



## Contrat de prestations Ifremer 2015 5 5052 8224

**Contrôle de surveillance 2015 DCE de la masse d'eau côtière Pertuis Breton FRGC53 et de la masse d'eau de transition Estuaire du Lay FRGT30. Suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* : rapport final**



Plage de la Charge Neuve

Ars en Ré

Estuaire du Lay

**SAURIAU P.-G., AUBERT F., PINEAU P.,  
PLUMEJEAUD-PERREAU C.**



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



Mars 2016



# 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 (Pertuis Breton)</i> .....                                       | 9         |
| 2.2.1 . <i>Ars en Ré (Fiers d'Ars, Pertuis Breton)</i> .....   | 12        |
| 2.2.2 . <i>Lay crochon 1982 (estuaire du Lay)</i> .....  | 15        |
| 2.3. CALENDRIER DE REALISATION DES OPERATIONS A LA MER.....  | 18        |
| 2.4. PROTOCOLES D'ANALYSE DES SEDIMENTS .....  | 20        |
| 2.4.1 <i>Analyse granulométrique</i> .....   | 21        |
| 2.4.2 <i>Analyse de la matière organique sédimentaire</i> .....                                      | 24        |
| 2.5. CALCUL DE L'INDICATEUR « ANGIOSPERMES » .....   | 25        |
| 2.5.1 <i>Composition taxinomique</i> .....   | 25        |
| 2.5.2 <i>Extension</i> .....   | 25        |
| 2.5.1 <i>Densité</i> .....   | 26        |
| <b>3. RESULTATS.....</b>   | <b>27</b> |
| 3.1. GRILLES D'ECHANTILLONNAGE.....  | 27        |
| 3.2. SEDIMENTS.....  | 30        |
| 3.2.1 . <i>Plage de la Charge Neuve (Pertuis Breton)</i> .....                                       | 30        |
| 3.2.2 . <i>Ars en Ré (Fiers d'Ars, Pertuis Breton)</i> .....   | 34        |
| 3.3. MACROALGUES : BIOMASSE .....  | 39        |
| 3.3.1 . <i>Plage de la Charge Neuve (Pertuis Breton)</i> .....                                       | 39        |
| 3.3.2 . <i>Ars en Ré (Fiers d'Ars, Pertuis Breton)</i> .....   | 42        |
| 3.3.3 . <i>Lay crochon 1982 (Estuaire du Lay)</i> .....  | 45        |
| 3.4. TAUX DE RECOUVREMENT EN <i>ZOSTERA NOLTEI</i> .....   | 48        |
| 3.5. ZOSTERE : REDECOUVERTE DE <i>ZOSTERA MARINA</i> SUR LES ESTRANS DU NORD DE<br>L'ILE DE RE ..... | 54        |
| 3.6. LES OISEAUX HERBIVORES CONSOMMATEURS DE ZOSTERES .....  | 57        |
| <b>4. CALCUL DE L'INDICATEUR « ANGIOSPERMES » .....</b>  | <b>60</b> |
| 4.1. PERTUIS BRETON FRGC53 .....   | 60        |
| 4.2. ESTUAIRE DU LAY FRGT30 .....  | 60        |
| <b>5. BILANS.....</b>  | <b>61</b> |
| 5.1. TEMPS AGENT AFFECTE AU CONTROLE DE SURVEILLANCE DCE.....  | 61        |
| 5.2. SAISIES DANS LA BASE QUADRIGE <sup>2</sup> .....  | 62        |

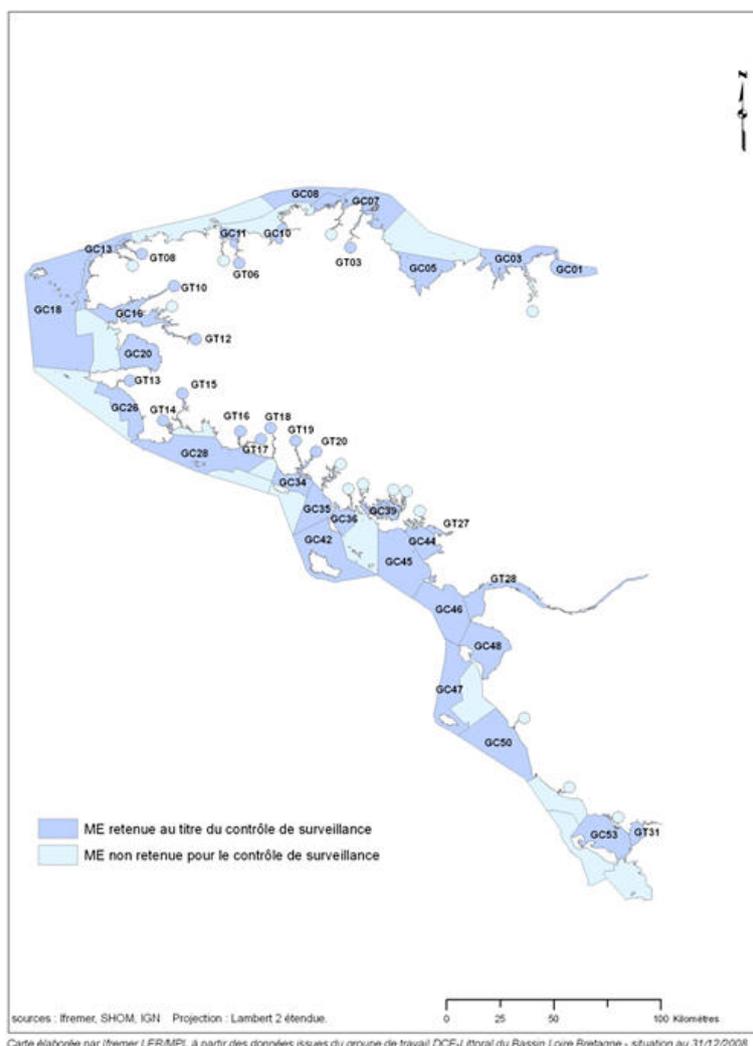
|   |           |
|---|-----------|
| <b>6. BIBLIOGRAPHIE.....</b>                                | <b>63</b> |
| <b>7. ANNEXES .....</b>                                     | <b>67</b> |
| 7.1. FICHE DES STATIONS DU RESEAU DE SURVEILLANCE DCE ..... | 67        |
| 7.2. TABLE ATTRIBUTAIRE DU DGPS TRIMBLE GEOXT.....          | 70        |
| 7.3. ANALYSES GRANULOMETRIQUES DE 2015.....                 | 71        |

## 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*) *noletii* Hornemann nommée ici *Zostera noletii* (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.



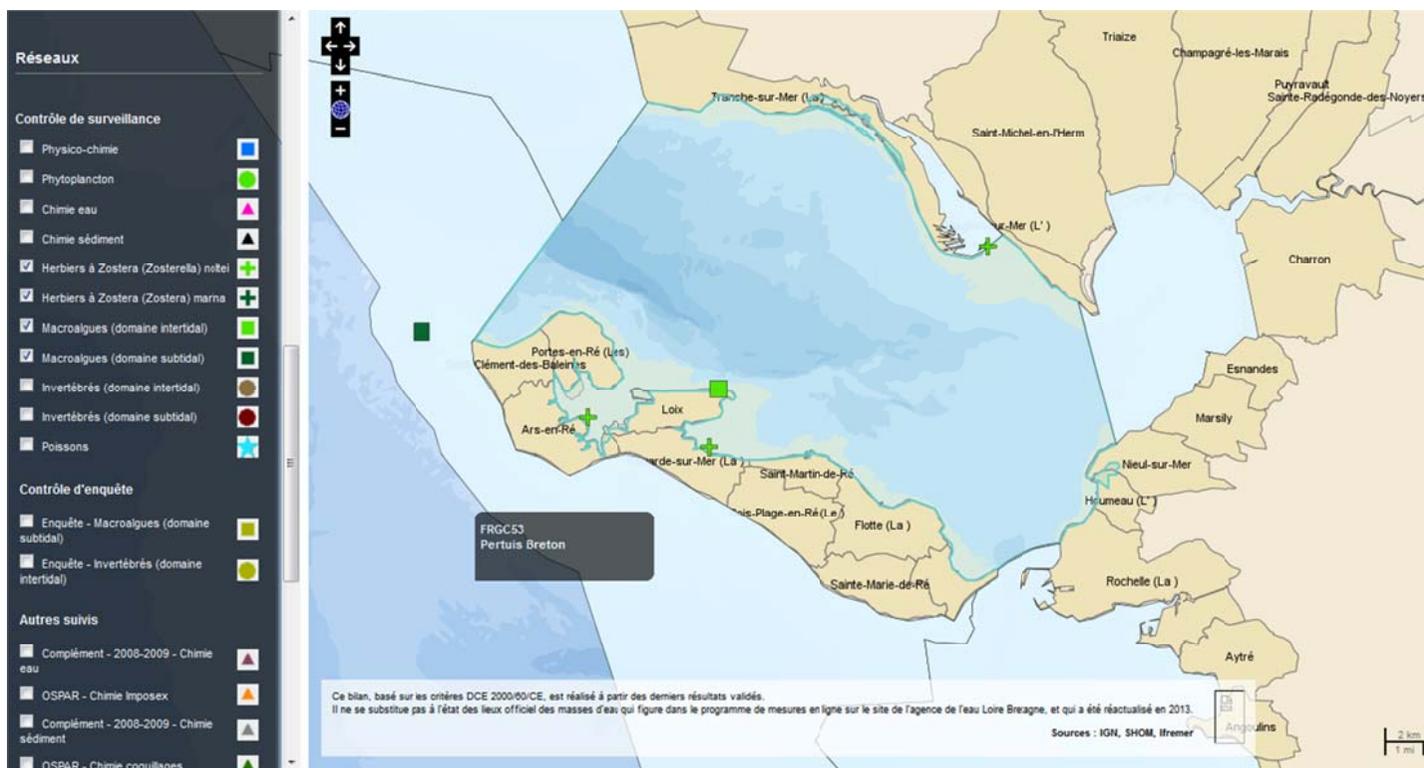
**Figure 1** : Masse d'eau côtière « Pertuis Breton » FRGC53 et masse d'eau de transition « Estuaire du Lay » FRGT30 dans le district Loire-Bretagne.

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 2015 5 5052 8224 : Rapport final

Les opérations de surveillance DCE retenues en 2015 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 et Ars en Ré selon le protocole (Auby *et al.* 2012) révisé en 2014 (Auby *et al.* 2014) du contrôle de surveillance DCE des herbiers intertidaux.

