

## Contrôle de surveillance 2017 DCE de la masse d'eau côtière «FRGC53 - Pertuis Breton» et de la masse d'eau de transition «FRGT30 - Estuaire du Lay» pour les herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* Hornemann: rapport final



*Herbier au Fiers d'Ars avec nouveau montage du cadrat photo.*



*Herbier au Fiers d'Ars avec présence de nombreux pêcheurs à pied de loisir à la palourde.*

**AUBERT F.<sup>1,2</sup>, SAURIAU P.-G.<sup>2</sup>, PINEAU P.<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> ADERA – Cellule Cohabys, 162 avenue A. Schweitzer, 33608 Pessac

<sup>2</sup> LIENSs, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle



# Sommaire

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIEL &amp; METHODES .....</b>	<b>4</b>
2.1. STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE.....	4
2.1.1 . <i>Positionnement DGPS</i> .....	5
2.1.2 . <i>Prélèvement et analyse des macroalgues</i> .....	6
2.1.3 . <i>Prélèvement des sédiments</i> .....	6
2.1.4 . <i>Prise de notes sur le terrain</i> .....	8
2.2. PRESENTATION DES STATIONS .....	9
2.2.1 . <i>Plage de la Charge Neuve int HZN</i> .....	9
2.2.1 . <i>Ars en Ré int HZN</i> .....	11
2.2.2 . <i>Lay Crochon 1982 int HZN (estuaire du Lay)</i> .....	13
2.3. CALENDRIER DE REALISATION DES OPERATIONS A LA MER.....	15
2.4. PROTOCOLES D'ANALYSE DES SEDIMENTS .....	17
<i>Analyse granulométrique</i> .....	18
2.4.1 <i>Analyse de la matière organique sédimentaire</i> .....	21
2.5. CALCUL DE L'INDICATEUR « ANGIOSPERMES » .....	22
2.5.1 <i>Composition taxinomique</i> .....	22
2.5.2 <i>Extension</i> .....	22
2.5.1 <i>Densité</i> .....	23
<b>3. RESULTATS.....</b>	<b>24</b>
3.1. SEDIMENTS.....	24
3.1.1 . <i>Plage de la Charge Neuve int HZN</i> .....	24
3.1.2 . <i>Ars en Ré int HZN (Fiers d'Ars, Pertuis Breton)</i> .....	24
3.2. MACROALGUES : BIOMASSE .....	29
3.2.1 . <i>Plage de la Charge Neuve int HZN</i> .....	29
3.2.2 . <i>Ars en Ré int HZN (Fiers d'Ars, Pertuis Breton)</i> .....	30
3.2.3 . <i>Lay Crochon 1982 int HZN (Estuaire du Lay)</i> .....	32
3.3. TAUX DE RECOUVREMENT EN <i>ZOSTERA NOLTEI</i> .....	33
3.4. ZOSTERE : REDECOUVERTE DE <i>ZOSTERA MARINA</i> SUR LES ESTRANS DU NORD DE L'ILE DE RE.....	38
3.5. LES OISEAUX HERBIVORES CONSOMMATEURS DE ZOSTERES .....	42
<b>4. CALCUL DE L'INDICATEUR « ANGIOSPERMES » .....</b>	<b>44</b>
4.1. PERTUIS BRETON FRGC53 .....	44
4.2. ESTUAIRE DU LAY FRGT30.....	44
4.3. BILAN DU TEMPS AGENT AFFECTE AU CONTROLE DE SURVEILLANCE DCE.....	45
<b>5. BILAN DES SAISIES DANS LA BASE QUADRIGE<sup>2</sup>.....</b>	<b>46</b>
<b>6. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>48</b>
<b>7. ANNEXES .....</b>	<b>52</b>
7.1. FICHE DES STATIONS DU RESEAU DE SURVEILLANCE DCE .....	52
7.2. TABLE ATTRIBUTAIRE DU DGPS TRIMBLE GEOXT.....	55
7.3. ANALYSES GRANULOMETRIQUES DE 2017.....	56

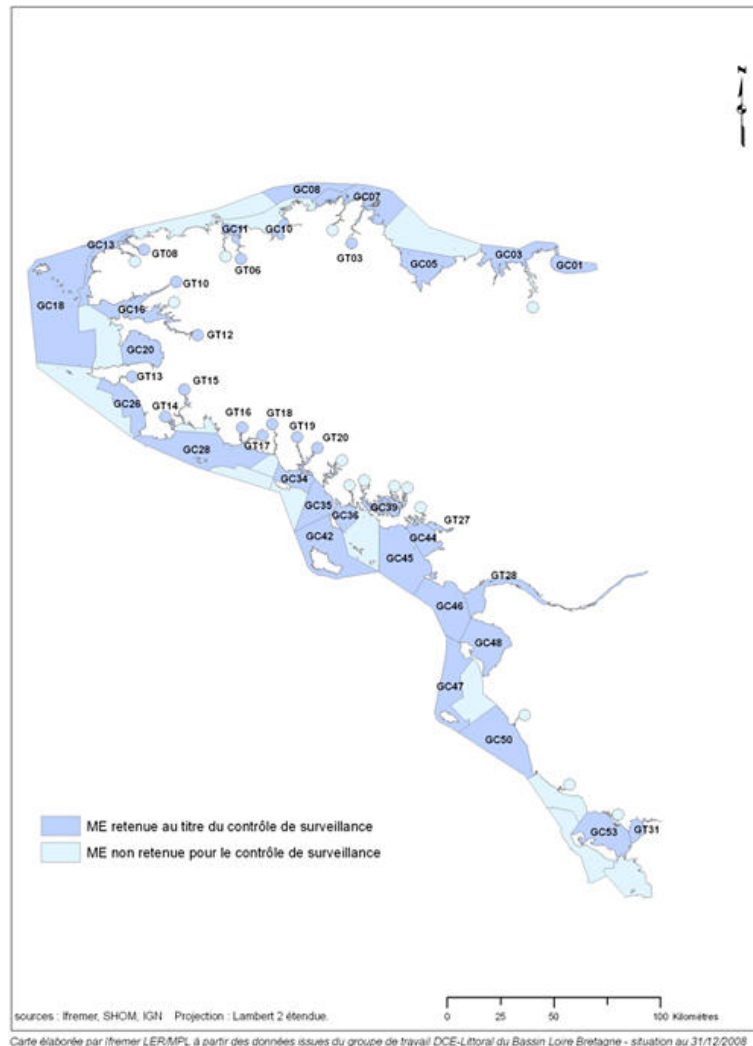


## 1. Introduction

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 fixait comme objectif général d'atteindre, à l'horizon 2015, un bon état écologique (biologique et chimique) des masses d'eaux souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières (MEC) et de transition (MET) ([http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive\\_cadre\\_sur\\_l\\_eau\\_dce](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 macroinvertébrés et les phanérogames marines. C'est parmi celles-ci que se trouvent les herbiers intertidaux de la zostère naine *Zostera* (*Zosterella*) *noltei* Hornemann nommée alternativement *Zostera noltei* (voir pour la synonymie le site WoRMS <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145796>).

Dans le district Loire-Bretagne (**Figure 1**), les masses d'eau côtière et de transition les plus méridionales retenues pour le contrôle de surveillance sont la masse d'eau côtière « Pertuis Breton » FRGC53 et la masse d'eau de transition « Estuaire du Lay » FRGT30.



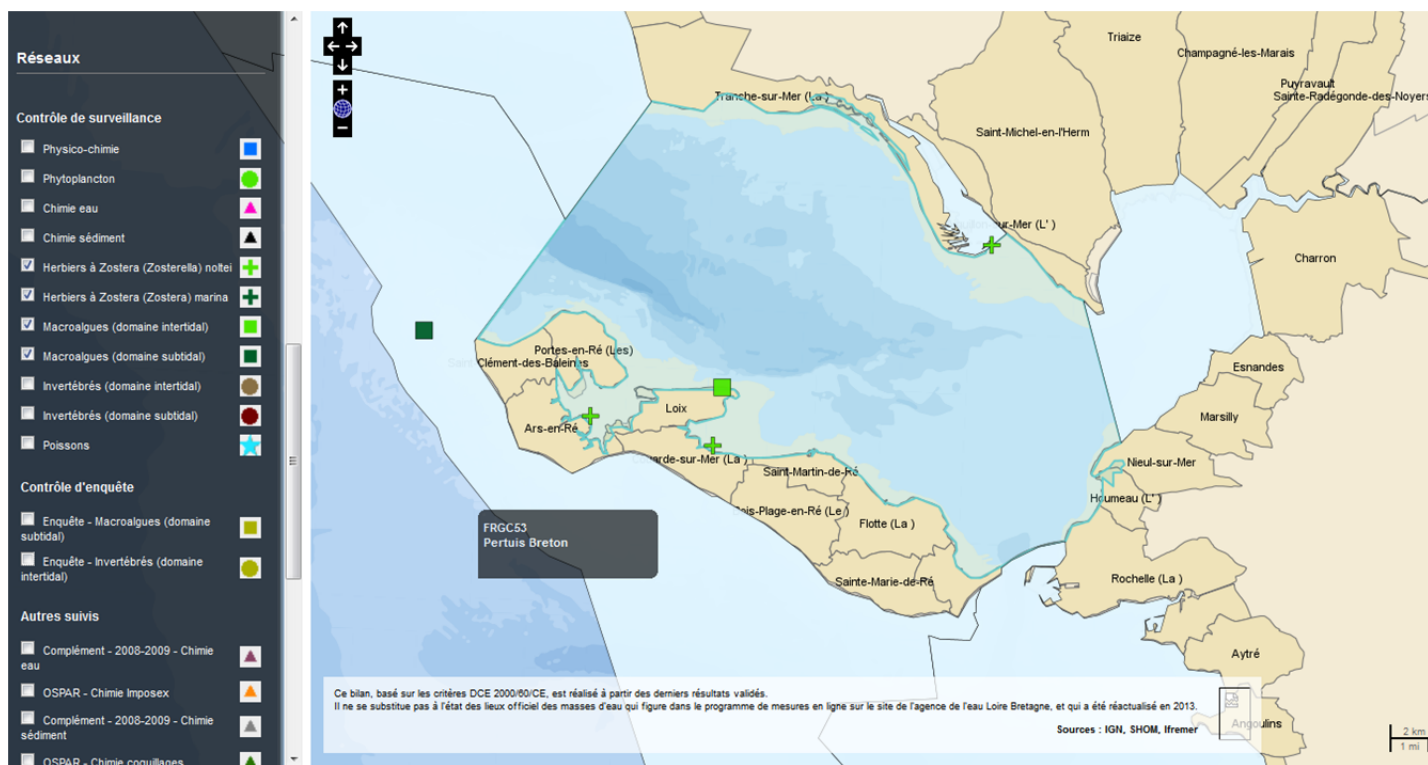
**Figure 1** : Masse d'eau côtière « Pertuis Breton » FRGC53 et masse d'eau de transition « Estuaire du Lay » FRGT30 dans le district Loire-Bretagne.

Source [http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive\\_cadre\\_sur\\_l\\_eau\\_dce](http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce)

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

Les opérations de surveillance DCE retenues en 2017 pour la masse d'eau côtière Pertuis Breton FRGC53 (**Figure 2**) étaient :

- échantillonnage stationnel sur une grille de 30 points des herbiers de la zostère naine *Zostera noltei* en septembre sur les stations en intertidal Plage de la Charge Neuve int HZN et Ars en Ré int HZN selon le protocole (Auby *et al.* 2012) révisé en 2014 (Auby *et al.* 2014) du contrôle de surveillance DCE des herbiers intertidaux.

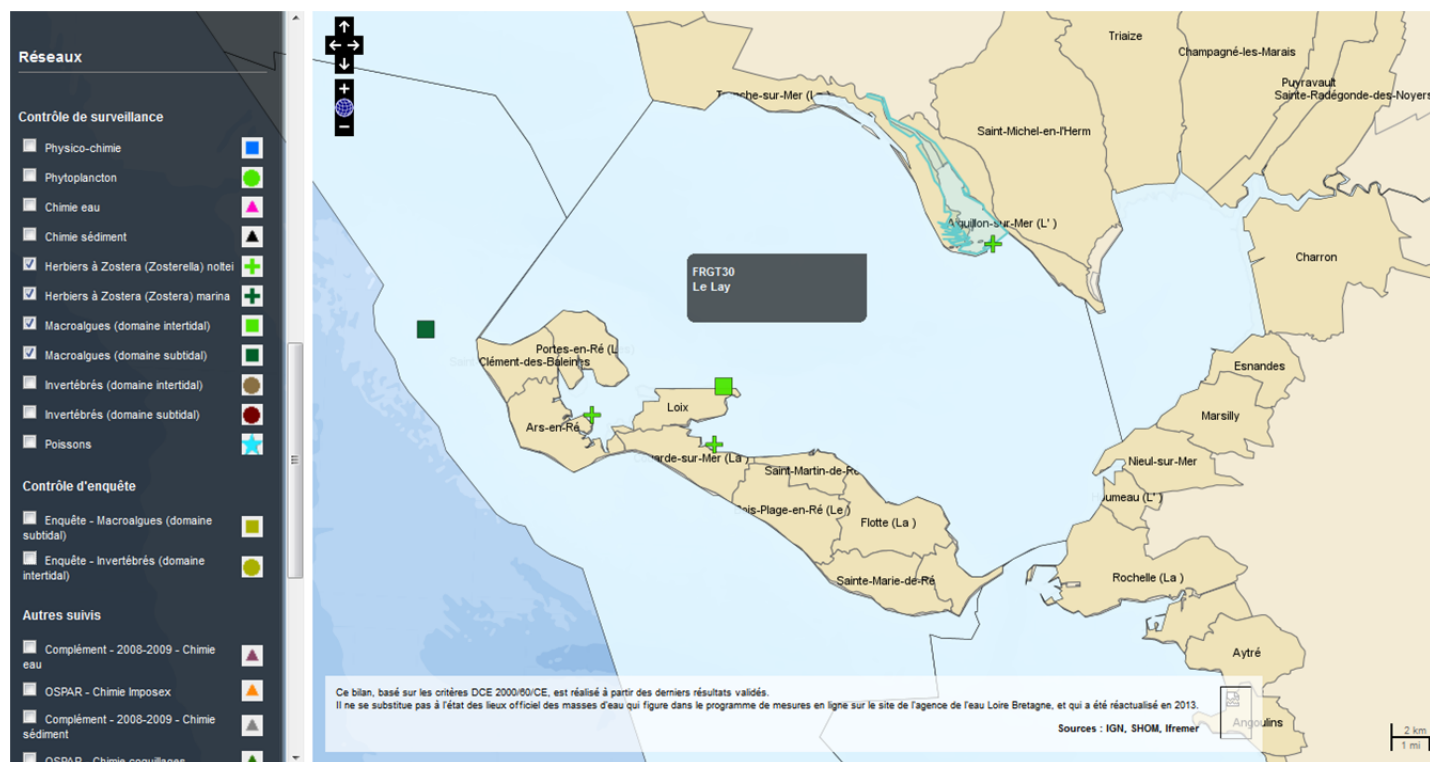


**Figure 2 :** Masse d'eau côtière « Pertuis Breton » FRGC53 avec localisation des stations en intertidal à herbier de *Zostera noltei* Plage de la Charge Neuve int HZN et Ars en Ré int HZN (croix verte). Source [http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive\\_cadre\\_sur\\_l\\_eau\\_dce](http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce).

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

Les opérations de surveillance DCE retenues en 2017 pour la masse d'eau de transition « Estuaire du Lay » FRGT30 (**Figure 3**) étaient :

- échantillonnage stationnel sur une grille de 30 points des herbiers de la zostère naine *Zostera noltei* en septembre sur la station Lay Crochon 1982 int HZN selon le protocole (Auby *et al.* 2012) révisé en 2014 (Auby *et al.* 2014) du contrôle de surveillance DCE des herbiers intertidaux.



**Figure 3 :** Masse d'eau de transition « Estuaire du Lay » FRGT30 avec localisation de la station en intertidal à herbier de *Zostera noltei* Lay crochon 1982 int HZN (croix verte). Source [http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive\\_cadre\\_sur\\_l\\_eau\\_dce](http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce).

L'objet du présent document est de faire état des résultats du contrôle de surveillance DCE 2017 dans les deux masses d'eau « Pertuis Breton » et « Estuaire du Lay » pour les échantillonnages stationnels sur l'élément de qualité herbiers intertidaux à *Zostera noltei*. Un rappel des résultats antérieurs est fait afin de resituer ces informations dans le cours de la dynamique temporelle propre à chaque station d'herbier.

## 2. Matériel & méthodes

### 2.1.Stratégie d'échantillonnage

L'élément de qualité herbier à *Zostera 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 trois stations (*vide infra*).

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

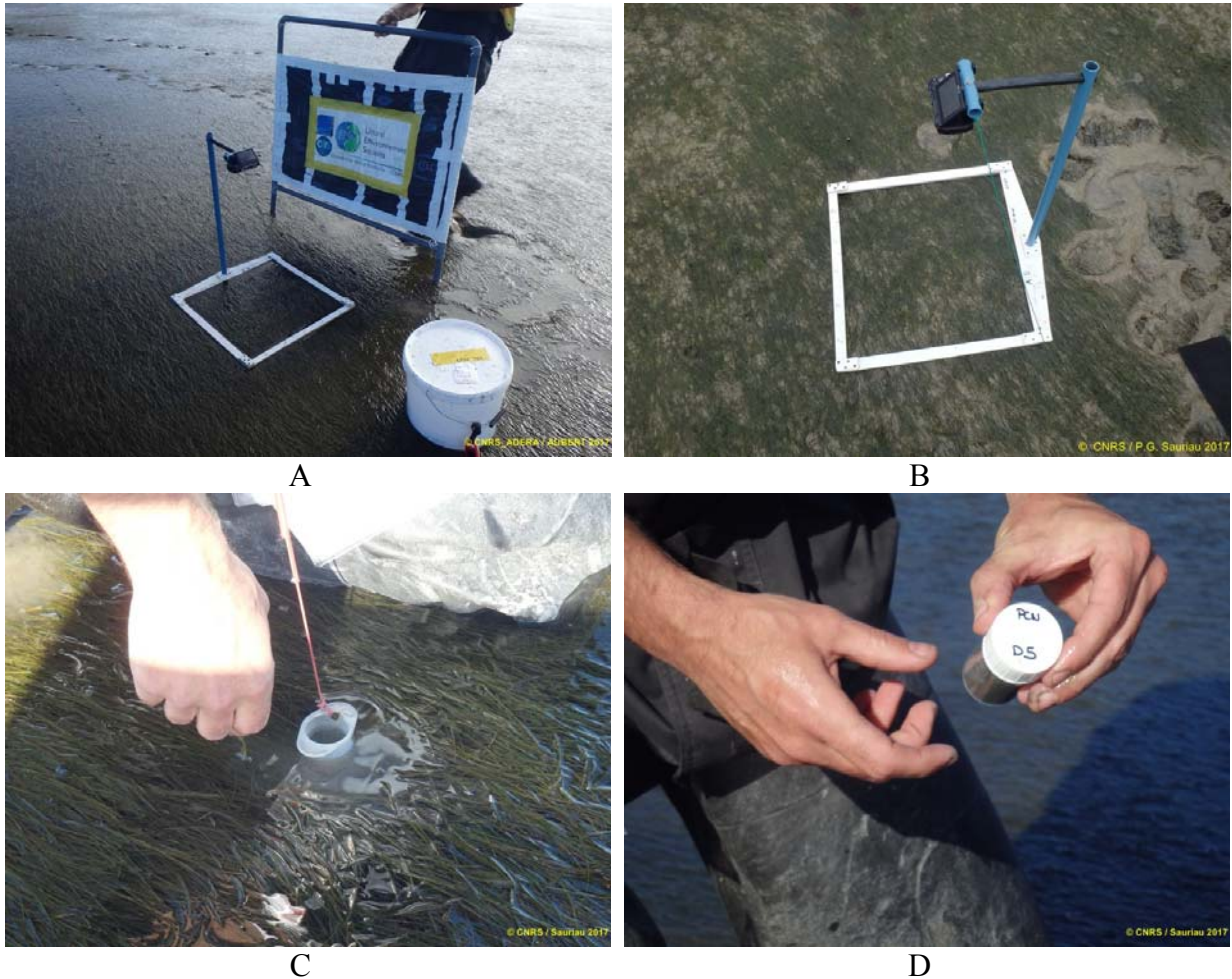
Méthode																																											
Engin d'échantillonnage	Quadrat de 0,5 m de côté																																										
Dimension échantillon	0,25 m <sup>2</sup>																																										
	30 échantillons positionnés selon une grille de 6 lignes par 5 colonnes centrée 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 Quadrigé</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 utilisée depuis 2011 sur le terrain met en œuvre (**Figure 4**) :

- un DGPS Trimble GeoXT utilisé pour un positionnement sub-métrique (0,5 m) ;
- un trajet sur la grille de point de façon à ne pas parcourir les surfaces d'herbier où seront déposés les quadrats ;
- une prise de photo sur chaque quadrat à la verticale sans trépied mais avec un éclairage contrôlé. En cas de soleil direct, un pare soleil est utilisé ;
- des prélèvements ponctuels pour granulométrie (3) et matière organique (9) ;
- une prise de notes sur le DGPS.



