	77,9 ± 5,8	72 – 84	30
2013	65,4 ± 8,5	57 – 73	30
2014	81,3 ± 4,4	77 – 86	30
2015	67,5 ± 8,9	59 – 76	

3.4.3 - Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)

Après vérification par le logiciel Image J des clichés présentant des taux de recouvrement inférieurs à 100%, les taux déterminés visuellement sur le terrain sont validés avec trois corrections. Trois quadrat sont diminués de 0,25. Le taux de recouvrement moyen est de $27 \pm 7\%$ pour 2015 (**Figure 24**).

Une structure spatiale se dégage sur la grille de 2015 avec un herbier systématiquement plus dense (plus de 50% de couverture) sur le sud de la grille.

VALIDATION ImageJ 1.44p							VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen \pm IC(95%)							Taux moyen \pm IC(95%)						
2012							2013						
67,5 \pm 6,7							65,4 \pm 9,1						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
1	0,625	0,875	0,875	0,625	0,625	0,625	0,375	0,375	0,375	0,875	0,875	0,625	
2	0,625	0,625	0,625	0,875	0,875	0,375	0,625	0,125	0,875	0,625	0,875	0,625	
3	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,875	0,375	0,375	0,875	0,625	0,625	0,875	
4	0,375	0,875	0,625	0,625	0,625	0,875	0,125	0,625	0,375	0,875	0,625	0,875	
5	0,625	0,875	0,625	0,875	0,125	0,875	0,875	0,875	0,625	0,875	0,875	1	

VALIDATION ImageJ 1.44p							VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen \pm IC(95%)							Taux moyen \pm IC(95%)						
2014							2015						
58,3 \pm 9,5							26,7% \pm 6,8%						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
1	0,125	0,625	0,875	0,875	0,375	0,875	0,125	0,125	0,125	0,125	0,375	0,625	
2	0,625	0,375	0,625	0,875	0,875	0,375	0,125	0,125	0,125	0,375	0,625	0,375	
3	0,125	0,375	0,875	0,625	0,875	0,375	0,375	0,125	0,375	0,625	0,375	0,125	
4	0,375	0,375	0,625	0,875	0,875	0,375	0,125	0,125	0,125	0,625	0,375	0,375	
5	0,125	0,375	0,625	0,875	0,625	0,625	0,125	0,125	0,125	0,375	0,125	0,125	

Figure 24 : Taux de recouvrement par points sur la grille échantillonnée depuis 2012 sur la station « Le Château d'Oléron » à herbier de *Zostera noltei*. La ligne A1 – F1 est face à la mer.

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

Un taux de recouvrement moyen de 27 ± 7 % est obtenu avec un intervalle de confiance à 95% de 20 – 33 (**Tableau 21**). L'herbier en 2015 à la station « le Château d'Oléron » est peu dense dans la gamme 26 – 50 tout comme celui de 2012 et 2013 mais une tendance régulière à la baisse apparaît depuis 2012 avec un net repli des taux de recouvrement en 2015.

Tableau 21 : Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95% de l'herbier de la zostère naine échantillonné de 2012 à 2014 à la station « Le Château d'Oléron ».

Zostère naine	Taux de recouvrement (%)		
Le Château d'Oléron	Moyen	I.C. (95%)	N
2012	67,5 ± 6,7	61 – 75	30
2013	65,4 ± 9,1	56 – 74	30
2014	58,3 ± 9,5	49 – 68	30
2015	26,7 ± 6,8	20 – 33	30

4 - Synthèse et calcul de l'indicateur « Angiospermes »

4.1 - Sédiments

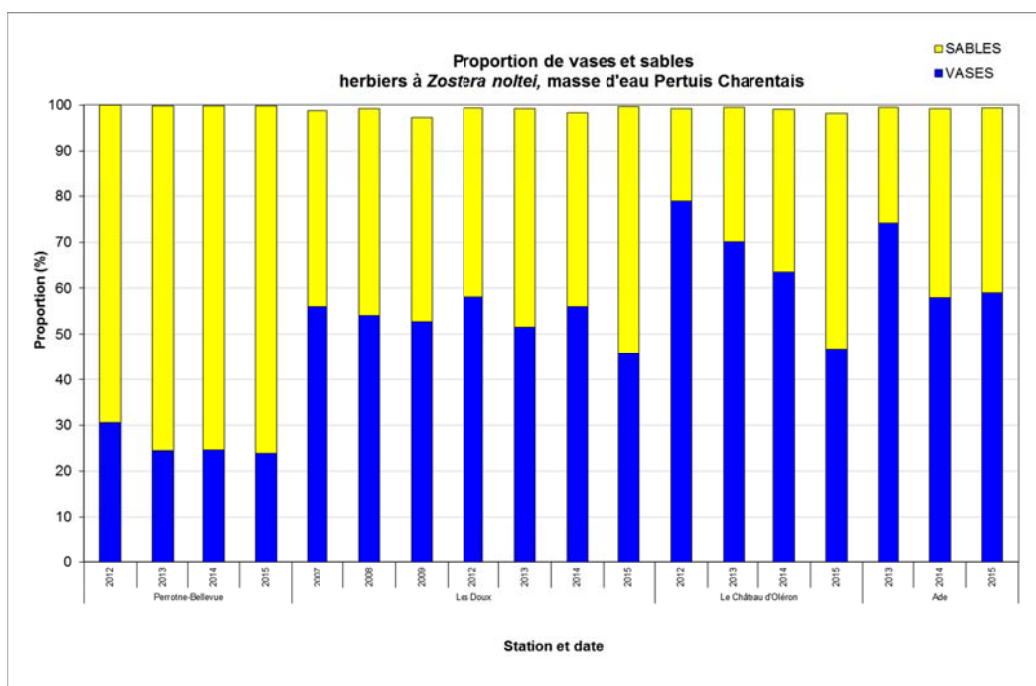
Bien que les résultats bruts de la station « Ade » ne soient pas ici présentés (voir Sauriau *et al.* 2015b), ils sont utilisés dans la synthèse afin d'illustrer la dynamique spatio-temporelle des caractéristiques sédimentaires pour les stations à herbier de *Zostera noltei* de la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ». Du nord au sud de la masse d'eau (**Figure 25**) :

- La station « Perrotine-Bellevue » est constituée de sable moyen envasés (70-75 % de sables) avec 2 % de matières organiques et bien que proche de la pointe des Saumonards avec une hydrodynamique dominée par les houles pivotantes ouest vers sud il ne semble pas y avoir sur les 4 années de suivis de forte variation granulométrique ;

- La station « Les Doux » est constituée de vases sableuses (40-55 % de sables) avec 3-4 % de matières organiques et il ne semble pas y avoir sur les 7 années de suivis de forte variation granulométrique sauf en 2015 avec un ensablement et/ou désensablement plus prononcé avec perte de 5-10 % dans la proportion des vases ;

- La station « Le Château d'Oléron » est constituée de vases sableuses (80-45 % de pélites) avec 4-5 % de matières organiques et il semble y avoir sur les 4 années de suivis une très nette tendance à un ensablement et/ou désensablement prononcé avec perte de 30 % dans la proportion des vases ;

- La station « Ade » est également constituée de vases sableuses (75-60 % de pélites) avec 4 % de matières organiques et il semble également y avoir sur les 3 années de suivis un ensablement et/ou désensablement prononcé avec perte de 15 % dans la proportion des vases ;