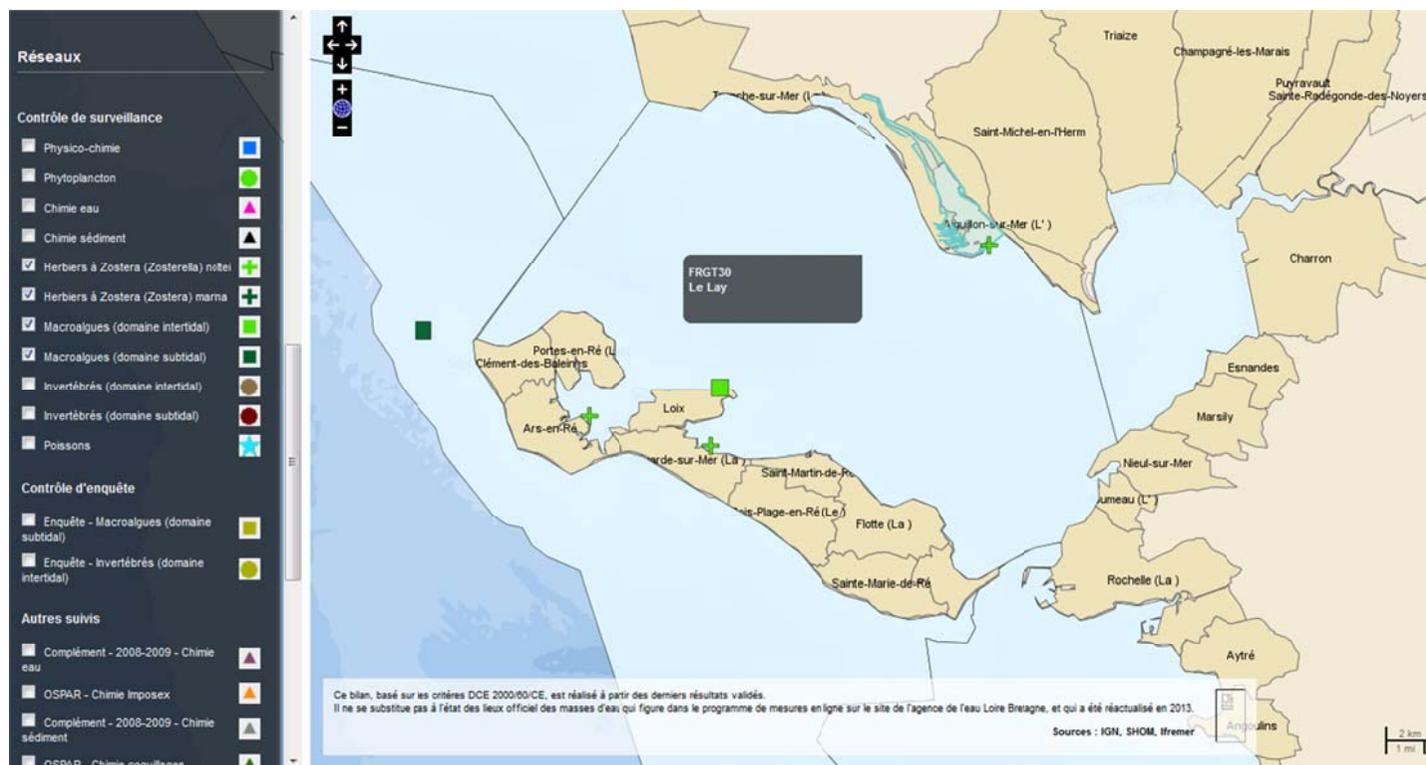


**Figure 2** : Masse d'eau côtière « Pertuis Breton » FRGC53 avec localisation des stations en intertidal à herbier de *Zostera noltei* Plage de la Charge Neuve et Ars en Ré (croix verte). Source [http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive\\_cadre\\_sur\\_l\\_eau\\_dce](http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce).

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

Les opérations de surveillance DCE retenues en 2015 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 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 (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 finaux du contrôle de surveillance DCE 2015 suite à la bonne réalisation des opérations à la mer 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*.

## 2. Matériel & méthodes

### 2.1. Stratégie d'échantillonnage

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

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

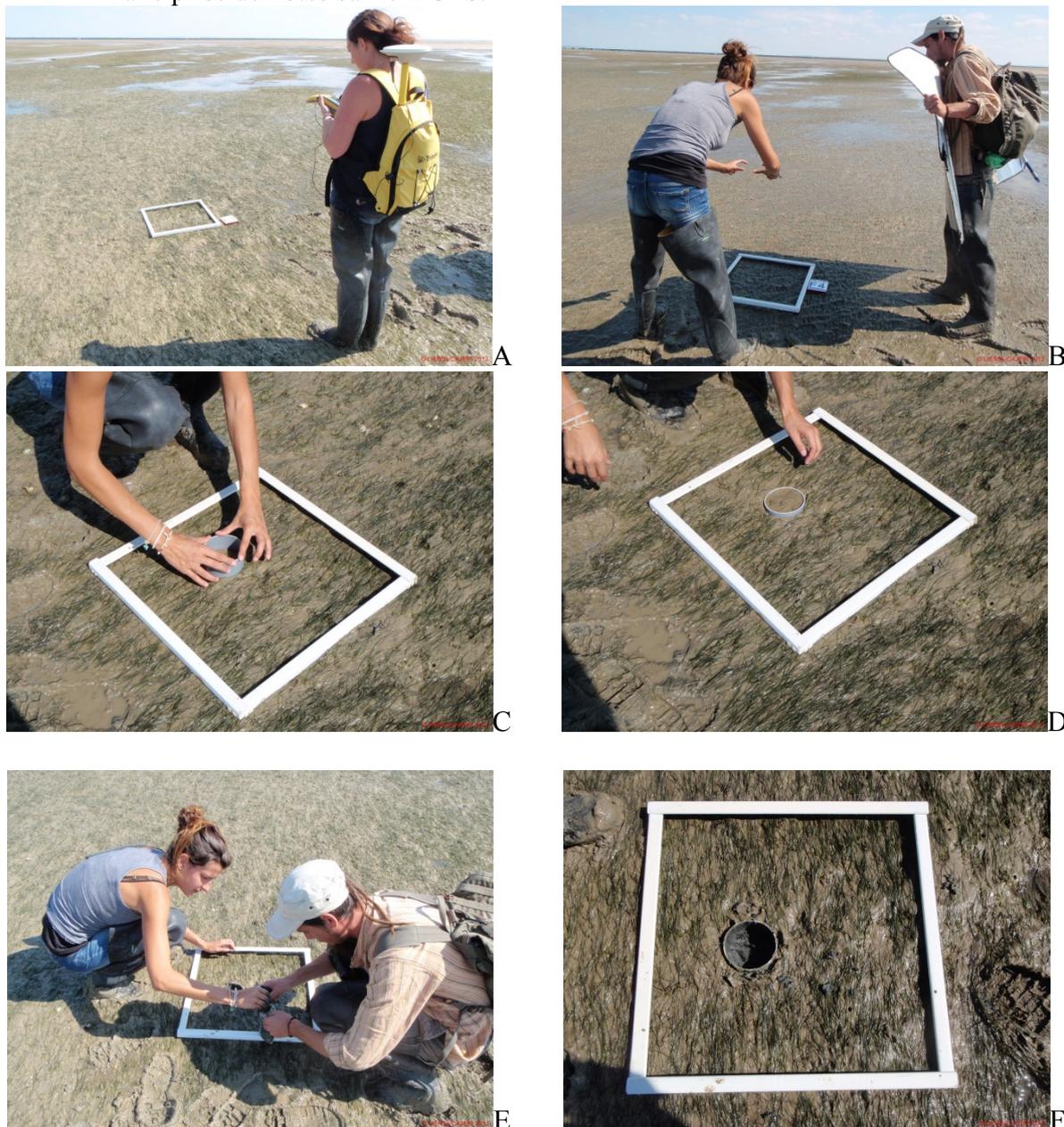
**Tableau 1** : Protocole taux de recouvrement de l'herbier à *Zostera (Zosterella) noltei*. Source Auby *et al.* (2012, 2014).

| Méthode                            |  |                                    |       |       |       |       |       |     |        |   |       |       |       |       |   |   |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------|--|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|--------|---|-------|-------|-------|-------|---|---|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|
| Engin d'échantillonnage            | Quadrat de 0,5 m de côté   |                                    |       |       |       |       |       |     |        |   |       |       |       |       |   |   |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |
| Dimension échantillon              | 0,25 m <sup>2</sup>  |                                    |       |       |       |       |       |     |        |   |       |       |       |       |   |   |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |
| Nombre d'échantillon               | 30 échantillons positionnés selon une grille de 6 lignes par 5 colonnes centrée en D3 sur les coordonnées géographiques de la station.   |                                    |       |       |       |       |       |     |        |   |       |       |       |       |   |   |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |
|                                    | <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>  |                                    | 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 ;</p> <p>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 Quadriges</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 (0,1 à 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 (A), de la prise de photo d'un quadrat avec utilisation d'un pare-soleil (B) et des prélèvements granulométriques (C à F) comme réalisé depuis 2011. Photo C. Curty et P. Cajeri CNRS ©.

## 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)<br>Biomasse sèche (48 h à 60°C)<br>Biomasse sèche sans cendre (biomasse sèche - cendres, après 4 h à 450°C) |