**Figure 4 :** Illustrations du positionnement par DGPS Trimble GeoXT, de la prise de photo d'un quadrat avec utilisation d'un pare-soleil si nécessaire (A, B) et des prélèvements de matière organique par carottage et mise en pilulier (B et C).

## 2.1.2. Prélèvement et analyse des macroalgues

Si présentes, les macroalgues sont échantillonnées dans chacun des 30 quadrats (**Figure 5**) en séparant algues vertes, algues rouges et algues brunes (**Tableau 2**).

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

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Quadrat de 0,5 m de côté
Dimension échantillon	0,25 m <sup>2</sup>
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 5**) 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, 2014).

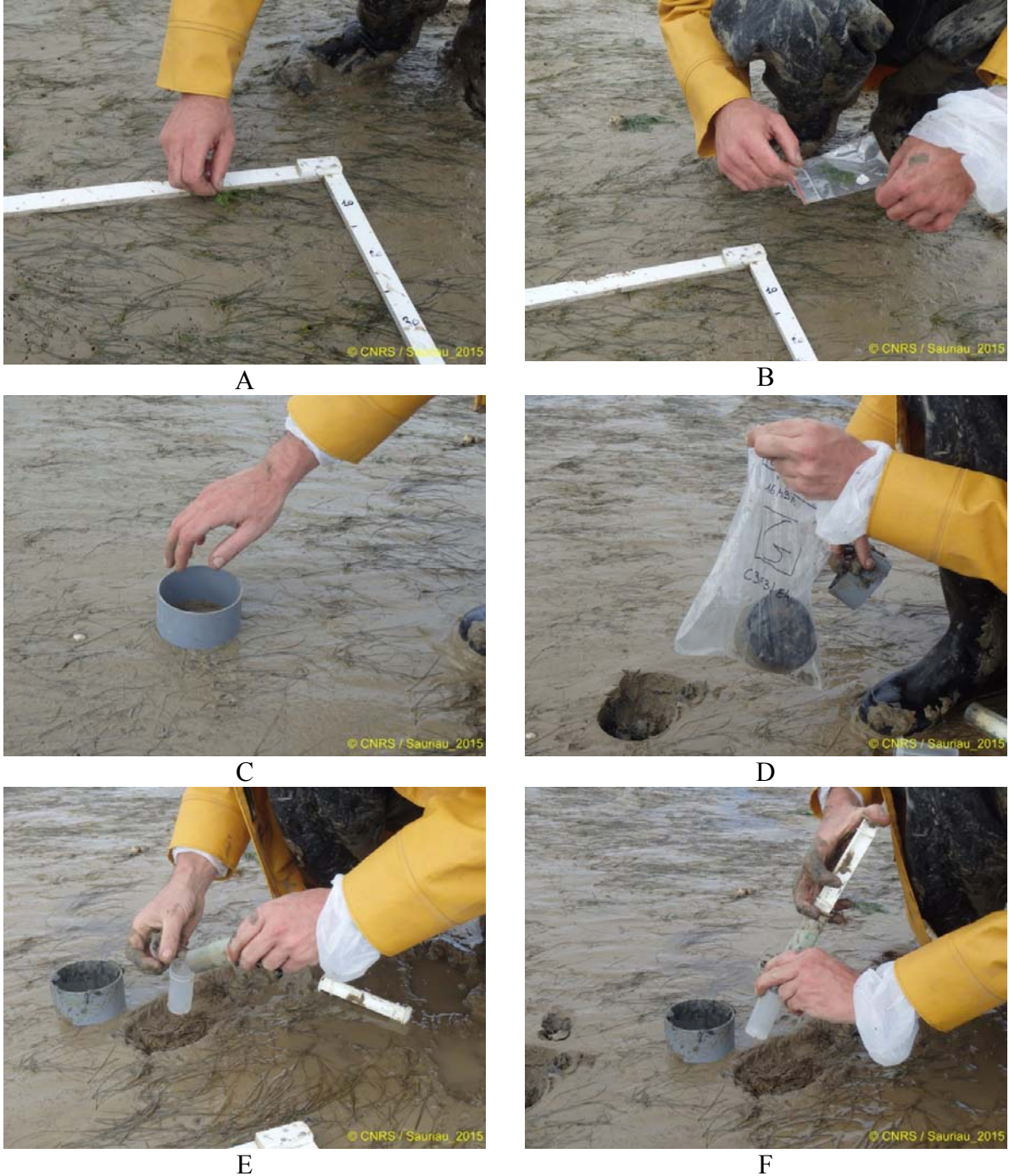
Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier PVC – 9 cm de diamètre
Dimension échantillon	9 cm diamètre -5 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons pris au hasard sur l'emprise de la station
Analyse	Séchage 48 h en étuve à 60°C – Pesée de 100 g sédiment sec à 0,01 g – Passage humide sur tamis 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) ou G2Sd pour R (Fournier <i>et al.</i> , 2014)

**Tableau 4** : Protocole matière organique. Source Auby *et al.* (2012, 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)

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

La position géographique du lieu de prélèvements des sédiments est tirée aléatoirement grâce à un tirage aléatoire sans remise parmi les 30 points A1 à F5. Ceci est effectué lors de la journée de préparation de la campagne à la mer afin d'affecter 3 puis 9 positions géographiques sur la grille pour respectivement effectuer les prélèvements granulométriques et de matière organique.



**Figure 5 :** 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 *Zostera noltei*. Photo P.-G. Sauriau CNRS ©.

## 2.1.4. Prise de notes sur le terrain

La prise de note est basée sur l'utilisation du DGPS Trimble GeoXT 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 est 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 6**). 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 additionnelles pour la station (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 (valeur 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 (valeur par défaut) G1, G2 ou G3 ;

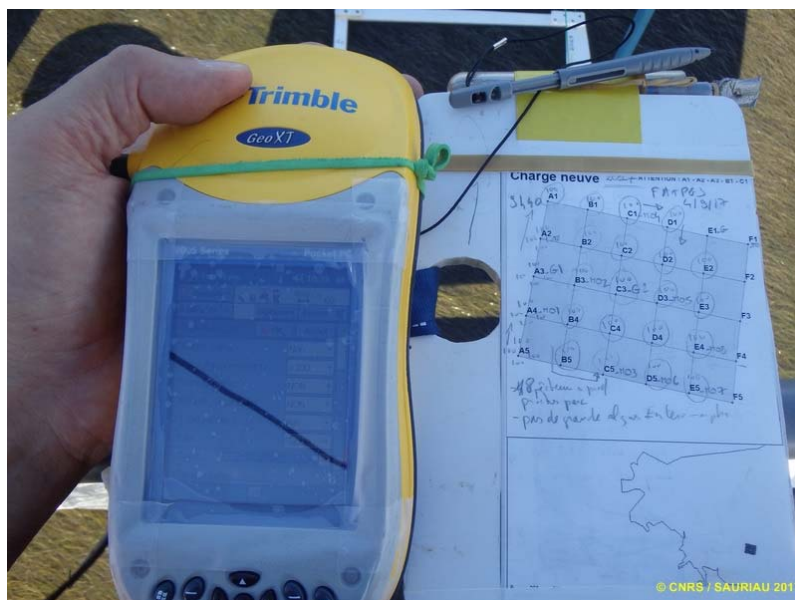
**Matière\_Organique** Menu, champ obligatoire NON (valeur par défaut) MO1, MO2, MO3, MO4, MO5, MO6, MO7, MO8 ou MO9 ;

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

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

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

**Autre\_Commentaire** Non (par défaut), 100 caractères possibles.



**Figure 6 :** Prise de notes associant table attributaire du DGPS et feuille terrain sur support rigide, exemple pour la station « Plage de la Charge Neuve int HZN » en 2017 dans la masse d'eau côtière « FRGC53 – Pertuis Breton ».

## 2.2. Présentation des stations

### 2.2.1. Plage de la Charge Neuve int HZN

La station « Plage de la Charge Neuve int HZN » a été positionnée lors de la prospection 2006 hors de l'influence directe de chenaux d'écoulement des marais littoraux, hors des zones d'influence des houles du large, hors de l'influence directe des parcs ostréicoles sur un site médiolittoral facile d'accès pédestre (**Tableau 5**). Ce site n'est pas impacté par les bouées de mouillage pour la plaisance qui se situent en bordure de plage ni impacté par la pêche à pied (**Figure 7**). Le médiolittoral supérieur ainsi que les laisses de mer sont le réceptacle de débris d'herbier très abondants à la saison de l'échantillonnage.

**Tableau 5** : Caractéristiques des suivis sur la station échantillonnée.

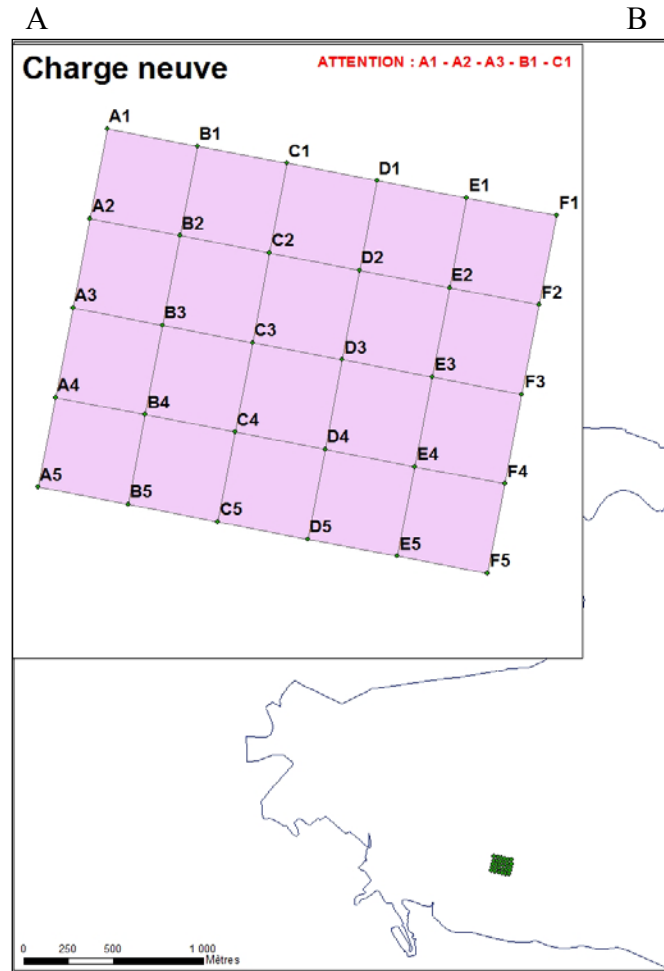
Station	Plage de la Charge Neuve int HZN
<b>Regroupement</b>	Non
<b>Moyens à la mer</b>	Accès pédestre à deux personnes minimum Multiples : métrique « densité des herbiers à <i>Zostera noltei</i> » par mesure du taux de recouvrement et 3 métriques supplémentaires (granulométrie, matière organique, biomasse des macroalgues vertes, rouges et brunes et nombre-localisation des oiseaux herbivores consommateurs d'herbier)
<b>Paramètres</b>	Août-Septembre
<b>Fréquence</b>	Initialement tous les 3 ans du plan de gestion et depuis 2011 tous les ans du plan de gestion
<b>Opérateur :</b>	
- <b>prélèvement</b>	Adera – Cellule Cohabys adossée au LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle) et antérieurement CREMA
- <b>tri et détermination</b>	L'Houmeau (CNRS-Ifremer) puis CRELA (CNRS-Ifremer-Université de La Rochelle) et LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle)
- <b>mesure granulométrie</b>	
- <b>mesure taux de matières organiques</b>	
<b>Début prélèvements</b>	2006 (prospection), 2007 (surveillance)

La grille de 30 points est prospectée *pedibus jambi* à partir de l'accès sur le littoral. La bordure A1-C1 de la grille présente un ancien chenal enfoui sous la vase et demande une marche lente et attentive alors que la bordure A1-A3 présente un chenal actif (**Figure 7**).

La station se situe en médiolittoral moyen et présentait en 2009 (Sauriau *et al.* 2009), 2011 (Sauriau *et al.* 2011), 2012 (Sauriau *et al.* 2013), 2013 (Sauriau *et al.* 2014) et 2014 (Sauriau *et al.* 2015) un herbier dense à très dense. La situation est la même en 2017 (**Figure 7**).

La station « Plage de la Charge Neuve int HZN » est incluse dans un site du réseau Natura 2000 (<http://www.natura2000.fr>), en tant que SIC/pSIC Ile de Ré - Fier d'Ars (<http://natura2000.environnement.gouv.fr/sites/FR5400424.html>).

Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*



**Figure 7 :** Vue générale (A) et vues de détail d'un quadrat (B) et de la grille de points (C) sur la station « « Plage de la Charge Neuve int HZN » » à herbier de *Zostera noltei* sur la masse d'eau côtière «FRGC53 » - Pertuis breton. Réalisation carte sous ArcMap 10.2 (C. Curti).

## 2.2.1. Ars en Ré int HZN

Le choix d'une station dans le Fier d'Ars s'est appuyé sur une prospection réalisée le 25/07/2012 (**Tableau 6**). Elle a été positionnée en dehors de l'influence directe de chenaux d'écoulement de marais littoraux, en dehors de l'influence directe de parcs ostréicoles sur un site facile d'accès pédestre et non impacté par des bouées de mouillage (**Figure 8**). La station « Ars en Ré » se situe en médiolittoral moyen et est en revanche très largement impactée par la pêche à pied de loisir comme déjà observé en 2012 (Sauriau *et al.* 2013) et 2013 (Sauriau *et al.* 2014) mais dans une moindre mesure en 2014 (Sauriau *et al.* 2015).

**Tableau 6** : Caractéristiques des suivis sur la station échantillonnée.

Station	Ars en Ré
<b>Regroupement</b>	Non
<b>Moyens à la mer</b>	Accès pédestre à deux personnes minimum
<b>Paramètres</b>	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
<b>Fréquence</b>	Août-Septembre, tous les ans du plan de gestion
<b>Opérateur :</b>	
- <b>prélèvement</b>	Adera – Cellule Cohabys adossée au LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle) et antérieurement CREMA L'Houmeau (CNRS-Ifremer) puis
- <b>tri et détermination</b>	CRELA (CNRS-Ifremer-Université de La Rochelle) et LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle)
- <b>mesure granulométrique</b>	
<b>Début prélèvements</b>	2012 (prospection), 2012 (surveillance)

La grille de points (**Figure 8**) est prospectée *pedibus jambi* à partir d'un accès sur le littoral avec escalier en pierre. Le site ne présente pas de difficultés pour la marche à pied.

La station « Ars en Ré » est incluse dans un site du réseau Natura 2000 (<http://www.natura2000.fr>), en tant que SIC/pSIC Ile de Ré - Fier d'Ars (<http://natura2000.environnement.gouv.fr/sites/FR5400424.html>).

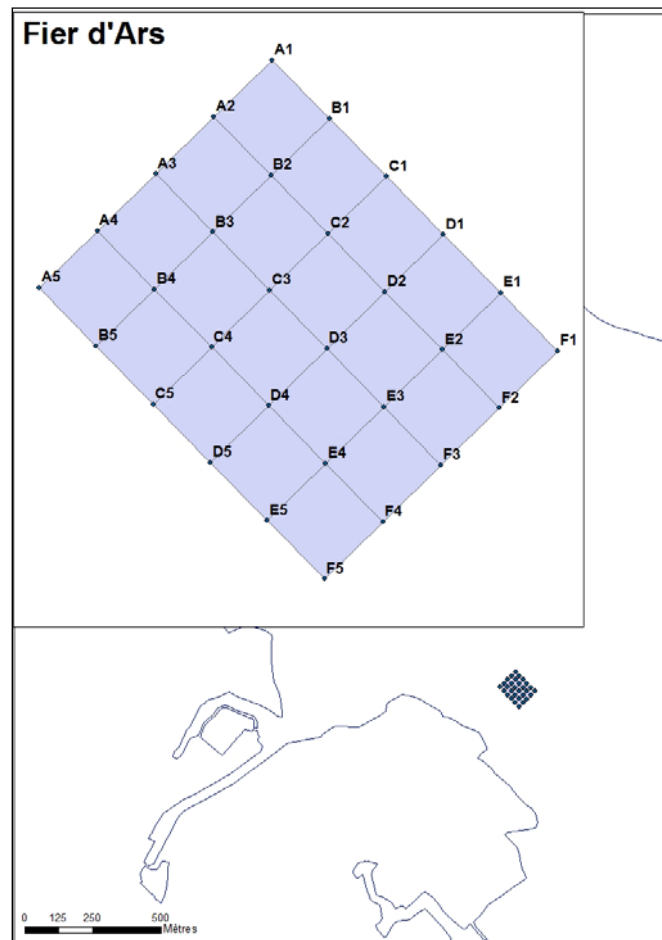
Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*



A



B



C

**Figure 8 :** Vue générale (A) et vues de détail d'un quadrat (B) et de la grille de points (C) sur la station « Ars en ré » à herbier de *Zostera noltei* sur la masse d'eau côtière «FRGC53 » - Pertuis breton. Réalisation carte sous ArcMap 10.2 (C. Curti).



## 2.2.2. Lay Crochon 1982 int HZN (estuaire du Lay)

La station « Lay crochon1982 » dans l'estuaire du Lay a été positionnée suite à une prospection terrain en 2010 pour estimer l'extension de l'herbier (**Tableau 7**). L'herbier couvrait une superficie d'environ 17,6 ha (Auby *et al.* 2010a) avec une répartition en plusieurs tâches le long du chenal. La dynamique de la flèche sableuse de la pointe d'Arcay génère un système de crochons successifs dont la chronologie est étudiée et connue depuis plusieurs siècles (Allard 2008). La station pour le suivi du contrôle de la surveillance DCE a été positionnée sur le crochon daté de 1982 (**Figure 9**) avec un suivi de surveillance annuel en 2011 (Sauriau *et al.* 2011), 2012 (Sauriau *et al.* 2013), 2013 (Sauriau *et al.* 2014) et 2014 (Sauriau *et al.* 2015).