A

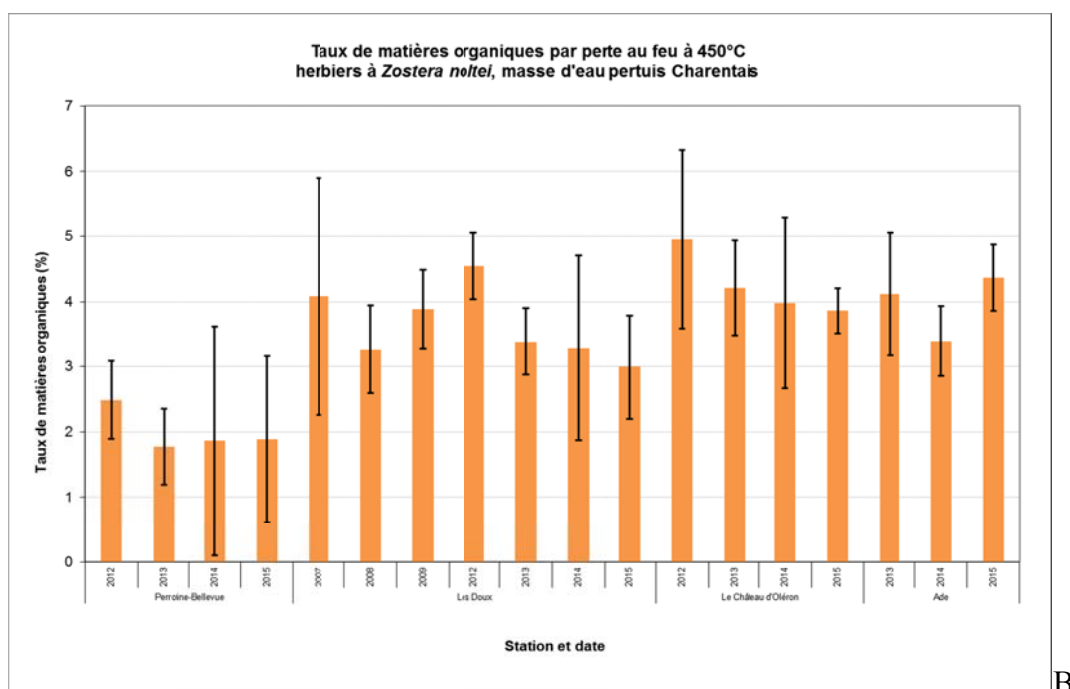


Figure 25 : Variations temporelles des proportions de vases, sables et graviers (A) et des taux de matières organiques (B) et de des sédiments des stations à herbier de *Zostera noltei* échantillonnées dans la masse d’eau côtière « Pertuis Charentais ».

- La relation entre le taux de matières organiques et la proportion de pélites des sédiments est très significative ($R = 0,70$, $n = 18$, $p < 0,05$) et explique 84 % de la variabilité des mesures (Figure 26).

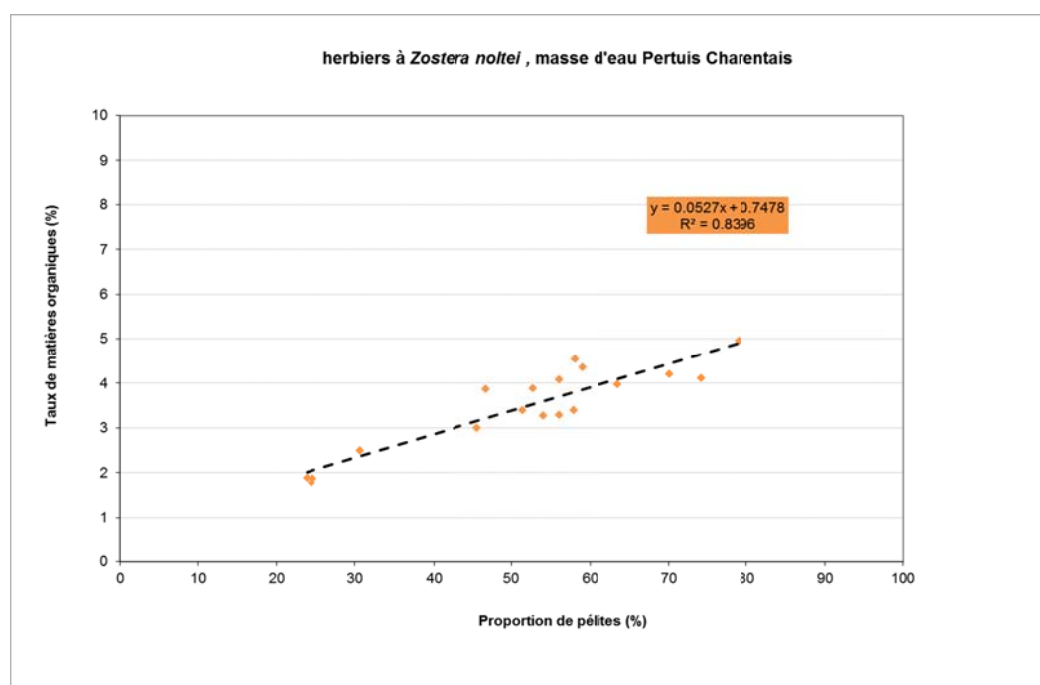


Figure 26 : Relation entre le taux de matières organiques des sédiments et sa teneur en pélites pour les stations à herbier de *Zostera noltei* de la masse d’eau côtière « Pertuis Charentais ».

4.2 - Macroalgues

Bien que les résultats bruts de la station « Ade » ne soient pas ici présentés (voir Sauriau et al. 2016 en préparation), ils sont utilisés dans la synthèse afin d'illustrer la dynamique spatio-temporelle des biomasses macroalgales pour les stations à herbier de *Zostera noltei* de la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ».

Du nord au sud de la masse d'eau (**Figure 27**) :

- La station « Perrotine-Bellevue » est caractérisée par la présence constante d'algues vertes depuis 2013 avec une présence occasionnelle d'algues rouges ;
- La station « Les Doux » est caractérisée par la présence occasionnelle d'algues vertes et rouges ;
- La station « Le Château d'Oléron » est caractérisée par la présence constante d'algues rouges exception de 2014 et par la présence occasionnelle d'algues vertes ;
- La station « Ade » est assez similaire à la station Perrotine-Bellevue car caractérisée par la présence constante d'algues vertes avec une présence occasionnelle d'algues rouges

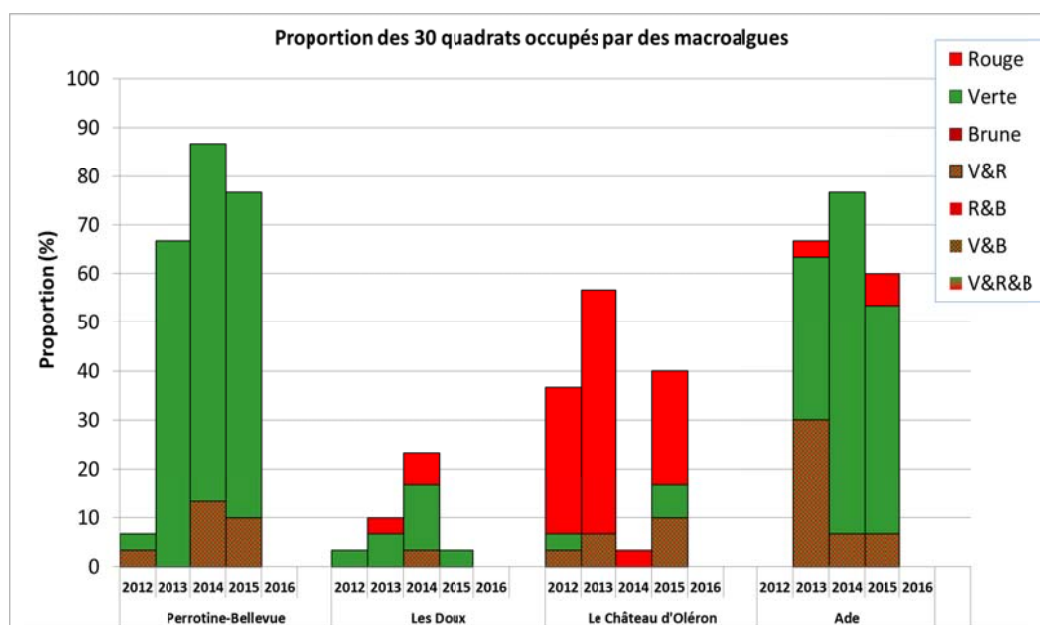


Figure 27 : Variations temporelles des proportions d'algues vertes, rouges et brunes et de leurs mélanges en chacune des stations à herbier de *Zostera noltei* échantillonnées dans la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ».