## 2.1.3. Prélèvement des sédiments

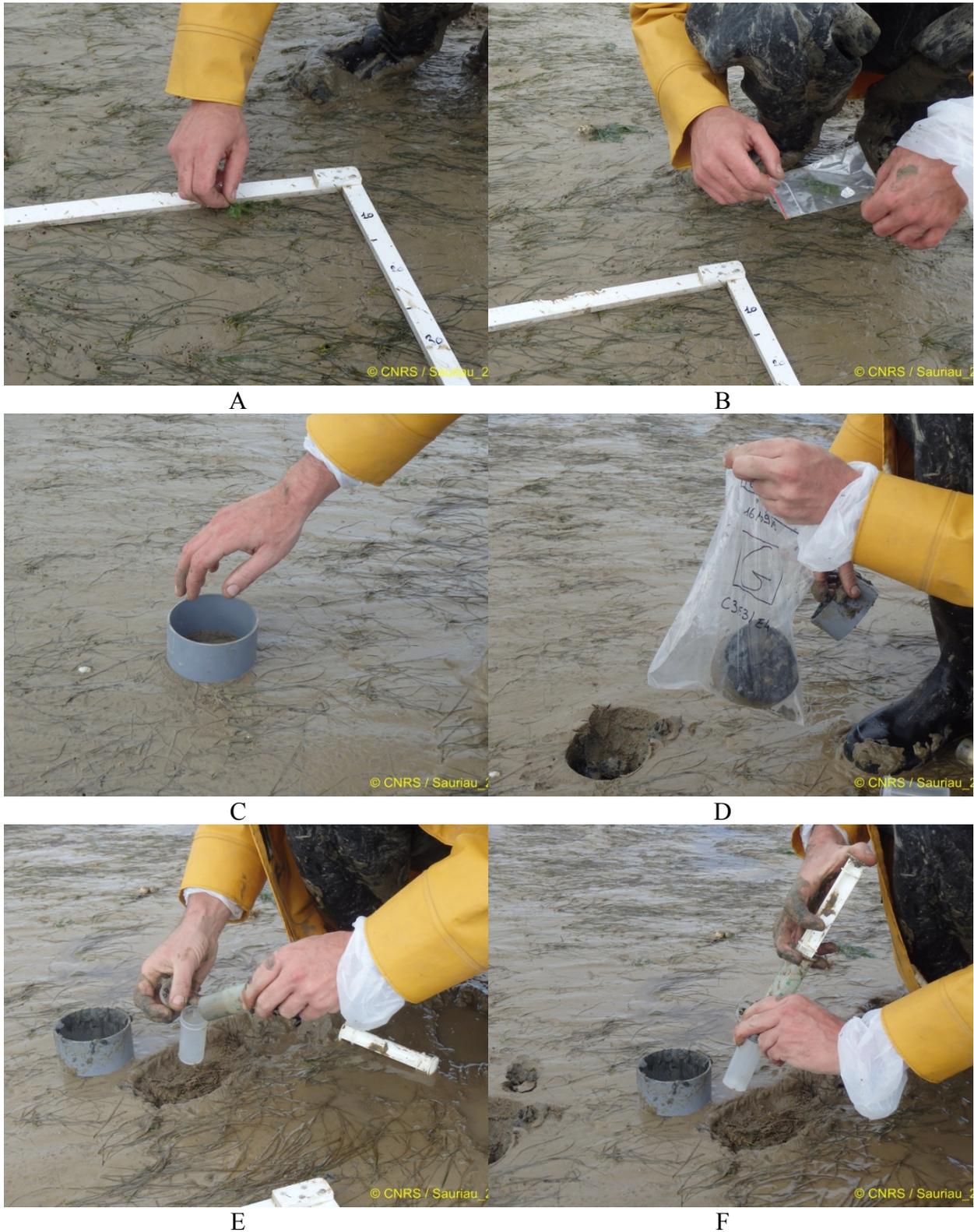
Les sédiments sont échantillonnés (**Figure 5**) afin d'effectuer des analyses granulométriques (**Tableau 3**) et des estimations des teneurs en matière organique (**Tableau 4**).

**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)                            |



**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*.

## 2.1.4. Prise de notes sur le terrain

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

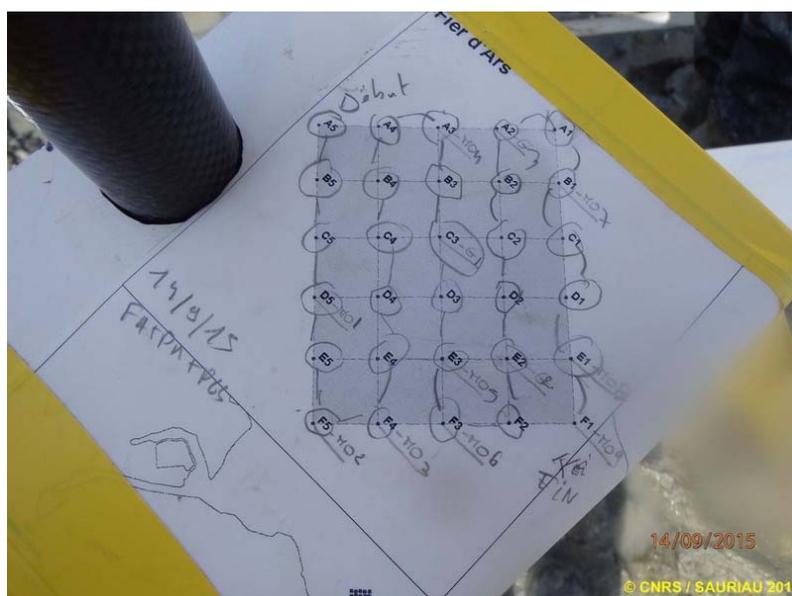
**Matière\_Organique** Menu, champ obligatoire NON (valeur par défaut) MO1, MO2, MO3, MO4, MO5, MO6, MO7, MO8 ou MO9 ;

**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 « Ars en Ré » de 2015 de la masse d'eau côtière Pertuis Breton FRGC532. Photo 14/09/2015 P.-G. Sauriau CNRS ©.

## 2.2. Présentation des stations

### 2.2.1. Plage de la Charge Neuve (Pertuis Breton)

La station « Plage de la Charge Neuve » 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.

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 (**Figure 8**).

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 2015 (**Figure 7**).

La station « Plage de la Charge Neuve » 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>).

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

| Station                              | Plage Charge Neuve   |
|--------------------------------------|--|
| <b>Regroupement</b>                  | Non  |
| <b>Moyens à la mer</b>               | Accès pédestre à deux personnes minimum<br>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>                   |  |
| - prélèvement                        | LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle)   |
| - tri et détermination               | et antérieurement CREMA L'Houmeau (CNRS-Ifremer) puis CRELA (CNRS-Ifremer-Université de La Rochelle)   |
| - mesure granulométrie               |  |
| - mesure taux de matières organiques |  |
| <b>Début prélèvements</b>            | 2006 (prospection), 2007 (surveillance)  |



© CNRS / Sauriau\_2015

A



© CNRS / Sauriau\_2015

B



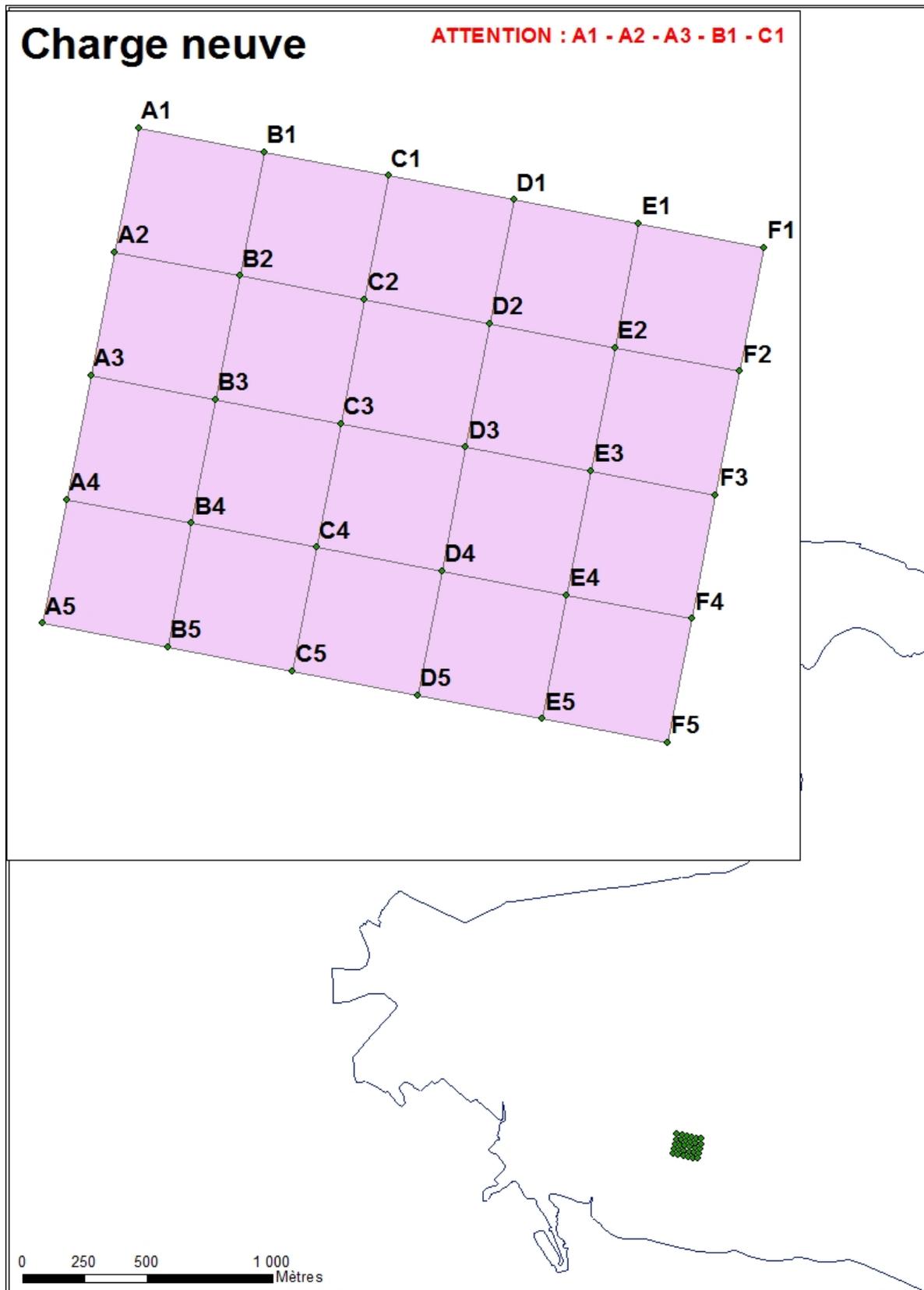
© CNRS / SAURIAU 2015



© CNRS / SAURIAU 2015

C

**Figure 7 :** Situation de l'herbier à *Zostera noltei* sur la station « Plage de la Charge Neuve » (A), exemple de densité maximale d'herbier sur le point D1 en 2015 (B) et notation de terrain le 16/9/2015 avec détail du matériel transporté (C).



**Figure 8 :** Vue générale et de détail et de la grille de points sur la station « Plage Charge Neuve ». Réalisation carte sous SIG par C. Curti.

## 2.2.1. Ars en Ré (Fiers d’Ars, Pertuis Breton)

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 9**). 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).

La grille de points (**Figure 10**) 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>).

