

**Contrôle de surveillance 2013 DCE de la masse d'eau  
côtière FRGC53 et de la masse d'eau de transition  
FRGT30. Partie 3 : herbier de *Zostera (Zosterella) noltei***



**SAURIAU P.-G. <sup>1</sup>, AUBERT F. <sup>1</sup> & GRISON J. <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> LIENSs, CNRS, Université de la Rochelle, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle

<sup>2</sup> IFREMER, Place Gaby Coll, BP 5, 17137

# Sommaire

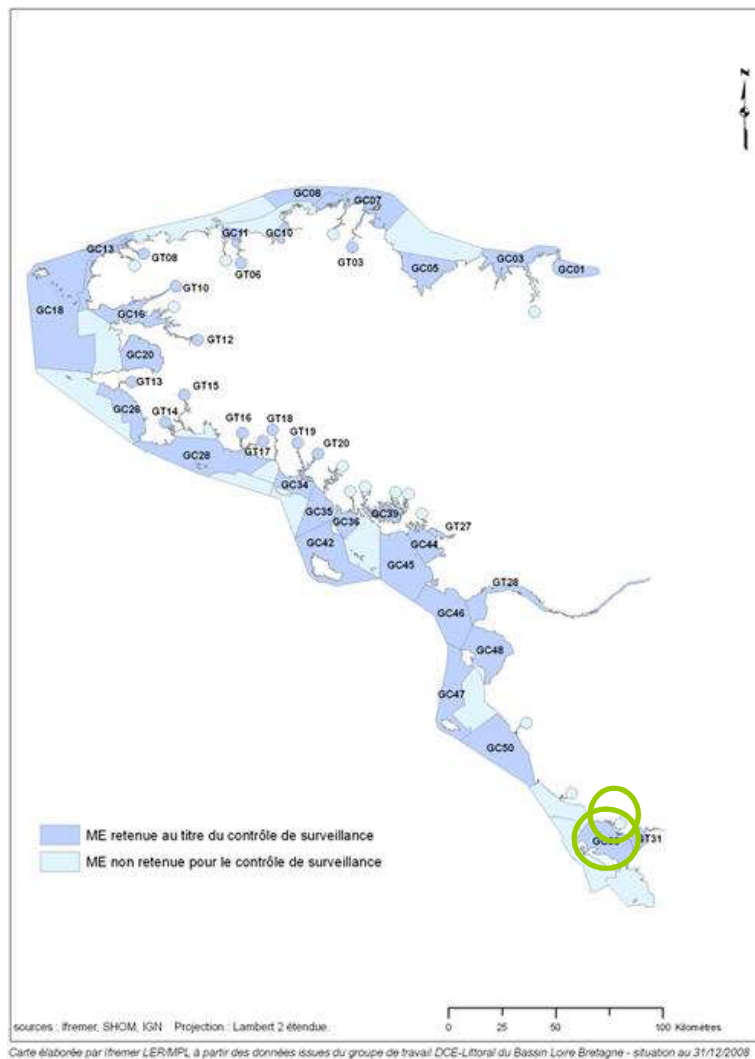
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATÉRIEL &amp; MÉTHODES .....</b>	<b>3</b>
2.1. STATION ET DATE DE PRÉLÈVEMENT .....	3
2.2. PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES DES ZOSTÈRES.....	12
2.3. PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES DES MACROALGUES .....	12
2.4. PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES DU SÉDIMENT.....	13
2.5. ANALYSE DES SÉDIMENTS .....	15
2.6. TEMPS AGENT AFFECTÉ AUX SUIVIS ET ANALYSES .....	17
<b>3. RÉSULTATS.....</b>	<b>19</b>
3.1. SÉDIMENTS.....	19
3.2. GRILLES D'ÉCHANTILLONNAGE.....	23
3.3. MACROALGUES : BIOMASSE .....	26
3.4. ZOSTÈRE : TAUX DE RECOUVREMENT .....	32
3.5. LES OISEAUX HERBIVORES CONSOMMATEURS DE ZOSTÈRES .....	38
<b>4. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>41</b>
<b>5. ANNEXES .....</b>	<b>43</b>
5.1. TABLE ATTRIBUTAIRE DU DGPS TRIMBLE GEOXT .....	43
5.2. ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES DE 2012.....	43

# 1. Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE établit un nouveau cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe comme objectif général d'atteindre, à l'horizon 2015, un bon état écologique et chimique des masses d'eaux souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières (MEC) et les eaux de transition (MET) ([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 sur des éléments biologiques tels le phytoplancton, les macrophytes, les macro-invertébrés et les phanérogames marines. C'est parmi celles-ci que se trouvent les herbiers intertidaux de la zostère naine *Zostera (Zosterella) noltei* Hornemann (voir pour la synonymie le site WoRMS <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=145796>).

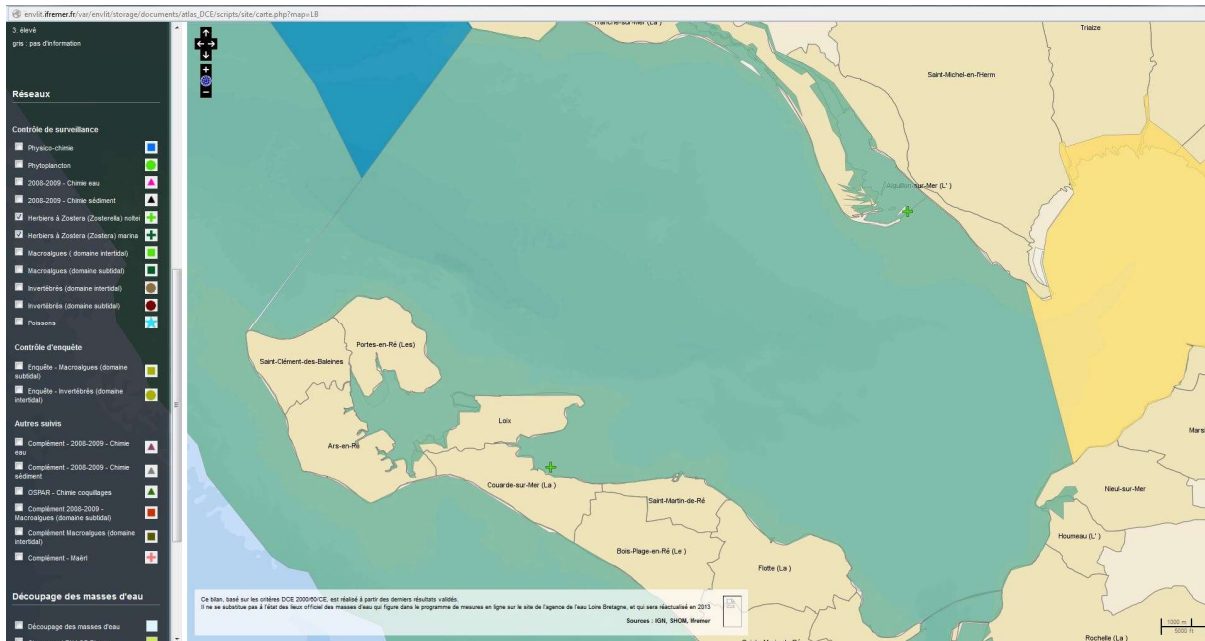
Dans le district Loire-Bretagne, les masses d'eau côtière et de transition les plus méridionales retenues pour le contrôle de surveillance sont la masse d'eau côtière « Pertuis Breton » FRGC53 et la masse d'eau de transition « Estuaire du Lay » FRGT30 (**Figure 1**).



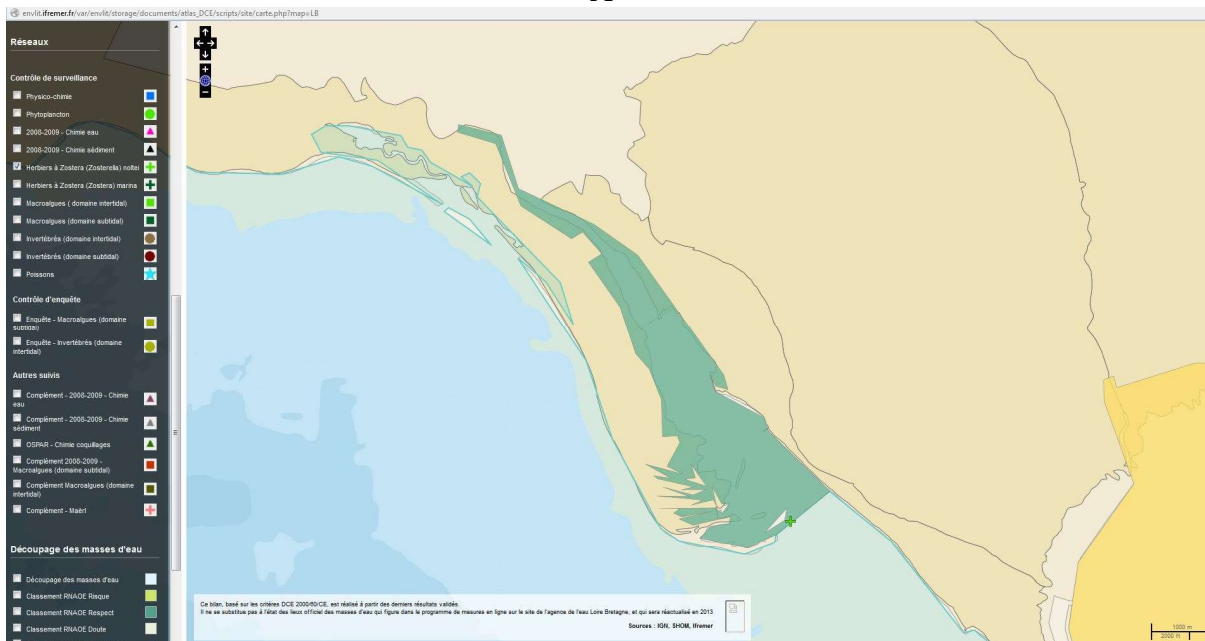
**Figure 1** : Masse d'eau côtière « Pertuis Breton » FRGC53 et masse d'eau de transition « Estuaire du Lay » FRGT30 dans le district Loire-Bretagne. Source [http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive\\_cadre\\_sur\\_l\\_eau\\_dce](http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce)

L'objet de la présente analyse floristique concerne l'application du nouveau protocole 2012 (Auby et al., 2012) du contrôle de surveillance DCE des herbiers intertidaux de *Zostera (Zosterella) noltei* pour 3 stations (**Figure 2**) :

- Plage de la Charge Neuve (Sud de la Fosse de Loix) dans la Masse d'Eau Côtière « Pertuis Breton » FRGC53 ;
- Fier d'Ars dans la Masse d'Eau Côtière « Pertuis Breton » FRGC53 nouvellement créée en 2012 ;
- Estuaire du Lay crochon 1982 dans la Masse d'Eau de Transition « Estuaire du Lay » FRGT30 nouvellement créée en 2011.



A



B

**Figure 2** : Localisation des stations Plage de la Charge Neuve et Fier d'Ars dans le Pertuis Breton FRGC53 (A) et de la station Lay crochon 1982 dans l'Estuaire du Lay FRGT30 (B).

La station Fiers d'Ars n'est pas encore figurée. Source

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

## 2. Matériel & méthodes

### 2.1. Station et date de prélèvement

Les trois stations du contrôle de surveillance 2013 herbier de zostère naine sont :

#### Plage de la Charge Neuve

La station « Plage de la Charge Neuve » a été positionnée hors influence directe de chenaux d'écoulement de marais littoraux, hors des zones d'influence des houles du large, hors influence directe de parcs ostréicoles sur un site médiolittoral facile d'accès pédestre mais pas impacté ni par des bouées de mouillage pour la plaisance qui se situent en bordure de plage ni impacté par la pêche à pied. La bordure A1-C1 de la grille présente un ancien chenal enfoui sous la vase (-20 à -30 cm) et demande une marche lente et attentive.

La station se situe en médiolittoral moyen (**Figure 3**) et présentait en 2009 (Sauriau et al., 2009), 2011 (Sauriau et al., 2011) et 2012 un herbier dense à très dense (Sauriau et al., 2013). La station est prospectée *pedibus jambi* à partir d'un accès aménagé sur le littoral.