**Tableau 7** : Caractéristiques des suivis sur la station échantillonnée.

Station	Lay crochon 1982
<b>Regroupement</b>	Non
<b>Moyens à la mer</b>	Accès pédestre à deux personnes via embarcation avec pilote(s) qui reste(nt) à bord en soutien logistique. 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
<b>Paramètres</b>	
<b>Fréquence</b>	Août-Septembre, tous les ans du plan de gestion
<b>Opérateur :</b>	Adera – Cellule Cohabys adossée au LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle) et antérieurement CREMA
<b>- prélèvement</b>	L'Houmeau (CNRS-Ifremer) puis CRELA (CNRS-Ifremer-Université de La Rochelle) et LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle)
<b>- tri et détermination</b>	
<b>- mesure granulométrique</b>	
<b>- mesure taux de matières organiques</b>	Pilote Ifremer L'Houmeau (2011-2012-2013) Pilotes LIENSs CNRS (2014-actuel)
<b>Début prélèvements</b>	2011 (prospection) et 2011(surveillance)

La station se situe en médiolittoral moyen (**Figure 9**). Elle est prospectée *pedibus jambi* à partir d'un accès bateau à partir soit du port du Pavé dans l'anse de l'Aiguillon (2011, 2012), soit du port de Chef de Baie (2013) soit désormais de la cale de la petite jetée des Caves dans l'estuaire du Lay (2014 à 2017), ce qui est beaucoup plus pratique avec un transport du navire Vasouillard (**Figure 10**) sur remorque depuis 2014. Cela a nécessité la mobilisation de deux pilotes (2014 lors de la première utilisation de la cale et repérage des lieux de navigation) ou d'un seul pilote par la suite.

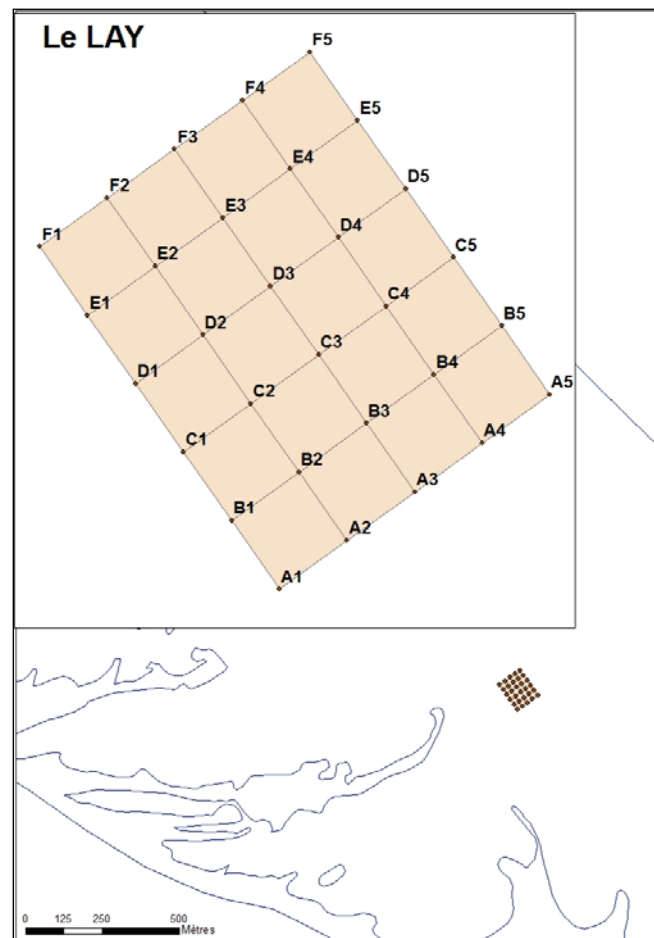
Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*



A



B



C

**Figure 9** : Vue générale (A) et vues de détail d'un quadrat (B) et de la grille de points (C) sur la station « Lay Crochon 1982 » à herbier de *Zostera noltei* sur la masse d'eau côtière «FRGT30». 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 un total de 3 jours (**Tableau 8**).

- En domaine intertidal de la masse d'eau côtière « FRGC53 – Pertuis Breton », le travail à la mer a mobilisé 4 personnes jour-mer les sur 2 jours en septembre 2017 ;
- En domaine intertidal de la masse d'eau de transition « FRGC30 - Estuaire du Lay », le travail à la mer a mobilisé 3 personnes jour-mer en septembre 2017, y compris le pilote de l'embarcation VASOILLARD (**Figure 10**) de l'Université de la Rochelle resté en attente dans le chenal afin d'assurer la sécurité et le transport de l'équipe en charge de prospecter l'estran.

Ces chiffres ne comprennent ni le temps nécessaire à la préparation des opérations à la mer (1 jour) ni le temps de dépouillement des informations collectées pour les suivis.

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

Nom point (toponymie)	Code masse d'eau	Type de suivi	Type de station	Dates	Nombre personnes jour-mer	Opérateurs
Plage Charge Neuve	FRGC53	Intertidal Meuble Flore <i>Zostera noltei</i>	Grille	04/09/2017	2	Adera-Cellule Cohabys LIENSs
Ars en Ré	FRGC53	Intertidal Meuble Flore <i>Zostera noltei</i>	Grille	05/09/2017	2	Adera-Cellule Cohabys LIENSs
Lay crochon 1982	FRGT30	Intertidal Meuble Flore <i>Zostera noltei</i>	Grille	11/09/2017	3	Adera-Cellule Cohabys LIENSs
<b>Total</b>	-	-	-	<b>3 jours</b>	<b>7 per. jour</b>	-

**Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei***



**Figure 10 :** Navire VASOUEILLARD sur sa remorque à proximité de la cale de la petite jetée des Caves dans l'estuaire du Lay.

## 2.4. Protocoles 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 11**).

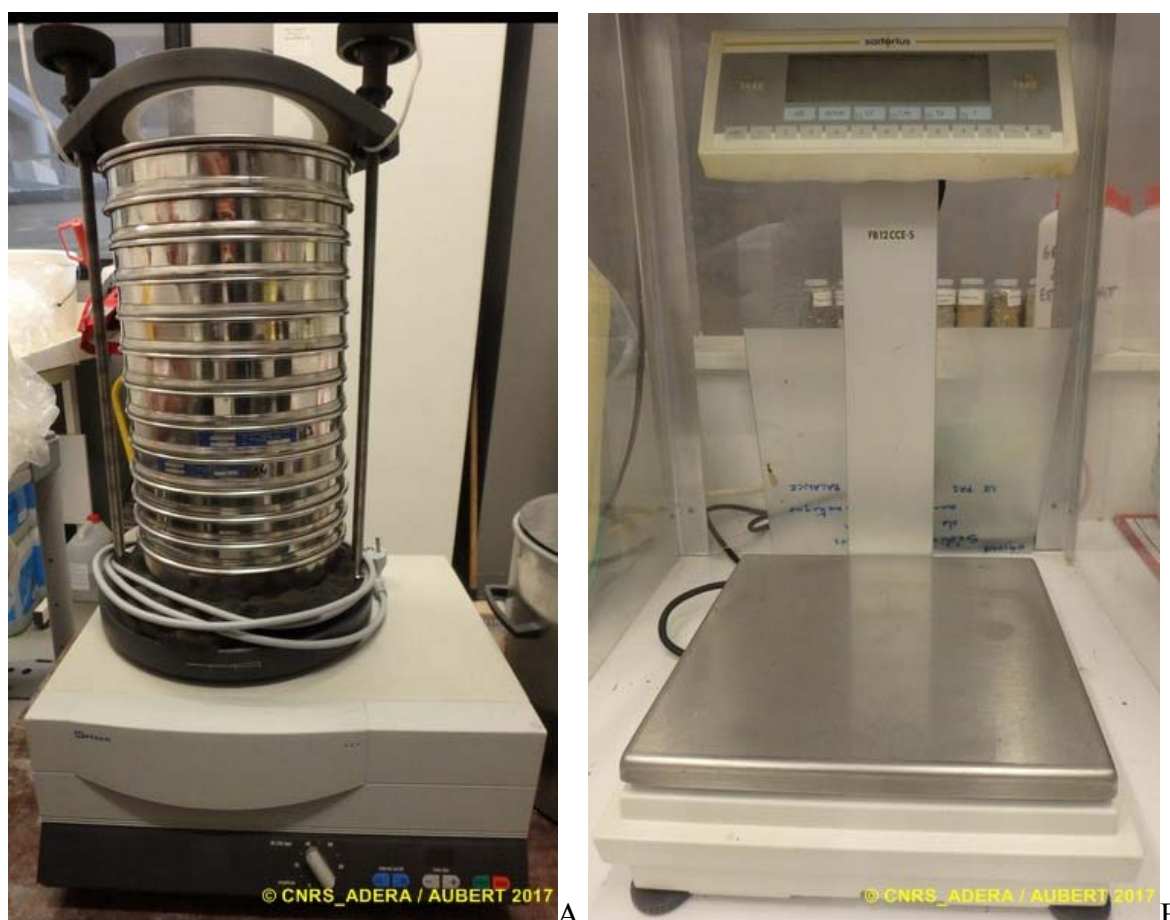
MOYEN D'ÉTUDE	AFNOR α	UNITÉS		CLASSIFICATION			
		Φ	Wentworth	Cailleux			
mesure directe	-24	250-256	-8	BLOCS (BOULDERS)	RUDITES	BLOCS 200 mm	
	-16	63-32	-5	GRAVE (COBBLE)		GALETS 20 mm	
	-6	4	-	CAILLOUX (PEBBLE)		GRAVILLONS	
microscope binoculaire tube de sédimentation tamisage	-3	2	1	GRANULES	ARÉNITES (SANDS)	2 mm	
	-2	1,6-		TRÈS GROSSIER		SABLES	
	-1	1,25-					
	0	1	0				
	1	0,8-		GROSSIER			
	2	0,63-					
	3	0,5	1	MOYEN			
	5	0,315-					
		0,25	2	FIN			200 µm
	9	0,125	3	TRÈS FIN			SABLONS LIMONS
	12	0,0625-1/16	4				
	14	0,04-		GROSSIER			
17	0,031-1/32	5					
20	0,02-1/64	6	MOYEN				
24	0,01-1/128	7	FIN	20 µm			
	0,004-1/256	8	TRÈS FIN				
pipette microscope électronique				LUTITES (SILTS)	LIMONS		
				LUTITES (CLAYS)		2 µm	
					PRE COLLOIDES		
		-0,00006	14				

**Figure 11** : Echelle granulométrique AFNOR, unité Φ et classifications communes utilisées (Cojan & Renard 1999).

## 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 12**). 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 12 :** Colonne de tamis normalisés AFNOR sur tamiseuse Retsch (A) et balance Sartorius à 0,01 g. (B).

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

Les tamis sont ultérieurement débarrassés de leurs impuretés grâce à un appareil de nettoyage aux ultrasons Elma (Bioblock Scientific) (**Figure 13**). 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

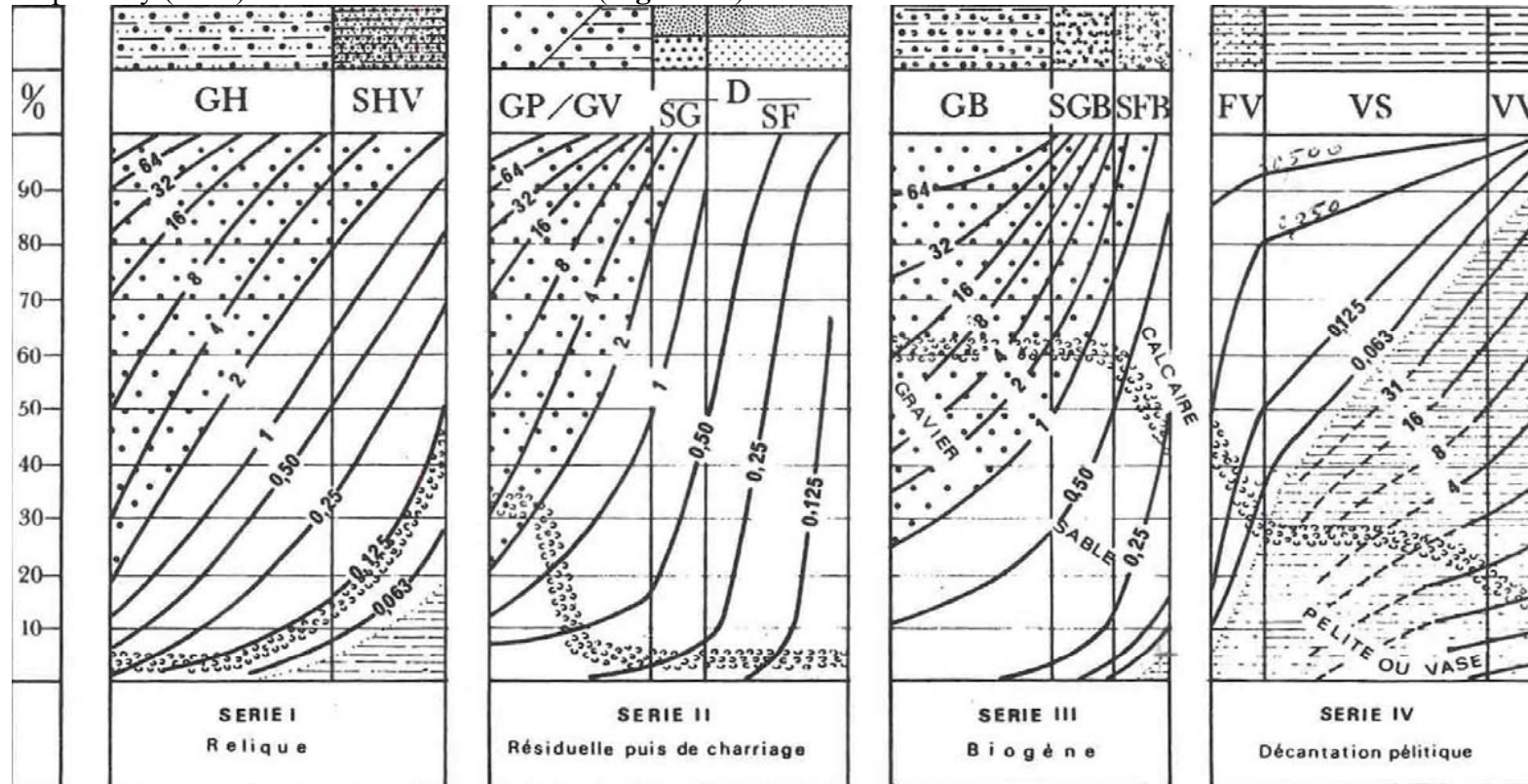


B

**Figure 13** : 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 ©.

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

Les résultats des différentes pesées sont ensuite analysées par la macro-procédure GRADISTAT (Blott & Pye 2001), permettant d'obtenir des paramètres de forme et le type de sédiment. Le type de sédiment est alors interprété vis-à-vis de la classification de Chassé & Glémarec (1976) reprise par Hily (1976) dans les Pertuis Charentais (**Figure 14**).



— 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 sableux, VV vases franches, D sédiments dunaires

**Figure 14** : Types biosédimentaires utilisés dans les pertuis Charentais (Chassé & Glémarec 1976).



## 2.4.1 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. Chaque sédiment est référencé par son numéro de station puis mis à l'étuve à 100 °C 72 h afin d'obtenir un échantillon totalement sec. Les masses des coupelles numérotées sont mesurées ainsi que la masse des coupelles + le sédiment sec (environ 1g) par pesée sur une balance Mettler AE 240 avec une précision à 0,0001 g. Les échantillons sont ensuite placés dans un four à moufles 450 °C pendant 5 h permettant une crémation effective sur 4h compte tenu 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 feuillets 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.* 2010b, a) repose sur trois métriques :

- 1) la composition taxinomique
- 2) l'extension
- 3) la densité estimée par les taux de recouvrement.

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

## 2.5.1 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 ».

<b>Perturbation</b>	<b>Changement de la densité par rapport aux conditions de référence et EQR</b>
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 angiosperme 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 ».

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

### 3. Résultats

#### 3.1. Sédiments

##### 3.1.1. Plage de la Charge Neuve int HZN

Le sédiment présente en masse un taux moyen d'environ 28 % de pélites (taille < 63µm), un taux de sables d'environ 70 % et un taux d'éléments grossiers de l'ordre de 2 % (**Tableau 13**). La distribution en taille est unimodale (142,5 µm) mais avec un mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec 1976) c'est un sable fin envasé à la limite des vases sableuses comme antérieurement observé à 2012.

Le taux de matières organiques est d'environ  $2 \pm 0,7$  % (**Tableau 13**).

**Tableau 13** : Variables sédimentaires et teneur en matière organique ( $\pm$  écart type, n) pour les sédiments de la station « Plage de la Charge Neuve int HZN » à herbier de la zostère naine.

Sédiment	2017		
	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Plage de la Charge Neuve int HZN			
Taux de pélites < 63 µm (%)	28,5	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	69,8	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	1,6	-	1
Taux de matière organique (%)	1,9	0,7	9
Mode (µm)	142.5	-	1
D10 (µm)	8 - 16	-	1
D50 ou médiane (µm)	93-128	-	1
D90 (µm)	153-159	-	1

##### 3.1.2. Ars en Ré int HZN (Fiers d'Ars, Pertuis Breton)

Le sédiment présente en masse un taux moyen de 42 % en pélites (taille < 63µm), un taux de sables de 56 % et un taux d'environ 2 % d'éléments grossiers. La distribution en taille est unimodale (90 µm) avec un mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec 1976) ce sont des sables fins envasés à la limite des vases sableuses. Des résultats similaires ont été obtenus depuis 2012 (vases sableuses à la limite des sables fins envasés) mais la composition granulométrique bien que relativement homogène dérive dans le temps suite à une faible diminution/augmentation (-10/+10 %) de la fraction pélites-sables (**Tableau 14**).

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

**Tableau 14 :** Variables sédimentaires et teneur en matière organique ( $\pm$  écart type, n) pour les sédiments de la station « Ars en Ré int HZN » à herbier de zostère naine.

Sédiment	2017		
Ars en Ré int HZN	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 $\mu\text{m}$ (%)	42,2	-	3
Taux de sables 63 $\mu\text{m}$ à 2 mm (%)	55,8	-	3
Taux de graviers > 2 mm (%)	2,1	-	3
Taux de matière organique (%)	3,6	0,6	9
Mode ( $\mu\text{m}$ )	90	-	3
D10 ( $\mu\text{m}$ )	7-8	-	3
D50 ou médiane ( $\mu\text{m}$ )	77-80	-	3
D90 ( $\mu\text{m}$ )	154-159	-	3

Le taux de matières organiques est en moyenne de  $3,6 \pm 0,6$  % (**Tableau 14**), ce qui est équivalent aux valeurs acquises depuis 2012.