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

| Station                         | Fiers Ars  |
|---------------------------------|--|
| <b>Regroupement</b>             | Non  |
| <b>Moyens à la mer</b>          | Accès pédestre à deux personnes minimum<br>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>              |  |
| - <b>prélèvement</b>            |  |
| - <b>tri et détermination</b>   | LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle)   |
| - <b>mesure granulométrique</b> |  |
| <b>Début prélèvements</b>       | 2012 (prospection), 2012 (surveillance)  |

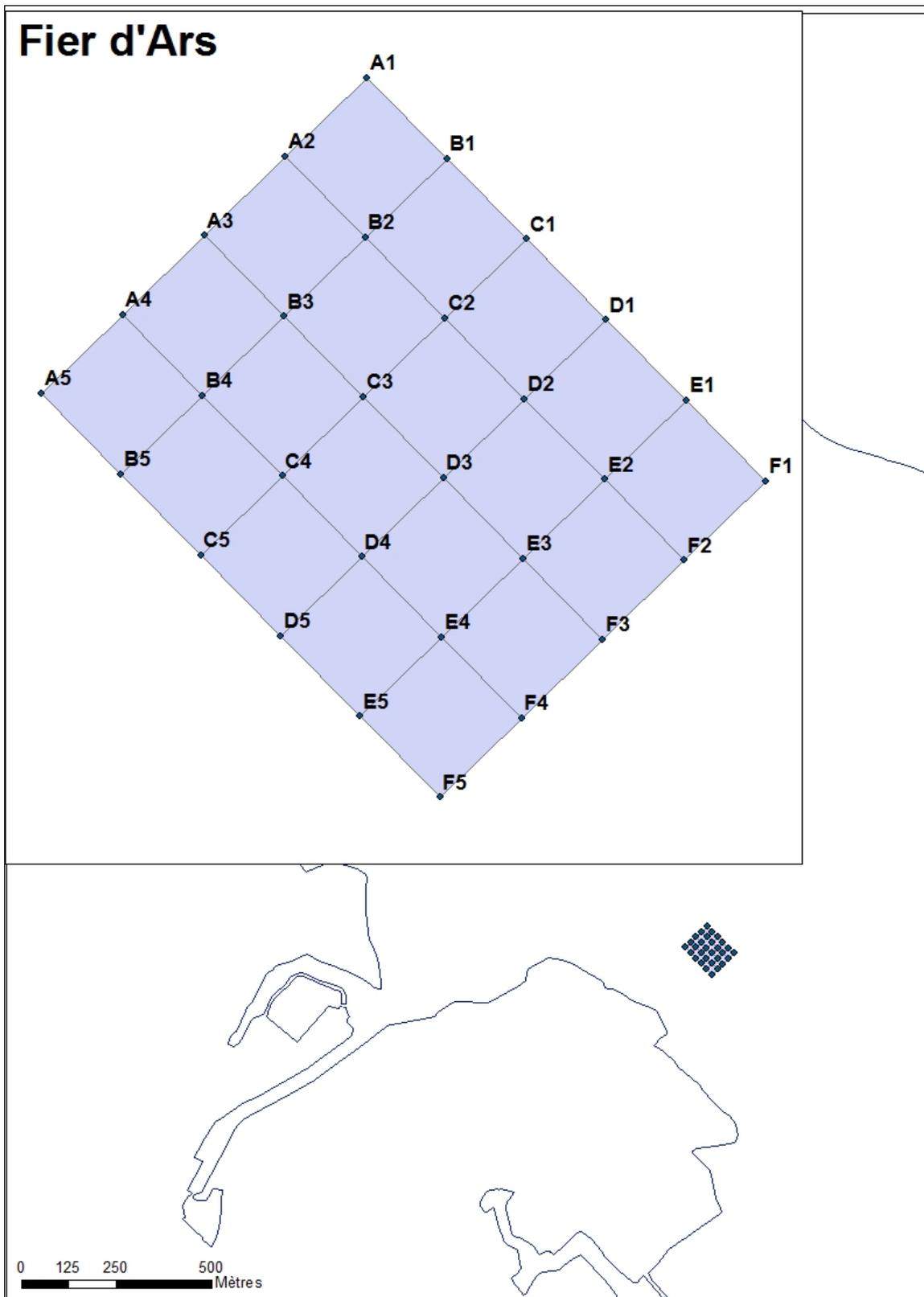


A



B

**Figure 9** : Situation de l'herbier à *Zostera noltei* sur la station « Ars en Ré » du Fier d'Ars (A) et exemple d'impact immédiat de la pêche à pied à la palourde par piétinement sur l'herbier sur le point D5 en 2015 (B).



**Figure 10 :** Vue générale et de détail de la grille de points sur la station « Ars en Ré » dans le Fier d’Ars. Réalisation carte sous SIG par C. Curti.

## 2.2.2. Lay crochon 1982 (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.* 2010b) 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 12**) 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).

La station se situe en médiolittoral moyen (**Figure 11**). La station 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, 2015), ce qui est beaucoup plus pratique avec un transport du navire Vasouillard (**Figure 13**) sur remorque depuis 2014. Cela a nécessité la mobilisation de deux pilotes (2014 lors de la première utilisation de la cale) ou d'un pilote (2011, 2012, 2013, 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.   |
| <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>                        | LIENSs (CNRS-Université de La Rochelle)  |
| - <b>tri et détermination</b>               | Pilote Ifremer L'Houmeau (2011-2012-2013)  |
| - <b>mesure granulométrique</b>             | Pilotes LIENSs CNRS (2014-actuel)  |
| - <b>mesure taux de matières organiques</b> |  |
| <b>Début prélèvements</b>                   | 2011 (prospection) et 2011(surveillance)   |

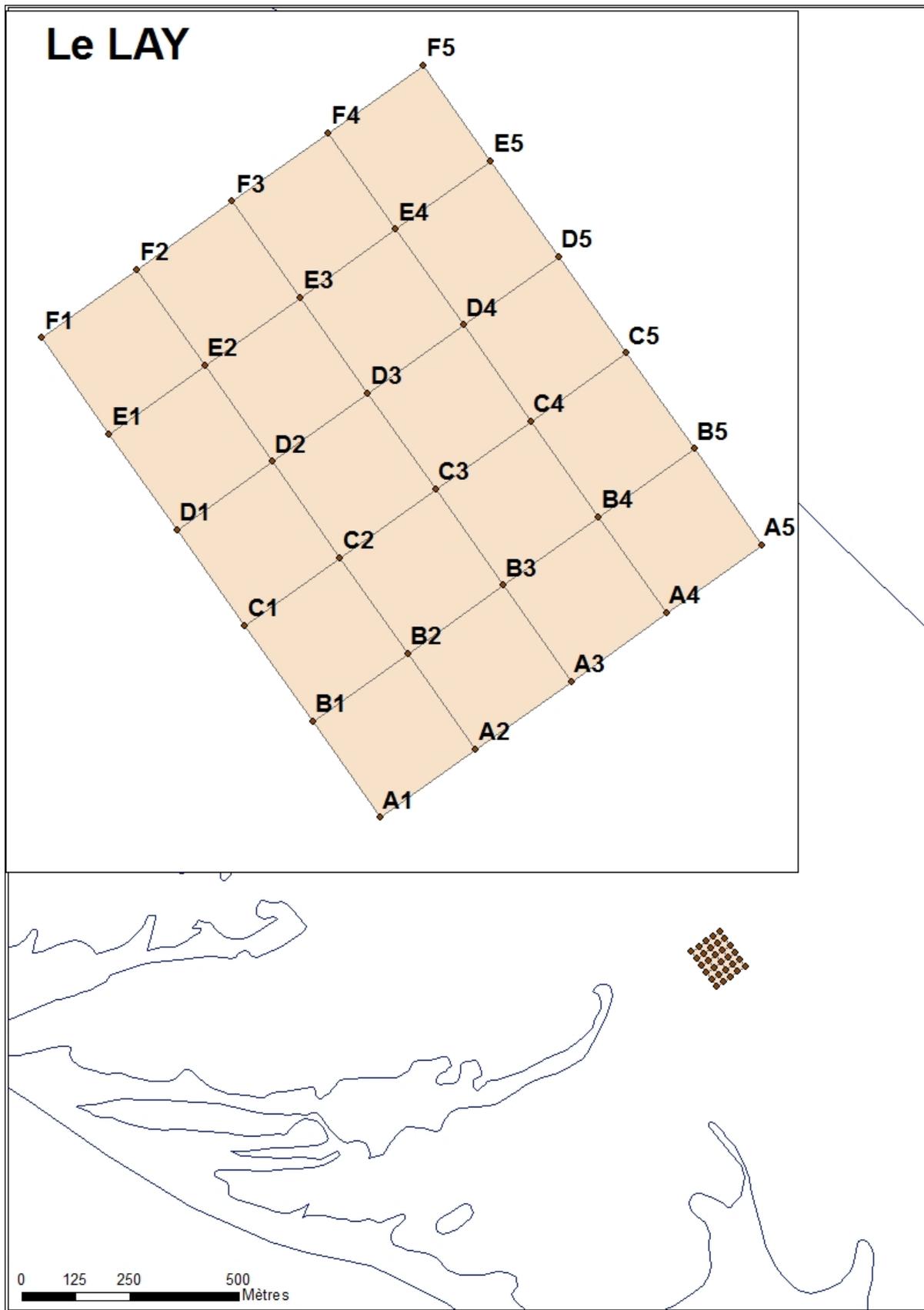


A



B

**Figure 11** : Situation de la grille à *Zostera noltei* dans l'estuaire du Lay (A) sur la station « Lay crochon 1982 » et exemple de densité d'herbier sur le point de 2015 (B).



**Figure 12 :** Vue générale et de détail de la grille de points sur la station « Lay Crochon 1982 ». Réalisation carte sous SIG par C. Curti. La ligne A1-F1 est face à la mer vers l'ouest et la ligne A5-F5 est face au chenal de l'estuaire du Lay.

## 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 « Pertuis Breton », le travail à la mer a mobilisé 5 personnes jour-mer les 14 et 16 septembre 2015 ;
- En domaine intertidal de la masse d'eau de transition « Estuaire du Lay », le travail à la mer a mobilisé 4 personnes jour-mer le 30/09/2015, y compris le pilote de l'embarcation VASOUEILLARD (**Figure 13**) 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 les estrans.

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<br>Flore <i>Zostera</i><br>( <i>Zosterella</i> ) <i>noltei</i> | Grille          | 16/09/2015     | 2                         | LIENSs      |
| Ars en Ré             | FRGC53           | Intertidal Meuble<br>Flore <i>Zostera</i><br>( <i>Zosterella</i> ) <i>noltei</i> | Grille          | 14/09/2015     | 3                         | LIENSs      |
| Lay crochon 1982      | FRGT30           | Intertidal Meuble<br>Flore <i>Zostera</i><br>( <i>Zosterella</i> ) <i>noltei</i> | Grille          | 30/09/2015     | 4                         | CNRS LIENSs |
| <b>Total</b>          | -                | -  | -               | <b>3 jours</b> | <b>9 per. jour</b>        | -           |



**Figure 13** : Navire VASOUEILLARD sur sa remorque à proximité de la cale de la petite jetée des Caves dans l'estuaire du Lay.



## 2.4.1 Analyse granulométrique

Pour l'analyse, les 3 prélèvements de chaque station sont regroupés en un seul échantillon qui est vidé dans un bol identifié et taré pour être séché à l'étuve à 80-100°C pendant 72h. La masse de sédiment humide 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 de vase les plus petits. Le lendemain l'échantillon est tamisé à l'eau douce sur maille de 63  $\mu\text{m}$  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 80-100°C pendant 72h.