#### Fier d'Ars

Le choix d'une station dans le Fier d'Ars s'est appuyé sur une prospection réalisée le 25/07/2012. 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 4**). En revanche c'est un site très impacté par la pêche à pied à la palourde (cf. les trois premières photographies page de garde). La station se situe en médiolittoral moyen (**Figure 4**) et est prospectée *pedibus jambi* à partir d'un accès sur le littoral.

La station « Plage de la Charge Neuve » et la station « Fiers d'Ars » sont incluses 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>).

#### Lay crochon 1982

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. L'herbier couvrait une superficie d'environ 17,6 ha (Auby et al., 2010) 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 de surveillance a été positionnée sur le crochon daté de 1982 (**Figure 5**) et un premier contrôle de surveillance effectué en 2011 (Sauriau et al., 2011).

La station se situe en médiolittoral moyen (**Figure 5**). La station est prospectée *pedibus jambi* à partir d'un accès bateau à partir du port du Pavé dans l'anse de l'Aiguillon. Cela nécessite la mobilisation d'un pilote.

Les suivis ont été réalisés (**Tableau 1**) :

- le 09/09/2013 pour la station « Plage de la Charge Neuve » avec 2 personnes mobilisées ;
- le 10/09/2013 pour la station « Fier d'Ars » avec 2 personnes mobilisées.
- le 25/09/2013 pour la station « Lay crochon-1982 » avec 3 personnes mobilisées y compris le pilote du bateau (J. Grison) ;

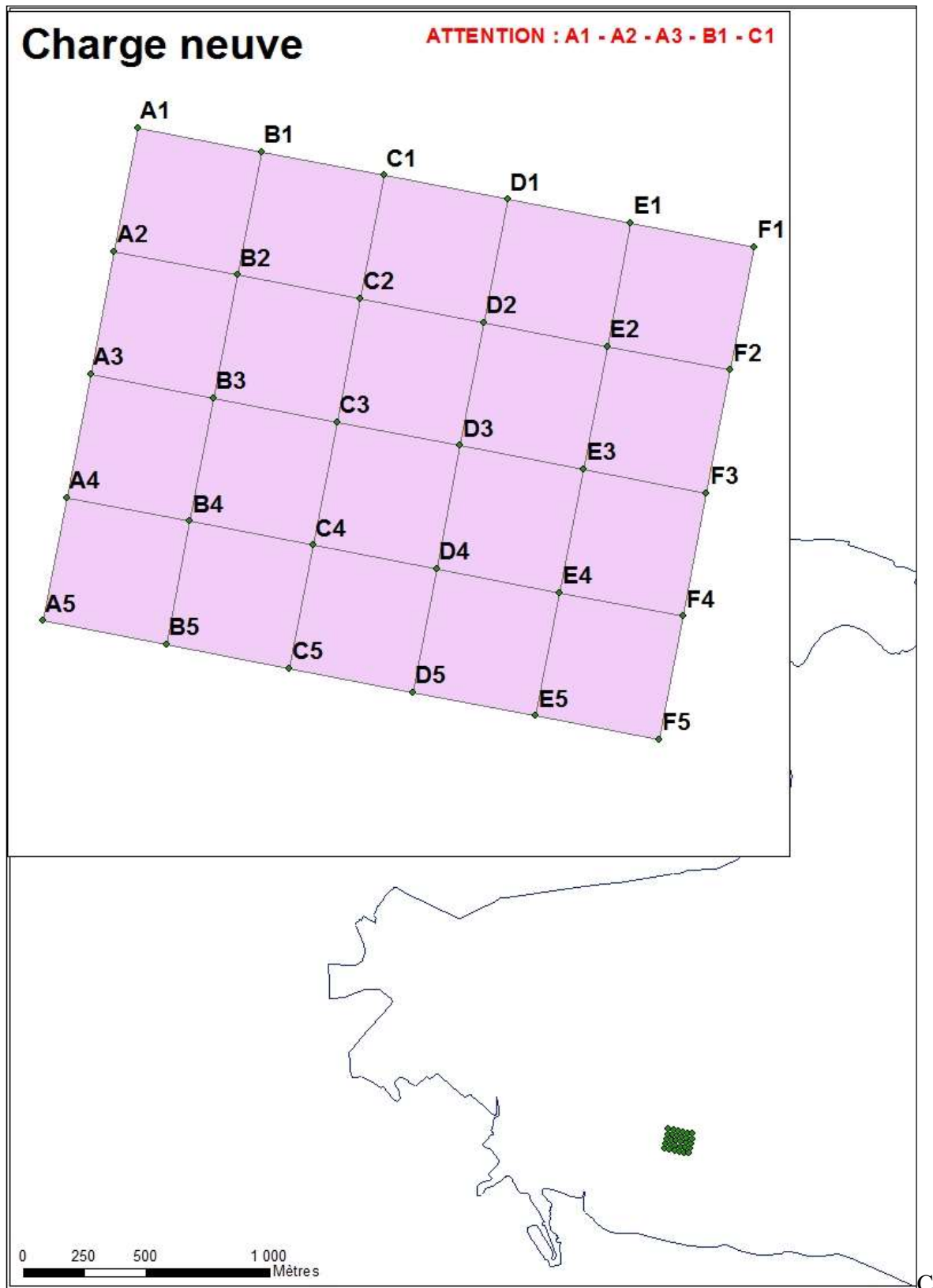
**Tableau 1** : Position des stations, dates de suivi et personnel impliqué.

Station	Code Masse d'Eau	Longitude (Lambert Ile)	Latitude (Lambert Ile)	Type de suivi	Type de station	Dates	Nombre personne jour-mer	Opérateurs
<b>Plage Charge Neuve</b>	FRGC53	310082	2141180	Intertidal Meuble Flore <i>Zostera (Zosterella) noltei</i>	Grille	<b>09/09/2013</b>	<b>2</b>	CNRS LIENSs
<b>Fiers d'Ars</b>	FRGC53	304524	2142400	Intertidal Meuble Flore <i>Zostera (Zosterella) noltei</i>	Grille	<b>10/09/2013</b>	<b>2</b>	CNRS LIENSs
<b>Lay crochon 1982</b>	FRGT30	322246	2149959	Intertidal Meuble Flore <i>Zostera (Zosterella) noltei</i>	Grille	<b>25/09/2013</b>	<b>3</b>	CNRS LIENSs

**Plage de la Charge Neuve** : le haut de plage présentait le jour du suivi une abondante laisse de mer à zostère déposée en cordons successifs (Figure 3).



**Figure 3** : voir légende page suivante

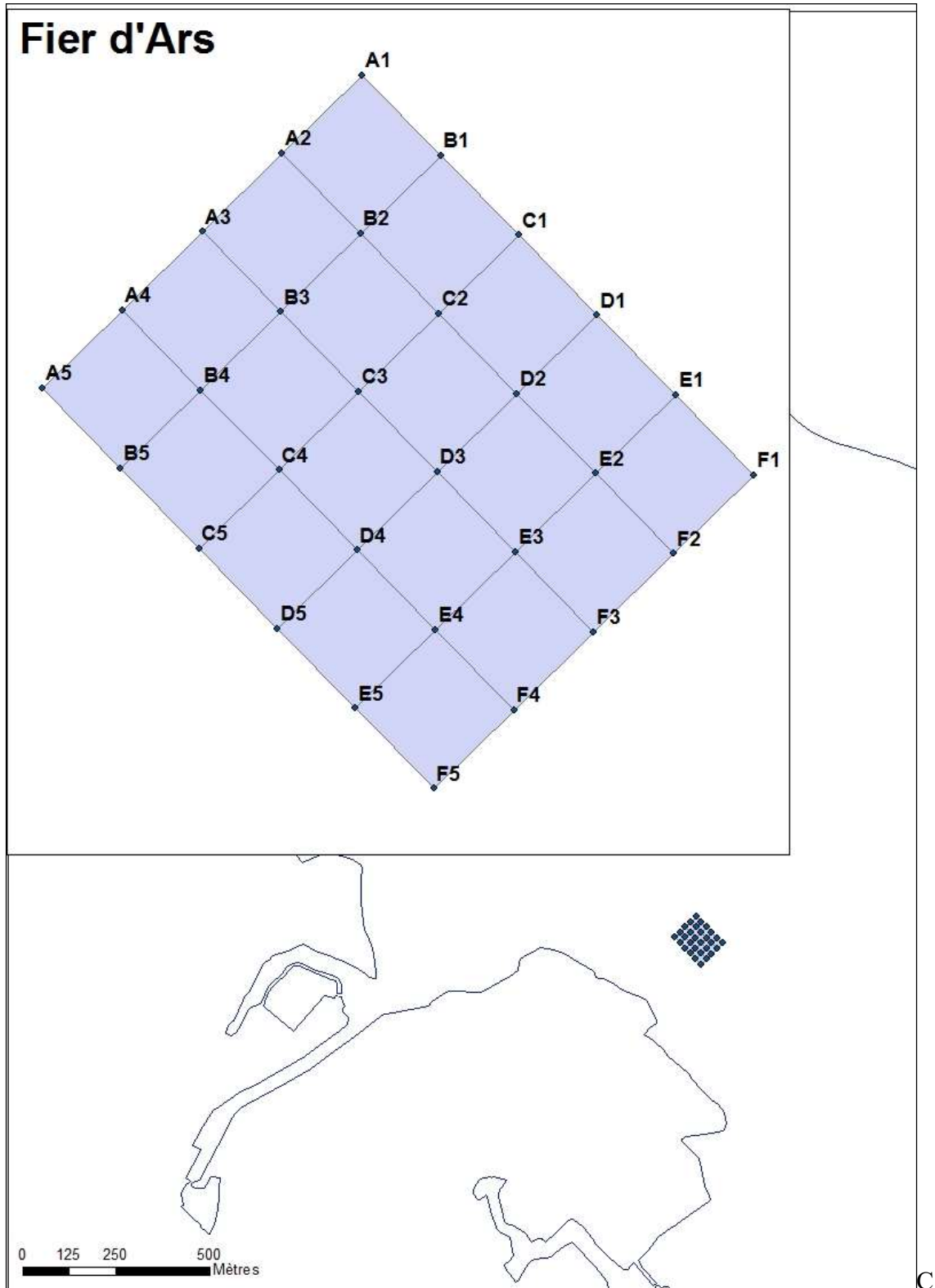


**Figure 3** : Vues de la laisse de mer (A), vue générale de la station cerclée de vert (B) et position de la grille de points (C) sur la station « Plage Charge Neuve » herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* sur la masse d'eau côtière « Pertuis breton » FRGC53.

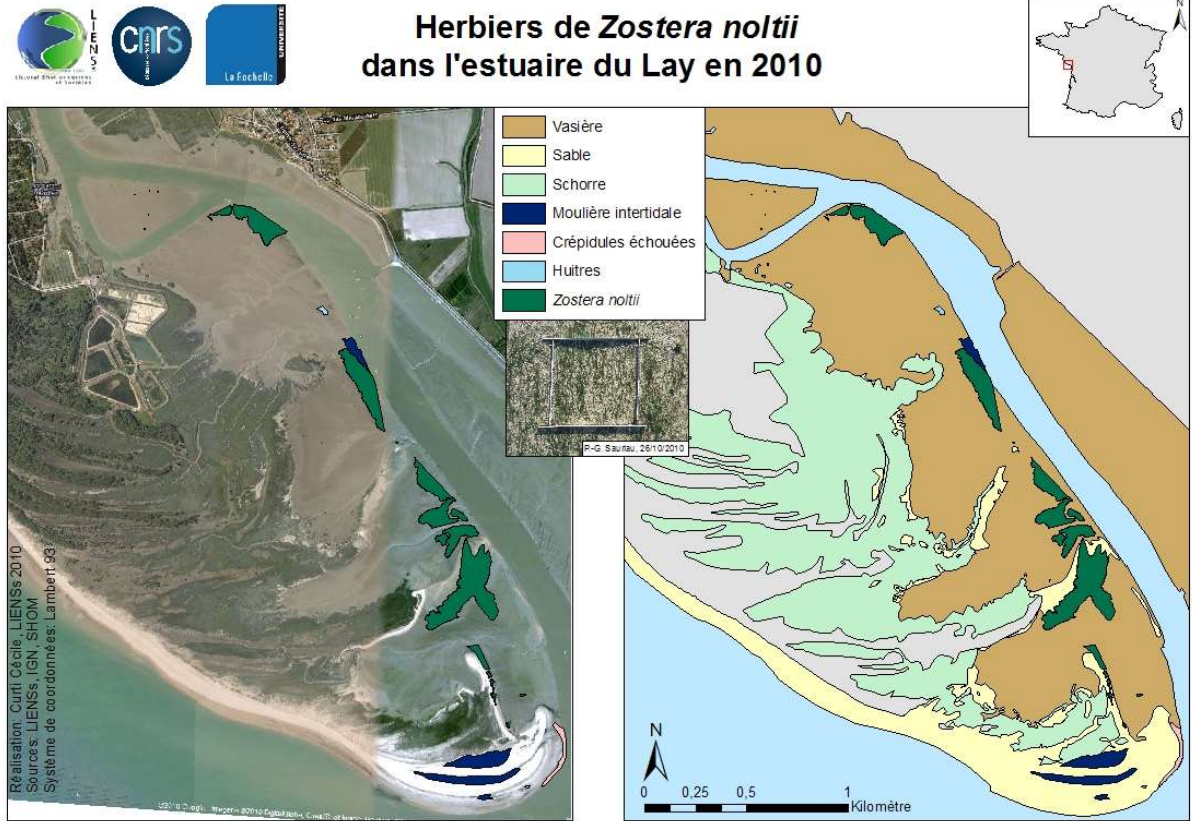




**Figure 4** : voir légende page suivante



**Figure 4 :** Vues générale (A), de détail (B) et de la grille de points (C) sur la station « Fier d'Ars » herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* sur la masse d'eau côtière « Pertuis breton » FRGC53. Clichés 25/07/2012 P. Cajeri /CNRS ©.