- Les relations entre la masse sèche sans cendres et la masse sèche sont très significatives pour chacun des deux groupes de macroalgues (macroalgues vertes $R = 0,99$, $n = 148$, $p < 0,05$ et macroalgues rouges $R = 0,99$, $n = 66$, $p < 0,05$) et expliquent pour chaque corrélation plus de 99,5 % de la variabilité des mesures (**Figure 28**). Ainsi, les macroalgues vertes contiennent environ 25 % de cendres de plus que les macroalgues rouges à masse égale de tissus secs.

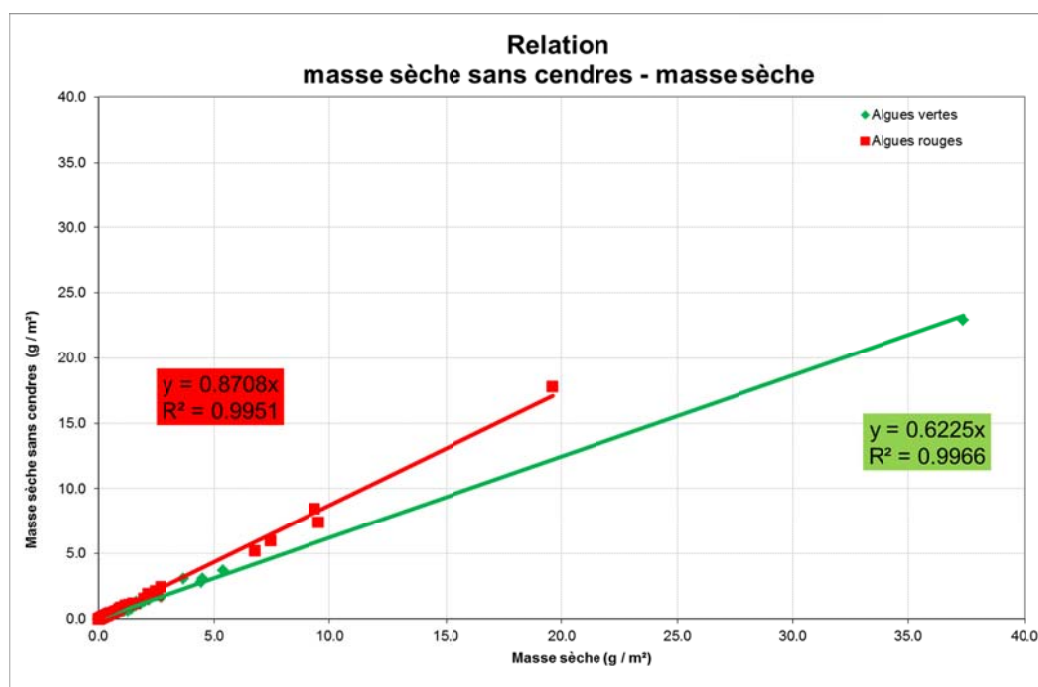


Figure 28 : Relation entre la masse sèche sans cendre et la masse sèche des macroalgues vertes et rouges pour les stations à herbier de *Zostera noltei* de la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ».

4.3 - Taux de recouvrement des herbiers à *Zostera noltei*

Bien que les résultats bruts de la station « Ade » ne soient pas ici présentés (voir Sauriau *et al.* 2016 en préparation), ils sont utilisés dans la synthèse afin d'illustrer la dynamique spatio-temporelle des taux de recouvrement à herbier de *Zostera noltei* de la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ». Du nord au sud de la masse d'eau (**Tableau 22**, **Figure 29**) :

- La station « Perrotine-Bellevue » est caractérisée par des taux de recouvrement inférieurs à 50 % avec une baisse de 10 à 25 % en 2015 ;
- La station « Les Doux » est caractérisée par des taux de recouvrement très supérieurs à 50 % avec une variabilité interannuelle de l'ordre de 10 à 15 % ;
- La station « Le Château d'Oléron » est caractérisée par des taux de recouvrement très supérieurs à 50 % mais avec une diminution de plus de 30 % en 2015 ;
- La station « Ade » est assez similaire à la station Perrotine-Bellevue mais avec des variations interannuelles très marquées entre 2013 et 2014-2015 avec une diminution de plus de 25-30 %.

Tableau 22 : Surface végétalisée et taux de recouvrement ± Intervalle de Confiance à 95% pour les stations à herbier de *Zostera noltei* échantillonnées en 2015 dans la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ».

Station	Surface végétalisée (%)	Taux de recouvrement ± IC (%)
Perrotine-Bellevue	98	19,2 ± 4,7
Les Doux	98	67,5 ± 8,9
Le Château d'Oléron	100	26,7 ± 6,8

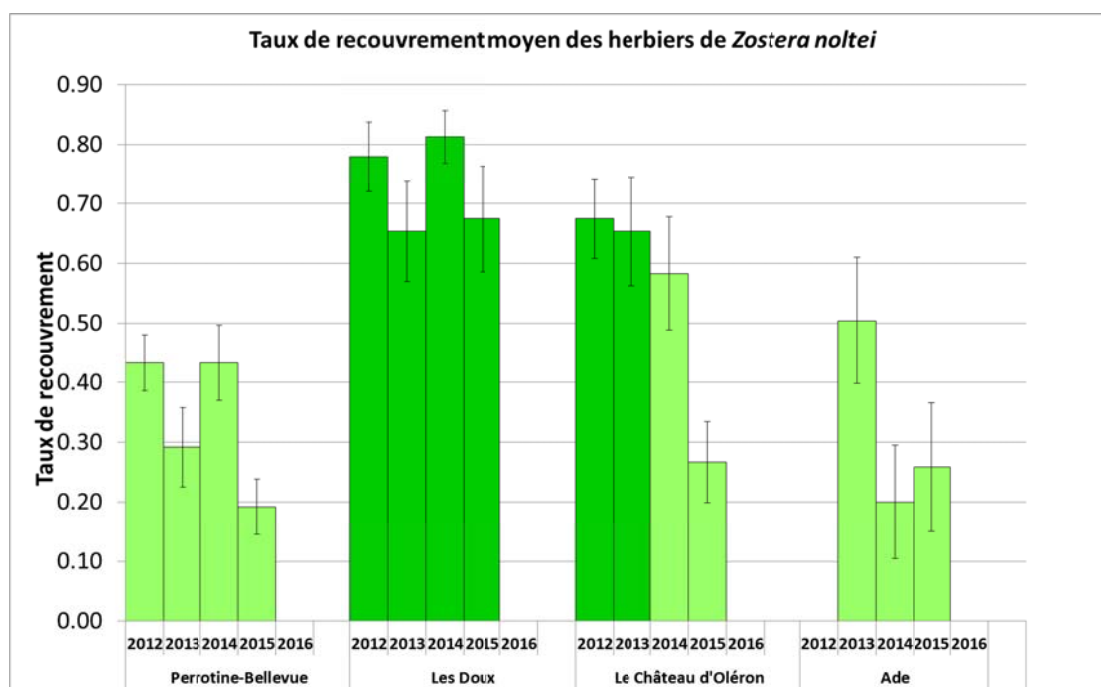


Figure 29 : Variations temporelles des taux de recouvrement des herbiers pour les stations à herbier de *Zostera noltei* échantillonnées dans la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais ».

Un test non paramétrique de Kruskal-Wallis réalisé sur les taux de recouvrements (variable dont la distribution ne suit pas une loi normale même après transformation en Arcsinus $\sqrt{\text{taux}}$). Ce test est complété par des comparaisons multiples par paires (Conover & Iman in Conover 1999).