### 3.1.3. Lay Crochon 1982 int HZN (Estuaire du Lay)

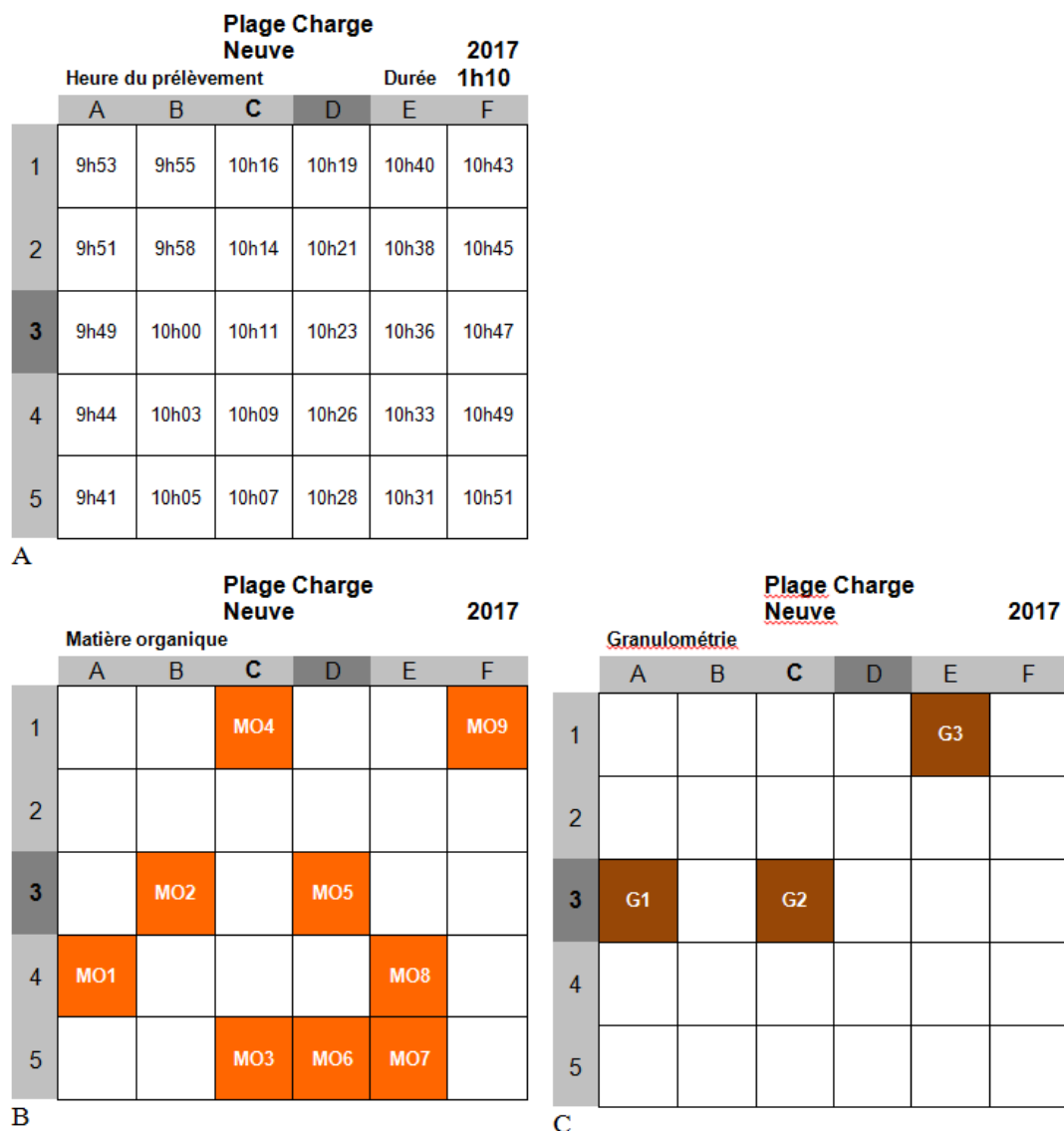
Le sédiment présente en masse un taux moyen d'environ 55 % en pélites (taille < 63 $\mu\text{m}$ ), un taux de sables de 45 % et un taux de 0,5 % d'éléments grossiers. La distribution en taille est unimodale (72 et 225) parfois trimodale (72, 225 et 450  $\mu\text{m}$ ) avec un mauvais classement. Il n'aurait pas été possible de détecter cette caractéristique sans modifier le protocole par l'analyse individuelle des prélèvements granulométriques. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec 1976) vase sableuse. La présence de dune sableuse constitutive des crochons explique la nature du mélange entre les sables et les vases. Le taux de matières organiques est en moyenne de  $5,1 \pm 1,1$  % mais compte tenu de l'hétérogénéité des échantillons ce taux n'est pas statistiquement différent de ceux des années antérieures (**Tableau 15**).

**Tableau 15 :** Variables sédimentaires et teneur en matière organique ( $\pm$  écart type, n) pour les sédiments de la station « Lay Crochon 1982 int HZN » à herbier de zostère naine.

Sédiment	2017		
Lay Crochon 1982 int HZN	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 $\mu\text{m}$ (%)	54,8	-	1
Taux de sables 63 $\mu\text{m}$ à 2 mm (%)	44,7	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,5	-	1
Taux de matière organique (%)	5,1	1,1	9
Mode ( $\mu\text{m}$ )	72-450	-	3
D10 ( $\mu\text{m}$ )	5-10	-	3
D50 ou médiane ( $\mu\text{m}$ )	23-199	-	3
D90 ( $\mu\text{m}$ )	83-426	-	3

### 3.2.1. Plage de la Charge Neuve int HZN

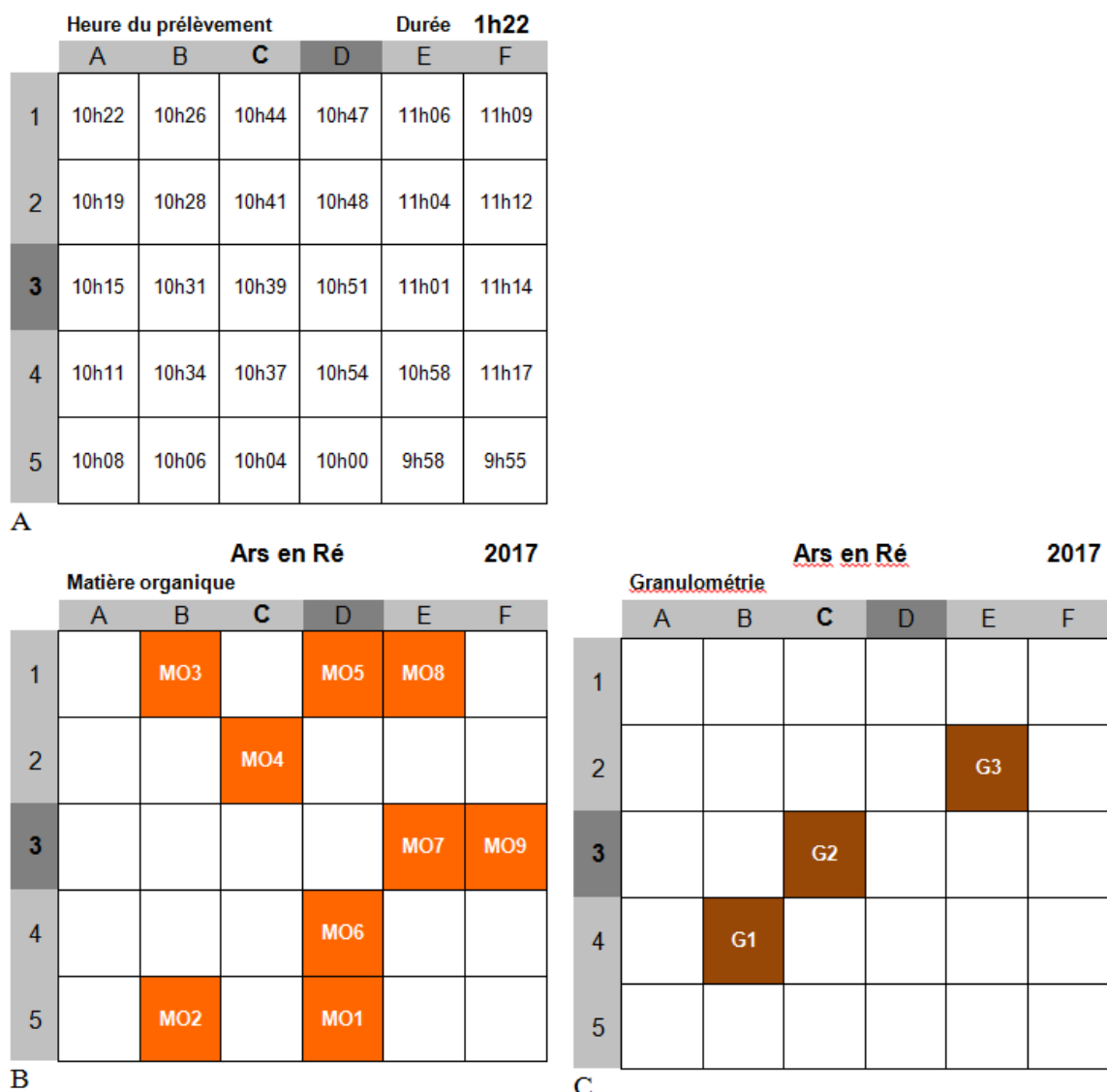
L'échantillonnage s'est déroulé le 04/09/2017 à partir 09h41, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 10h51 pour une durée de 1h10 (Figure 15). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence 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 si nécessaire du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec une ombre constant.



**Figure 15** : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée sur la station « Plage de la Charge Neuve int HZN » à herbier de zostère naine (A) et détails de la position (après tirage aléatoire) des prélèvements pour analyse de la matière organique (B) et de la granulométrie (C).

### 3.2.2. Ars en Ré int HZN (Fiers d'Ars, Pertuis Breton)

L'échantillonnage s'est déroulé le 05/09/2017 à partir 09h55, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 11h17 pour une durée de 1h22 (Figure 16). 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 si nécessaire d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant.



**Figure 16 :** Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée sur la station « Ars en Ré int HZN » du Fier d'Ars à herbier de zostère naine (A) et détails de la position (après tirage aléatoire) des prélèvements pour analyse de la matière organique (B) et de la granulométrie (C).

### 3.2.3. Lay Crochon 1982 int HZN (Estuaire du Lay)

L'échantillonnage s'est déroulé le 11/09/2017 à partir 13h18, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 14h51 pour une durée de 1h33 (Figure 17). 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.

		Lay crochon 1982				2017	
		Heure du prélèvement				Durée 1h33	
		A	B	C	D	E	F
1		14h40	14h37	14h10	14h06	13h34	13h31
2		14h43	14h33	14h12	14h03	13h35	13h28
3		14h46	14h31	14h14	13h59	13h39	13h25
4		14h49	14h28	14h18	13h55	13h43	13h22
5		14h51	14h24	14h22	13h51	13h47	13h18

A

		Lay crochon 1982				2017	
		Matière organique				2017	
		A	B	C	D	E	F
1			MO7				
2		MO8					MO2
3		MO9		MO4		MO3	MO1
4			MO6	MO5			
5							

B

		Lay crochon 1982				2017	
		Granulométrie				2017	
		A	B	C	D	E	F
1		G1					
2							
3							
4						G3	
5			G2				

C

**Figure 17 :** Horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2017 sur la station « Lay Crochon 1982 int HZN » à herbier de la zostère naine (A) et détails de la position (après tirage aléatoire) des prélèvements pour analyse de la matière organique (B) et de la granulométrie (C).



## 3.2. Macroalgues : biomasse

### 3.2.1. Plage de la Charge Neuve int HZN

La présence de macroalgues sur cette station était occasionnelle depuis 2011 avec des *Enteromorpha* sur quelques quadrats. De longues algues vertes filamenteuses ont été observées à la périphérie du point central échantillonné en 2007 et 2009. En 2011, très peu d'algues de ce type ont été observées et quatre quadrats de la grille présentaient des algues rouges Gracillaire. Aucune algue rouge n'a été observée en 2012 et 2014 alors qu'aucune algue verte n'a été observée en 2013. La situation était radicalement différente en 2015 avec une présence constante d'algues vertes sur 25 quadrats sur 30 mais seulement 11 quadrats sur 30 colonisés par les algues rouges. La situation en 2017 est l'opposé de 2016 avec peu d'algues rouge et une présence occasionnelle d'algues verte (**Figure 18**).

**Plage Charge Neuve 2017**

Présence d'algues

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

**Figure 18** : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés sur la station « Plage de la Charge Neuve int HZN ».

Les algues observées sont des algues vertes de type *Ulva* ou *Enteromorpha* en épiphytes sur des débris coquilliers et rouges. Les biomasses de macroalgues sont plus faibles qu'en 2016 mais très variables. Aucune algue brune n'a été observée (**Tableau 16**).

**Tableau 16** : Biomasse ( $\pm$  écart-type, n) des macroalgues vertes, rouges ou brunes à la station « Plage de la Charge Neuve int HZN » à herbier de la zostère naine.

Macroalgues	2017		
Plage de la Charge Neuve int HZN	PS moyen	PSSS moyen	N
Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> )	0,086 $\pm$ 0,354	0,060 $\pm$ 0,238	30
Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> )			30
Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> )	0,038 $\pm$ 0,168	0,031 $\pm$ 0,135	30

### 3.2.2. Ars en Ré int HZN (Fiers d'Ars, Pertuis Breton)

La présence de macroalgues sur cette station était relativement constante (14 quadrats sur 30) en 2012 et est devenue quasi généralisée en 2015. Initialement en 2012, des algues vertes filamenteuses des genres *Ulvae* et/ou *Enteromorpha* étaient observées ainsi que des algues brunes (sur un seul quadrat). En 2013, la situation était de 19 quadrats sur 30 avec algues, la plupart du temps algues vertes mais les mélanges avec les algues rouges n'étaient pas rares. La présence d'algues rouges s'est accentuée en 2014 avec 17 quadrats sur 30 alors que la présence d'algues vertes s'est maintenue avec 12 quadrats. Un seul quadrat présentait des algues brunes. Globalement le nombre de quadrat sans macroalgue diminue de 16, 11, 10 à 1 respectivement en 2012, 2013, 2014 et 2015. En 2017, la présence d'algues vertes est constante avec 14 quadrats sur 30. Les algues brunes sont présentes sur un seul quadrat. A contrario, aucune algue rouge n'a été observée cette année (**Figure 19**).

		Ars en Ré					
		Présence d'algues					
		A	B	C	D	E	F
1		V			V	V	V
2		V	B	V	V	V	
3			V			V	V
4							V
5		V					V

**Figure 19** : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés sur la station « Ars en Ré int HZN ».

Les biomasses de macroalgues observées sont similaires à celles de 2012, les macroalgues rouges ayant totalement disparu de la grille (**Tableau 17**).

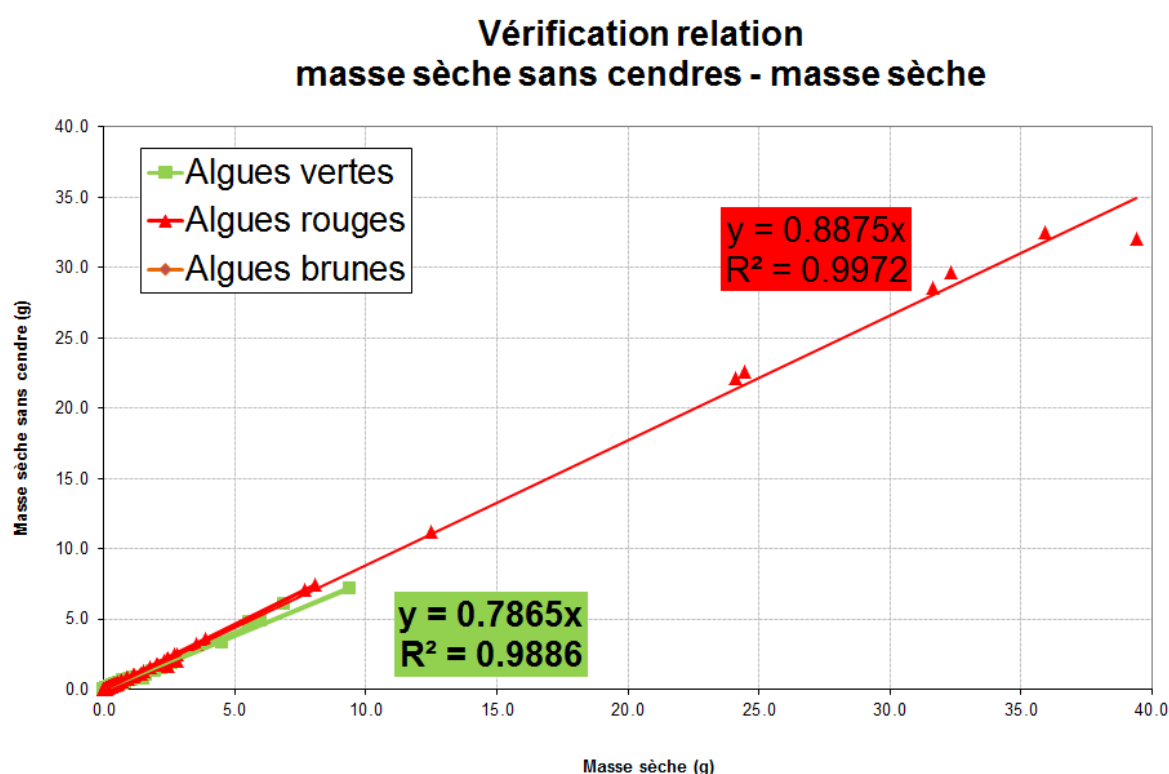
**Tableau 17** : Biomasse ( $\pm$  écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Ars en Ré int HZN » à herbier de la zostère naine.

Macroalgues	2017		
	PS moyen $\pm$ EC	PSSS moyen $\pm$ EC	n
Ars en Ré int HZN			
Macroalgues vertes ( $\text{g m}^{-2}$ )	0,103 $\pm$ 0,190	0,068 $\pm$ 0,120	30
Macroalgues brunes ( $\text{g m}^{-2}$ )	0,085 $\pm$ 0,468	0,069 $\pm$ 0,380	30
Macroalgues rouges ( $\text{g m}^{-2}$ )			30

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

La relation entre la biomasse sèche sans cendre (PSSC) et la biomasse sèche (PS) toute algue confondue pour les années 2011 à 2017 sur ces deux stations du Pertuis Breton a pour pente 0,79 et 0,89 respectivement pour les algues vertes et algues rouges avec une corrélation linéaire très significative ( $R = 0,99$  pour les algues vertes et algues rouges) sans tendance dans les résidus de la régression (**Figure 20**). La régression n'est pas calculée pour les algues brunes trop peu de données ( $n = 4$ ).

Ces régressions traduisent que le taux de cendres est d'environ 21 % et 11 % de la biomasse sèche respectivement pour les algues vertes et rouges, valeurs acquises de façon reproductible sur les années de suivis. Des corrélations similaires ont été obtenues pour la station dans l'estuaire du Lay (*vide infra*).



**Figure 20 :** Relation entre la masse de tissu végétal sans cendre et la masse de tissu végétal pour les macroalgues vertes ( $n = 151$ ) et rouges ( $n = 87$ ) observées sur les stations « Ars en Ré int HZN » et « Plage de la Charge Neuve int HZN » depuis 2011.

### 3.2.3. Lay Crochon 1982 int HZN (Estuaire du Lay)

La présence de macroalgues sur cette station était constante en 2011, 2012 et 2013 puis occasionnelle en 2014. Des algues vertes filamenteuses des genres *Ulvae* et/ou *Enteromorpha* ont été observées ainsi que des algues brunes et rouges. En 2016, les algues vertes étaient constantes sur 14 quadrats sur les 30 possibles alors que les algues rouges ne sont qu'occasionnelles sur 2 quadrats sur 30 possibles. En 2017, il y a présence d'algues verte sur l'ensemble des quadrats (algues vertes des genres *Ulvae* et algues vertes filamenteuse du genre *Enteromorpha*). Les algues rouges quant à elles, sont présentes cette année sur 7 quadrats. (Figure 21).