A



B

Figure 5 : voir légende page suivante.

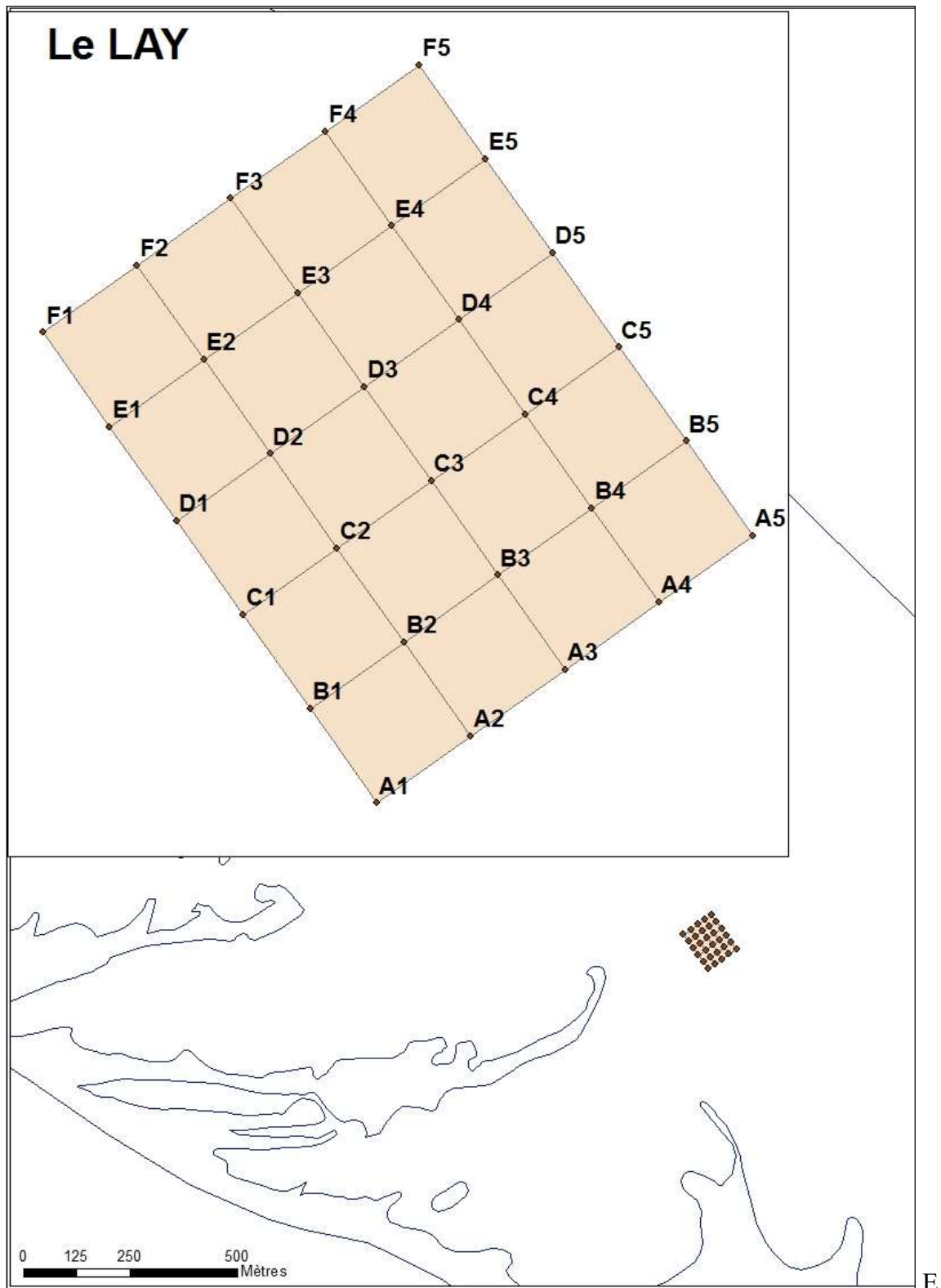


C



D

**Figure 5** : voir légende page suivante.

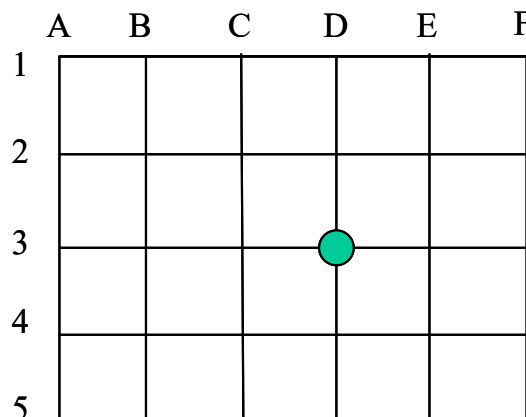


**Figure 5 :** Cartographie de l'herbier à *Zostera (Zosterella) noltei* dans l'estuaire du Lay en arrière de la pointe d'Arcay (A), position de la station (B), panorama (C et D) et de la grille de points (E) « Lay Crochon 1982 » herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* sur la masse d'eau de transition « Estuaire du Lay » FRGT30.

## 2.2. Prélèvements et analyses des zostères

Les zostères ont été échantillonnées selon le nouveau protocole simplifié DCE selon une grille de 30 points (**Tableau 2**).

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

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Quadrat de 0,5 m de côté
Dimension échantillon	0,25 m <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	
Analyse	Taux de recouvrement estimé visuellement et quantifié selon les 6 classes : 0, 1-25, 26-50, 51-75, 76-100 et 100.

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

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

## 2.3. Prélèvements et analyses des macroalgues

Si présentes, les macroalgues ont été échantillonnées comme selon le protocole DCE (Hily et al., 2007) dans chacun des 30 quadrats en séparant algues vertes, algues rouges et algues brunes (**Tableau 3**). Les algues prélevées sont mises en sachets numérotés (**Figure 6**).

**Tableau 3 : Protocole macroalgues**

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)

## 2.4. Prélèvements et analyses du sédiment

Les sédiments ont été échantillonnés comme indiqué dans le protocole DCE *Zostera (Zosterella) noltei* (Hily et al., 2007) afin d'effectuer des analyses granulométriques (**Tableau 4**) et des estimations de la teneur en matière organique (**Tableau 5**).

Les contenus des carottes sont mis en sachets numérotés (granulométrie) ou en flacons numérotés (matières organiques) (**Figure 6**).

**Tableau 4 : Protocole granulométrie**

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

**Tableau 5 : Protocole matière organique**

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

En complément les taux de matières organiques sur les macroalgues sont estimés, ceux-ci permettant de s'assurer via une corrélation significative et reproductible entre les biomasses sèches et les biomasses sèches sans cendres puis l'absence de tendance dans les résidus que

l'estimation des biomasses sèches des algues est reproductible d'une station à l'autre et d'une année à l'autre.



**Figure 6 :** Illustration de la notation des taux de recouvrement des zostères (saisie sur table attributaire et sur feuille de parcours) et des prélèvements de macroalgues et sédiments pour les analyses granulométriques et des taux de matières organiques.

Clichés © Sauriau CNRS/2013.



## 2.5. 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 7**).

MOYEN D'ÉTUDE	AFNOR		UNITÉS		CLASSIFICATION		
	α	mm	Φ	Wentworth	Cailleux		
mesure directe	-24	250-256	-8	BLOCS (BOULDERS)	RUDITES	BLOCS -200 mm	
	-18	63-32	-5	GRAVE (COBBLE)		GALETS	
	-6	4	-	CAILLOUX (PEBBLE)		-20 mm	
tamisage	-3	2	1	GRANULES	ARENITES (SANDS)	GRAVILLONS	
	-2	1,6		TRÈS GROSSIER		2 mm	
	-1	1,25					
	0	1	0				
	1	0,8		GROSSIER			
	2	0,63					
	3	0,5	1	MOYEN			
	5	0,315	2	FIN			
	9	0,125	3	TRÈS FIN		-200 µm	
	12	0,625-1/16	4				
	14	0,04		GROSSIER		LUTITES (CLAYS)	SABLONS
	17	0,02	5	MOYEN			
20	0,01	6	FIN				
24	0,004-1/256	7	TRÈS FIN	-20 µm			
pipette			8			LIMONS	
			14			-2 µm PRE COLLOIDES	

**Figure 7** : Echelle granulométrique AFNOR, unité Φ et classifications communes utilisées (Cojan & Renard, 1999).

Pour l'analyse, chaque prélèvement est vidé dans un bol identifié pour être séché à l'étuve à 100°C pendant 72h. Un sous-échantillon de 100g (200g pour les sables) est remouillé dans un défloculant (métaphosphate de sodium à 40g/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 pérites. Le refus de tamis est récupéré et mis à l'étuve à 100°C pendant 72h.

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

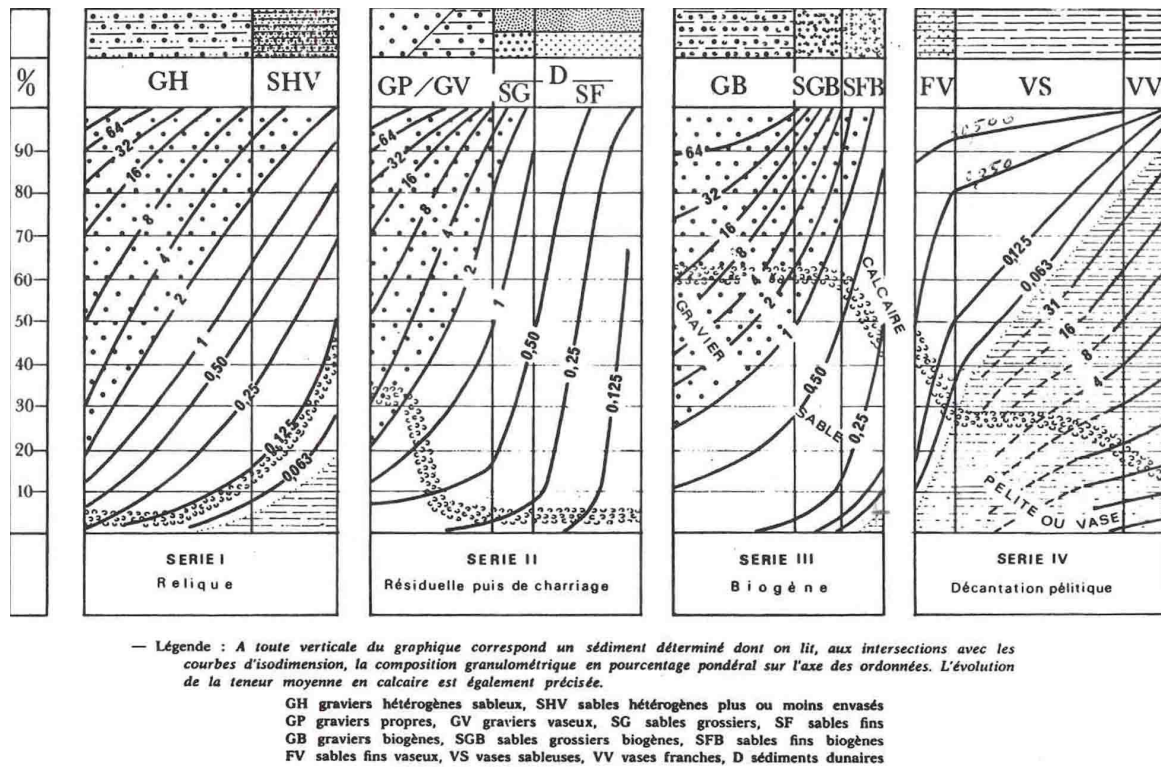


**Figure 8** : Colonne de tamis normalisés AFNOR sur tamiseuse Retsch et balance Sartorius à 0,01 g. Photo P.-G. Sauriau CNRS ©.