Toutes les variations interannuelles des taux de recouvrement moyens décrites ci-dessus sont significatives au seuil usuel de 5 % (**Tableau 23**). Les diminutions observées les plus fortes sont celles de 2015 en particulier au Château d'Oléron. Les variations interannuelles des taux de recouvrement moyens sur les stations Perrotine-Bellevue et Les Doux peuvent être considérées comme le reflet une alternance d'années de plus forts et plus faibles taux de recouvrements alors que sur la station d'Ade, les taux moyens des années 2014 et 2015 ne sont pas statistiquement différents.

Tableau 23 : Test non paramétrique de Kruskal-Wallis et comparaison multiples par paires sur les taux de recouvrement moyens des herbiers échantillonnés de 2012 à 2015 dans la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais », A, B : groupes respectivement de plus forts et de plus faibles taux de recouvrement relativement à une station.

	Perrotine-Bellevue	Les Doux	Le Château d'Oléron	Ade
Année	P < 0,001	P < 0,01	P < 0,001	P < 0,001
2012	A	A - B	A	
2013	B	B	A	A
2014	A	A	A	B
2015	B	A - B	B	B

4.4 - Calcul de l'indicateur « Angiospermes »

L'indicateur français « Angiospermes » (Auby *et al.* 2010a, b) repose sur trois métriques :

- 1) la composition taxinomique : une valeur d'EQR de 1 est donnée du fait que seule *Zostera noltei* est connue historiquement sur cette masse d'eau. *Zostera marina* était cependant connue sur le nord-est Oléron puisqu'elle y a été répertoriée jusqu'en septembre-octobre 1981 au nord de l'île au site du Sabia (J. Pigeot, com. pers.) ;
- 2) l'extension : une valeur d'EQR de 1 est donnée du fait d'un gain en superficie entre 2006 (1337 ha) et la dernière estimation de 2014 (1672 ha). Les superficies d'herbiers étaient en amélioration en 2014 vis-à-vis de 2006 ;
- 3) la densité : une valeur d'EQR de 0,34 est calculée comme moyenne entre 0,49, 0,27 et 0,25 obtenue après analyse des variations temporelles des taux de recouvrement sur les trois stations. Tous les herbiers de ces trois stations présentent une baisse de leurs taux de recouvrement, en particulier à la station Château d'Oléron.

Pour la masse d'eau Pertuis Charentais FRFC02, l'indicateur « Angiospermes » est de 0,78 et permet un classement 2015 en « Bon état » écologique biologique (**Tableau 24**).

Tableau 24 : Indicateur « Angiospermes » pour la masse d'eau côtière « Pertuis Charentais »

	Métriques			Indicateur
2015	Composition	Extension	Densité	Angiospermes
EQR	1	1	0,34	0,78
Altérations	Pas de modification visible	Amélioration	Majeures	
Etat				Bon état

4.5 - Les oiseaux herbivores consommateurs de zostères

Plusieurs espèces d'oiseaux herbivores consomment des zostères pour tout ou partie de leur régime alimentaire (Dalloyau 2008, Dalloyau & Robin 2013). 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 et la LPO.

Un premier ordre de grandeur concernant les effectifs hivernaux de ces espèces sur la réserve naturelle nationale de Moëze-Oléron (**Figure 30**) 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) sous forme d'une synthèse annuelle 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, Deceuninck *et al.* 2014, Deceuninck *et al.* 2015, Deceuninck *et al.* 2016).

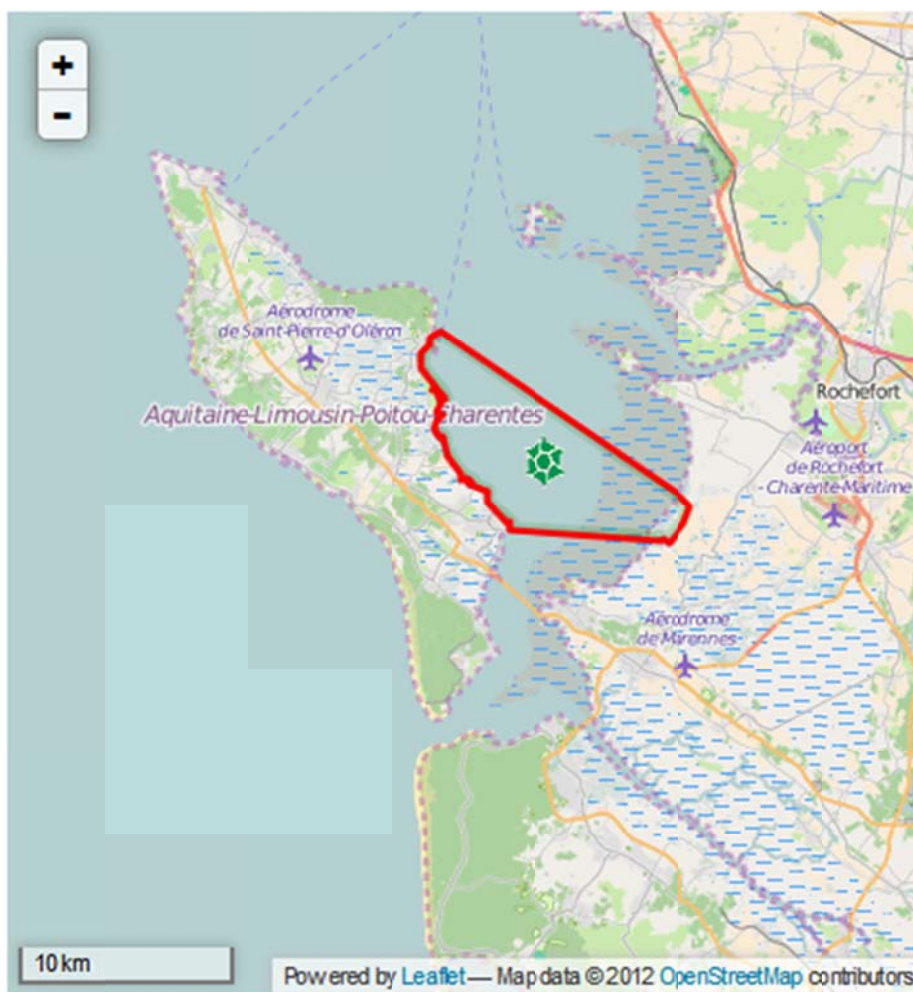


Figure 30 : Périmètre de la réserve naturelle nationale de Moëze-Oléron. Source <http://www.reserves-naturelles.org/moeze-oleron>

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 de 2001 à 2009 permet de préciser l'importance des deux secteurs par rapport à l'ensemble de la réserve avec de fortes variations interannuelles mais toujours la prédominance du secteur Oléron. La phénologie de la migration est centrée sur novembre à décembre de chaque année (**Figure 31**).

Les Bernaches cravant à ventre sombre *Branta bernicla bernicla* 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 permettaient 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. Une explosion des effectifs de janvier est apparue en 2013 avec un classement du site de Moëze-Oléron au premier rang des sites nationaux pour près de 19% des effectifs nationaux, classement qui s'est confirmé en 2014 avec des effectifs au-dessus des 10000 individus observés pour environ 12,5% des effectifs nationaux (). Ce pic d'abondance n'est pas confirmé en 2015 avec un retour à des effectifs similaires à ceux des années 2000-2010. Le classement 2015 place le site de Moëze-Oléron au 6^{ème} rang national pour des effectifs à 4,6 % des effectifs nationaux.