		Lay crochon 1982					
		Présence d'algues					
		A	B	C	D	E	F
1	V	V&R	V	V	V	V	
2	V	V	V&R	V&R	V&R	V	
3	V	V	V	V&R	V	V	
4	V	V	V	V	V	V	
5	V	V&R	V	V	V	V&R	

**Figure 21** : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points de la station « Lay Crochon 1982 int HZN ».

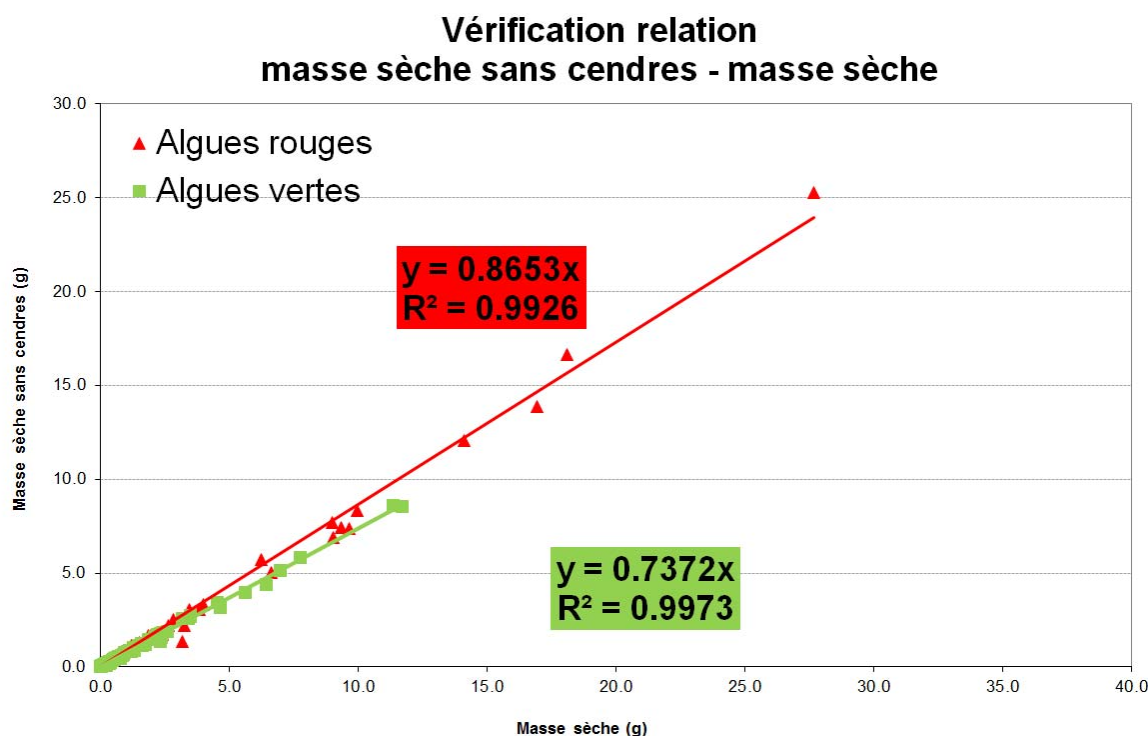
Les biomasses de macroalgues vertes observées en 2017 sont les plus fortes observées sur ce site depuis 2011 ( $2,72 \text{ g m}^{-2}$ ), de même pour les algues rouges ( $0,49 \text{ g m}^{-2}$ ). Aucune algue brune n'a été observée en 2017 comme en 2011, 2013, 2014, 2015 et 2016 contrairement à 2012 (**Tableau 18**).

**Tableau 18** : Biomasse ( $\pm$  écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Lay Crochon 1982 int HZN » à herbier de la zostère naine échantillonnée depuis 2011.

Macroalgues	2017		
Lay Crochon 1982 int HZN	PS moyen $\pm$ EC	PSSS moyen $\pm$ EC	n
Macroalgues vertes ( $\text{g m}^{-2}$ )	$2,72 \pm 3,19$	$2,01 \pm 2,37$	30
Macroalgues brunes ( $\text{g m}^{-2}$ )	0	0	30
Macroalgues rouges ( $\text{g m}^{-2}$ )	$0,49 \pm 2,57$	$0,42 \pm 2,20$	30

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

La relation entre la biomasse sèche sans cendre (PSSC) et la biomasse sèche (PS) pour les années 2011 à 2017 sur cette station du Lay a pour pentes 0,737 et 0,865 respectivement pour les algues vertes et rouges avec des corrélations linéaires très significatives ( $R > 0,99$  pour les deux corrélations) sans tendance dans les résidus de la régression (**Figure 22**). Cela traduit que le taux de cendres est d'environ 26 % et 13 % de la biomasse sèche respectivement pour les algues vertes et rouges, valeurs acquises de façon reproductible sur les années de suivis.



**Figure 22 :** Relation entre la masse de tissu végétal sans cendre et la masse de tissu végétal pour les macroalgues vertes ( $n = 120$ ) et rouges ( $n = 52$ ) observées sur la station « Lay Crochon 1982 int HZN » depuis 2011.

### 3.3. Taux de recouvrement en *Zostera noltei*

#### 3.4.1. Plage de la Charge Neuve int HZN

En cette station, aucun pied de *Zostera marina* var *angustifolia* n'a été observé depuis 2007.

Après vérification par le logiciel Image J des clichés les taux déterminés visuellement sur le terrain sont validés sans correction (**Figure 23**).

Un taux de recouvrement moyen de 100 % est obtenu avec une incertitude de 1 % suggérant un herbier parfaitement homogène et constitué de plusieurs couches de feuilles superposées. Cela confirme les observations ponctuelles des années 2007 et 2009 ainsi que les observations en grilles de 30 quadrats depuis 2011.

L'herbier était apparu en 2012 très dense, beaucoup plus qu'en 2011, avec sur la totalité des points de la grille des taux de recouvrement avec plusieurs épaisseurs de feuilles. Une situation similaire se dégage des observations depuis 2012. Une très légère variation dans les taux de recouvrement est apparue en 2015 mais cette variation est moins forte depuis

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

2016. Le même point qu'en 2016, le F3, est pour la deuxième année le seul point de la grille avec un taux inférieur à 1. (**Figure 23** et **Tableau 19**).

	ImageJ		Plage Charge Neuve			2017
	Taux moyen ± IC(95%)		99.6% ±			0.9%
	A	B	C	D	E	F
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	0.875
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1

**Figure 23 :** Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée en 2017 sur la station « Plage de la Charge Neuve int HZN » à herbier de la zostère naine.

En regard des variations interannuelles (**Tableau 19**) et des classes de taux de recouvrement adoptées dans le protocole (**Tableau 1**), les taux de recouvrement observés sur la station « Plage de la Charge Neuve int HZN » restent dans la classe 76-99 %.

**Tableau 19 :** Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95 % de l'herbier de la zostère naine échantillonné en 2007 et 2009 puis annuellement depuis 2011 à la station « Plage de la Charge Neuve int HZN ». Pas d'estimation (-) car pas de réplikat.

Zostère naine Plage de la Charge Neuve int HZN	Taux de recouvrement (%)		
	Moyen	I.C. (95 %)	N
2007	100	-	1
2009	100	-	1
2011	97	94 - 100	30
2012	100	100 - 100	30
2013	100	100 - 100	30
2014	100	100 - 100	30
2015	98	96,7 - 100	30
2016	100	98,7- 100	30
2017	100	98,7 -100	30

### 3.4.2. Ars en Ré int HZN (Fiers d'Ars, Pertuis Breton)

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

Après vérification par le logiciel Image J des clichés présentant des taux de recouvrement inférieurs à 100 %, les estimations visuelles sont validées sans correction (Figure 24).

	ImageJ			Ars en Ré		2017
	Taux moyen $\pm$ IC(95%)			75.0%	$\pm$	10.6%
	A	B	C	D	E	F
1	0.375	0.125	0.625	0.875	1	0.375
2	0.875	0.875	0.875	0.125	0.125	1
3	0.875	0.875	0.875	0.875	0.875	0.625
4	0.875	1	1	0.875	0.625	0.375
5	1	1	1	1	0.875	0.625

**Figure 24 :** Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée en 2017 sur la station « Ars en Ré int HZN » à herbier de la zostère naine.

La moyenne du taux de recouvrement 2017 s'établit à 75 % avec un intervalle de confiance à 95 % de 64-86 % (Figure 24, Tableau 20).

En regard des variations interannuelles (Tableau 20) et des classes de taux de recouvrement adoptées dans le protocole (Tableau 1), les taux de recouvrement observés sur la station « Ars en Ré int HZN » variaient entre trois classes de 1-25 % à 51-75 %, avec un minimum observé en 2013 et un maximum en 2015, ce maximum étant chevauchant avec la classe de recouvrement intermédiaire de 26-50 %. La tendance à l'amélioration est nette, avec en 2016 un herbier dans la classe 76-99 %, et en 2017 dans la classe 100 %.

**Tableau 20 :** Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95 % de l'herbier de la zostère naine échantillonné annuellement de 2012 à 2014 à la station « Ars en Ré int HZN ».

Zostère naine	Taux de recouvrement (%)		
Ars en Ré int HZN	Moyen	I.C. (95 %)	N
2012	35	24 - 46	30
2013	19	13 - 25	30
2014	24	14 - 34	30
2015	41	27 - 55	30
2016	75	67 - 84	30
2017	75	64 - 86	30

Le site du Fiers d'Ars est activement pêché depuis des années pour les palourdes et autres coquillages par des pêcheurs de loisirs et des pêcheurs non déclarés auprès des professionnels. En 2013 il avait été noté un très fort impact visuel des activités de pêche à

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

piéd sur les sédiments du site avec la présence de piétinements et ou de grattages divers quasi systématiques sur toute la grille échantillonnée (**Figure 25**). Cet impact était moins marqué en 2014-2015-2016 et cette tendance se confirme une nouvelle fois en 2017 même si l'herbier reste localement abondamment piétiné.



**Figure 25** : Quadrats A1 avec traces de piétinement sur la grille de la station « Ars en Réint HZN".



### 3.4.2. Lay Crochon 1982 int HZN

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

Après vérification par le logiciel Image J des clichés présentant des taux de recouvrement inférieurs à 100 % aucune correction n'a été apportée sur les observations visuelles.

	ImageJ Taux moyen ± IC(95%)			Lay crochon 1982 29.6% ±		2017 11.4%
	A	B	C	D	E	F
1	0	0	0.125	0.875	0	0.375
2	0	0	0	0.625	0.625	0.625
3	0.125	0	0.625	0.375	0.625	0.375
4	0.125	0	0	0.125	0.125	0.875
5	0.875	0.125	0.125	0.125	0.375	0.625

**Figure 26 :** Taux de recouvrement par points sur la grille échantillonnée en 2017 sur la station « Lay Crochon 1982 int HZN » à herbier de la zostère naine.

La structure spatiale de l'herbier du Lay reste complexe avec une zone de plus ou moins forts taux de recouvrement plus ou moins étendue (**Figure 26**).

Un taux de recouvrement moyen de  $30 \pm 11$  % est obtenu en 2017 (**Tableau 21**). La diminution de près de 9 % du taux de recouvrement entre 2013 et 2014 n'était pas significative mais les valeurs de 2015, 2016 et 2017 confirment la diminution puis le maintien des taux de recouvrement à des valeurs proches des 20% jusqu'à 30% pour 2017. Aucune trace de piétinement n'est visible sur les 30 points de la grille en 2017. Les activités de pêche à pied pourtant existantes sur l'estuaire du Lay se limitent à la bordure du chenal comme déjà observé depuis 2013.

En regard des variations interannuelles (**Tableau 21**) et des classes de taux de recouvrement adoptées dans le protocole (**Tableau 1**), les taux de recouvrement observés sur la station « Lay Crochon 1982 int HZN » varient entre quatre classes de 1-25 % jusqu'à 76-99 %. Le minimum a été observé en 2014-2015 et le maximum en 2012. Ce maximum étant chevauchant avec la classe de recouvrement 51-75 %, l'année 2012 n'est pas différente de 2011. En revanche, les années 2014 et 2015 sont singulières et présentent les plus faibles taux de recouvrement. Cette évolution est probablement à mettre en relation avec la dynamique hydrosédimentaire du crochon qui soit s'envase (comme de 2011 à 2013, puis 2015) soit s'ensable (comme en 2014, 2016 et 2017).

**Tableau 21** : Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95 % de l'herbier de la zostère naine échantillonné annuellement depuis 2011 à la station « Lay Crochon 1982 int HZN ».

Zostère naine Lay Crochon 1982 int HZN	Taux de recouvrement (%)		
	Moyen	I.C. (95%)	N
2011	50	40 – 60	30
2012	67	56 – 78	30
2013	23	16 – 30	30
2014	14	6 - 20	30
2015	15	7 – 23	30
2016	21	11 – 31	30
2017	30	19 – 41	30

### **3.4. Zostère : redécouverte de *Zostera marina* sur les estrans du nord de l'île de Ré**

La présence de *Zostera marina* sur l'île de Ré est attestée dans les années 1920 par les recherche biogéographiques réalisées par de Beauchamp (1920, 1923) avec des données cartographiques reprises ultérieurement dans les synthèses de Papy (1941) ou de Lancelot (1945, 1961). La disparition presque totale des grands herbiers de *Zostera marina* dans les années 1930 à l'échelle de tout l'Atlantique Nord a été attribuée à une maladie appelée « wasting disease » mais en conjonction de stress liés à des variations climatiques à l'échelle de l'Europe du Nord (den Hartog 1987, den Hartog & Hily 1997). La conséquence en a été pour l'île de Ré une destruction des herbiers de *Zostera marina* jugée à l'époque encore partielle comme attestée par les observations réalisées à l'échelle nationales en 1933 par les Affaires Maritimes (Godet *et al.* 2008).

Les observations ultérieures des années 1945 à 1970 s'accordent sur l'absence d'herbier de *Zostera marina* sur l'île de Ré sauf très localement comme par exemple pour la côte Nord de Ré dans les marais littoraux de Loix (Faure 1967, 1969, 1972) ou aux Portes en Ré (Callame 1958, 1961) et pour la côte Sud de Ré au Martrais (Hily 1976). La rareté de l'espèce sur l'île de Ré conduit den Hartog (1997) à partir de ses observations de 1994 à parler de disparition totale en liaison de surcroît avec la présence proliférante de l'algue brune introduite *Sargassum muticum*. Cette espèce d'algue est en effet connue pour coloniser les cuvettes littorales où les substrats mixtes hétérogènes sont favorables à la régénération naturelles des herbiers (den Hartog & Hily 1997).

Les observations botaniques de Le Gall dans les années 2000 sur le pourtour Ouest et Sud de l'île de Ré ont permis de localiser des herbiers de *Zostera marina* de plusieurs centaines de m<sup>2</sup> sur deux secteurs au large de Foirouse en 2001 et 2003 puis au Pas de Radia en 2003 (Le Gall 2005). Ces observations confirmaient la présence de *Zostera marina* sur les estrans de l'île de Ré en quelques populations en ce début des années 2000. Elles nuançaient également l'hypothèse de sa disparition totale antérieurement suggérée par den Hartog (1997) et soulevaient l'hypothèses de populations relictées sur Ré ou d'apports distants en graines

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

suffisant. Des prospections complémentaires réalisées au printemps-été 2003 et 2004 confirmaient non seulement la présence de l'espèce sur les deux sites mais permettaient d'observer une autre population observée en 2004 sur les estrans de Sainte-Marie au Sud de l'île. Des prospections en 2011 n'ont pas permis de relocaliser les trois sites observés, ce qui laissait supposer un impact des tempêtes hivernales, par exemple Xynthia en février 2010, sur la stabilité des substrats sableux colonisés par *Zostera marina* sur le pourtour très exposé de l'île de Ré. Cependant, cela ne permit pas de conclure à la disparition de l'espèce des estrans rétais puisque des échouages de feuilles fraîches étaient observés, comme par exemple en août 2011 au pied des remparts de Saint-Martin de Ré situé sur la côte Nord de l'île (P. Le Gall, com. pers.).

Des prospections réalisées dans les années 2013-2014 par le CEREMA sur le nord de l'île de Ré ont effectivement localisé un herbier à *Zostera marina* sur les estrans de Saint-Martin de Ré. Vérifier cette information et la valider permettraient alors de disposer d'une information essentielle au calcul de l'indicateur angiospermes (Auby *et al.* 2010b, Auby *et al.* 2014) pour la masse d'eau côtière « Pertuis Breton ». En effet, tout changement de la composition taxinomique par rapport aux conditions de référence se traduit par une modification de la note donnée à l'EQR (**Tableau 9**). La réapparition ou la non disparition de *Zostera marina* par rapport à une situation de disparition de l'espèce se traduit par un EQR de 1 au lieu de 0,7.

Des prospections spécifiques sur la côte Nord de l'île de Ré ont été menées les 27 et 28 octobre 2015 sur les secteurs de La Flotte et de Saint-Martin de Ré. Elles ont permis de trouver :

- à La Flotte en laisses de mer de très nombreux fragments de *Zostera marina* en échouage (**Figure 27**) sans qu'il soit possible de détecter sur l'estran attenant en contrebas une population de *Zostera marina* en place. Une telle population pourrait avoir existé à La Flotte dans les cuvettes intertidales situées en bas des parcs ostréicoles. Les fragments en échouage étaient soit anciens et dégradés soit frais.



**Figure 27** : Présence de *Zostera marina* en laisses de mer le 27/10/2015 à la Flotte (est de la plage de l'Arnerault et estran en contrebas de la pointe des Barres).

En 2015, à Saint-Martin de Ré quelques fragments tous frais de *Zostera marina* ont été trouvés en échouage soit en laisses de mer en haut d'estran soit sur la zone intertidale à marée basse. Les prospections de la zone ostréicole ont permis de détecter un parc ostréicole protégé par d'anciens muret avec une population de *Zostera marina* en place dans des sédiments mixtes hétérogènes (**Figure 28**). La disposition du parc entouré de murets permet le maintien pendant la marée basse d'une cuvette qui ne se vide que progressivement créant de fait des conditions favorables à l'implantation d'un herbier intertidal de *Z. marina*. Selon den Hartog & Hily (1997) il est généralement admis que les herbiers de *Z. marina* subtidaux sont pérennes, tandis que les herbiers les plus hauts sur l'estran peuvent être annuels et dépendant pour se maintenir de la germination des graines.

Les longueurs maximales de feuille étaient sur cet herbier de 30 à 70 cm pour des densités de pieds de 160 à 520 pied par m<sup>-2</sup>, l'ensemble de l'herbier faisant environ 50 m<sup>2</sup>.



**Figure 28 :** Présence de *Zostera marina* en laisses de mer le 28/10/2015 au pied de la citadelle de Saint-Martin de Ré et sur les estrans de la plage de La Cible en zone ostréicole.

En 2017, une nouvelle prospection a été réalisée avec succès sur ce site.

### 3.5. Les oiseaux herbivores consommateurs de zostères

Plusieurs espèces d'oiseaux herbivores consomment des zostères pour tout ou partie de leur régime alimentaire (Dalloyau 2008, 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 l'île de Ré 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) (<http://www.lpo.fr/etudes/wetlands/index.shtml>) sous forme de fiches spécifiques ou d'analyse de tendance démographique (Deceuninck *et al.* 1999, Deceuninck & Mahéo 2000, Deceuninck & Maillet 2001, Deceuninck *et al.* 2002, 2003, 2004a, Deceuninck *et al.* 2004b, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, Deceuninck *et al.* 2014, Deceuninck *et al.* 2015, Deceuninck *et al.* 2016, Gaudard *et al.* 2017).

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 Lilleau les Niges (<http://www.lilleau.niges.reserves-naturelles.org/>) dans le Fier d'Ars. Le détail des comptages mensuels pour la Fosse de Loix et la pointe du Grouin permet de préciser l'importance des deux secteurs par rapport à l'ensemble de l'île de Ré (Lemesle J.-C., com. pers, [Jean-Christophe.Lemesle@lpo.fr](mailto:Jean-Christophe.Lemesle@lpo.fr)).

Les Bernaches cravant à ventre sombre *Branta bernicla bernicla* sur l'île de Ré représentent de 8 à 12 % de la population hivernante en France. Les comptages effectués à la mi-janvier laissent apparaître sur la période 2000-2016 une stabilité des effectifs dans une fourchette de variation de 7500 à 13300 individus. De tels effectifs permettent de placer l'île de Ré au 1<sup>er</sup> rang parmi les 10 premiers sites nationaux pour leurs effectifs de Bernaches cravant devant La Réserve Naturelle de Moëze et le golfe du Morbihan. 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.