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

Les résultats des différentes pesées sont ensuite analysés par la macro-procédure GRADISTAT (Blott & Pye, 2001), permettant d'obtenir des paramètres de forme et le type de

sédiment. Le type de sédiment est alors interprété vis-à-vis de la classification de Chassé & Glémarec (1976) reprise par Hily (1976) dans les Pertuis Charentais (**Figure 9**).



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

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

$$\% \text{ matières organiques} = \frac{\text{Matières sèches (g)} - \text{Matières minérales (g)}}{\text{Matières sèches (g)}}$$

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

## 2.6. Temps agent affecté aux suivis et analyses

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

- préparation des missions mer ;

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

Le temps de mission à la mer a été de 2 personnes-jours pour chacune des stations « Plage de la Charge Neuve », « Fiers d'Ars » et de 3 personnes-jours pour la station « Lay crochon 1982 » y compris le pilote du navire.

Les analyses granulométriques, sédimentaires de taux de matières organiques et de biomasses macroalgales se sont étalées sur 5 jours.

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

La rédaction s'est étalée sur 3 journées, y compris la rédaction du rapport intermédiaire de fin des opérations à la mer et du rapport final d'étude.

Au final, le suivi de surveillance DCE 2013 des herbiers à zostère naine des trois stations « Plage de la Charge Neuve », « Fiers d'Ars » du Pertuis Breton et « Lay crochon 1982 » de l'estuaire du Lay a mobilisé 3 personnes et 20 personnes jours ouvrés (**Tableau 6**).

**Ce chiffre correspond sur une base de 20 jours ouvrés 1 mois ETP pour les trois stations soit 6,6 jours ETP par station.**

**Tableau 6 :** Effort en personne-jour pour chacune des opérations afférentes au contrôle de surveillance 2013 des herbiers à zostère naine des 3 stations « Plage de la Charge Neuve », « Fiers d'Ars » et « Lay crochon 1982 ».

Opération	Nombre (personne-jour)
Préparation mission	1
Mission mer	2 + 2 + 3
Granulométrie	2
Matière organique (sédiment + macroalgues)	2 + 1
Validation ImageJ 1.44p	1 + 1 + 1
Saisie informatique	1
Rédaction	3
<b>Total</b>	<b>20</b>

### 3. Résultats

#### 3.1. Sédiments

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

Le sédiment présente en masse un taux moyen de 35% en pélites (taille < 63µm), un taux de sables de 65% et un taux de 0,3% d'éléments grossiers (**Tableau 7**). 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 peu envasé.

En comparaison des suivis de 2007, 2009, 2011 et 2012, les sédiments sablo-vaseux de 2013 sont en moyenne beaucoup moins envasés que ceux des autres années à part 2012 (**Tableau 7**). Les sédiments sablo-vaseux de 2012 et 2013 sont assez proches de certains des répliquats moins envasés de 2007 et 2009 généralement des vases sableuses.

Le taux de matières organiques est en moyenne de  $2,8 \pm 0,9$  % (**Tableau 7**). Les taux de matières organiques de 2013 comme ceux de 2012 sont trois fois plus faibles que ceux des autres années corrélativement à la présence de plus de sables fins.

**Tableau 7** : Variables sédimentaires et teneur en matière organique ( $\pm$  écart type, n) pour les sédiments de la station « Plage de la Charge Neuve » à herbier de la zostère naine échantillonnée en 2007, 2009, 2011, 2012 et 2013.

Sédiment	2007		
Plage de la Charge Neuve	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	62,8	8,4	3
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	36,7	8,3	3
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,6	0	3
Taux de matière organique (%)	7,9	1,4	9
Mode (µm)	90	-	3
D10 (µm)	6 – 7	-	3
D50 ou médiane (µm)	28 – 51	-	3
D90 (µm)	123 – 141	-	3

Sédiment	2009		
Plage de la Charge Neuve	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	43,5	6,1	3
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	55,8	6,4	3
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,7	0,4	3
Taux de matière organique (%)	7,6	0,7	9
Mode (µm)	112	-	3
D10 (µm)	7 – 8	-	3
D50 ou médiane (µm)	68 – 89	-	3
D90 (µm)	133 – 140	-	3

Sédiment	2011		
----------	------	--	--

<b>Plage de la Charge Neuve</b>	<b>Moyenne</b>	<b>± Ecart-type</b>	<b>N</b>
Taux de pélites < 63 µm (%)	64,2	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	35,8	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0	-	1
Taux de matière organique (%)	7,8	1,3	9
Mode (µm)	90 et 225	-	1
D10 (µm)	6 – 7	-	1
D50 ou médiane (µm)	33 – 34	-	1
D90 (µm)	137 – 138	-	1

---

<b>Sédiment</b>	<b>2012</b>		
<b>Plage de la Charge Neuve</b>	<b>Moyenne</b>	<b>± Ecart-type</b>	<b>N</b>
Taux de pélites < 63 µm (%)	29,0	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	70,5	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,5	-	1
Taux de matière organique (%)	2,6	0,3	9
Mode (µm)	143	-	1
D10 (µm)	10 – 11	-	1
D50 ou médiane (µm)	111 - 112	-	1
D90 (µm)	156 - 157	-	1

---

<b>Sédiment</b>	<b>2013</b>		
<b>Plage de la Charge Neuve</b>	<b>Moyenne</b>	<b>± Ecart-type</b>	<b>N</b>
Taux de pélites < 63 µm (%)	34,8	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	64,9	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,3	-	1
Taux de matière organique (%)	2,8	0,9	9
Mode (µm)	142 - 143	-	1
D10 (µm)	8 - 9	-	1
D50 ou médiane (µm)	105	-	1
D90 (µm)	155	-	1

### 3.1.2. Fiers d'Ars

Le sédiment présente en masse un taux moyen de 40% en pélites (taille < 63µm), un taux de sables élevé de 59% et un taux faible 0,3% d'éléments grossiers (**Tableau 8**). La distribution en taille est unimodale (112 - 113 µm) mais avec un mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec, 1976) c'est une vase sableuse. Des résultats très similaires ont été obtenus en 2012.

Le taux de matières organiques est en moyenne de  $3,1 \pm 0,4$  %, ce qui est équivalent aux valeurs de 2012 (**Tableau 8**).

**Tableau 8** : Variables sédimentaires et teneur en matière organique ( $\pm$  écart type, n) pour les sédiments de la station « Ars en Ré » à herbier de zostère naine en 2012 et 2013.

Sédiment	2012		
Fiers d'Ars	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	41,9	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	57,8	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,3	-	1
Taux de matière organique (%)	3,0	0,7	9
Mode (µm)	112 – 113	-	1
D10 (µm)	7 – 8	-	1
D50 ou médiane (µm)	85 – 86	-	1
D90 (µm)	159 – 160	-	1

Sédiment	2013		
Fiers d'Ars	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	40,3	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	59,4	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,3	-	1
Taux de matière organique (%)	3,1	0,4	9
Mode (µm)	112 – 113	-	1
D10 (µm)	7 – 8	-	1
D50 ou médiane (µm)	83 – 84	-	1
D90 (µm)	150 – 161	-	1

### 3.1.3. Lay crochon 1982

Le sédiment présente en masse un taux moyen de 68% en pélites (taille < 63µm), un taux de sables de 32% et un taux de 0,3% d'éléments grossiers. La distribution en taille est bimodale (72 et 225 µm) mais avec un mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec, 1976) c'est un vase sableuse. La présence de dune sableuse constitutive des crochons explique la nature du mélange sables vases mais la tendance qui se dégage de ces trois années est à l'envasement avec un taux de pélites passant graduellement d'environ 30% en 2011 à plus du double en 2013 soit 68% (**Tableau 9**).

Le taux de matières organiques est en moyenne de  $5,0 \pm 1,8\%$  comme en 2011 et 2012 (**Tableau 9**).

**Tableau 9** : Variables sédimentaires et teneur en matière organique ( $\pm$  écart type, n) pour les sédiments de la station « Lay crochon 1982 » à herbier de zostère naine depuis 2011.

Sédiment	2011		
Lay crochon 1982	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	27,0	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	73,0	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0	-	1
Taux de matière organique (%)	5,0	0,6	9
Mode (µm)	112 et 282	-	1
D10 (µm)	10 – 11	-	1
D50 ou médiane (µm)	106 – 107	-	1
D90 (µm)	283 – 284	-	1

Sédiment	2012		
Lay crochon 1982	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	50,3	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	48,5	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	1,2	-	1
Taux de matière organique (%)	5,0	0,6	9
Mode (µm)	72 et 225	-	1
D10 (µm)	6 – 7	-	1
D50 ou médiane (µm)	61 – 62	-	1
D90 (µm)	395 – 396	-	1

Sédiment	2013		
Lay crochon 1982	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	67,7	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	31,9	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,3	-	1
Taux de matière organique (%)	5,0	1,8	9
Mode (µm)	72 et 225	-	1
D10 (µm)	5 – 6	-	1
D50 ou médiane (µm)	30 – 31	-	1
D90 (µm)	252	-	1



## 3.2. Grilles d'échantillonnage

### 3.2.1. Plage de la Charge Neuve

L'échantillonnage s'est déroulé le 09/09/2013 à partir 12h38, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 14h05 pour une durée de 1h27 (**Figure 10**). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant (1 minute à 7 minutes) et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, de la nécessité de faire un prélèvement pour analyse de la matière organique (avec 9 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain) et/ou de la granulométrie (avec 3 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain), des délais de la réception DGPS et du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant.