L'échantillon est ensuite passé sur une colonne de tamis normalisés AFNOR sur une tamiseuse Retsch (**Figure 15**). La colonne contient 17 tamis (4000  $\mu\text{m}$ , 2000  $\mu\text{m}$ , 1600  $\mu\text{m}$ , 1250  $\mu\text{m}$ , 1000  $\mu\text{m}$ , 800  $\mu\text{m}$ , 630  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$ , 400  $\mu\text{m}$ , 315  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$ , 160  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ , 80  $\mu\text{m}$ , 63  $\mu\text{m}$ ), répartis en deux passages successifs (4000 à 1600 et 1250 à 63  $\mu\text{m}$ ). 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 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 15** : Colonne de tamis normalisés AFNOR sur tamiseuse Retsch et balance Sartorius à 0,01 g. Photo P.-G. Sauriau CNRS ©.

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

Les tamis sont ultérieurement débarrassés de leurs impuretés grâce à un appareil de nettoyage aux ultrasons Elma (Bioblock Scientific) en bain aqueux (**Figure 16**). 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.



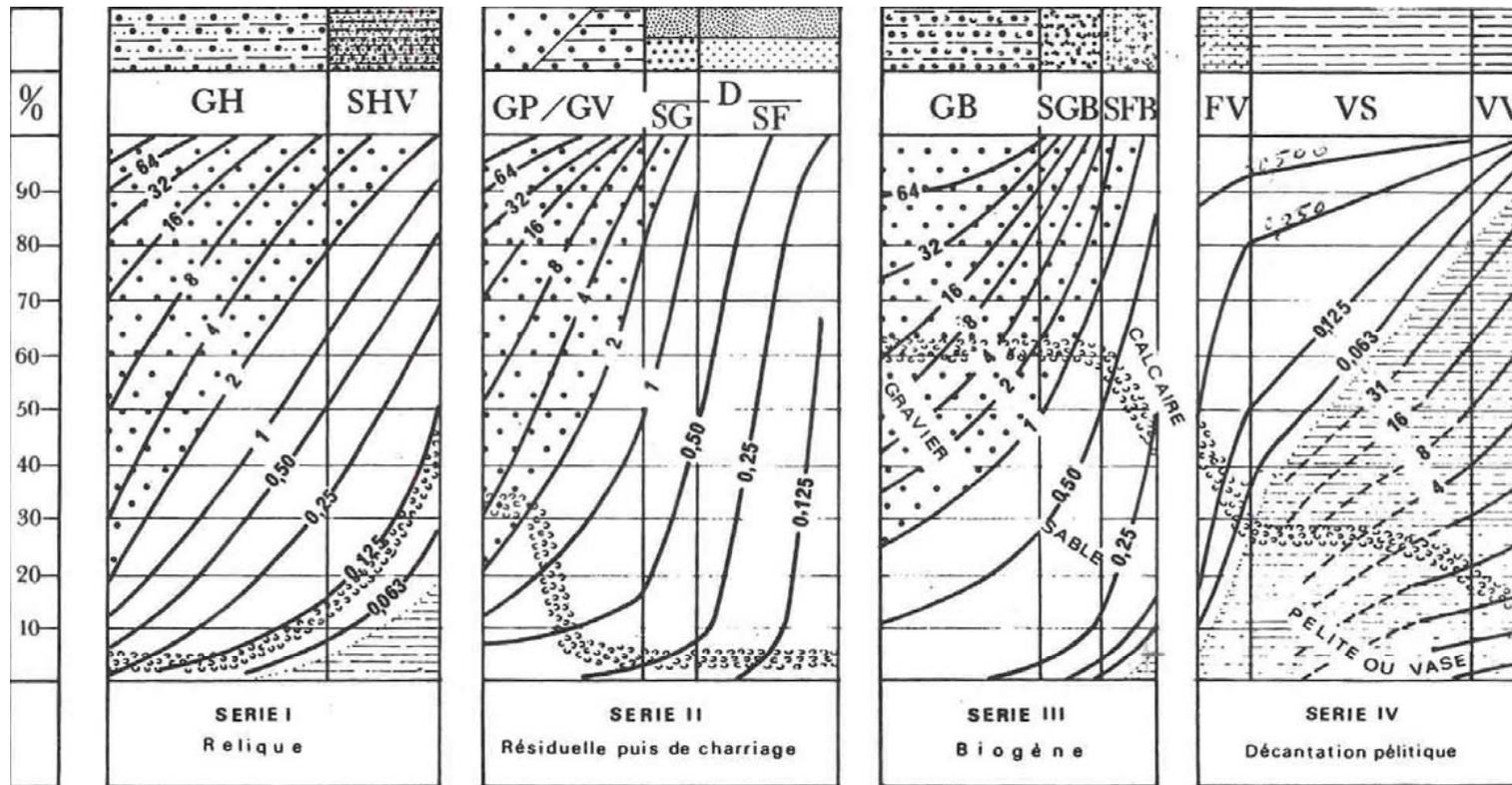
A



B

**Figure 16** : Bain à ultrasons (A) avec détails du porte tamis et de la collerette en mousse (B) pour maintenir un bol à sédiment. Photo P.-G. Sauriau CNRS ©.

Les résultats des différentes pesées sont ensuite 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 17**).



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

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

**Figure 17** : Types biosédimentaires utilisés dans les pertuis Charentais (Chassé & Glémarec 1976).

## 2.4.2 Analyse de la matière organique sédimentaire

L'analyse de la teneur en matière organique suit le principe de la perte au feu à 450 °C. 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. Grilles d'échantillonnage

##### 3.2.1. Plage de la Charge Neuve (Pertuis Breton)

L'échantillonnage s'est déroulé le 16/09/2015 à partir 12h29, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 13h59 pour une durée de 1h30 (**Figure 18**). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, de la nécessité de faire un prélèvement pour analyse de la matière organique (avec 9 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain) et/ou de la granulométrie (avec 3 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain), des délais de la réception DGPS et du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant.

|   | Heure du prélèvement |       |       | Durée 1h30 |       |       |
|---|----------------------|-------|-------|------------|-------|-------|
|   | A                    | B     | C     | D          | E     | F     |
| 1 | 13h41                | 13h44 | 13h48 | 13h52      | 13h56 | 13h59 |
| 2 | 13h37                | 13h34 | 13h31 | 13h28      | 13h25 | 13h21 |
| 3 | 13h05                | 13h07 | 13h11 | 13h13      | 13h15 | 13h19 |
| 4 | 13h02                | 12h58 | 12h54 | 12h52      | 12h50 | 12h47 |
| 5 | 12h29                | 12h32 | 12h35 | 12h39      | 12h40 | 12h44 |

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

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

**Figure 18** : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2015 sur la station « Plage de la Charge Neuve » à herbier de zostère naine.

Détails de la position (après tirage aléatoire) des prélèvements pour analyse de la matière organique et de la granulométrie (3 prélèvements ensuite rassemblés).

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

L'échantillonnage s'est déroulé le 14/09/2015 à partir 10h56, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 13h12 pour une durée de 2h16 (**Figure 19**), ce qui est près de  $\frac{3}{4}$  d'heure de plus qu'en temps normal sur une journée avec vents violents sous grains de pluie. Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, de la nécessité de faire un prélèvement pour analyse de la matière organique (avec 9 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain) et/ou de la granulométrie (avec 3 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain), des délais de la réception DGPS et du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant.

|   |   | Heure du prélèvement |       |       | Durée 2h16 |       |       |
|---|---|----------------------|-------|-------|------------|-------|-------|
|   |   | A                    | B     | C     | D          | E     | F     |
| 1 |   | 12h54                | 12h58 | 13h02 | 13h05      | 13h08 | 13h12 |
|   |   | 12h45                | 12h41 | 12h39 | 12h35      | 12h30 | 12h26 |
| 3 |   | 12h04                | 12h07 | 12h12 | 12h15      | 12h18 | 12h22 |
| 4 |   | 11h58                | 11h55 | 11h52 | 11h47      | 11h42 | 11h36 |
|   | 5 | 10h56                | 11h00 | 11h14 | 11h19      | 11h24 | 11h29 |