Les canards siffleurs sur l'île de Ré sont très peu abondants et représentent généralement des effectifs inférieurs à 80 individus. Sur la Fosse de Loix, les comptages mensuels montrent aussi une présence très variable de quelques dizaines d'individus. Les comptages effectués à la mi-janvier laissent apparaître sur la période 2000-2008 une relative stagnation des effectifs autour de la centaine d'individus. Les plus forts effectifs ont été observés lors de l'hiver 2002. De tels effectifs ne permettent pas de placer l'île de Ré parmi les 10 premiers sites nationaux pour leurs effectifs de Canards siffleurs (**Tableau 22**).

Les cygnes tuberculés étaient présents de façon anecdotique sur l'île de Ré puisque les comptages de mi-janvier évaluent les effectifs entre 50 et 180 individus.

Le rapport Wetlands International – LPO de 2018 concernant la synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2017 n'étant pas disponible, seuls les chiffres jusqu'à 2016 sont comptabilisés.

**Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei***

**Tableau 22 :** Effectifs de Bernaches cravant et Canards siffleurs à la mi-janvier des années 2000 à 2016 sur l'île de Ré (d'après Wetlands International & LPO).

Site	Année	Espèce	Effectif mi-janvier	Rang sur 10 premiers sites nationaux	RAMSAR critère 6
Ile de Ré	2000	Bernache cravant	9143	2	Oui
Ile de Ré	2001	Bernache cravant	7505	2	Oui
Ile de Ré	2002	Bernache cravant	12189	2	Oui
Ile de Ré	2003	Bernache cravant	8519	2	Oui
Ile de Ré	2004	Bernache cravant	10120	2	Oui
Ile de Ré	2005	Bernache cravant	9767	3	Oui
Ile de Ré	2006	Bernache cravant	12376	3	Oui
Ile de Ré	2007	Bernache cravant	11294	2	Oui
Ile de Ré	2008	Bernache cravant	11736	2	Oui
Ile de Ré	2009	Bernache cravant	13352	2	Oui
Ile de Ré	2010	Bernache cravant	9350	2	Oui
Ile de Ré	2011	Bernache cravant	9891	2	Oui
Ile de Ré	2012	Bernache cravant	9699	3	Oui
Ile de Ré	2013	Bernache cravant	8753	2	Oui
Ile de Ré	2014	Bernache cravant	8575	3	Oui
Ile de Ré	2015	Bernache cravant	11173	3	Oui
Ile de Ré	2016	Bernache cravant	9996	1	Oui
Ile de Ré	2000	Canard siffleur	> 101	>10	Non
Ile de Ré	2001	Canard siffleur	1 – 99	>10	Non
Ile de Ré	2002	Canard siffleur	100 - 419	>10	Non
Ile de Ré	2003	Canard siffleur	> 1-99	>10	Non
Ile de Ré	2004	Canard siffleur	> 1-99	>10	Non
Ile de Ré	2005	Canard siffleur	> 1-99	>10	Non
Ile de Ré	2006	Canard siffleur	> 1-99	>10	Non
Ile de Ré	2007	Canard siffleur	> 1-99	>10	Non
Ile de Ré	2008	Canard siffleur	> 1-99	>10	Non
Ile de Ré	2009	Canard siffleur	> 1-100	>10	Non
Ile de Ré	2010	Canard siffleur	> 1-100	>10	Non
Ile de Ré	2011	Canard siffleur	> 1-100	>10	Non
Ile de Ré	2012	Canard siffleur	> 1-100	>10	Non
Ile de Ré	2013	Canard siffleur	> 1-100	>10	Non
Ile de Ré	2014	Canard siffleur	> 1-100	>10	Non
Ile de Ré	2015	Canard siffleur	> 1-100	>10	Non
Ile de Ré	2016	Canard siffleur	> 1-80	>10	Non

## 4. Calcul de l'indicateur « angiospermes »

### 4.1. Pertuis Breton FRGC53

L'indicateur français « angiospermes » repose sur trois métriques :

- 1) la composition taxinomique : une valeur d'EQR de 0,7 était donnée jusqu'à présent du fait de la disparition supposée avérée de *Zostera marina* sur le pourtour Nord de Ré. Le contraire est démontré depuis 2015 et une valeur d'EQR de 1 doit donc être adoptée ;
- 2) l'extension : une valeur d'EQR de 0,68 est donnée du fait d'une perte de 16 % en superficie entre le maximum connu de 2006 (673 ha) et la dernière estimation de 2014 (566 ha)
- 3) la densité : une valeur d'EQR de 1 est obtenu après analyse des variations temporelles des taux de recouvrement sur la station « Plage de la Charge Neuve int HZN » et la station « Ars en Ré int HZN » dans le Fiers d'Ars.

L'EQR pour l'année 2017 de l'indicateur Angiospermes indique un Très Bon état.

2017	Indices			Indicateur
	Composition	Extension	Densité	Angiospermes
EQR	1	0,68	1	0,89
Altérations	Amélioration ou pas de modification visible	Faibles	Faibles	
Etat				<b>Très Bon état</b>

### 4.2. Estuaire du Lay FRGT30

L'indicateur français « angiospermes » repose sur trois métriques :

- 1) la composition taxinomique : une valeur d'EQR de 1 est donnée du fait d'aucune disparition d'espèce de zostère ;
- 2) l'extension : une valeur d'EQR de 1 est donnée du fait d'une stabilité globale des superficies d'herbier entre 2010 (17,6 ha) et 2014 (17,8 ha) malgré des changements de répartition de l'herbier le long du chenal ;
- 3) la densité : une valeur d'EQR de 0,275 est donnée du fait de de la baisse sévère des taux de recouvrement en comparaison de la meilleure situation.

L'EQR pour l'année 2017 de l'indicateur Angiospermes indique un Bon état.

2017	Indices			Indicateur
	Composition	Extension	Densité	Angiospermes
EQR	1	1	0,275	0,76
Altérations	Pas de modification	Pas de modification	Sévères	
Etat				<b>Bon état</b>



### 4.3. Bilan du temps agent affecté au contrôle de surveillance DCE

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

- préparation des 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 ;
- saisie informatique des résultats
- saisie informatique sous la base de données Quadrigé<sup>2</sup> des métadonnées, photos et données ;
- analyses des résultats, mise en forme ;
- rédaction des rapports intermédiaires (1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup>) et du rapport final.

Le temps agent est détaillé pour chacune de ces opérations (**Tableau 23**)

Au total, les suivis du contrôle de surveillance 2017 DCE des herbiers à zostère naine des trois stations herbier « Ars en Ré int HZN », « Plage de la Charge Neuve int HZN » et « Lay Crochon 1982 int HZN » a mobilisé au total 25 personnes jours ouvrés (**Tableau 23**).

**Ce chiffre correspond à 1,25 ETP à raison de 20 jours ouvrés par mois.**

**Tableau 23 :** Effort en personne-jour pour chacune des opérations afférentes au contrôle de surveillance 2017 des herbiers à zostère naine des 3 stations « Plage de la Charge Neuve int HZN », « Ars en Ré int HZN » et « Lay Crochon 1982 int HZN ».

Opération	Nombre (personne-jour)
Préparation matériel mission	3
Mission mer	7
Prospection <i>Zostera marina</i>	-
Granulométrie	2
Matière organique (sédiment + macroalgues)	2
Validation ImageJ 1.44p	3
Saisie informatique des données	1
Saisies et contrôle Quadrigé <sup>2</sup> (métadonnées, données)	2
Rédaction	
- rapport intermédiaire	2
- rapport final	4
<b>Total</b>	<b>26</b>

## 5. Bilan des saisies dans la base Quadrigé<sup>2</sup>

La saisie des métadonnées et des données herbier de *Zostera noltei* est à jour pour les stations de la masse d'eau côtière « Pertuis Breton », Ars en Ré int HZN et Plage de la Charge Neuve int HZN et pour la station de la masse d'eau de transition « Estuaire du Lay », Lay Crochon 1982 int HZN tout comme elle l'est pour les sites DCE plus méridionaux dans la masse d'eau FRFC02 Pertuis Charentais suivis par le LIENSs (Tableau 24).

La saisie concerne le contrôle et la validation des:

- les métadonnées y compris les clichés photographiques des stations et des quadrats de chaque grille ;
- les données herbier, contrôlées et validées, les données granulométriques et des taux de matière organique.

**Tableau 24 :** Bilan des saisies dans la base de données Quadrigé<sup>2</sup> pour les suivis herbier de *Zostera noltei* codification des couleurs :

■ Saisi, contrôlé et validé, ■ Saisi, contrôlé, ■ Saisi (non contrôlé, non validé), □ A saisir,  
Case grisée : Hors DCE, Case vide : pas de suivi DCE prévu au RCS.

Programme	Lieu id	Masse Eau	Lieu libellé	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Herbier		FRGC53	Ars en Ré int HZN, mnémonique 076-P-075							■	■	■	■	■	■
Herbier		FRGC53	Plage de la Charge Neuve int HZN int HZN, mnémonique 076-P-058	■	■		■		■	■	■	■	■	■	■
Herbier		FRGT30	Lay crochon 1982 int HZN Mnémonique 076-P-073						■	■	■	■	■	■	■

Selon la symbologie propre à Quadrigé<sup>2</sup>, toutes les stations de la masse d'eau côtière « Pertuis Breton » et de la masse d'eau de transition « Estuaire du Lay » présentent des données contrôlées et validées (Tableau).

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

**Tableau 25** : Bilan des saisies 2017 dans Quadrigé<sup>2</sup> pour les suivis DCE sur les herbiers de *Zostera noltei* réalisés par LIENSs

<p> HZN_LIENSs_2012-2017 - Masses d'eau DCE (2009)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶  <b>Ars en Ré int HZN - 20/09/2012 - 12:08:00</b></li> <li>▶  Ars en Ré int HZN - 10/09/2013 - 12:46:00</li> <li>▶  Ars en Ré int HZN - 09/09/2014 - 10:37:00</li> <li>▶  Ars en Ré int HZN - 14/09/2015 - 10:56:00</li> <li>▶  Ars en Ré int HZN - 05/09/2016 - 13:59:00</li> <li>▶  Ars en Ré int HZN - 05/09/2017 - 09:52:00</li> <li>▶  Bellevue - Perrotine int HZN - 03/09/2012 - 11:26:00</li> <li>▶  Bellevue - Perrotine int HZN - 19/09/2013 - 09:31:00</li> <li>▶  Bellevue - Perrotine int HZN - 22/09/2014 - 09:18:00</li> <li>▶  Bellevue - Perrotine int HZN - 17/09/2015 - 12:16:00</li> <li>▶  Bellevue - Perrotine int HZN - 21/09/2016 - 12:36:00</li> <li>▶  Bellevue - Perrotine int HZN - 08/09/2017 - 11:50:00</li> <li>▶  Lay Crochon 1982 int HZN - 05/09/2012 - 11:50:00</li> <li>▶  Lay Crochon 1982 int HZN - 25/09/2013 - 11:57:00</li> <li>▶  Lay Crochon 1982 int HZN - 24/09/2014 - 09:54:00</li> <li>▶  Lay Crochon 1982 int HZN - 30/09/2015 - 12:17:00</li> <li>▶  Lay Crochon 1982 int HZN - 15/09/2016 - 09:53:00</li> <li>▶  Lay Crochon 1982 int HZN - 11/09/2017 - 13:18:00</li> <li>▶  Le Château d'Oléron int HZN - 04/09/2012 - 11:46:00</li> <li>▶  Le Château d'Oléron int HZN - 17/09/2013 - 09:50:00</li> <li>▶  Le Château d'Oléron int HZN - 11/09/2014 - 11:24:00</li> <li>▶  Le Château d'Oléron int HZN - 15/09/2015 - 11:37:00</li> <li>▶  Le Château d'Oléron int HZN - 16/09/2016 - 10:12:00</li> <li>▶  Le Château d'Oléron int HZN - 06/09/2017 - 11:23:00</li> <li>▶  Les Doux int HZN - 14/09/2012 - 08:13:00</li> <li>▶  Les Doux int HZN - 18/09/2013 - 10:38:00</li> <li>▶  Les Doux int HZN - 23/09/2014 - 10:06:00</li> <li>▶  Les Doux int HZN - 17/09/2015 - 14:30:00</li> <li>▶  Les Doux int HZN - 21/09/2016 - 15:13:00</li> <li>▶  Les Doux int HZN - 08/09/2017 - 14:05:00</li> <li>▶  Plage de la Charge Neuve int HZN - 19/09/2012 - 11:48:00</li> <li>▶  Plage de la Charge Neuve int HZN - 09/09/2013 - 12:38:00</li> <li>▶  Plage de la Charge Neuve int HZN - 08/09/2014 - 09:33:00</li> <li>▶  Plage de la Charge Neuve int HZN - 16/09/2015 - 12:29:00</li> <li>▶  Plage de la Charge Neuve int HZN - 01/09/2016 - 09:59:00</li> <li>▶  Plage de la Charge Neuve int HZN - 04/09/2017 - 09:40:00</li> </ul>	<p> HZN_LIENSs_2012-2017 - Masses d'eau DCE (2009)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶  Plage de la Charge Neuve int HZN - 01/09/2016 - 09:59:00</li> <li>▶  Plage de la Charge Neuve int HZN - 04/09/2017 - 09:40:00 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶  Carottier PVC diam. 3 cm - MO1 à 9 <ul style="list-style-type: none"> <li>▶  Sédiment, substrat meuble</li> </ul> </li> <li>▶  Carottier PVC diam. 9,4 cm - Granulo <ul style="list-style-type: none"> <li>▶  Sédiment, substrat meuble</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - A1</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - A2</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - A3</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - A4</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - A5</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - B1</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - B2</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - B3</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - B4</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - B5</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - C1</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - C2</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - C3</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - C4</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - C5</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - D1</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - D2</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - D3</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - D4</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - D5</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - E1</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - E2</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - E3</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - E4</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - E5</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - F1</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - F2</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - F3</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - F4</li> <li>▶  Quadrat 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) - F5</li> </ul>	<p><b>Symbologie spécifique pour les passages/prélèvements/échantillons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> : Passage sans état</li> <li> : Passage avec résultats</li> <li> : Passage complètement contrôlé</li> <li> : Passage complètement contrôlé avec résultats</li> <li> : Passage partiellement contrôlé</li> <li> : Passage partiellement contrôlé avec résultats</li> <li> : Passage complètement qualifié</li> <li> : Passage complètement qualifié avec résultats</li> <li> : Passage partiellement qualifié</li> <li> : Passage partiellement qualifié avec résultats</li> <li> : Passage complètement validé</li> <li> : Passage complètement validé avec résultats</li> <li> : Passage partiellement validé</li> <li> : Passage partiellement validé avec résultats</li> </ul> <p>La même symbolique est mise en place pour les prélèvements et les échantillons.</p>
--	---	--

## 6. Bibliographie

- Allard J.** (2008). Enregistrement des changements environnementaux dans les sédiments littoraux : cas des Pertuis Charentais et du Bassin d'Arcachon. Thèse de Doctorat, Université de La Rochelle : 279 pp.
- 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. 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., 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. Ifremer, Arcachon, Rapport Ifremer: 72 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.
- Callame B.** (1958). Contribution à l'étude du milieu meuble intercotidal (Côtes Charentaises). Thèse de 3ème Cycle, Université de Paris : 118 pp.
- Callame B.** (1961). Contribution à l'étude du milieu meuble intercotidal (Côtes Charentaises). *Travaux du Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques*, 6: 1-118.
- 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<sup>e</sup> Cycle. Capes. Agrégation, Dunod, Paris: 418 pp. géologie; synthèse bibliographique; sédiment
- 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.
- de Beauchamp P.** (1920). Recherches biogéographiques sur la zone des marées à l'île de Ré. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, 171: 1233-1236.
- de Beauchamp P.** (1923). Etudes de bionomie intercotidale. Les îles de Ré et d'Yeu. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 61: 455-520.

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

- 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

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

2014. Ligue pour la Protection des Oiseaux, MEDDE, BirdLife International, Rochefort, 46 pp.
- Deceuninck B., Quaintenne 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.
- den Hartog C.** (1987). "Wasting disease" and other dynamic phenomena in *Zostera* beds. *Aquatic Botany*, 27: 3-14.
- den Hartog C.** (1997). Is *Sargassum muticum* a threat to eelgrass beds? *Aquatic Botany*, 58: 37-41.
- den Hartog C. & Hily C.** (1997). Les herbiers de zostères. In : *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord*. Dauvin J.-C. (ed.) Collection Patrimoines Naturels / Série Patrimoine Ecologique, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 28: pp. 195-206.
- Faure G.** (1967). Bionomie et écologie de la macrofaune des substrats meubles des côtes charentaises. Note sur l'écologie de *Tellina tenuis* da Costa. Université de Marseille : 86 pp.
- Faure G.** (1969). Bionomie et écologie de la macrofaune des substrats meubles de la côte charentaise. *Tethys*, 1: 751-778.
- Faure G.** (1972). Contribution à l'étude bionomique et écologique des peuplements des plages de l'île de Ré (côte atlantique française). *Tethys*, 3: 619-637.
- Gaudard C.** (2017). Synthèse des dénombrements d'Anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2016. WI, LPO, DEB. Rochefort, 89 pp.
- Godet L., Fournier J., van Katwijk M., Olivier F., Le Mao P. & Retière C.** (2008). Before and after wasting disease in common eelgrass *Zostera marina* along the French Atlantic coasts: a general overview and first accurate mapping. *Diseases of Aquatic Organisms*, 79: 249-255.
- Hily C.** (1976). Ecologie benthique des pertuis Charentais. Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle, Université de Bretagne Occidentale : 236 pp.
- Lancelot A.** (1945). Recherches biologiques et océanographiques sur les végétaux marins des côtes françaises entre la Loire et la Gironde. Thèse de Doctorat, Université de Provence : 210 pp.
- Lancelot A.** (1961). Recherches biologiques et océanographiques sur les végétaux marins des côtes françaises entre la Loire et la Gironde. *Revue Algologique*, Hors-Série 2: 1-210.
- Le Gall P.** (2005). Contribution à l'étude de la flore de l'île de Ré (Charente-Maritime). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 36: 205-220.
- Papy L.** (1941). La côte atlantique de la Loire à la Gironde. Tome II : l'homme et la mer. Etude de géographie humaine. Publications de l'Université de Bordeaux Vol. 4, Editions Delmas, Bordeaux: 528 pp. géographie; Aiguillon; bourgneuf; loire
- Sauriau P.-G., Ehlinger S., Sauriau F. & Sauriau M.** (2009). Surveillance 2009 flore Masse d'Eau Côtière DCE FRGC53 Pertuis Breton : échantillonnage herbier *Zostera (Zosterella) noltii*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n° 2009 5 50528212: 30 pp.
- Sauriau P.-G., Aubert F. & Grison J.** (2011). Surveillance flore 2011 herbier de *Zostera noltii* masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton, masse d'eau de transition FRGT30 Estuaire du Lay. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n° 2011 5 505228215: 30 pp.
- Sauriau P.-G., Aubert F., Cajeri P., Curti C. & Grison J.** (2013). Contrôle de surveillance 2012 herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis

## **Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei***

Breton, masse d'eau de transition FRGT30 Estuaire du Lay. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2012 n° 783302: 35 pp.