	Heure du prélèvement			Durée 1h27		
	A	B	C	D	E	F
1	12h49	12h54	13h42	13h39	13h36	13h32
2	12h47	12h57	13h45	13h48	13h52	13h08
3	12h46	13h00	14h02	14h05	13h53	13h15
4	12h44	13h03	14h00	13h58	13h56	13h17
5	12h38	13h05	13h29	13h26	13h24	13h19

	Matière organique 2013					
	A	B	C	D	E	F
1	MO2					MO8
2	MO1					
3		MO3				
4		MO4	MO9			
5		MO5		MO7		MO6

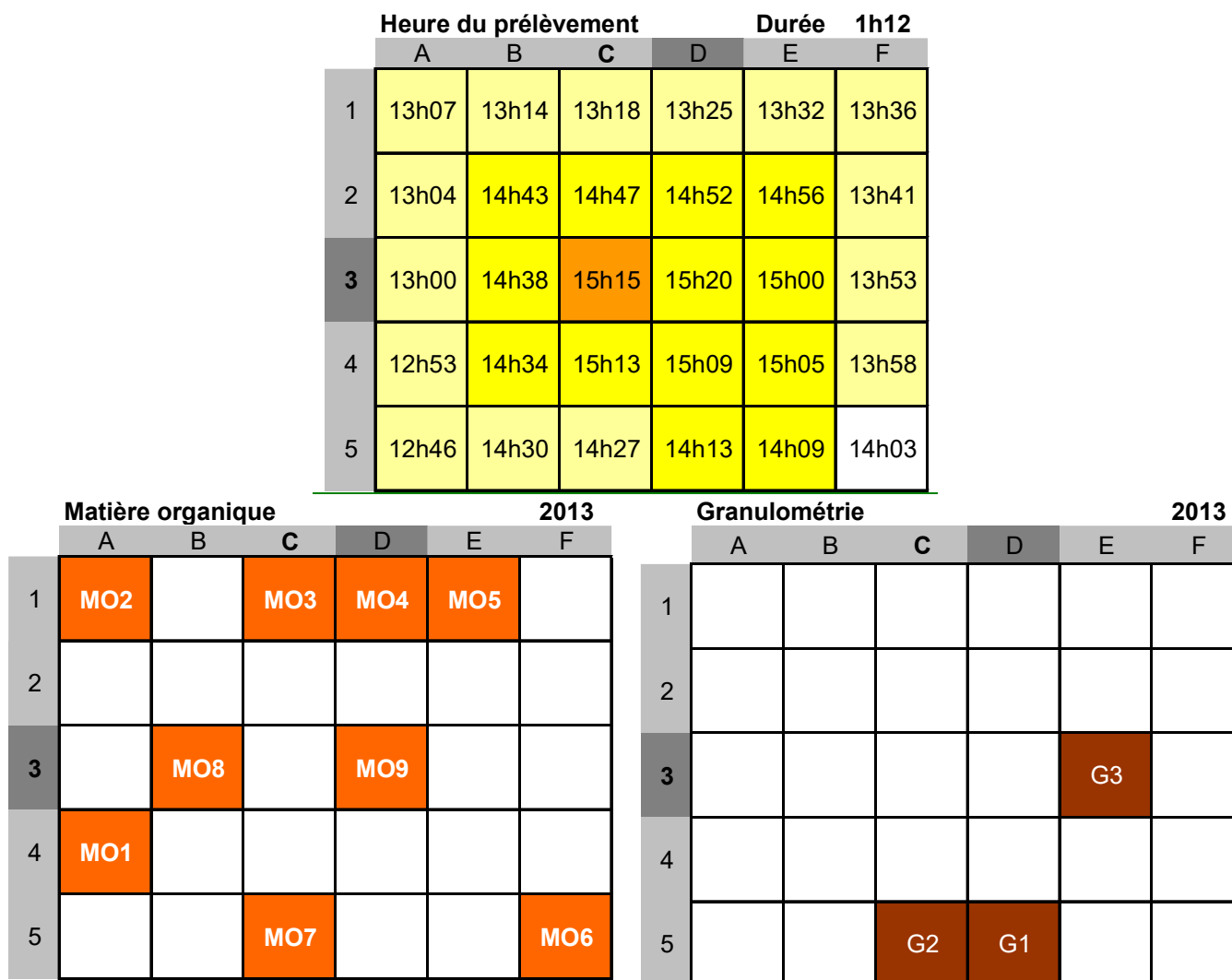
  

	Granulométrie 2013					
	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3					G3	
4		G1		G2		
5						

**Figure 10** : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2013 sur la station « Plage de la Charge Neuve » à herbier de zostère naine. Détails de la position des prélèvements pour analyse de la matière organique et de la granulométrie (3 prélèvements ensuite rassemblés).

### 3.2.2. Fiers d'Ars

L'échantillonnage s'est déroulé le 10/09/2013 à partir 14h03, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 15h15 pour une durée de 1h12 (Figure 11). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant (2 minutes à 14 minutes) 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.



**Figure 11** : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2013 sur la station « Fiers d'Ars » à herbier de zostère naine. Détails de la position des prélèvements pour analyse de la matière organique et de la granulométrie (3 prélèvements ensuite rassemblés).

### 3.2.3. Lay crochon 1982

L'échantillonnage s'est déroulé le 25/09/2013 à partir 11h57, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 14h00 pour une durée de 2h03 (Figure 12). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant (2 à 6 minutes) et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, de la nécessité de faire un prélèvement pour analyse de la matière organique (avec 9 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain) et/ou de la granulométrie (avec 3 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain), des délais de la réception DGPS et du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant.

	Heure du prélèvement			Durée 2h03		
	A	B	C	D	E	F
1	12h39	12h44	12h48	12h52	12h58	13h02
2	12h36	13h40	13h43	13h45	13h50	13h07
3	12h31	13h34	14h00	13h57	13h53	13h10
4	12h28	13h31	13h28	13h25	13h20	13h15
5	12h24	12h18	12h12	12h05	12h01	11h57

	Matière organique			2013		
	A	B	C	D	E	F
1				4.94	1.55	
2		4.72		4.98		3.45
3	5.59	7.48				6.83
4			5.66			
5						

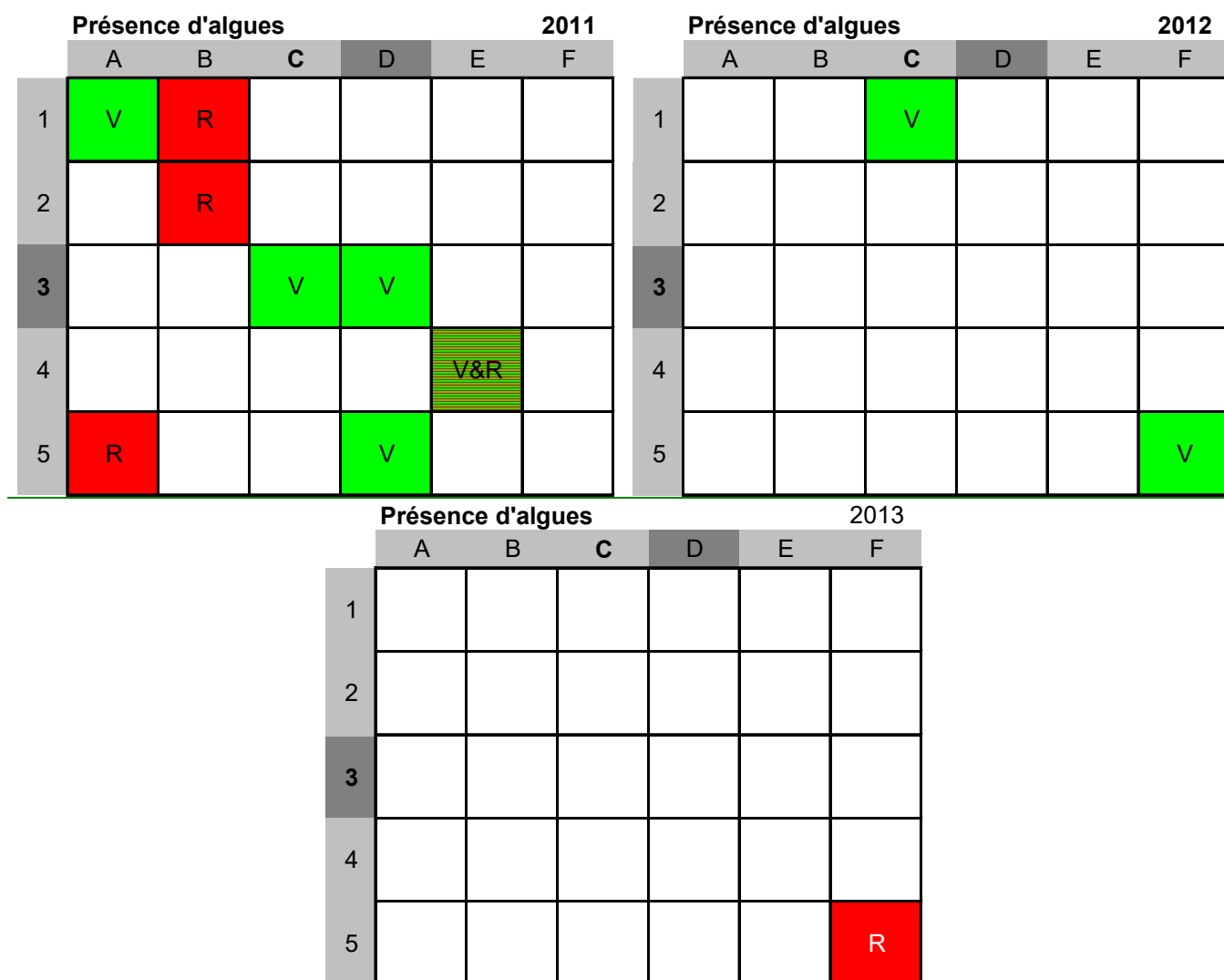
	Granulométrie			2013		
	A	B	C	D	E	F
1	G2					
2				G3		
3						
4						
5			G1			

**Figure 12 :** Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2013 sur la station « Lay crochon 1982 » à herbier de la zostère naine. Détails de la position des prélèvements pour analyse de la matière organique (et des valeurs obtenues) et de la granulométrie (3 prélèvements ensuite rassemblés).

### 3.3. Macroalgues : biomasse

#### 3.3.1. Plage de la Charge Neuve

La présence de macroalgues sur cette station est occasionnelle en 2013 tout comme en 2012. 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 cadrats de la grille présentaient des algues rouges Gracillaire (**Figure 13**).



**Figure 13** : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés en 2011, 2012 et 2013 sur la station « Plage de la Charge Neuve » à herbier de la zostère naine.

Les quelques algues observées sont des algues vertes de type *Ulva* ou *Enteromorpha* en épiphytes sur des débris coquilliers. Les biomasses de macroalgues observées sont très faibles avec pour les algues vertes en moyenne 0,026 g PS m<sup>-2</sup> soit de 0,02 g PSSC m<sup>-2</sup>. Aucune algue brune ni algue rouge n'a été observée. C'est en moyenne 10 à 20 fois moins que les biomasses observées en 2011 et 2007 (**Tableau 10**).

La relation entre la biomasse sèche sans cendre (PSSC) et la biomasse sèche (PS) toute algue confondue pour les années 2011, 2012 et 2013 a pour pente 0,809 avec une corrélation

linéaire très significative ( $R = 0,999$ ) sans tendance dans les résidus de la régression. Cela traduit que le taux de cendres est d'environ 20% de la biomasse sèche de façon reproductible.

**Tableau 10** : Biomasse ( $\pm$  écart-type, n) des macroalgues vertes, rouges ou brunes à la station « Plage de la Charge Neuve » à herbier de la zostère naine en 2007, 2009, 2011 et 2012.

Macroalgues	2007		
Plage de la Charge Neuve	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Macroalgues vertes (g PS m <sup>-2</sup> )	0,518	0,270	3
Macroalgues brunes (g PS m <sup>-2</sup> )	0	0	3
Macroalgues rouges (g PS m <sup>-2</sup> )	0	0	3

Macroalgues	2009		
Plage de la Charge Neuve	Moyenne	$\pm$ Ecart-type	N
Macroalgues vertes (g PS m <sup>-2</sup> )	0,120	0,088	3
Macroalgues brunes (g PS m <sup>-2</sup> )			3
Macroalgues rouges (g PS m <sup>-2</sup> )			3

Macroalgues	2011		
Plage de la Charge Neuve	PS moyen	PSSS moyen	N
Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> )	0,25 $\pm$ 1,10	0,21 $\pm$ 0,90	30
Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> )	0	0	30
Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> )	0,19 $\pm$ 0,66	0,14 $\pm$ 0,47	30

Macroalgues	2012		
Plage de la Charge Neuve	PS moyen	PSSS moyen	N
Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> )	0,026 $\pm$ 1,25	0,019 $\pm$ 0,091	30
Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> )	0	0	30
Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> )	0	0	30

Macroalgues	2013		
Plage de la Charge Neuve	PS moyen	PSSS moyen	N
Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> )	0	0	30
Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> )	0	0	30
Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> )	1,31 $\pm$ 7,20	1,07 $\pm$ 5,85	30

### 3.3.2. Fiers d'Ars

La présence de macroalgues sur cette station était relativement constante (14 cadrats sur 30) en 2012. Des algues vertes filamenteuses des genres *Ulvae* et/ou *Enteromorpha* étaient observées ainsi que des algues brunes sur un seul cadrat. En 2013, la situation est à 19 cadrats sur 30 avec algues, la plupart du temps algues vertes mais les mélanges avec les algues rouges ne sont pas rares (**Figure 14**).

		Présence d'algues 2012					
		A	B	C	D	E	F
1				V			B
2			V	V		V	
3							V
4		V	V			V	
5		V	V	V	V	V	

		Présence d'algues 2013					
		A	B	C	D	E	F
1				V&R	V		
2			V	V&R	V	V	V&R
3			V	V&R		V	V
4		V				V	V
5		V	V		V&R	V	V

**Figure 14** : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés en 2013 sur la station « Fiers d'Ars » à herbier de la zostère naine.