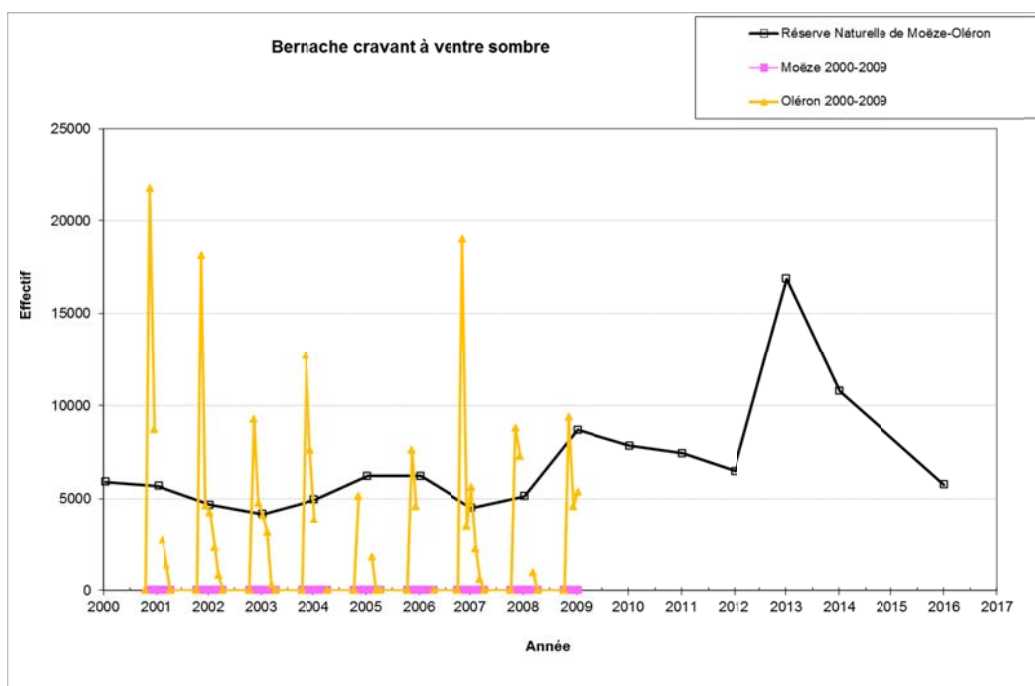


Figure 31 : Effectif de Bernache cravant à ventre sombre sur l'ensemble de la Réserve naturelle de Moëze-Oléron (comptage mi-janvier d'après Wetlands / LPO) et les secteurs de Moëze et Oléron (variation mensuelle pendant la période d'hivernage de 2001 à 2009 d'après S. Guéneteau, LPO).

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

Les canards siffleurs *Anas penelope* sur la réserve naturelle de Moëze-Oléron représentent de 4 à 8 % de la population hivernante en France (**Tableau 25**). Les comptages effectués à la mi-janvier laissent apparaître sur la période 2000-2014 une relative augmentation des effectifs dans une fourchette de variation de 2100 à 4600 individus mais avec une chute prononcée en 2012 qui n'est pas confirmée pour 2013 ni 2014. Les plus forts effectifs ont été observés lors des hivers de 2006 et 2011 mais les effectifs de 2013 sont proches de ces valeurs maximales. 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 siffleur. La tendance décroissante observée depuis 2008 s'est inversée en 2013 et 2014 (). Les effectifs de 2015 sont en fort déclin en liaison comme indiqué par Deceuninck *et al.* (2016) avec les fluctuations de la rigueur des hivers : l'espèce hiverne plus au nord en Europe dans des zones humides non prises par le gel chaque hiver.

Les cygnes tuberculés *Cygnus olor* 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 (**Tableau 25**). 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 chiffres de 2013 s'inscrivent dans la tendance nationale de plus grande fréquentation de la façade atlantique vis-à-vis des sites continentaux mais avec une baisse de 3 à 4% des effectifs nationaux (Deceuninck *et al.* 2015). Les comptages nationaux de 2015 sont néanmoins en hausse de 11 % par rapport à ceux de 2014 (Deceuninck *et al.* 2016). Les comptages de 2013, 2014 et 2015 ne place pas la réserve naturelle de Moëze-Oléron dans les 10 premiers sites français pour les effectifs de cygnes tuberculés.

Les oies cendrées *Anser anser* sur le domaine de la réserve naturelle de Moëze-Oléron représentent depuis 2001 de 2 à 5 % de la population hivernante en France (**Tableau 25**). 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 2000-2015 une relative stabilité des effectifs dans une fourchette de variation de 100 à 500 individus. Les derniers comptages de 2013, 2014 et 2015 ne place pas la réserve naturelle de Moëze-Oléron dans les 10 premiers sites français pour les effectifs d'oies cendrées.

Tableau 25 : Effectifs de Bernaches cravant à ventre sombre et Canards siffleurs à la mi-janvier depuis 2000 sur la réserve naturelle nationale 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 nationale 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

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

2011	Bernache cravant	7431	3	oui
2012	Bernache cravant	6486	5	oui
2013	Bernache cravant	16869	1	oui
2014	Bernache cravant	10782	1	oui
2015	Bernache cravant	5768	6	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
2013	Canard siffleur	3725	2	non
2014	Canard siffleur	2561	5	non
2015	Canard siffleur	300 à 800	> 10	non

5 - Bilans

5.1 - Temps agents affectés aux suivis et analyses

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

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

Le temps de mission à la mer a été de 2 personnes-jours pour la surveillance de chacune des trois stations herbier « Perrotine-Bellevue » « Les Doux » et « Le Château d'Oléron », le temps consacré à la station « Ade » n'est ici pas comptabilisé.

Les analyses granulométriques (2 jours), sédimentaires de taux de matières organiques (2 jours) et de biomasses macroalgales (1 jour) se sont étalées sur 5 jours.

La vérification par l'analyse d'image des taux de recouvrement, la saisie informatique des tableaux de données vérifiées se sont étalées sur 3 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 saisie et le contrôle des données sous Quadrigé² se sont étalés sur 2 journées.

La rédaction s'est étalée sur 4 journées, y compris la rédaction des trois rapports demandés au contrat : premier rapport de début, rapport intermédiaire de fin des opérations à la mer et rapport final du contrat de prestation.

Au final, le suivi de surveillance DCE 2015 des herbiers à *Zostera noltei* des trois stations herbier « Perrotine-Bellevue » « Les Doux » et « Le Château d'Oléron » a mobilisé au total 21 personnes jours ouvrés (**Tableau 26**).

Ce chiffre correspond à environ 1 mois ETP soit 7 j ETP par station.

Tableau 26 : Effort en personne-jour pour chacune des opérations afférentes au contrôle de surveillance 2015 des herbiers à *Zostera noltei* des stations herbier « Perrotine-Bellevue » « Les Doux » et « Le Château d'Oléron ».

Opération	Nombre (personne-jour)
Préparation matériel mission	1
Mission mer	6
Granulométrie	2
Matière organique (sédiment + macroalgues)	2
Validation ImageJ 1.44p et saisie informatique	1
Saisie et contrôle sous Quadrigé ²	3
Rédaction	2
- rapports initiaux et intermédiaires	2
- rapport final	2
Total	21

5.2 - Saisies dans la base Quadrigé²

La saisie des données herbier de *Zostera noltei* est à jour de 2015 pour les stations de Perrotine-Bellevue, Les Doux et le Château d'Oléron avec une saisie contrôlée et validée pour les données herbiers, les données granulométriques et les données de taux de matière organique (**Tableau 27**). La station Ade a également été intégrée à Quadrigé² bien que hors DCE.

Tableau 27 : Bilan des saisies dans la base de données Quadrigé² pour les suivis herbier de *Zostera noltei*
 codification des couleurs : ■ Saisi, contrôlé et validé, ■ Saisi, contrôlé, ■ Saisi (non contrôlé, non validé),
 □ A saisir, Hors DCE, Case vide : absence de suivi DCE.