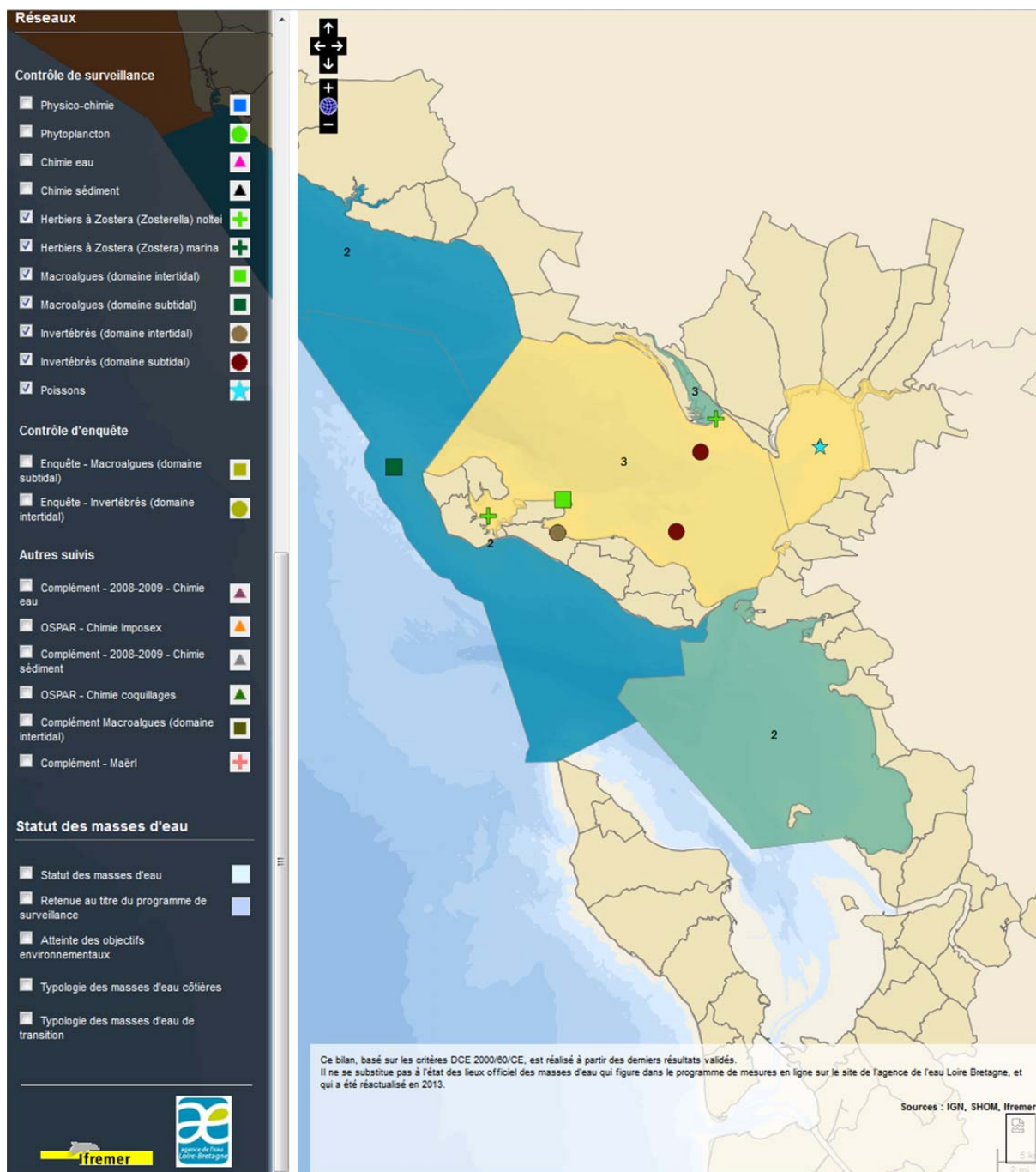
**Sauriau P.-G., Aubert F. & Grizon J.** (2014). Contrôle de surveillance 2013 de la masse d'eau côtière FRGC53 et de la masse d'eau de transition FRGT30. Partie 3 : herbier de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2013 n° 5210063: 46 pp.

**Sauriau P.-G., Aubert F., Duvard A., Pineau P. & Lachaussée N.** (2015). Contrôle de surveillance DCE 2014 de la masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton et de la masse d'eau de transition FRGT30 Estuaire du Lay. Rapport final : partie 2 : suivis stationnels et surfaciques des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat de prestations Ifremer 2014 n° 5 50528230: 62 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=LB](http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/scripts/site/carte.php?map=LB)





## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

**Fiche point réseau**
📄 ✕

**Réseau : Herbiers à *Zostera (Zosterella) noltei***  
**076-P-075 - Ars en Ré int HZN**

---



Masse d'eau : FRGC53 - Pertuis Breton  
 Type de réseau : Contrôle de surveillance  
 Longitude (WGS84) : -1.49460671897003

Type masse d'eau : MEC  
 Point : 076-P-075 - Ars en Ré int HZN  
 Latitude (WGS84) : 46.216910078455

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	septembre	6 an/6
Densité	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	septembre	6 an/6
Extension	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	septembre	1 an/6

Dernière mise à jour : 08/09/2015

---

**Fiche point réseau**
📄 ✕

**Réseau : Herbiers à *Zostera (Zosterella) noltei***  
**076-P-058 - Plage de la Charge Neuve**

---



Masse d'eau : FRGC53 - Pertuis Breton  
 Type de réseau : Contrôle de surveillance  
 Longitude (WGS84) : -1.423817

Type masse d'eau : MEC  
 Point : 076-P-058 - Plage de la Charge Neuve  
 Latitude (WGS84) : 46.207528

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	septembre	6 an/6
Densité	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	septembre	6 an/6
Extension	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	fin été	1 an/6

Dernière mise à jour : 08/09/2015

---

## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

**Fiche point réseau** PDF X

**Réseau : Herbiers à Zostera (Zosterella) noltei**  
**076-P-073 - Lay Crochon 1982 int HZN**

---



Masse d'eau : FRGT30 - Le Lay  
Type de réseau : Contrôle de surveillance  
Longitude (WGS84) : -1.269656

Type masse d'eau : MET  
Point : 076-P-073 - Lay Crochon 1982 int HZN  
Latitude (WGS84) : 46.292382

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	septembre	6 an/6
Densité	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	septembre	6 an/6
Extension	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	septembre	1 an/6

Dernière mise à jour : 08/09/2015

---

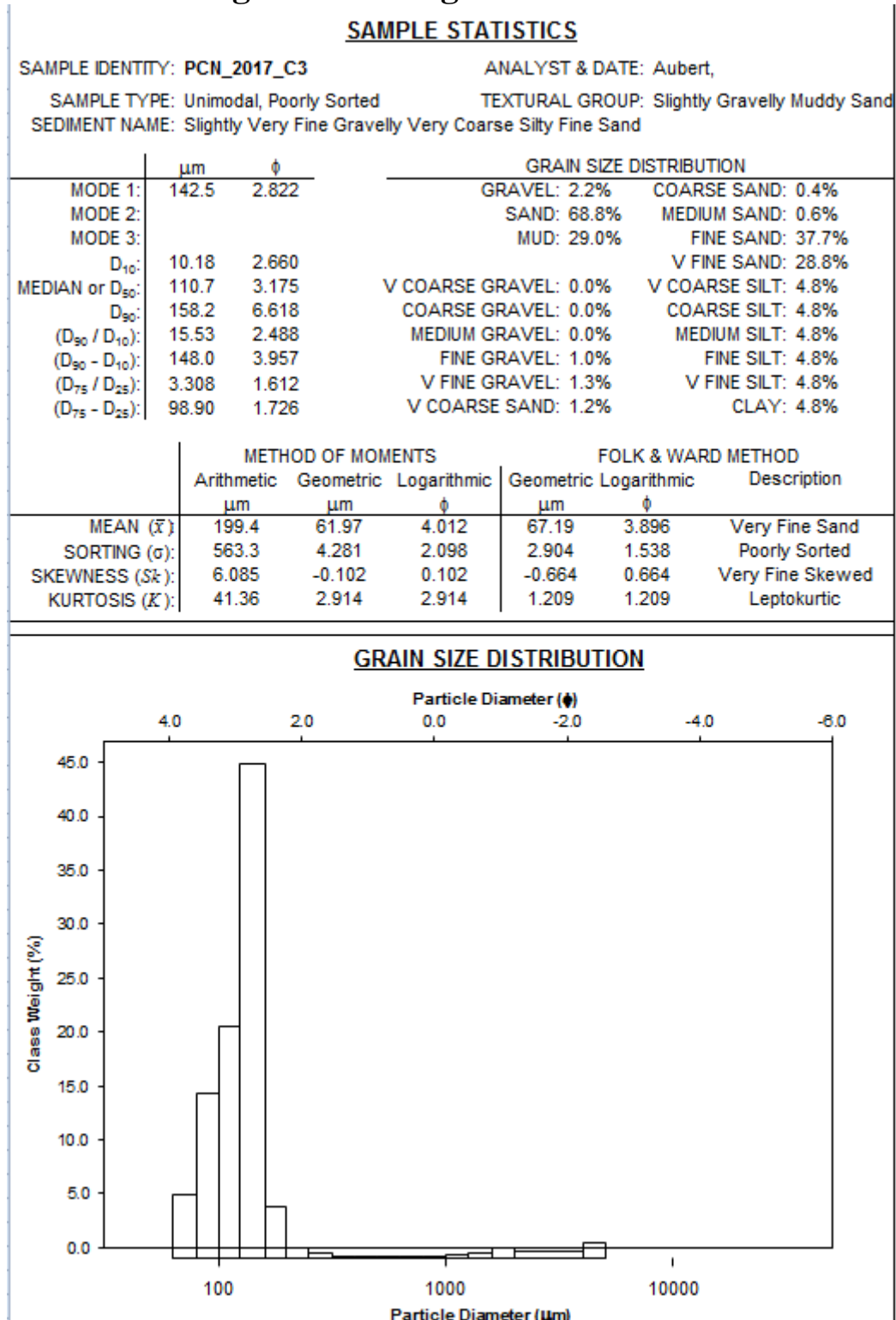


## 7.2. Table attributaire du DGPS Trimble GeoXT

C:\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 [0.625]		
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 de 2017

#### Plage de la Charge Neuve int HZN



**Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei***

**SAMPLE STATISTICS**

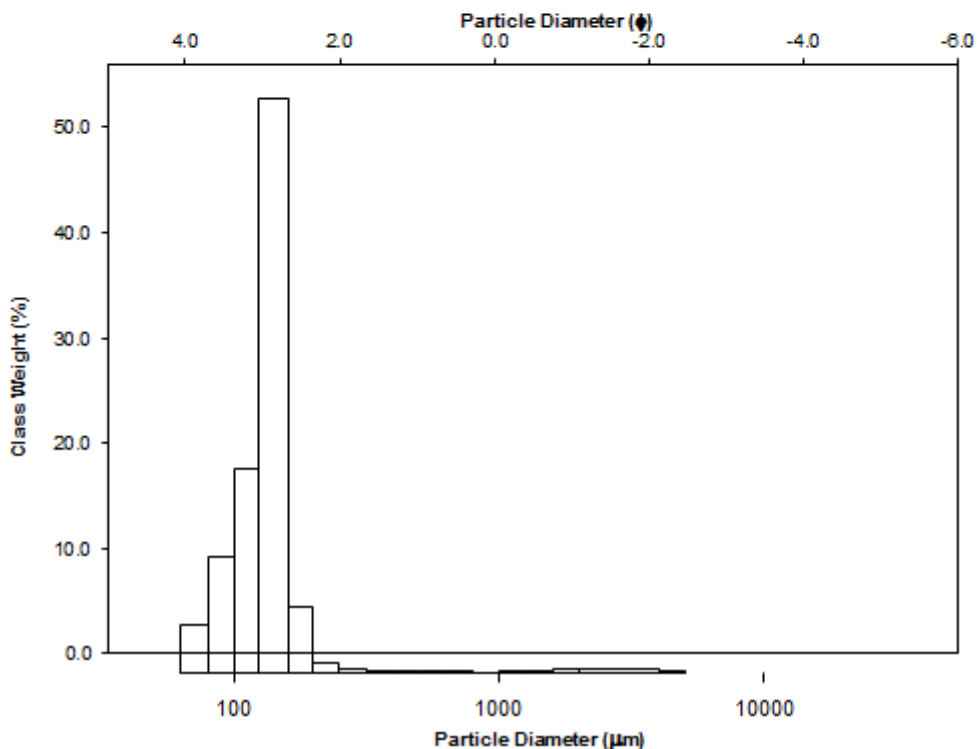
SAMPLE IDENTITY: PCN\_2017\_E1                                      ANALYST & DATE: Aubert,  
 SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted                                      TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand  
 SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Silty Fine Sand

	μm	φ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION												
			GRAVEL	SAND	MUD	COARSE SAND	MEDIUM SAND	FINE SAND	V FINE SAND	V COARSE GRAVEL	COARSE GRAVEL	MEDIUM GRAVEL	FINE GRAVEL	V FINE GRAVEL	V COARSE SAND
MODE 1:	142.5	2.822	1.3%	78.7%	20.0%	0.3%	0.6%	50.6%							
MODE 2:															
MODE 3:															
D <sub>10</sub> :	15.69	2.656						26.5%							
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	127.5	2.972	0.0%						3.3%						
D <sub>90</sub> :	158.7	5.994	0.0%							3.3%					
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	10.11	2.257	0.0%								3.3%				
(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):	143.0	3.338										3.3%			
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	1.762	1.294										3.3%			
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	63.20	0.817											3.3%		

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic φ	Geometric μm	Logarithmic φ	Description
MEAN ( $\bar{x}$ ):	164.8	78.15	3.678	89.11	3.488	Very Fine Sand
SORTING (σ):	382.2	3.464	1.792	2.325	1.217	Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	7.754	-0.735	0.735	-0.748	0.748	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	67.40	3.652	3.652	2.303	2.303	Very Leptokurtic

**GRAIN SIZE DISTRIBUTION**



**SAMPLE STATISTICS**

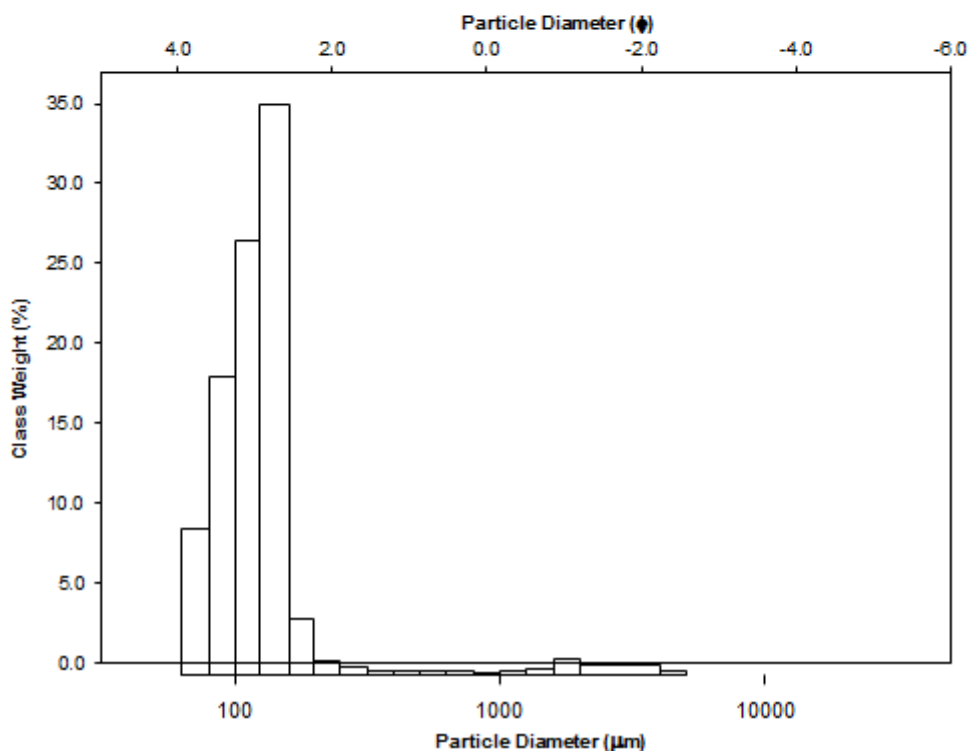
SAMPLE IDENTITY: PCN\_2017\_A3 ANALYST & DATE: Aubert,  
 SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand  
 SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Coarse Silty Very Fine Sand

	μm	φ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION													
			GRAVEL:	SAND:	MUD:	COARSE SAND:	MEDIUM SAND:	FINE SAND:	V FINE SAND:	V COARSE GRAVEL:	COARSE GRAVEL:	MEDIUM GRAVEL:	FINE GRAVEL:	V FINE GRAVEL:	V COARSE SAND:	CLAY:
MODE 1:	142.5	2.822	1.4%	62.0%	36.7%	0.5%	0.7%	26.3%	33.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	1.2%	1.1%	
MODE 2:																
MODE 3:																
D <sub>10</sub> :	8.325	2.699														
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	92.66	3.432														
D <sub>90</sub> :	153.9	6.908														
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	18.49	2.559														
(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):	145.6	4.209														
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	5.081	1.802														
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	105.7	2.345														

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	φ	μm	φ	
MEAN ( $\bar{x}$ ):	150.4	46.93	4.413	56.00	4.158	Very Coarse Silt
SORTING ( $\sigma$ ):	404.5	4.304	2.106	3.084	1.625	Poorly Sorted
SKEWNESS ( $S_k$ ):	7.057	0.015	-0.015	-0.617	0.617	Very Fine Skewed
KURTOSIS ( $K$ ):	56.91	2.323	2.323	0.876	0.876	Platykurtic

**GRAIN SIZE DISTRIBUTION**



## Ars en Ré int HZN

### SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: Ars\_2017\_E2

ANALYST & DATE: Aubert,

SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted

TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand

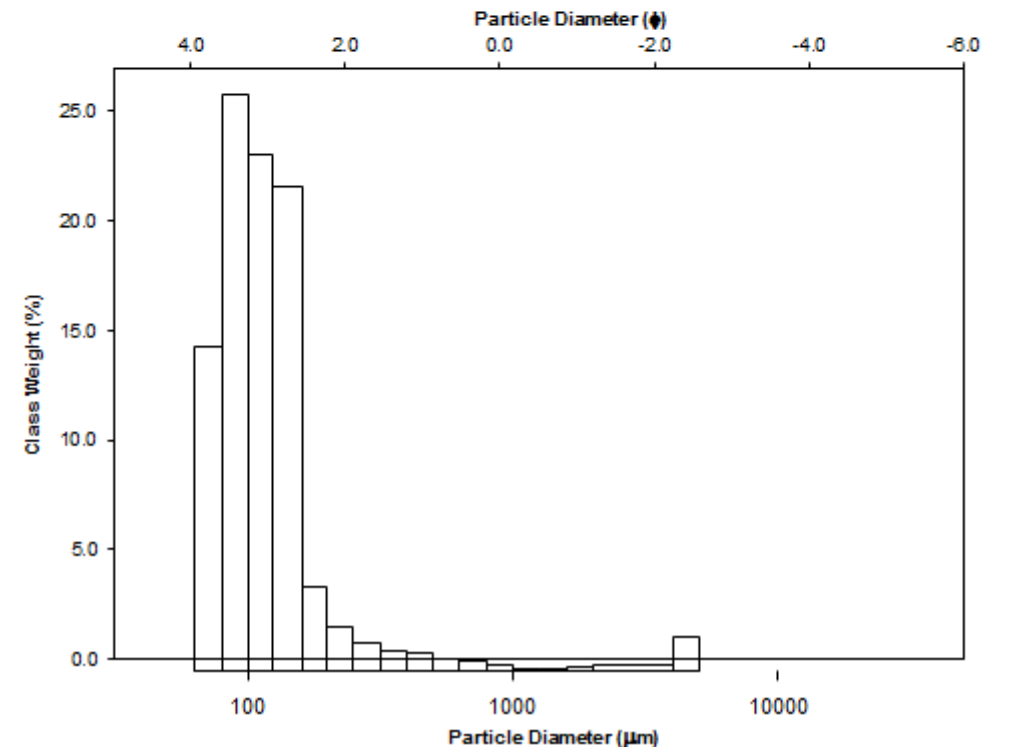
SEDIMENT NAME: Slightly Fine Gravelly Very Coarse Silty Very Fine Sand