Les biomasses de macroalgues observées sont plus fortes qu'en 2012 avec pour les algues vertes en moyenne 0,46 g PS m<sup>-2</sup> soit de 0,34 g PSSC m<sup>-2</sup> et pour les algues rouges 0,03 g PS m<sup>-2</sup> soit 0,02 g PSSC m<sup>-2</sup>. Aucune algue brune n'a été vue en 2013 (**Tableau 11**).

**Tableau 11** : Biomasse ( $\pm$  écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Fiers d'Ars » à herbier de la zostère naine échantillonnée en 2013.

<b>Macroalgues</b>	<b>2012</b>		
<b>Fiers d'Ars</b>	<b>PS moyen <math>\pm</math>EC</b>	<b>PSSS moyen <math>\pm</math>EC</b>	<b>n</b>
Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> )	0,12 $\pm$ 0,22	0,07 $\pm$ 0,12	30
Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> )	0,02 $\pm$ 0,13	0,02 $\pm$ 0,11	30
Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> )	0	0	30
<b>Macroalgues</b>	<b>2013</b>		
<b>Fiers d'Ars</b>	<b>PS moyen <math>\pm</math>EC</b>	<b>PSSS moyen <math>\pm</math>EC</b>	<b>n</b>
Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> )	0,46 $\pm$ 1,70	0,34 $\pm$ 1,31	30
Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> )	0	0	30
Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> )	0,03 $\pm$ 0,10	0,02 $\pm$ 0,07	30

### 3.3.3. Lay crochon 1982

La présence de macroalgues sur cette station est constante en 2013 comme en 2012 (**Figure 15**). Des algues vertes filamenteuses des genres *Ulvae* et/ou *Enteromorpha* sont observées ainsi que des algues brunes et rouges. Les algues vertes et rouges sont dominantes et présentes en 2013 sur respectivement 19 et 18 cadrats sur 30 possibles (**Figure 15**).

		Présence d'algues						2012
		A	B	C	D	E	F	
1	1	V	V	V				
	2		VBR			VBR	V	
	3	V	V&R	R	V&R	V		
	4	V&R		V		R	R	
	5	V		V&R				
		Présence d'algues						2013
		A	B	C	D	E	F	
1	1	V	V	R	V&R		R	
	2	V	V		V&R	R	V	
	3	R	V&R		V&R	V&R	R	
	4	V	V	R	V&R	V&R	V&R	
	5	V&R	R	V&R	V&R	V		

**Figure 15** : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés en 2012 sur la station « Lay crochon 1982 » à herbier de la zostère naine.

Les biomasses de macroalgues vertes observées en 2013 sont plus fortes qu'en 2012 et 2011 mais sont équivalente à celles de 2012 pour les algues rouges. Aucune algue brune n'a été observée en 2013 contrairement à 2012.

Les biomasses moyennes sont pour les algues vertes de 0,62 g PS m<sup>-2</sup> soit 0,47 g PSSC m<sup>-2</sup> et pour les algues rouges de 1,99 g PS m<sup>-2</sup> soit de 1,63 g PSSC m<sup>-2</sup>. Les algues brunes observée en 2012 soit 0,15 g PS m<sup>-2</sup> pour 0,12 g PSSC m<sup>-2</sup> étaient absentes en 2013 (**Tableau 12**).



**Tableau 12** : Biomasse ( $\pm$  écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Lay crochon 1982 » à herbier de la zostère naine échantillonnée en 2012.

Macroalgues	2011		
Lay crochon 1982	PS moyen $\pm$ EC	PSSS moyen $\pm$ EC	n
Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> )	0,49 $\pm$ 1,03	0,32 $\pm$ 0,69	30
Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> )	0	0	30
Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> )	0,83 $\pm$ 2,40	0,63 $\pm$ 1,83	30
Macroalgues	2012		
Lay crochon 1982	PS moyen $\pm$ EC	PSSS moyen $\pm$ EC	n
Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> )	0,24 $\pm$ 0,54	0,17 $\pm$ 0,40	30
Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> )	0,15 $\pm$ 0,75	0,12 $\pm$ 0,62	30
Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> )	2,15 $\pm$ 5,96	1,88 $\pm$ 5,45	30
Macroalgues	2013		
Lay crochon 1982	PS moyen $\pm$ EC	PSSS moyen $\pm$ EC	n
Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> )	0,62 $\pm$ 1,10	0,47 $\pm$ 0,84	30
Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> )	0	0	30
Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> )	1,99 $\pm$ 3,81	1,63 $\pm$ 3,11	30

La relation entre la biomasse sèche sans cendre (PSSC) et la biomasse sèche (PS) toute algue confondue pour les années 2011, 2012 et 2013 sur cette station du Lay a pour pente 0,859 avec une corrélation linéaire très significative ( $R = 0,999$ ) sans tendance dans les résidus de la régression. Cela traduit que le taux de cendres est d'environ 15% de la biomasse sèche de façon reproductible. Une corrélation similaire a été obtenue pour les deux stations du Pertuis Breton (*vide supra*).

### 3.4. Zostère : taux de recouvrement

#### 3.4.1. Plage de la Charge Neuve

En cette station, aucun pied de *Zostera marina* var *angustifolia* n'a été observé, tout comme en 2006, 2007, 2009, 2011 et 2012. Après vérification par le logiciel Image J des clichés les taux déterminés visuellement sur le terrain sont validés sans correction (**Figure 16**).

Un taux de recouvrement moyen de 1,00 est obtenu avec aucune incertitude 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 cadrats de 2011 et 2012. 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 de 2013 (**Tableau 13**).

VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen $\pm$ IC(95%)						
			97.1%	$\pm$	2.9%	
	A	B	C	D	E	F
1	0.875	1	1	1	1	1
2	1	0.875	1	1	1	1
3	0.875	1	0.625	1	1	1
4	0.875	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
<b>2011</b>						
VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen $\pm$ IC(95%)						
			100.0%	$\pm$	0.0%	
	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	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
<b>2012</b>						

<b>VALIDATION ImageJ 1.44p</b>						
<b>Taux moyen ± IC(95%)</b>						
	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	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1

**2013**

**Figure 16 :** Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée en 2011, 2012 et 2013 sur la station « Plage de la Charge Neuve » à herbier de la zostère naine.

**Tableau 13 :** Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95% de l'herbier de la zostère naine échantillonné en 2007, 2009, 2011, 2012 et 2013 à la station « Plage de la Charge Neuve ». Pas d'estimation (-) car pas de réplicat.

<b>Zostère naine</b>	<b>Taux de recouvrement (%)</b>		
<b>Plage de la Charge Neuve</b>	<b>Moyen</b>	<b>I.C. (95%)</b>	<b>N</b>
2007	1	-	1
2009	1	-	1
2011	0,97	0,94 – 1,00	30
2012	1,00	1,00	30
2013	1,00	1,00	30

### 3.4.2. Fiers d'Ars

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 aux estimations visuelles de terrain. En 2012, trois cadrats initialement estimés à 0,625 ont été corrigés en 0,875 (**Figure 17**).

VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen ± IC(95%)						
34.6% ± 10.6%						
	A	B	C	D	E	F
1	0.375	0.875	0.125	0.875	0.625	0.875
2	0.875	0.375	0.125	0.875	0.125	0.625
3	0.375	0.125	0.375	0.125	0.375	0.125
4	0.125	0.125	0.375	0.125	0.125	0.375
5	0.125	0	0.125	0.125	0.125	0.375
<b>2012</b>						
VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen ± IC(95%)						
19.2% ± 6.2%						
	A	B	C	D	E	F
1	0.125	0.125	0.375	0.125	0.125	0.375
2	0.125	0.125	0.625	0.375	0.125	0.625
3	0.125	0.125	0	0.125	0.375	0.375
4	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
5	0.375	0.125	0	0.125	0	0
<b>2013</b>						

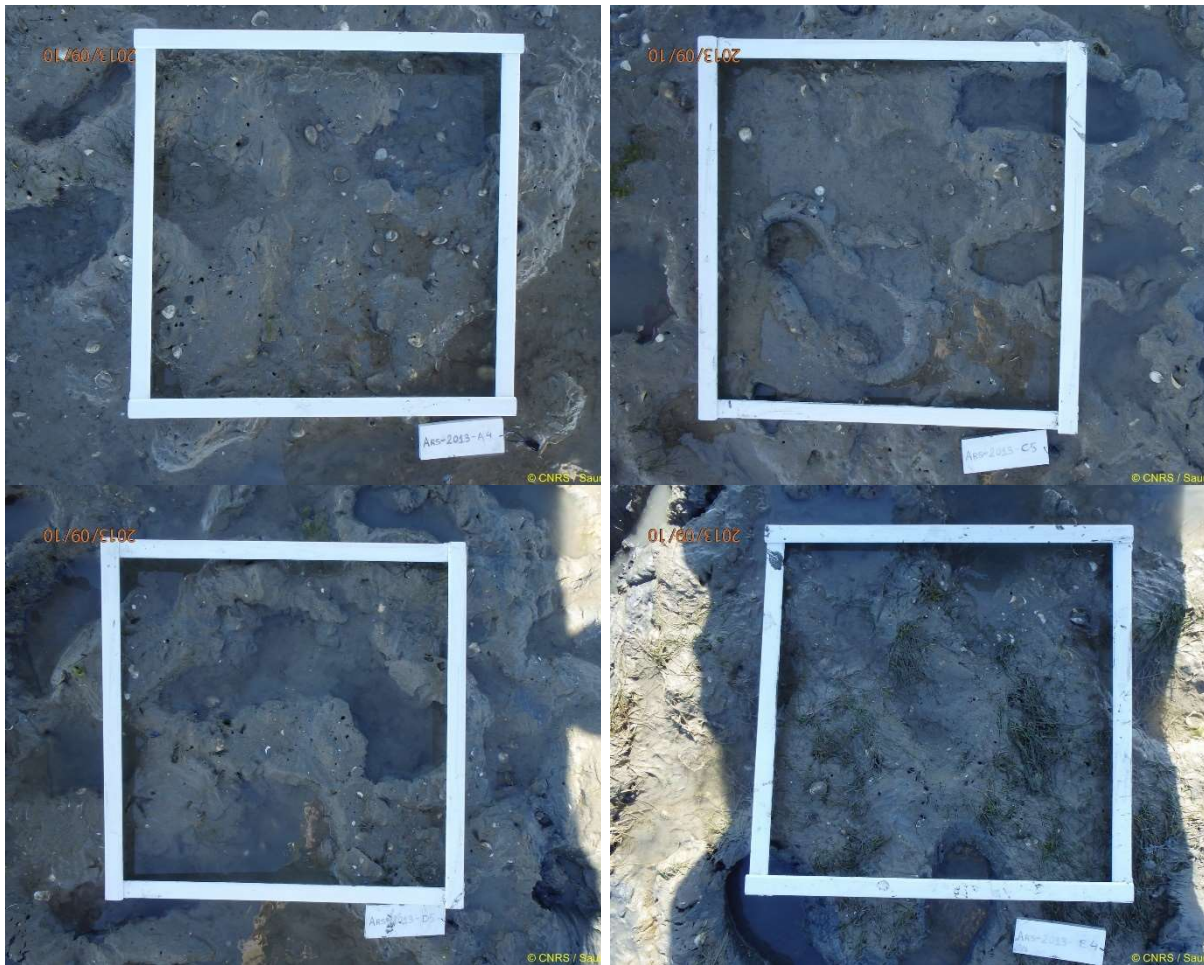
**Figure 17** : Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée en 2012 et 2013 sur la station « Fiers d'Ars » à herbier de la zostère naine.

La moyenne du taux de recouvrement 2013 s'établit à 0,19 avec un intervalle de confiance à 95% de 0,13 et 0,25 (**Figure 17, Tableau 14**). En comparaison, la moyenne du taux de recouvrement 2012 s'établissait à 0,35 avec un intervalle de confiance à 95% de 0,24 et 0,45. Du fait du chevauchement des intervalles de confiance, il n'est pas possible d'affirmer que la baisse en moyenne de 0,15 des taux de recouvrement entre 2013 et 2012 est significative. L'analyse des données de 2014 permettra de confirmer ou d'infirmer cette conclusion. Il a

pendant été noté en 2013 un très fort impact des activités de pêche à pied sur le site avec la présence de piétinements quasi systématiques sur toute la grille échantillonnée (**Figure 18**).