Programme	Lieu id	Masse Eau	Lieu libellé	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Herbier		FRFC02	Bellevue-Perrotine							■	■	■	■
Herbier		FRFC02	Le Château d'Oléron							■	■	■	■
Herbier		FRFC02	Les Doux		■	■	■			■	■	■	■
Herbier		FRFC02	Ade								■	■	■

6 - Bibliographie

- Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P.-G., Hily C. & Barillé L.** (2010a). Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. Ifremer, Arcachon, Rapport Ifremer: 72 pp.
- Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P.-G., Hily C. & Barillé L.** (2010b). Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. Annexe 2 : Fiches contenant les données sur les herbiers des différentes masses d'eau suivies dans le cadre de la DCE. Ifremer, Arcachon, Rapport Ifremer: 152 pp.
- 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). Ifremer, Arcachon, RST/LER/MPL/12.17: 20 pp.
- Auby I., Sauriau P.-G., Oger-Jeanneret H., Hily C., Dalloyau S., Rollet C., Trut G., Fortune M., Plus M. & Rigouin L.** (2014). Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). *Zostera marina - Zostera noltii*. Version 2. Ifremer, RST/LER/MPL/14.01, Arcachon, RST/LER/MPL/14.01: 42 pp.
- 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). Gradstat: 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, C.N.E.X.O., I.C.A., Brest: 28 pp.
- Cojan I. & Renard M.** (1999). Sédimentologie. 2^e Cycle. Capes. Agrégation, Dunod, Paris: 418 pp. géologie; synthèse bibliographique; sédiment
- Conover W. J.** (1999). Practical nonparametric statistics. Third edition ed, Wiley J. & Sons, Inc., New York: 592 pp. Anova; statistique
- 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). Thèse, Ecole Pratique des Hautes Etudes : 118 + annexes pp.
- Dalloyau S. & Robin F.** (2013). Distribution des Bernaches cravants à ventre sombre (*Branta bernicla bernicla*) et disponibilité alimentaire des herbiers à Zostère naine (*Zostera noltei*) : vers une caractérisation de la qualité des habitats intertidaux des Pertuis Charentais. Ligue de Protection des Oiseaux, Rochefort, 77 pp.
- 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. & Mahéo R.** (2000). Synthèse des dénombrements et analyse des tendances des limicoles hivernant en France 1978 - 1999. Wetlands International - LPO, 82 pp.
- Deceuninck B. & Maillet N.** (2001). Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2000. Wetlands International - Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 44 pp.

- Deceuninck B., Maillet N., Kerautret L., Dronneau C. & Mahéo R.** (2002). Dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France - Janvier 2001. Wetlands International - Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 41 pp.
- 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. Wetlands International - Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 41 pp.
- 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. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 39 pp.
- 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. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 41 pp.
- 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. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 40 pp.
- 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. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 40 pp.
- 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. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 40 pp.
- 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 -. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 41 pp.
- 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 -. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 41 pp.
- 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. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 42 pp.
- 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. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 43 pp.
- 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. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 42 pp.
- Deceuninck B., Quintenne G., Ward A., Dronneau C. & Mahéo R.** (2014). Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2013. Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort, 74 pp.
- Deceuninck B., Quintenne G., Ward A., Dronneau C. & Dalloyau S.** (2015). Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2014. Ligue pour la Protection des Oiseaux, MEDDE, BirdLife International, Rochefort, 46 pp.
- Deceuninck B., Quintenne G., Ward A., Dronneau C. & Dalloyau S.** (2016). Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2015. Wetlands International, Ligue pour la Protection des Oiseaux, DEB, Rochefort, 47 pp.
- Hily C.** (1976). Ecologie benthique des pertuis Charentais. Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle, Université de Bretagne Occidentale : 236 pp.

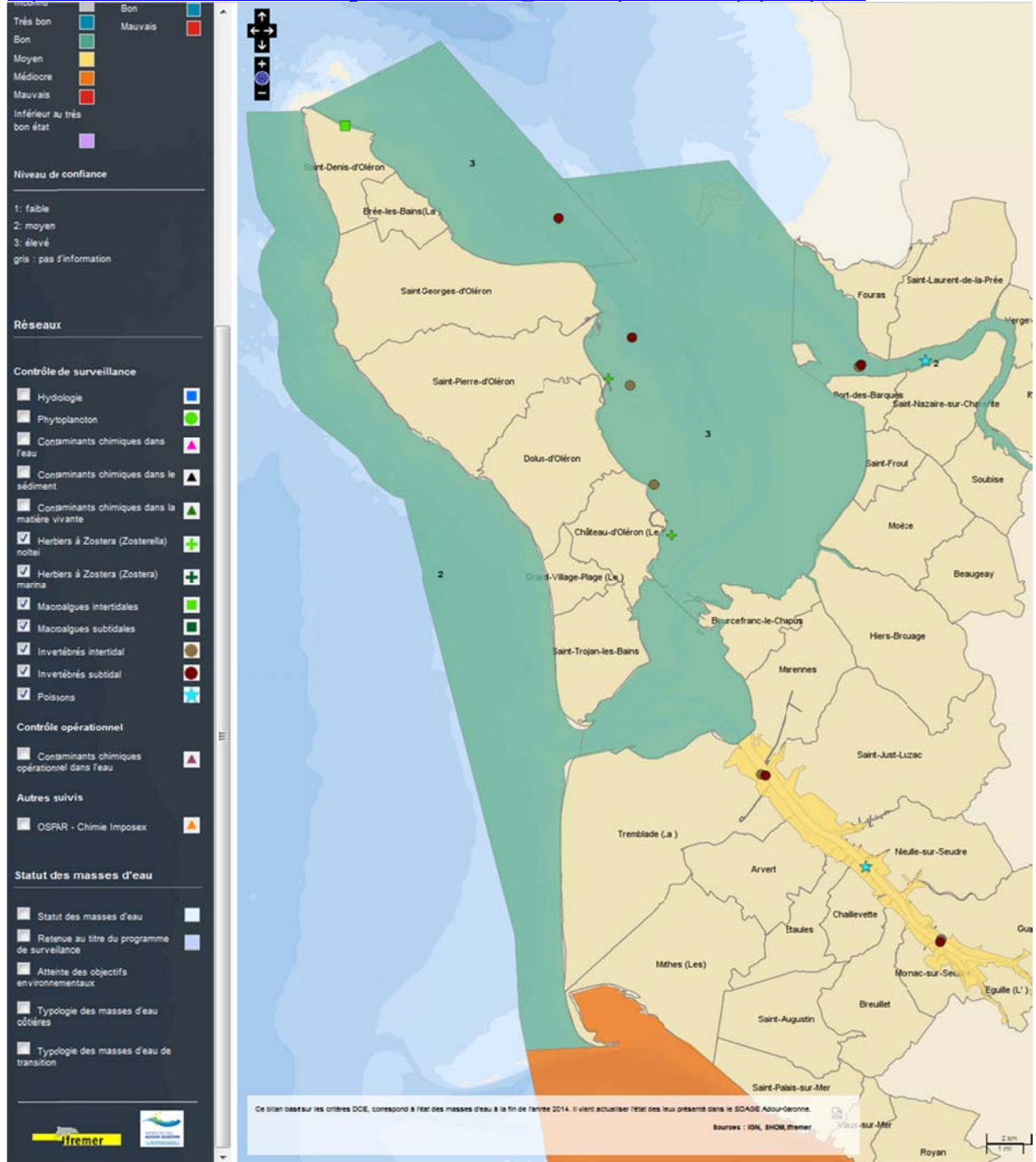
Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

- Sauriau P.-G.** (2008). Surveillance 2007 faune et flore benthique DCE vitalité herbier de *Zostera noltii* masse d'eau FRFC02 Pertuis charentais. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour-Garonne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 53526172: 22 pp.
- 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. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour-Garonne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 53526172: 27 pp.
- 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*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n° 2009 5 51522036: 35 pp.
- Sauriau P.-G. & Aubert F.** (2013). Contrôle de surveillance 2013 DCE de la flore benthique et de la faune benthique de substrat meuble de la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02 : Partie 1 : herbier de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2013 n° 5210053: 39 pp.
- Sauriau P.-G., Aubert F., Cajeri P., Curti C., Latry L., Leguay D. & Pineau P.** (2013). 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 : herbier de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2012 n° 5210890: 37 pp.
- Sauriau P.-G., Aubert F. & Duvarid A.** (2015a). Contrôle de surveillance DCE 2014 de la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02. Rapport final partie 1 : suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* Hornemann. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2014 n° 5 51522029: 49 pp.
- Sauriau P.-G., Guerry M., Aubert F. & Duvarid A.** (2015b). Impacts des pratiques de la pêche à pied professionnelle à la palourde sur les herbiers de la zostère naine *Zostera noltei* : analyse bibliographique et bilan des expérimentations 2014 sur la concession scientifique d'ADE (île d'Oléron). CNRS, Université de La Rochelle, La Rochelle, Contrat d'étude CRPMEM: 46 pp.