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

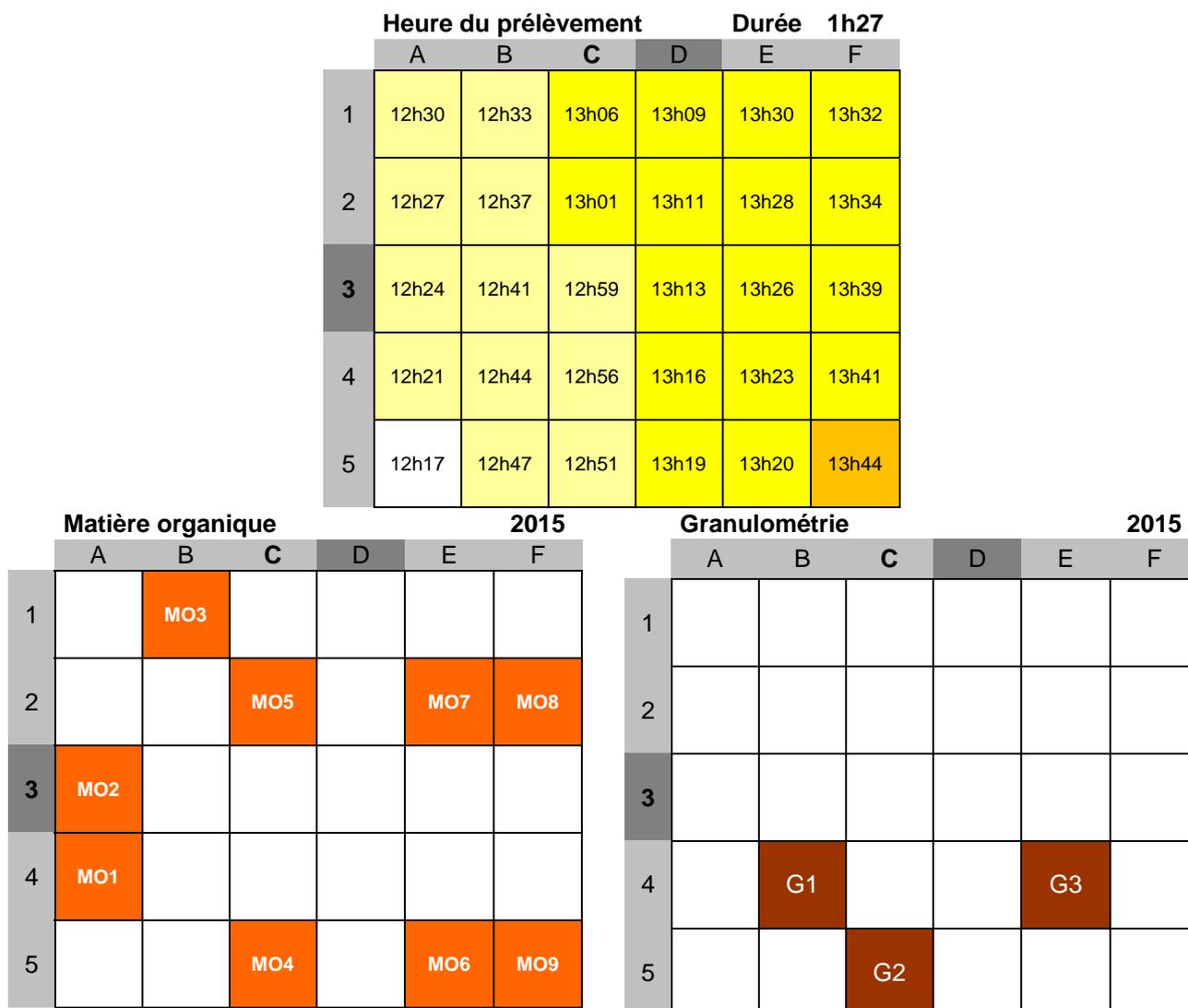
  

|   |   | Matière organique |    |   | Granulométrie |    |   |
|---|---|-------------------|----|---|---------------|----|---|
|   |   | A                 | B  | C | D             | E  | F |
| 1 |   |                   |    |   |               |    |   |
|   | 2 | G3                |    |   |               | G2 |   |
| 3 |   |                   | G1 |   |               |    |   |
| 4 |   |                   |    |   |               |    |   |
|   | 5 |                   |    |   |               |    |   |

**Figure 19** : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2014 sur la station « Ars en Ré » du Fier d'Ars à herbier de zostère naine. Détails de la position (après tirage aléatoire) des prélèvements pour analyse de la matière organique et de la granulométrie (3 prélèvements ensuite rassemblés).

### 3.2.3. Lay crochon 1982 (Estuaire du Lay)

L'échantillonnage s'est déroulé le 20/09/2015 à partir 12h17, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 13h44 pour une durée de 1h27 (Figure 20). 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.



**Figure 20** : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2015 sur la station « Lay crochon 1982 » à herbier de la zostère naine. Détails de la position (après tirage aléatoire) des prélèvements pour analyse de la matière organique et de la granulométrie (3 prélèvements ensuite rassemblés).

## 3.2. Sédiments

### 3.2.1. Plage de la Charge Neuve (Pertuis Breton)

Le sédiment présente en masse un taux moyen d'environ 30 % en pélites (taille < 63µm), un taux de sables d'environ 70 % et un taux d'éléments grossiers de l'ordre de 1 % (**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 peu envasé à la limite des vases sableuses comme antérieurement observé à 2012.

En comparaison des suivis disponibles de 2006 à 2014, les sédiments sablo-vaseux de 2014 sont comme ceux de 2012 et 2013 en moyenne beaucoup moins envasés que ceux des années de 2006 à 2011. Le site a subi un ensablement marqué ou un décapage des sédiments les plus fins depuis 2012 sans un retour aux conditions plus envasées précédentes (**Tableau 13, Figure 21**).

Le taux de matières organiques est en moyenne de  $3,3 \pm 0,5$  % (**Tableau 13**). Les taux de matières organiques de 2012 à 2014 sont deux à trois fois plus faibles que ceux des autres années corrélativement à la présence de plus de sables fins ou de moins de pélites.

**Tableau 13** : 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 depuis 2006 sauf en 2008 et 2010.

| Sédiment                       | 2006      |                  |   |
|--------------------------------|-----------|------------------|---|
| Plage de la Charge Neuve       | Moyenne   | $\pm$ Ecart-type | N |
| Taux de pélites < 63 µm (%)    | 67,28     | -                | 1 |
| Taux de sables 63µm à 2 mm (%) | 31,837    | -                | 1 |
| Taux de graviers > 2 mm (%)    | 0,89      | -                | 1 |
| Taux de matière organique (%)  | 5,8       | 1,4              | 9 |
| Mode (µm)                      | 90        | -                | 1 |
| D10 (µm)                       | 5 – 6     | -                | 1 |
| D50 ou médiane (µm)            | 30 – 31   | -                | 1 |
| D90 (µm)                       | 132 – 133 | -                | 1 |

| 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 |  |  |
|----------|------|--|--|
|----------|------|--|--|

**Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final**

| <b>Plage de la Charge Neuve</b> | <b>Moyenne</b> | <b>± Ecart-type</b> | <b>N</b> |
|---------------------------------|----------------|---------------------|----------|
| 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        |

| <b>Sédiment</b>                 | <b>2011</b>    |                     |          |
|---------------------------------|----------------|---------------------|----------|
| <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        |

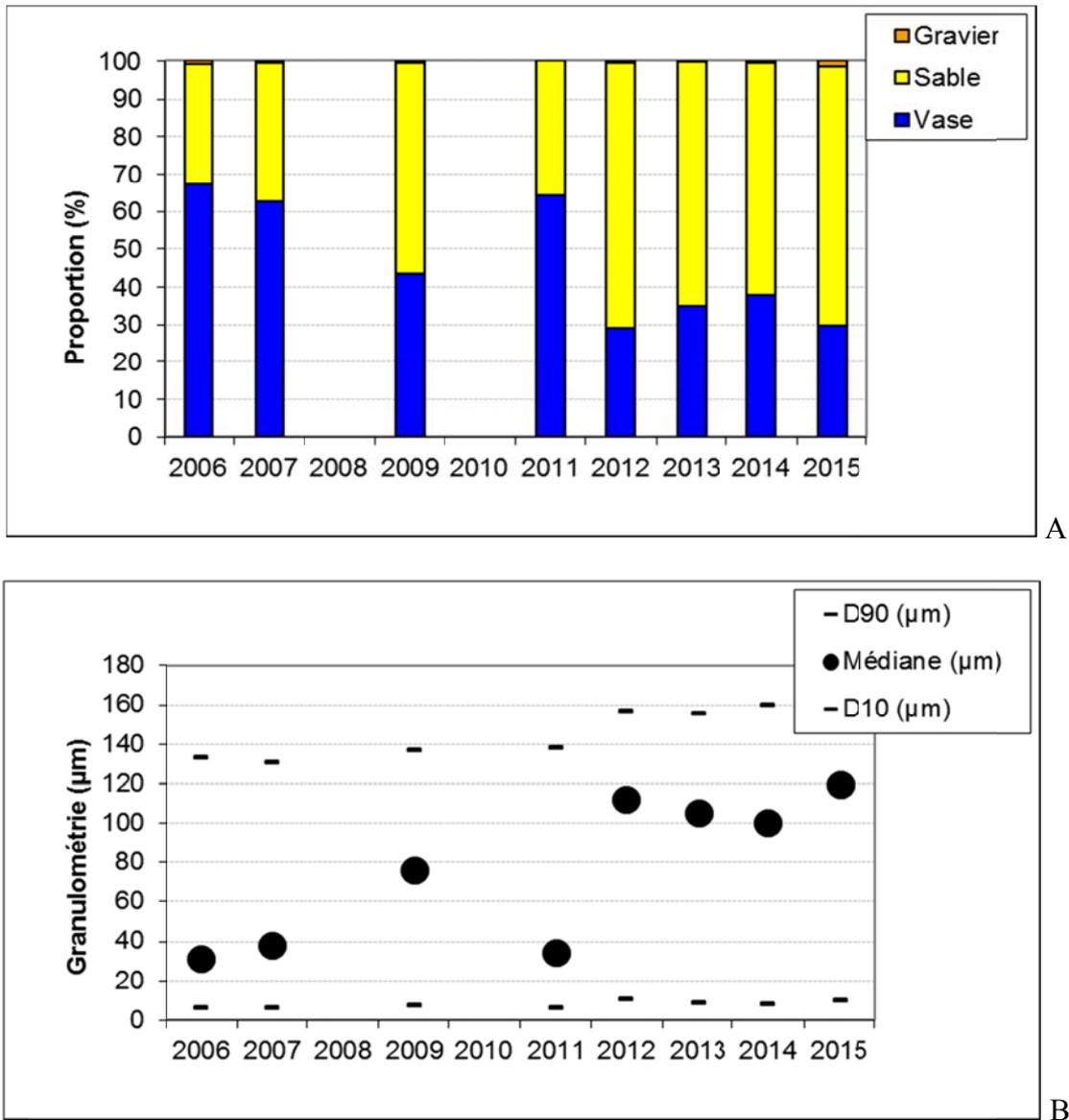
| <b>Sédiment</b>                 | <b>2013</b>    |                     |          |
|---------------------------------|----------------|---------------------|----------|
| <b>Plage de la Charge Neuve</b> | <b>Moyenne</b> | <b>± Ecart-type</b> | <b>N</b> |
| Taux de pélites < 63 µm (%)     | 34,8           | -                   | 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        |

| <b>Sédiment</b> | <b>2014</b> |  |  |
|-----------------|-------------|--|--|
|-----------------|-------------|--|--|

**Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final**

| <b>Plage de la Charge Neuve</b> | <b>Moyenne</b> | <b>± Ecart-type</b> | <b>N</b> |
|---------------------------------|----------------|---------------------|----------|
| Taux de pélites < 63 µm (%)     | 37,7           | -                   | 1        |
| Taux de sables 63µm à 2 mm (%)  | 61,7           | -                   | 1        |
| Taux de graviers > 2 mm (%)     | 0,6            | -                   | 1        |
| Taux de matière organique (%)   | 2,6            | 0,5                 | 9        |
| Mode (µm)                       | 142 – 143      | -                   | 1        |
| D10 (µm)                        | 8 – 9          | -                   | 1        |
| D50 ou médiane (µm)             | 100            | -                   | 1        |
| D90 (µm)                        | 160            | -                   | 1        |

| <b>Sédiment</b>                 | <b>2015</b>    |                     |          |
|---------------------------------|----------------|---------------------|----------|
| <b>Plage de la Charge Neuve</b> | <b>Moyenne</b> | <b>± Ecart-type</b> | <b>N</b> |
| Taux de pélites < 63 µm (%)     | 29,8           | -                   | 1        |
| Taux de sables 63µm à 2 mm (%)  | 68,8           | -                   | 1        |
| Taux de graviers > 2 mm (%)     | 1,4            | -                   | 1        |
| Taux de matière organique (%)   | 3,3            | 0,5                 | 9        |
| Mode (µm)                       | 142 – 143      | -                   | 1        |
| D10 (µm)                        | 9 – 10         | -                   | 1        |
| D50 ou médiane (µm)             | 120            | -                   | 1        |
| D90 (µm)                        | 167            | -                   | 1        |



**Figure 21 :** Variations temporelles des taux de vases, sables et graviers (A) et de la médiane encadrée par les quantiles D10 et D90 en µm (B) des sédiments de la grille échantillonnée depuis 2006 (sauf 2008 et 2010) sur la station « Plage de la Charge Neuve ».