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

Zostère naine	Taux de recouvrement (%)			
	Fiers d'Ars	Moyen	I.C. (95%)	N
2012		0,35	0,24 – 0,46	30
2013		0,19	0,13 – 0,25	30



**Figure 18** : Exemple de cadrats (A4, C5, D5 et E4) avec traces de piétinement ou de fouille pour la pêche à la palourde sur la grille du point DCE Fier d'Ars.

### 3.4.2. Lay crochon 1982

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. En 2012, huit cadrats avaient été rehaussés d'une classe de recouvrement. La structure spatiale nettement visible en 2011 et 2012 ne se dégage plus en 2013 avec une dense beaucoup moins dense autour de 20 - 22 % de recouvrement (**Figure 19**).

VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen $\pm$ IC(95%)						
50.0%						
$\pm$ 10.0%						
	A	B	C	D	E	F
1	0.125	0.875	0.625	0.875	0.625	0.625
2	0.625	0.625	0.875	0.625	0.875	0.625
3	0.125	0.375	0.375	0.375	0.375	0.625
4	0.125	0.125	0.375	0.625	0.875	0.625
5	0.125	0.125	0.125	0.875	0.375	0.375
<b>2011</b>						
VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen $\pm$ IC(95%)						
66.7%						
$\pm$ 10.6%						
	A	B	C	D	E	F
1	0.625	0.875	0.625	0.625	0	0
2	0.625	0.375	0.875	0.875	0.625	0.125
3	0.625	0.875	0.875	0.875	0.625	0.625
4	0.125	0.875	0.875	0.875	0.875	0.875
5	0.375	0.875	0.875	0.875	0.875	0.875
<b>2012</b>						

VALIDATION ImageJ 1.44p						
Taux moyen ± IC(95%)						
22.9% ± 6.8%						
	A	B	C	D	E	F
1	0	0.375	0.625	0.375	0	0.125
2	0.375	0.125	0.125	0.125	0.375	0.375
3	0.375	0.125	0.625	0.375	0.125	0.375
4	0	0.125	0.125	0.125	0.125	0.625
5	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125

**2013**

**Figure 19 :** Taux de recouvrement par points sur la grille échantillonnée en 2012 sur la station « Lay crochon 1982 » à herbier de la zostère naine.

Un taux de recouvrement moyen de 0,23 est obtenu en 2013 avec un intervalle de confiance à 95% de 0,16 et 0,30 (**Tableau 15**). La diminution de près de 0,44 du taux de recouvrement est significative entre 2013 et 2012 et cette tendance est à mettre en relation avec la dynamique des sédiments du crochon qui s'ensavent. Aucune trace de piétinement n'est visible sur la grille. Les activités de pêche à pied pourtant existantes sur l'estuaire du Lay semblent se limiter à la bordure du chenal (cf. photographie de page de garde seconde rangée au centre).

**Tableau 15 :** Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95% de l'herbier de la zostère naine échantillonné en 2012 à la station « Lay crochon 1982 ».

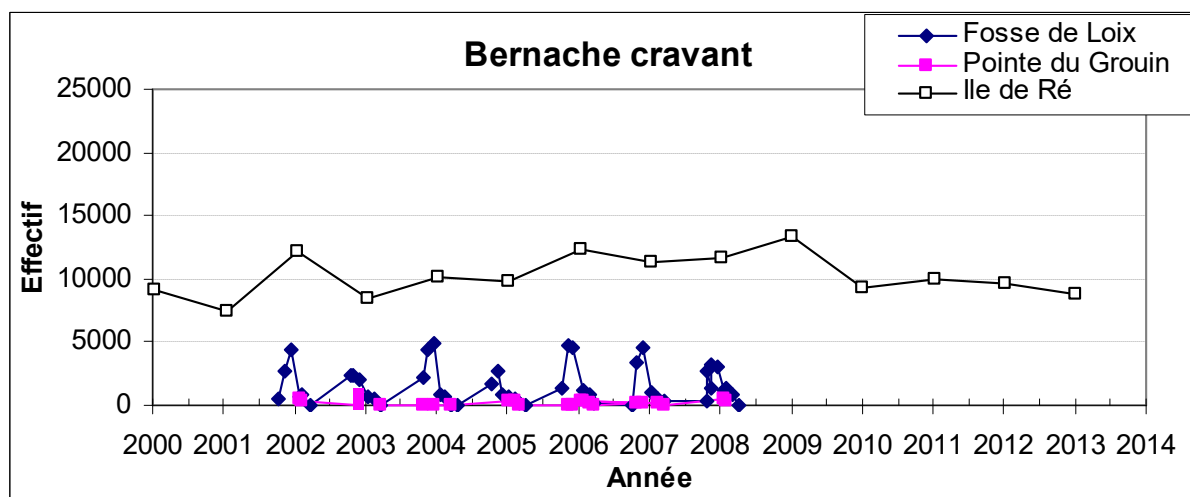
Zostère naine	Taux de recouvrement (%)		
Lay crochon 1982	Moyen	I.C. (95%)	N
2011	0,50	0,40 – 0,60	30
2012	0,67	0,56 – 0,78	30
2013	0,23	0,16 – 0,30	30

### 3.5. Les oiseaux herbivores consommateurs de zostères

Plusieurs espèces d'oiseaux herbivores consomment des zostères pour tout ou partie de leur régime alimentaire (Dalloyau, 2008, 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.

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 ont été mis à disposition par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) (<http://www.lpo.fr/etudes/wetlands/index.shtml>) jusqu'en 2012 sous forme de fiches spécifiques ou d'analyse de tendance démographique (Deceuninck et al., 1999, Deceuninck & Mahéo, 2000, Deceuninck & Maillet, 2001, Deceuninck et al., 2002, 2003, 2004a, Deceuninck et al., 2004b, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, Deceuninck et al., 2014).

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)).



**Figure 20 :** Effectif de Bernache cravant sur l'ensemble de l'île de Ré (mi janvier) et les secteurs de la Fosse de Loix et de la pointe du Grouin (variation mensuelle pendant la période d'hivernage) respectivement sur les périodes 2000-2012 (d'après Wetlands / LPO) et 2001-2008 (d'après Lemesle J.-C., com. pers.)

Les Bernaches cravant sur l'île de Ré représentent de 8 à 11% de la population hivernante en France et donc plus de 50% de la population hivernante en Charente-Maritime.



Les comptages effectués à la mi-janvier laissent apparaître sur la période 2000-2012 une stabilité des effectifs dans une fourchette de variation de 7500 à 13300 individus avec un pallier autour de 9500-9800 depuis 2010. De tels effectifs permettent de placer l'île de Ré entre le 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> rang parmi les 10 premiers sites nationaux pour leurs effectifs de Bernaches cravant après Arcachon 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. La phénologie de la migration est centrée sur novembre à décembre de chaque année pour les sites de la Fosse de Loix et de la pointe du Grouin (**Figure 20**).

Les canards siffleurs sur l'île de Ré sont très peu abondants et représentent généralement des effectifs inférieurs à 100 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 16**).

Les cygnes tuberculés sont présents de façon anecdotique sur l'île de Ré puisque les comptages de mi-janvier évaluent les effectifs entre 20 et 50 individus.

**Tableau 16** : Effectifs de Bernaches cravant et Canards siffleurs à la mi-janvier des années 2000 à 2012 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	2000	Canard siffleur	> 101	-	Non
Ile de Ré	2001	Canard siffleur	1 – 99	-	Non
Ile de Ré	2002	Canard siffleur	100 - 419	-	Non
Ile de Ré	2003	Canard siffleur	> 1-99	-	Non
Ile de Ré	2004	Canard siffleur	> 1-99	-	Non
Ile de Ré	2005	Canard siffleur	> 1-99	-	Non
Ile de Ré	2006	Canard siffleur	> 1-99	-	Non
Ile de Ré	2007	Canard siffleur	> 1-99	-	Non
Ile de Ré	2008	Canard siffleur	> 1-99	-	Non
Ile de Ré	2009	Canard siffleur	> 1-100	-	Non
Ile de Ré	2010	Canard siffleur	> 1-100	-	Non
Ile de Ré	2011	Canard siffleur	> 1-100	-	Non

---

Ile de Ré	2012	Canard siffleur	> 1-100	-	Non
Ile de Ré	2013	Canard siffleur	> 1-100		Non

---

## 4. Bibliographie

- Allard, J., 2008. Enregistrement des changements environnementaux dans les sédiments littoraux : cas des Pertuis Charentais et du Bassin d'Arcachon. Thèse de Doctorat, Ph D., Université de La Rochelle, La Rochelle: pp. 279.
- Auby, I., Dalloyau, S., Hily, C., Oger-Jeanneret, H., Plus, M., Sauriau, P.-G. & Trut, G., 2012. Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). In *REBENT réseau benthique*, (ed. Ifremer), pp. 20. Arcachon: Ifremer.
- Auby, I., Oger-Jeanneret, H., Sauriau, P.-G., Hily, C. & Barillé, L., 2010. Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. (ed. Ifremer), pp. 72. Arcachon: Ifremer.
- Barillé-Boyer, A.-L., Barillé, L., Massé, H., Razet, D. & Héral, M., 2003. Correction for particulate organic matter as estimated by loss on ignition in estuarine ecosystems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **58**, 147-153.
- Blott, S.J. & Pye, K., 2001. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, **26**, 1237-1248.
- Chassé, C. & Glémarec, M., 1976. *Atlas du littoral français. Atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne. Cartes biosédimentaires*. Brest: C.N.E.X.O., I.C.A.
- Cojan, I. & Renard, M., 1999. *Sédimentologie*. Paris: Dunod.
- Dalloyau, S., 2008. Réponse fonctionnelle et stratégies d'hivernage chez un anséridé en lien avec la disponibilité de la ressource alimentaire. Cas de la Bernache cravant à ventre sombre (*Branta bernicla bernicla*) en hivernage sur le littoral atlantique (Île d'Oléron – Charente Maritime – 17). Thèse, EPHE, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier: pp. 118 + annexes.
- 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. pp. 77. Rochefort: Ligue de Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B. & Mahéo, R., 2000. Synthèse des dénombrements et analyse des tendances des limicoles hivernant en France 1978 - 1999. pp. 82. Wetlands International - LPO.
- Deceuninck, B. & Maillet, N., 2001. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2000. (ed. W.I. LPO), pp. 44. Rochefort: Wetlands International - Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N. & France, W., 1999. Oiseaux d'eau hivernant en France en janvier 1998. Synthèse des dénombrements de la mi-janvier 1998. *Ornithos*, **6**, 173-177.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Kerautret, L., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2002. Dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France - Janvier 2001. (ed. W.I. LPO), pp. 41. Rochefort: Wetlands International - Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Kerautret, L., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2003. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2002. (ed. W.I. LPO), pp. 41. Rochefort: Wetlands International - Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Kerautret, L., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2004a. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2003. (ed. W. International), pp. 39. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2004b. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2004. (ed. W. International), pp. 41. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.

- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2006. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2005. (ed. W. International), pp. 40. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2007. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2006. (ed. W. International), pp. 40. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2008. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2007. (ed. W. International), pp. 40. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2009. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France -mi-janvier 2008 -. (ed. W. International), pp. 41. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2010. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France - mi-janvier 2009 -. (ed. W. International), pp. 41. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2011. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France -mi-janvier 2010. (ed. W. International), pp. 42. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2012. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France -mi-janvier 2011. (ed. W. International), pp. 43. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Maillet, N., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2013. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France -mi-janvier 2012. (ed. W. International), pp. 42. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Deceuninck, B., Quaintenne, G., Ward, A., Dronneau, C. & Mahéo, R., 2014. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2013. (ed. W. International), pp. 74. Rochefort: Ligue pour la Protection des Oiseaux.
- Hily, C., 1976. Ecologie benthique des pertuis Charentais. Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle, Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest: pp. 236.
- Hily, C., Sauriau, P.-G. & Auby, I., 2007. Protocoles suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : *Zostera marina* *Zostera noltii*. In *REBENT*, (ed. Ifremer), pp. 8. Plouzané: Ifremer.
- Sauriau, P.-G., Aubert, F., Cajeri, P., Curti, C. & Grizon, J., 2013. Contrôle de surveillance 2012 herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton, masse d'eau de transition FRGT30 Estuaire du Lay. pp. 35. La Rochelle: CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne.
- Sauriau, P.-G., Aubert, F. & Grizon, 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. pp. 30. La Rochelle: CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne.
- 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*. pp. 30. La Rochelle: CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne.