7 - Annexes

7.1 - Fiche des stations du réseau de surveillance DCE

http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/scripts/site/carte.php?map=AG



Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

Fiche point réseau 🔍

Réseau : Herbiers à *Zostera (Zosterella) noltei*
080-P-073 - Bellevue-Perrotine int HZN

Masse d'eau : FRFC02 - Pertuis charentais
 Type de réseau : Contrôle de surveillance
 Longitude (WGS84) : -1.227033

Type masse d'eau : MEC
 Point : 080-P-073 - Bellevue-Perrotine int HZN
 Latitude (WGS84) : 45.943779

Paramètres	Opérateur terrain	Opérateur labo	Dernière année de prélèvement	Fréquence annuelle	Période	Fréquence dans plan de gestion
composition taxinomique	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	été	6 ans/6
densité	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	été	6 ans/6
surfactive	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	été	1 an/6

Dernière mise à jour :18/02/2016

Fiche point réseau 🔍

Réseau : Herbiers à *Zostera (Zosterella) noltei*
080-P-067 - Les Doux int HZN

Masse d'eau : FRFC02 - Pertuis charentais
 Type de réseau : Contrôle de surveillance
 Longitude (WGS84) : -1.19811185

Type masse d'eau : MEC
 Point : 080-P-067 - Les Doux int HZN
 Latitude (WGS84) : 45.90127015

Paramètres	Opérateur terrain	Opérateur labo	Dernière année de prélèvement	Fréquence annuelle	Période	Fréquence dans plan de gestion
composition taxinomique	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	été	6 ans/6
densité	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	été	6 ans/6
surfactive	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	été	1 an/6

Dernière mise à jour :18/02/2016

Contrat de prestation Ifremer 2015 5 5152 2020 : herbiers de *Zostera noltei*

Fiche point réseau



Réseau : Herbiers à *Zostera* (*Zosterella*) *noltei*
080-P-074 - Le Château d'Oléron int HZN

Masse d'eau : FRFC02 - Pertuis charentais
Type de réseau : Contrôle de surveillance
Longitude (WGS84) : -1.185361

Type masse d'eau : MEC
Point : 080-P-074 - Le Château d'Oléron int HZN
Latitude (WGS84) : 45.881212

Paramètres	Opérateur terrain	Opérateur labo	Dernière année de prélèvement	Fréquence annuelle	Période	Fréquence dans plan de gestion
composition taxinomique	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	été	6 ans/6
densité	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	été	6 ans/6
surfacique	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	été	1 an/6

Dernière mise à jour :18/02/2016



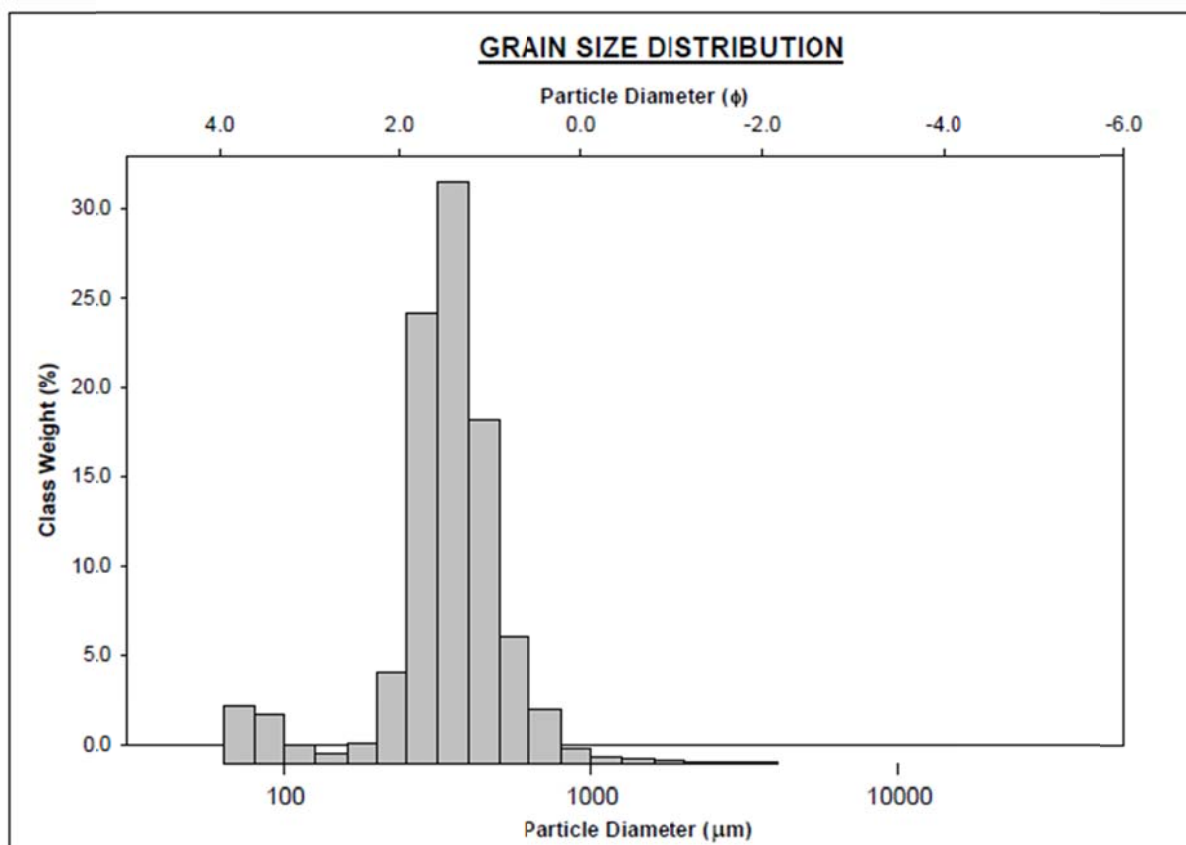
7.2 - Table attributaire du DGPS Trimble geoXT

E:\DCE\IMPORT_SHAPE_GPS\Dictionary\DCE_herbier_2013.ddf		24/09/2013
DCE_herbier_2013		
Suite prospections sur secteur impactés		
STATION_HERBIER	Point Feature, Label 1 = StationLettre, Label 2 = StationNuméro	
StationLettre	Menu, Required, Required	
A		
B		
C		
D		
E		
F		
StationNuméro	Menu, Required, Required	
1		
2		
3		
4		
5		
Macroalgue	Menu, Required, Normal	
NON	Default	
V		
R		
B		
VR		
VB		
RB		
VRB		
Taux_Recouvrement	Menu, Required, Normal, <i>Zostera noltei</i>	
0 [0]		
1-25 [0.125]		
26-50 [0.375]		
51-75 [0.425]		
76-100 [0.875]		
>100 [1]		
Granulométrie	Menu, Required, Normal	
NON	Default	
G1		
G2		
G3		
Matière_Organique	Menu, Required, Normal	
NON	Default	
MO1		
MO2		
MO3		
MO4		
MO5		
MO6		
MO7		
MO8		
MO9		
Topographie	Menu, Required, Normal	
Bosse		
Creux		
Plat	Default	
Eau	Menu, Required, Normal	
Sec	Default	
Flaque		
Traces	Menu, Required, Normal	
Bernache		
Goeland		
Mulet		
Pied		
Vase		
Autre_Commentaire		
Non	Default	
Commentaire	Text, Maximum Length = 100 Required, Normal	