	$\mu\text{m}$	$\phi$	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
			GRAVEL	SAND	MUD	CLAY
MODE 1:	90.00	3.483	1.5%	57.6%	41.0%	0.8%
MODE 2:						17.2%
MODE 3:						37.4%
D <sub>10</sub> :	7.688	2.702				6.8%
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	79.87	3.646				6.8%
D <sub>90</sub> :	153.7	7.023				6.8%
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	19.99	2.600				6.8%
(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):	146.0	4.322				6.8%
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	5.567	1.804				6.8%
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	96.94	2.477				6.8%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\phi$	$\mu\text{m}$	$\phi$	
MEAN ( $\bar{x}$ ):	147.7	40.29	4.633	50.31	4.313	Very Coarse Silt
SORTING ( $\sigma$ ):	478.0	4.335	2.116	3.261	1.705	Poorly Sorted
SKEWNESS ( $S_k$ ):	7.904	0.224	-0.224	-0.502	0.502	Very Fine Skewed
KURTOSIS ( $K$ ):	67.55	2.452	2.452	0.884	0.884	Platykurtic

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION



## Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei*

### SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Ars\_2017\_C3**

ANALYST & DATE: Aubert,

SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted

TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand

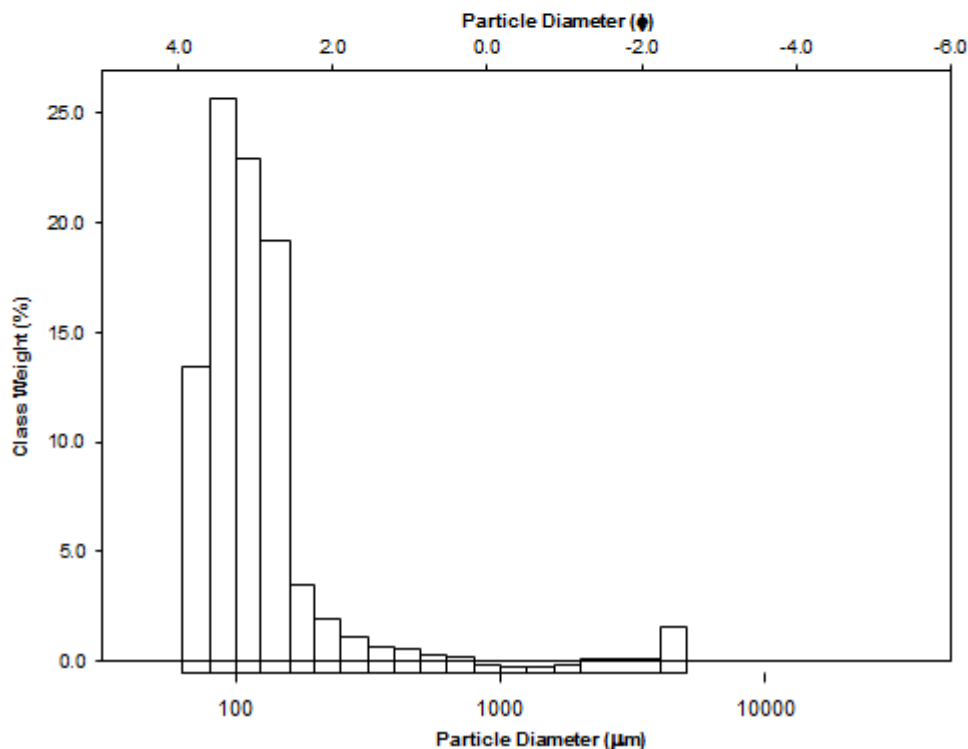
SEDIMENT NAME: Slightly Fine Gravelly Very Coarse Silty Very Fine Sand

	$\mu\text{m}$		$\phi$		GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
MODE 1:	90.00		3.483		GRAVEL: 2.2%	COARSE SAND: 1.1%
MODE 2:					SAND: 54.5%	MEDIUM SAND: 2.2%
MODE 3:					MUD: 43.3%	FINE SAND: 15.4%
D <sub>10</sub> :	7.416		2.653			V FINE SAND: 35.2%
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	76.56		3.707		V COARSE GRAVEL: 0.0%	V COARSE SILT: 7.2%
D <sub>90</sub> :	159.0		7.075		COARSE GRAVEL: 0.0%	COARSE SILT: 7.2%
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	21.44		2.667		MEDIUM GRAVEL: 0.0%	MEDIUM SILT: 7.2%
(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):	151.6		4.422		FINE GRAVEL: 1.1%	FINE SILT: 7.2%
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	6.065		1.842		V FINE GRAVEL: 1.1%	V FINE SILT: 7.2%
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	98.25		2.600		V COARSE SAND: 0.6%	CLAY: 7.2%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\phi$	$\mu\text{m}$	$\phi$	
MEAN ( $\bar{x}$ ):	179.2	39.67	4.656	48.91	4.354	Very Coarse Silt
SORTING ( $\sigma$ ):	571.8	4.714	2.237	3.554	1.829	Poorly Sorted
SKEWNESS ( $S_k$ ):	6.323	0.427	-0.427	-0.402	0.402	Very Fine Skewed
KURTOSIS ( $K$ ):	43.92	2.651	2.651	0.944	0.944	Mesokurtic

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION





**Contrat de prestation 2017: herbier de *Zostera noltei***

**SAMPLE STATISTICS**

SAMPLE IDENTITY: **Ars\_2017\_B4**

ANALYST & DATE: Aubert,

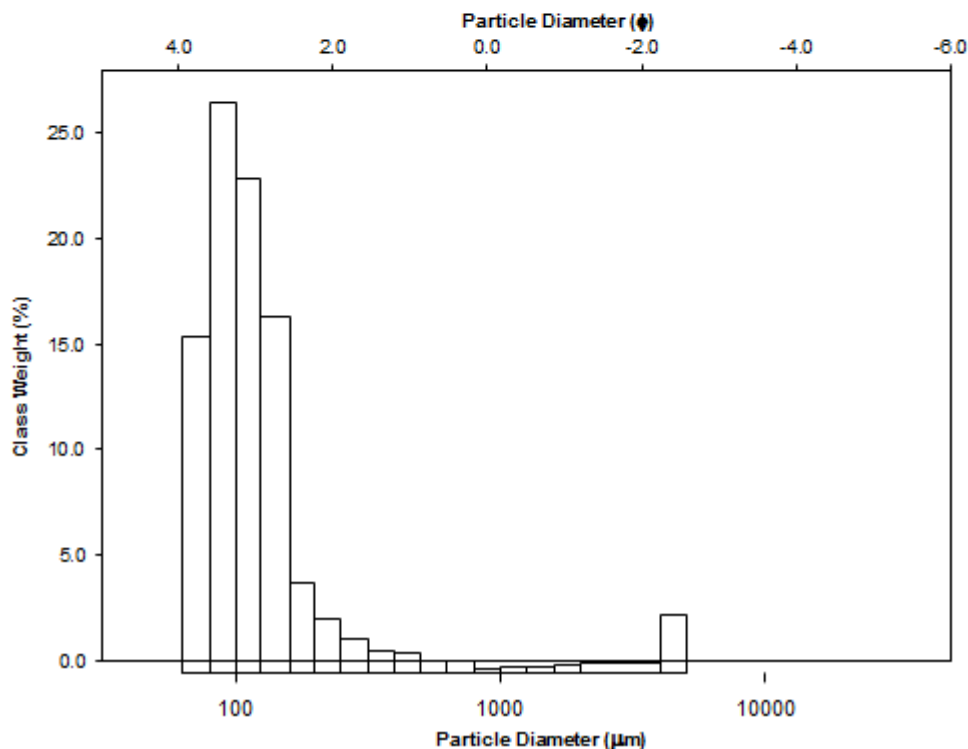
SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted

TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Slightly Fine Gravelly Very Coarse Silty Very Fine Sand

	$\mu\text{m}$		$\phi$		GRAIN SIZE DISTRIBUTION	
	$\mu\text{m}$	$\phi$				
MODE 1:	90.00	3.483			GRAVEL: 2.5%	COARSE SAND: 0.9%
MODE 2:					SAND: 55.3%	MEDIUM SAND: 2.1%
MODE 3:					MUD: 42.2%	FINE SAND: 14.2%
D <sub>10</sub> :	7.540	2.650				V FINE SAND: 37.6%
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	76.51	3.708	V COARSE GRAVEL: 0.0%		V COARSE SILT: 7.0%	
D <sub>90</sub> :	159.3	7.051	COARSE GRAVEL: 0.0%		COARSE SILT: 7.0%	
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	21.13	2.661	MEDIUM GRAVEL: 0.0%		MEDIUM SILT: 7.0%	
(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):	151.8	4.401	FINE GRAVEL: 1.6%		FINE SILT: 7.0%	
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	5.695	1.805	V FINE GRAVEL: 0.9%		V FINE SILT: 7.0%	
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	94.92	2.510	V COARSE SAND: 0.6%		CLAY: 7.0%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\phi$	$\mu\text{m}$	$\phi$	
MEAN ( $\bar{x}$ ):	190.2	40.57	4.624	49.08	4.349	Very Coarse Silt
SORTING ( $\sigma$ ):	623.7	4.712	2.236	3.485	1.801	Poorly Sorted
SKEWNESS ( $S_k$ ):	6.030	0.453	-0.453	-0.412	0.412	Very Fine Skewed
KURTOSIS ( $K$ ):	39.42	2.828	2.828	0.964	0.964	Mesokurtic

**GRAIN SIZE DISTRIBUTION**



## Lay crochon 1982 in HZN

### SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: Lay\_2017\_F1

ANALYST & DATE: Aubert,

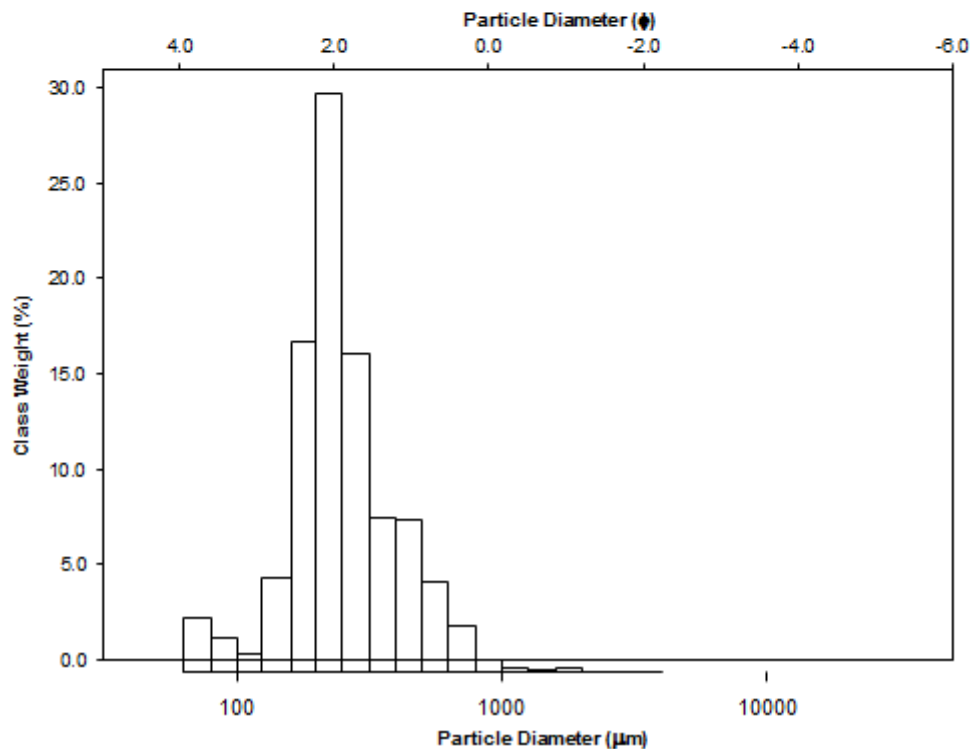
SAMPLE TYPE: Unimodal, Very Poorly Sorted

TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand

SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Silty Fine Sand

	$\mu\text{m}$		$\phi$		GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	225.0	2.161	GRAVEL: 0.1%					COARSE SAND: 5.5%
MODE 2:			SAND: 69.0%					MEDIUM SAND: 23.0%
MODE 3:			MUD: 30.9%					FINE SAND: 35.9%
D <sub>10</sub> :	9.592	1.233	V FINE SAND: 4.1%					
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	198.6	2.332	V COARSE GRAVEL: 0.0%					V COARSE SILT: 5.1%
D <sub>90</sub> :	425.5	6.704	COARSE GRAVEL: 0.0%					COARSE SILT: 5.1%
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	44.36	5.439	MEDIUM GRAVEL: 0.0%					MEDIUM SILT: 5.1%
(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):	415.9	5.471	FINE GRAVEL: 0.0%					FINE SILT: 5.1%
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	7.344	2.527	V FINE GRAVEL: 0.1%					V FINE SILT: 5.1%
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	234.2	2.877	V COARSE SAND: 0.5%					CLAY: 5.1%
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD				
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description		
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\phi$	$\mu\text{m}$	$\phi$			
MEAN ( $\bar{x}$ ):	209.1	85.53	3.547	102.9	3.281	Very Fine Sand		
SORTING ( $\sigma$ ):	202.1	5.222	2.385	4.182	2.064	Very Poorly Sorted		
SKEWNESS ( $S_k$ ):	4.010	-0.617	0.617	-0.605	0.605	Very Fine Skewed		
KURTOSIS ( $K$ ):	40.88	1.676	1.676	0.920	0.920	Mesokurtic		

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION



**SAMPLE STATISTICS**

SAMPLE IDENTITY: Lay\_2017\_E3

ANALYST & DATE: Aubert,

SAMPLE TYPE: Trimodal, Very Poorly Sorted

TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sandy Mud

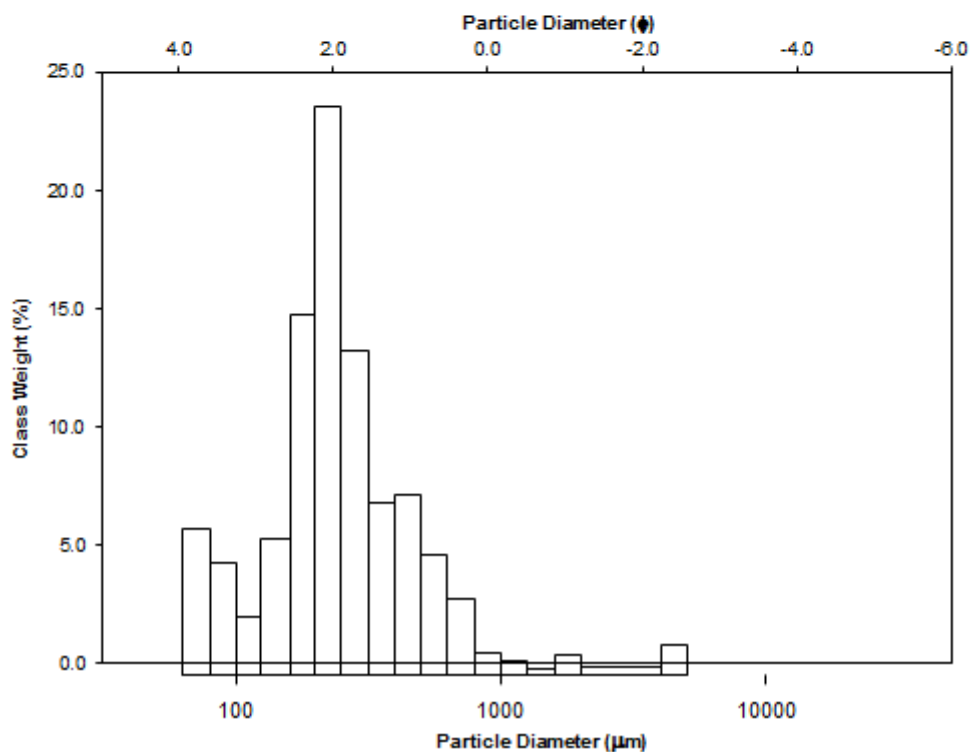
SEDIMENT NAME: Slightly Fine Gravelly Fine Sandy Very Coarse Silt

	$\mu\text{m}$	$\phi$	GRAIN SIZE DISTRIBUTION												
			GRAVEL	SAND	MUD	COARSE SAND	MEDIUM SAND	FINE SAND	V FINE SAND	V COARSE SILT	COARSE SILT	MEDIUM SILT	FINE SILT	V FINE SILT	CLAY
MODE 1:	225.0	2.161	1.1%	47.3%	51.7%	4.6%	13.9%	21.4%	6.6%	8.6%	8.6%	8.6%	8.6%	8.6%	8.6%
MODE 2:	450.0	1.161													
MODE 3:	71.50	3.816													
D <sub>10</sub> :	6.685	1.317													
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	57.35	4.124													
D <sub>90</sub> :	401.4	7.225													
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	60.04	5.486													
(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):	394.7	5.908													
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	15.24	2.843													
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	213.2	3.930													

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\phi$	$\mu\text{m}$	$\phi$	
MEAN ( $\bar{x}$ ):	196.5	41.83	4.579	53.61	4.221	Very Coarse Silt
SORTING ( $\sigma$ ):	439.7	6.097	2.608	4.847	2.277	Very Poorly Sorted
SKEWNESS ( $S_k$ ):	7.190	0.336	-0.336	-0.041	0.041	Symmetrical
KURTOSIS ( $K$ ):	64.15	1.542	1.542	0.710	0.710	Platykurtic

**GRAIN SIZE DISTRIBUTION**



**SAMPLE STATISTICS**

SAMPLE IDENTITY: Lay\_2017\_A3 ANALYST & DATE: Aubert ,  
 SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sandy Mud  
 SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Very Fine Sandy Very Fine Silt

	$\mu\text{m}$	$\phi$	GRAIN SIZE DISTRIBUTION																	
			GRAVEL	SAND	MUD	COARSE SAND	MEDIUM SAND	FINE SAND	V FINE SAND	V COARSE GRAVEL	COARSE GRAVEL	MEDIUM GRAVEL	FINE GRAVEL	V FINE GRAVEL	V COARSE SILT	COARSE SILT	MEDIUM SILT	FINE SILT	V FINE SILT	CLAY
MODE 1:	71.50	3.816	0.4%	17.8%	81.7%	0.4%	0.9%	2.3%	13.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	0.4%
MODE 2:																				
MODE 3:																				
D <sub>10</sub> :	5.485	3.585																		
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	21.33	5.551																		
D <sub>90</sub> :	83.32	7.510																		
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	15.19	2.095																		
(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):	77.83	3.925																		
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	5.461	1.566																		
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	40.72	2.449																		

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\phi$	$\mu\text{m}$	$\phi$	
MEAN ( $\bar{x}$ ):	66.20	12.77	6.291	21.32	5.552	Coarse Silt
SORTING ( $\sigma$ ):	220.9	2.982	1.576	2.895	1.534	Poorly Sorted
SKEWNESS ( $S_k$ ):	11.21	2.194	-2.194	0.024	-0.024	Symmetrical
KURTOSIS ( $K$ ):	139.2	7.374	7.374	0.775	0.775	Platykurtic

**GRAIN SIZE DISTRIBUTION**