## 5. Annexes

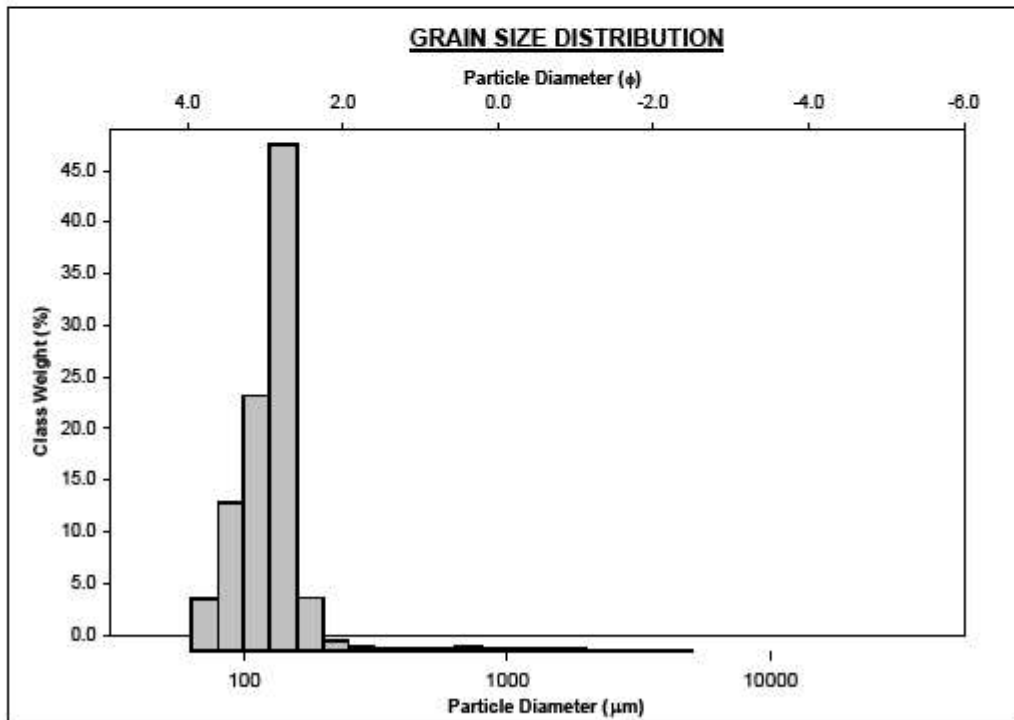
### 5.1. Table attributaire du DGPS Trimble geoXT

E:\DCE\IMPORT_SHAPE_GPS\Dictionary\DCE_herbier_2013.ddf		24/09/2013
DCE_herbier_2013		
Suite prospections sur secteur impactés		
STATION_HERBIER	Point Feature, Label 1 = StationLettre, Label 2 = StationNuméro	
StationLettre	Menu, Required, Required	
A		
B		
C		
D		
E		
F		
StationNuméro	Menu, Required, Required	
1		
2		
3		
4		
5		
Macroalgue	Menu, Required, Normal	
NON Default		
V		
R		
B		
VR		
VB		
RB		
VRB		
Taux_Recouvrement	Menu, Required, Normal, <i>Zostera noltei</i>	
0 [0]		
1-25 [0.125]		
26-50 [0.375]		
51-75 [0.625]		
76-100 [0.875]		
>100 [1]		
Granulométrie	Menu, Required, Normal	
NON Default		
G1		
G2		
G3		
Matière_Organique	Menu, Required, Normal	
NON Default		
M01		
M02		
M03		
M04		
M05		
M06		
M07		
M08		
M09		
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	

### 5.2. Analyses granulométriques de 2012

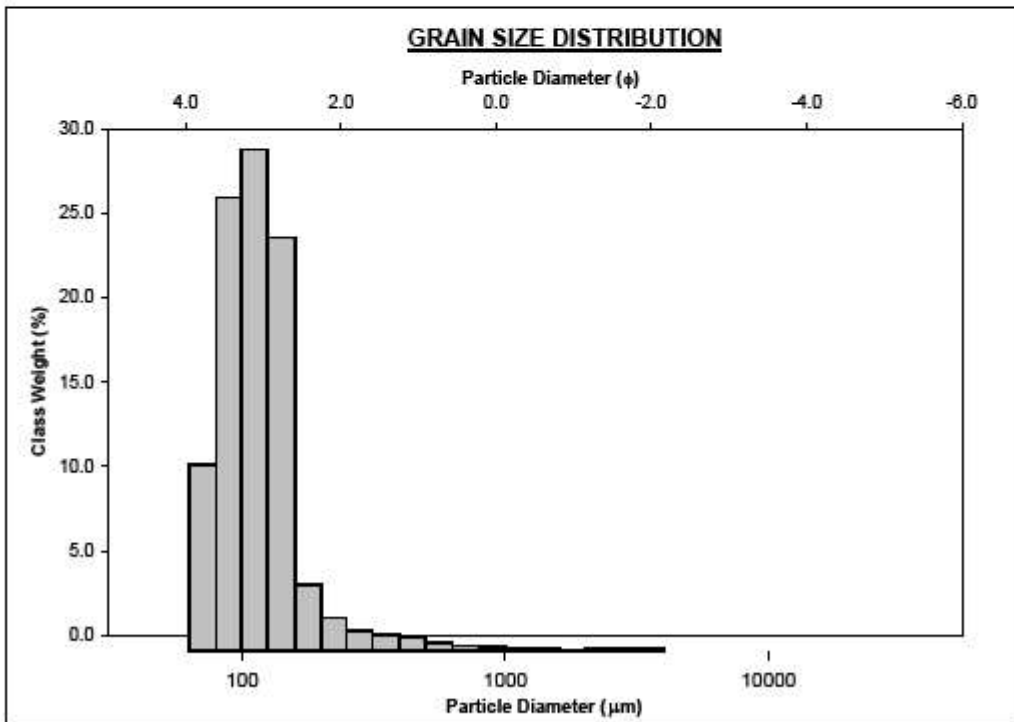
## Plage Charge Neuve

<b>SAMPLE STATISTICS</b>						
SAMPLE IDENTITY: <b>Plage Charge Neuve_2013_B4/D4/E3 ANALYST &amp; DATE: F_Aubert, 7/5/1905</b>						
SAMPLE TYPE: <b>Unimodal, Poorly Sorted</b>			TEXTURAL GROUP: <b>Slightly Gravelly Muddy Sand</b>			
SEDIMENT NAME: <b>Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Silty Fine Sand</b>						
	$\mu\text{m}$	$\phi$	<b>GRAIN SIZE DISTRIBUTION</b>			
MODE 1:	142.5	2.822	GRAVEL: 0.3%		COARSE SAND: 0.8%	
MODE 2:			SAND: 64.9%		MEDIUM SAND: 0.7%	
MODE 3:			MUD: 34.8%		FINE SAND: 36.2%	
D <sub>10</sub> :	8.678	2.689			V FINE SAND: 26.8%	
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	105.0	3.252	V COARSE GRAVEL: 0.0%		V COARSE SILT: 5.8%	
D <sub>90</sub> :	155.1	6.848	COARSE GRAVEL: 0.0%		COARSE SILT: 5.8%	
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	17.87	2.547	MEDIUM GRAVEL: 0.0%		MEDIUM SILT: 5.8%	
(D <sub>50</sub> - D <sub>10</sub> ):	146.4	4.159	FINE GRAVEL: 0.0%		FINE SILT: 5.8%	
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	4.816	1.795	V FINE GRAVEL: 0.3%		V FINE SILT: 5.8%	
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	109.6	2.268	V COARSE SAND: 0.5%		CLAY: 5.8%	
	<b>METHOD OF MOMENTS</b>			<b>FOLK &amp; WARD METHOD</b>		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\phi$	$\mu\text{m}$	$\phi$	
MEAN ( $\bar{x}$ ):	114.8	49.13	4.347	60.17	4.055	Very Coarse Silt
SORTING ( $\sigma$ ):	202.5	3.993	1.998	3.008	1.589	Poorly Sorted
SKEWNESS ( $S_k$ ):	11.08	-0.378	0.378	-0.710	0.710	Very Fine Skewed
KURTOSIS ( $K$ ):	151.2	1.780	1.780	0.880	0.880	Platykurtic



## Fiers d'Ars

<b>SAMPLE STATISTICS</b>						
SAMPLE IDENTITY: Ars_2013_D5/C5/E3			ANALYST & DATE: F_Aubert, 7/5/1905			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Silty Very Fine Sand						
	$\mu\text{m}$	$\phi$	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	112.5	3.161	GRAVEL: 0.3%		COARSE SAND: 0.6%	
MODE 2:			SAND: 59.4%		MEDIUM SAND: 1.7%	
MODE 3:			MUD: 40.3%		FINE SAND: 18.5%	
D <sub>10</sub> :	7.777	2.732			V FINE SAND: 38.3%	
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	83.67	3.579	V COARSE GRAVEL: 0.0%		V COARSE SILT: 6.7%	
D <sub>90</sub> :	150.5	7.007	COARSE GRAVEL: 0.0%		COARSE SILT: 6.7%	
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	19.35	2.584	MEDIUM GRAVEL: 0.0%		MEDIUM SILT: 6.7%	
(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):	142.7	4.274	FINE GRAVEL: 0.0%		FINE SILT: 6.7%	
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	5.451	1.797	V FINE GRAVEL: 0.3%		V FINE SILT: 6.7%	
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	97.23	2.446	V COARSE SAND: 0.2%		CLAY: 6.7%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\phi$	$\mu\text{m}$	$\phi$	
MEAN ( $\bar{x}$ ):	100.9	39.68	4.656	51.20	4.288	Very Coarse Silt
SORTING ( $\sigma$ ):	190.0	3.979	1.993	3.134	1.648	Poorly Sorted
SKEWNESS ( $S\bar{k}$ ):	12.07	-0.125	0.125	-0.579	0.579	Very Fine Skewed
KURTOSIS ( $K$ ):	174.9	1.613	1.613	0.844	0.844	Platykurtic



**Lay crochon 1982**

<b>SAMPLE STATISTICS</b>						
SAMPLE IDENTITY: Lay crochon 1982_2013_C5/A1/D2 ANALYST & DATE: F_Aubert, 7/5/1905						
SAMPLE TYPE: Bimodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sandy Mud			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Fine Sandy Medium Silt						
	$\mu\text{m}$	$\phi$	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	225.0	2.161	GRAVEL: 0.3%		COARSE SAND: 1.8%	
MODE 2:	71.50	3.818	SAND: 32.0%		MEDIUM SAND: 7.7%	
MODE 3:			MUD: 87.7%		FINE SAND: 16.3%	
D <sub>10</sub> :	5.888	1.987			V FINE SAND: 5.8%	
MEDIAN or D <sub>50</sub> :	30.33	5.043	V COARSE GRAVEL: 0.0%		V COARSE SILT: 11.3%	
D <sub>90</sub> :	252.2	7.409	COARSE GRAVEL: 0.0%		COARSE SILT: 11.3%	
(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):	42.86	3.728	MEDIUM GRAVEL: 0.0%		MEDIUM SILT: 11.3%	
(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):	246.3	5.421	FINE GRAVEL: 0.0%		FINE SILT: 11.3%	
(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):	13.58	2.363	V FINE GRAVEL: 0.3%		V FINE SILT: 11.3%	
(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):	136.7	3.781	V COARSE SAND: 0.4%		CLAY: 11.3%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\phi$	$\mu\text{m}$	$\phi$	
MEAN ( $\bar{x}$ ):	112.2	22.70	5.461	36.65	4.770	Very Coarse Silt
SORTING ( $\sigma$ ):	228.0	4.883	2.288	4.437	2.150	Very Poorly Sorted
SKEWNESS ( $S_k$ ):	8.583	0.946	-0.946	0.155	-0.155	Coarse Skewed
KURTOSIS ( $K$ ):	103.9	2.199	2.199	0.676	0.676	Platykurtic