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

Le sédiment présente en masse un taux moyen de 32 % en pélites (taille < 63µm), un taux de sables élevé de 66 % et un taux faible inférieur à 2 % d'éléments grossiers. La distribution en taille est bimodale (90 et 142 µm) avec un mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec 1976) ce sont en 2015 des sables fins envasés à la limite des vases sableuses. Des résultats très similaires ont été obtenus depuis 2012 (vases sableuses à la limite des sables fins envasés) montrant que cette composition granulométrique bien que relativement stable dans le temps dérive suite à une faible augmentation (+8 %) de la fraction sableuse (**Tableau 14 et Figure 22**).

**Tableau 14** : Variables sédimentaires et teneur en matière organique (± écart type, n) pour les sédiments de la station « Ars en Ré » à herbier de zostère naine depuis 2012.

| Sédiment                       | 2012      |              |   |
|--------------------------------|-----------|--------------|---|
| Fiers d'Ars                    | Moyenne   | ± 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   | ± 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 |

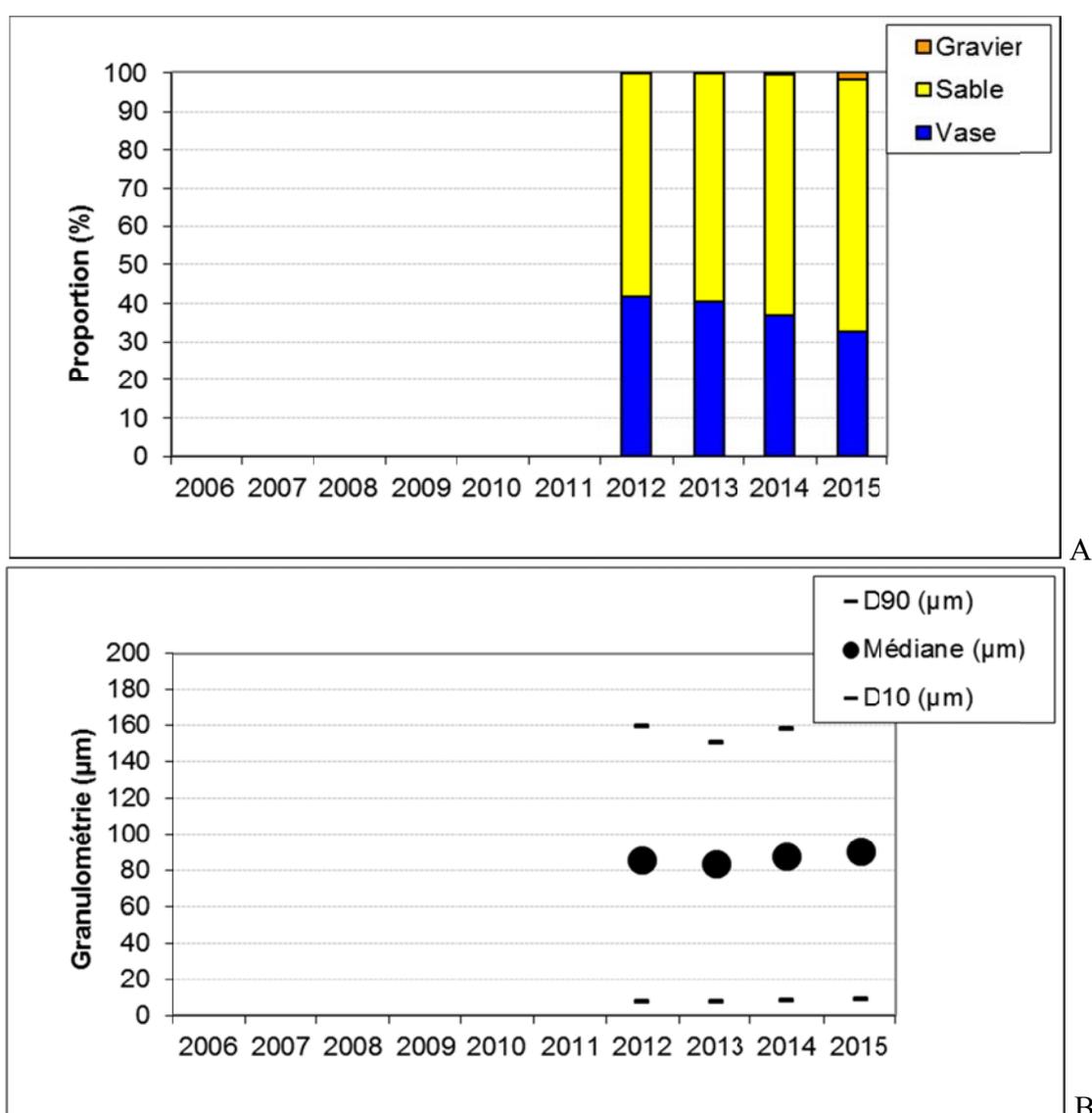
  

| Sédiment                       | 2014      |              |   |
|--------------------------------|-----------|--------------|---|
| Fiers d'Ars                    | Moyenne   | ± Ecart-type | N |
| Taux de pélites < 63 µm (%)    | 36,9      | -            | 1 |
| Taux de sables 63µm à 2 mm (%) | 62,5      | -            | 1 |
| Taux de graviers > 2 mm (%)    | 0,6       | -            | 1 |
| Taux de matière organique (%)  | 2,4       | 0,5          | 9 |
| Mode (µm)                      | 112 – 113 | -            | 1 |
| D10 (µm)                       | 8 – 9     | -            | 1 |
| D50 ou médiane (µm)            | 87 – 88   | -            | 1 |
| D90 (µm)                       | 158 - 159 | -            | 1 |

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

| Sédiment                       | 2015      |              |   |
|--------------------------------|-----------|--------------|---|
| Fiers d'Ars                    | Moyenne   | ± Ecart-type | N |
| Taux de pélites < 63 µm (%)    | 32,5      | -            | 1 |
| Taux de sables 63µm à 2 mm (%) | 65,7      | -            | 1 |
| Taux de graviers > 2 mm (%)    | 1,8       | -            | 1 |
| Taux de matière organique (%)  | 2,9       | 0,5          | 9 |
| Mode (µm)                      | 90 et 142 | -            | 1 |
| D10 (µm)                       | 8 – 9     | -            | 1 |
| D50 ou médiane (µm)            | 90 – 91   | -            | 1 |
| D90 (µm)                       | 174 - 175 | -            | 1 |

Le taux de matières organiques est en moyenne de  $2,9 \pm 0,5$  %, ce qui est équivalent aux valeurs acquises depuis 2012 (**Tableau 14**).



**Figure 22 :** Variations temporelles des taux de vases, sables et graviers (A) et de la médiane encadrée par les quantiles D10 et D90 en µm (B) des sédiments de la grille échantillonnée depuis 2012 sur la station « Ars en Ré » dans le Fier d'Ars

### 3.1.3. Lay crochon 1982 (Estuaire du Lay)

Le sédiment présente en masse un taux moyen de 64 % en pélites (taille < 63µm), un taux de sables de 35 % et un taux de 0,7 % d'éléments grossiers. La distribution en taille est trimodale (72, 225 et 450 µm) avec un mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec 1976) ce serait des sables moyens envasés. La présence de dune sableuse constitutive des crochons explique la nature du mélange entre les sables et les vases mais la tendance qui se dégageait des trois années précédentes était à l'envasement avec un taux de pélites passant graduellement de moins de 30 % en 2011 à plus du double en 2013 soit 68 %. En 2014 la tendance opposée apparaît avec un ensablement ou un dévasement du site à herbier et retour en 2015 à l'état 2013 (**Tableau 15 et Figure 23**).

Le taux de matières organiques est en moyenne de  $4,9 \pm 1,8$  % 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 » 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 |

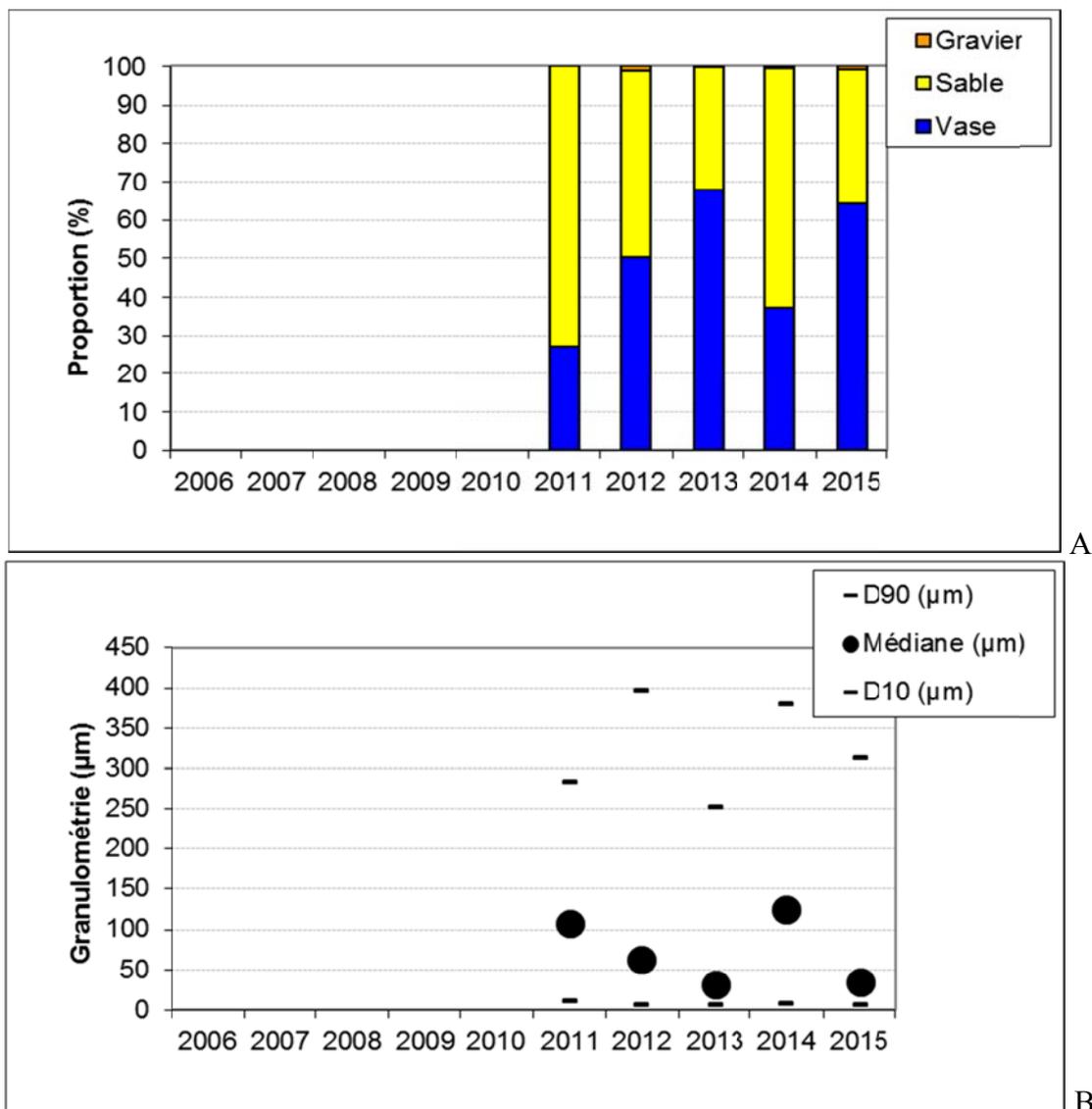
| Sédiment                       | 2013    |                  |   |
|--------------------------------|---------|------------------|---|
| Lay crochon 1982               | Moyenne | $\pm$ Ecart-type | N |
| Taux de pélites < 63 µm (%)    | 67,7    | -                | 1 |
| Taux de sables 63µm à 2 mm (%) | 31,9    | -                | 1 |
| Taux de graviers > 2 mm (%)    | 0,3     | -                | 1 |
| Taux de matière organique (%)  | 5,0     | 1,8              | 9 |