7.3 - Analyses granulométriques

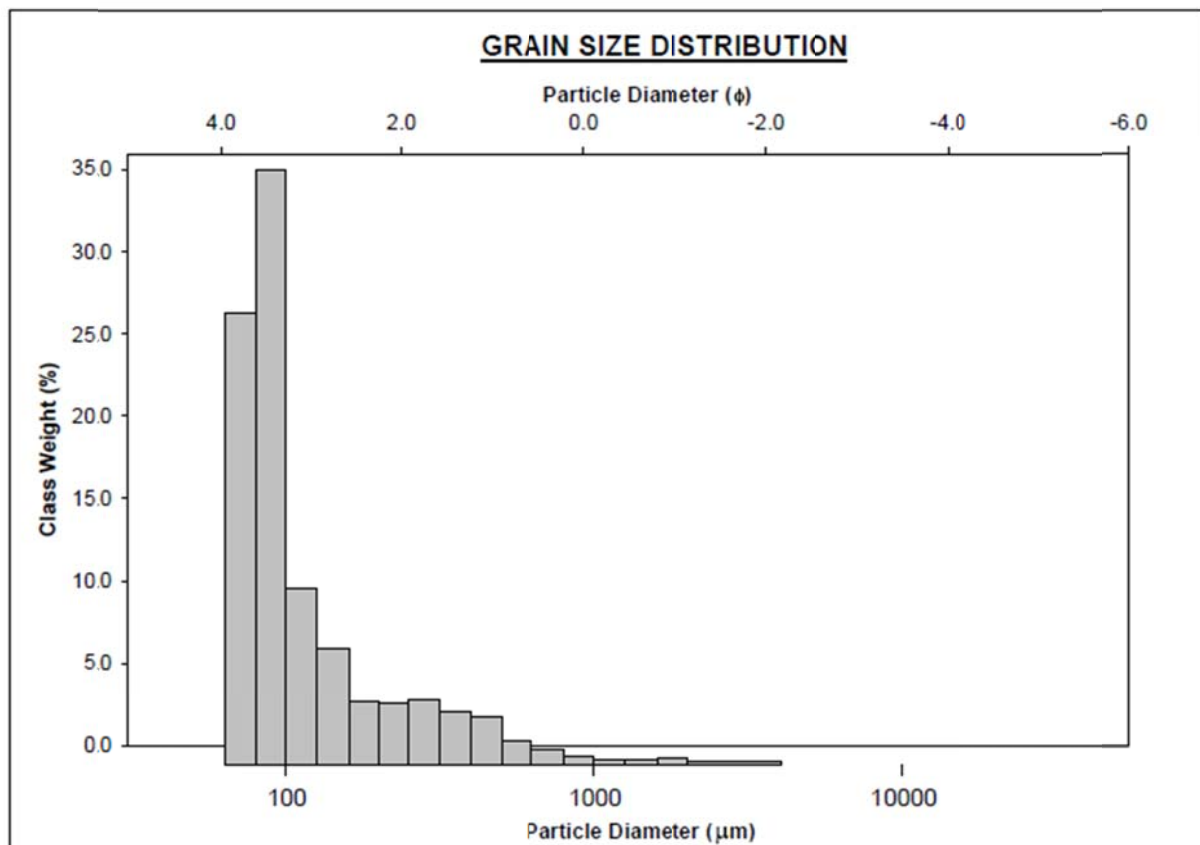
7.3.1 - Perrotine-Bellevue (Pertuis Charentais)

SAMPLE STATISTICS						
SAMPLE IDENTITY: Bellevue-Perrotine_2015			ANALYST & DATE: F_Aubert, 7/7/1905			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Silty Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	357.5	1.494	GRAVEL: 0.2%		COARSE SAND: 8.2%	
MODE 2:			SAND: 75.9%		MEDIUM SAND: 57.0%	
MODE 3:			MUD: 23.9%		FINE SAND: 4.9%	
D ₁₀ :	12.48	1.024			V FINE SAND: 5.2%	
MEDIAN or D ₅₀ :	305.1	1.712	V COARSE GRAVEL: 0.0%		V COARSE SILT: 4.0%	
D ₉₀ :	491.9	6.324	COARSE GRAVEL: 0.0%		COARSE SILT: 4.0%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	39.40	6.178	MEDIUM GRAVEL: 0.0%		MEDIUM SILT: 4.0%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	479.4	5.300	FINE GRAVEL: 0.0%		FINE SILT: 4.0%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	5.591	2.834	V FINE GRAVEL: 0.2%		V FINE SILT: 4.0%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	321.2	2.483	V COARSE SAND: 0.6%		CLAY: 4.0%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN (\bar{x}):	291.4	134.9	2.890	150.5	2.732	Fine Sand
SORTING (σ):	238.5	5.224	2.385	4.030	2.011	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (S_k):	3.819	-1.006	1.006	-0.717	0.717	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	40.01	2.285	2.285	1.059	1.059	Mesokurtic



7.3.2 - Les Doux (Pertuis Charentais)

SAMPLE STATISTICS						
SAMPLE IDENTITY: Les Doux_2015			ANALYST & DATE: F_Aubert, 7/7/1905			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Silty Very Fine Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	90.00	3.483	GRAVEL: 0.3%		COARSE SAND: 1.5%	
MODE 2:			SAND: 54.0%		MEDIUM SAND: 5.3%	
MODE 3:			MUD: 45.7%		FINE SAND: 7.8%	
D ₁₀ :	7.169	2.396			V FINE SAND: 38.8%	
MEDIAN or D ₅₀ :	67.38	3.892	V COARSE GRAVEL: 0.0%		V COARSE SILT: 7.6%	
D ₉₀ :	190.0	7.124	COARSE GRAVEL: 0.0%		COARSE SILT: 7.6%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	26.50	2.973	MEDIUM GRAVEL: 0.0%		MEDIUM SILT: 7.6%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	182.8	4.728	FINE GRAVEL: 0.0%		FINE SILT: 7.6%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	5.337	1.712	V FINE GRAVEL: 0.3%		V FINE SILT: 7.6%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	77.30	2.416	V COARSE SAND: 0.5%		CLAY: 7.6%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN (\bar{x}):	107.9	34.23	4.869	43.96	4.508	Very Coarse Silt
SORTING (σ):	223.1	4.220	2.077	3.487	1.802	Poorly Sorted
SKEWNESS (S_k):	8.987	0.265	-0.265	-0.370	0.370	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	104.8	1.871	1.871	1.020	1.020	Mesokurtic



7.3.3 - Le Château d'Oléron (Pertuis Charentais)

SAMPLE STATISTICS						
SAMPLE IDENTITY: Le Château d'Oléron_2015			ANALYST & DATE: F_Aubert, 7/7/1905			
SAMPLE TYPE: Trimodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Medium Silty Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
	MODE 1:	357.5	1.494	GRAVEL: 1.9%	COARSE SAND: 1.7%	
MODE 2:	90.00	3.483	SAND: 51.3%	MEDIUM SAND: 18.7%		
MODE 3:	142.5	2.822	MUD: 46.8%	FINE SAND: 11.8%		
D ₁₀ :	7.067	1.417		V FINE SAND: 18.0%		
MEDIAN or D ₅₀ :	70.74	3.821	V COARSE GRAVEL: 0.0%	V COARSE SILT: 7.8%		
D ₉₀ :	374.4	7.145	COARSE GRAVEL: 0.0%	COARSE SILT: 7.8%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	52.98	5.041	MEDIUM GRAVEL: 0.0%	MEDIUM SILT: 7.8%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	367.3	5.727	FINE GRAVEL: 0.7%	FINE SILT: 7.8%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	13.21	2.742	V FINE GRAVEL: 1.2%	V FINE SILT: 7.8%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	210.0	3.724	V COARSE SAND: 1.1%	CLAY: 7.8%		
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN (\bar{x}):	210.8	45.01	4.474	61.16	4.031	Very Coarse Silt
SORTING (σ):	514.3	5.825	2.542	4.715	2.237	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (S_k):	6.141	0.318	-0.318	-0.137	0.137	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	44.83	1.780	1.780	0.719	0.719	Platykurtic