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

|                                  |           |   |   |
|----------------------------------|-----------|---|---|
| Mode ( $\mu\text{m}$ )           | 72 et 225 | - | 1 |
| D10 ( $\mu\text{m}$ )            | 5 – 6     | - | 1 |
| D50 ou médiane ( $\mu\text{m}$ ) | 30 – 31   | - | 1 |
| D90 ( $\mu\text{m}$ )            | 252       | - | 1 |

| <b>Sédiment</b>                            | <b>2014</b>    |                                    |          |
|--|----------------|------------------------------------|----------|
| <b>Lay crochon 1982</b>                    | <b>Moyenne</b> | <b><math>\pm</math> Ecart-type</b> | <b>N</b> |
| Taux de pélites < 63 $\mu\text{m}$ (%)     | 37,1           | -                                  | 1        |
| Taux de sables 63 $\mu\text{m}$ à 2 mm (%) | 62,3           | -                                  | 1        |
| Taux de graviers > 2 mm (%)                | 0,7            | -                                  | 1        |
| Taux de matière organique (%)              | 3,5            | 1,3                                | 9        |
| Mode ( $\mu\text{m}$ )                     | 225 et 90      | -                                  | 1        |
| D10 ( $\mu\text{m}$ )                      | 8 – 9          | -                                  | 1        |
| D50 ou médiane ( $\mu\text{m}$ )           | 124 -125       | -                                  | 1        |
| D90 ( $\mu\text{m}$ )                      | 379 - 380      | -                                  | 1        |

| <b>Sédiment</b>                            | <b>2015</b>       |                                    |          |
|--|-------------------|------------------------------------|----------|
| <b>Lay crochon 1982</b>                    | <b>Moyenne</b>    | <b><math>\pm</math> Ecart-type</b> | <b>N</b> |
| Taux de pélites < 63 $\mu\text{m}$ (%)     | 64,1              | -                                  | 1        |
| Taux de sables 63 $\mu\text{m}$ à 2 mm (%) | 35,2              | -                                  | 1        |
| Taux de graviers > 2 mm (%)                | 0,7               | -                                  | 1        |
| Taux de matière organique (%)              | 4,9               | 1,8                                | 9        |
| Mode ( $\mu\text{m}$ )                     | 72, 225 et<br>450 | -                                  | 1        |
| D10 ( $\mu\text{m}$ )                      | 6 – 7             | -                                  | 1        |
| D50 ou médiane ( $\mu\text{m}$ )           | 34 – 35           | -                                  | 1        |
| D90 ( $\mu\text{m}$ )                      | 312 – 313         | -                                  | 1        |

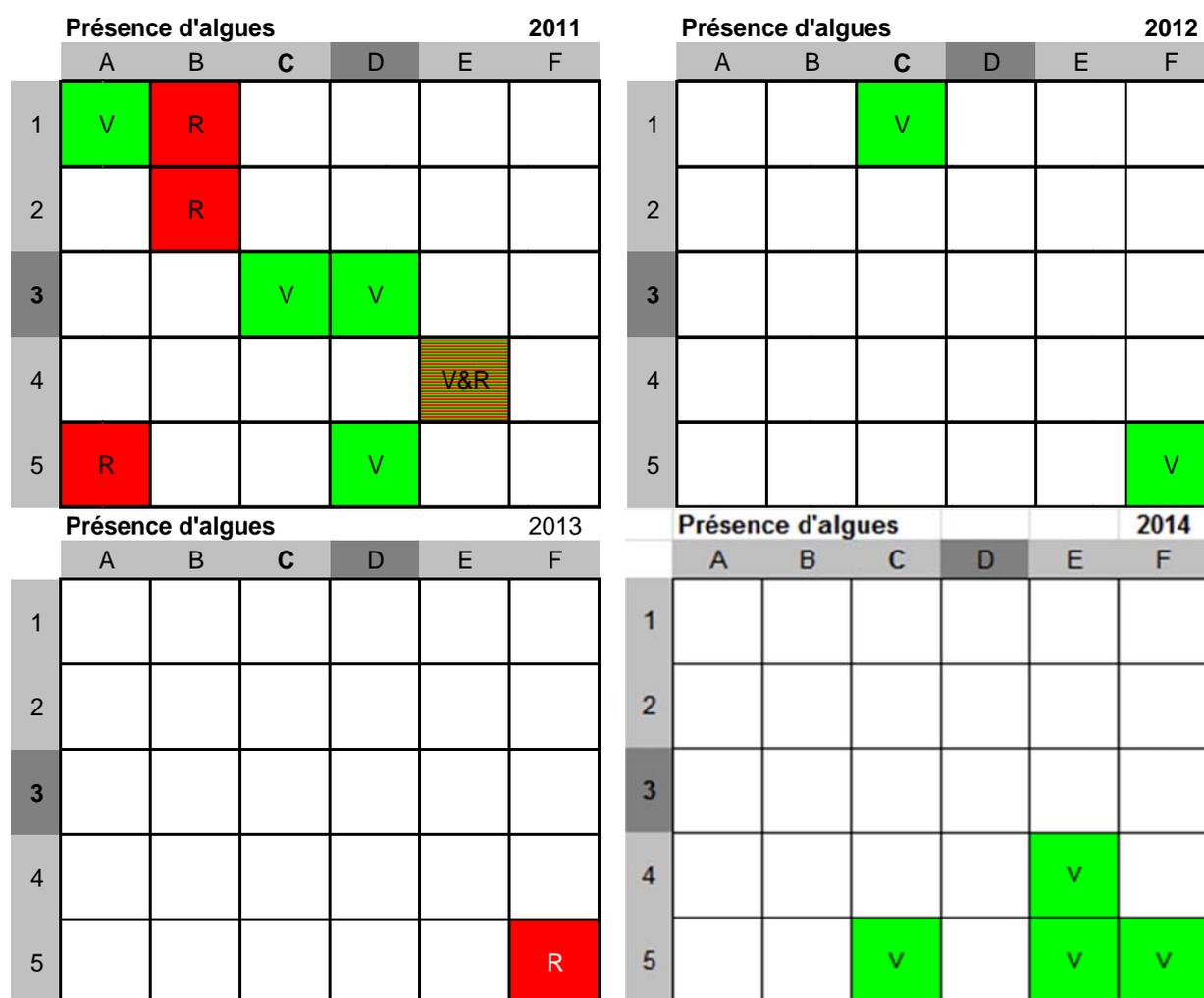


**Figure 23 :** Variations temporelles des taux de vases, sables et graviers (A) et de la médiane encadrée par les quantiles D10 et D90 en  $\mu\text{m}$  (B) des sédiments de la grille échantillonnée depuis 2011 sur la station « Lay crochon 1982 » dans l'estuaire du Lay.

### 3.3. Macroalgues : biomasse

#### 3.3.1. Plage de la Charge Neuve (Pertuis Breton)

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 est 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 (**Figure 24**).



|   |  | Présence d'algues |     |     |   |     |     |
|---|--|-------------------|-----|-----|---|-----|-----|
|   |  | A                 | B   | C   | D | E   | F   |
| 1 |  | V&R               | V&R | V   | V | V   | V   |
|   |  | V                 | V   | V   | V | V&R | V&R |
| 2 |  | V&R               | V&R | V&R | V | V&R | V   |
|   |  | V&R               | V   | V&R |   |     | V   |
| 3 |  |                   | V   | V   |   | V   | V&R |
|   |  |                   |     |     |   |     |     |

**Figure 24 :** Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés depuis 2011 sur la station « Plage de la Charge Neuve ».

Les algues observées sont des algues vertes de type *Ulva* ou *Enteromorpha* en épiphytes sur des débris coquilliers. Les biomasses de macroalgues observées sont cependant faibles bien que présente de façon constante. Aucune algue brune n'a été observée. Les biomasses de 2015 sont en moyenne similaires à celles de 2011 (**Tableau 16**).

**Tableau 16 :** 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> ) | 0,52            | 0,27             | 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> ) | 0,12            | 0,09             | 3  |
| Macroalgues brunes (g PS m <sup>-2</sup> ) | 0               | 0                | 3  |
| Macroalgues rouges (g PS m <sup>-2</sup> ) | 0               | 0                | 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 |

**Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final**

| <b>Macroalgues</b>                      | <b>2012</b>     |                   |          |
|---|-----------------|-------------------|----------|
| <b>Plage de la Charge Neuve</b>         | <b>PS moyen</b> | <b>PSSS moyen</b> | <b>N</b> |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,03 ± 1,25     | 0,02 ± 0,09       | 30       |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0               | 0                 | 30       |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 0               | 0                 | 30       |

| <b>Macroalgues</b>                      | <b>2013</b>     |                   |          |
|---|-----------------|-------------------|----------|
| <b>Plage de la Charge Neuve</b>         | <b>PS moyen</b> | <b>PSSS moyen</b> | <b>N</b> |
| 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 ± 7,20     | 1,07 ± 5,85       | 30       |

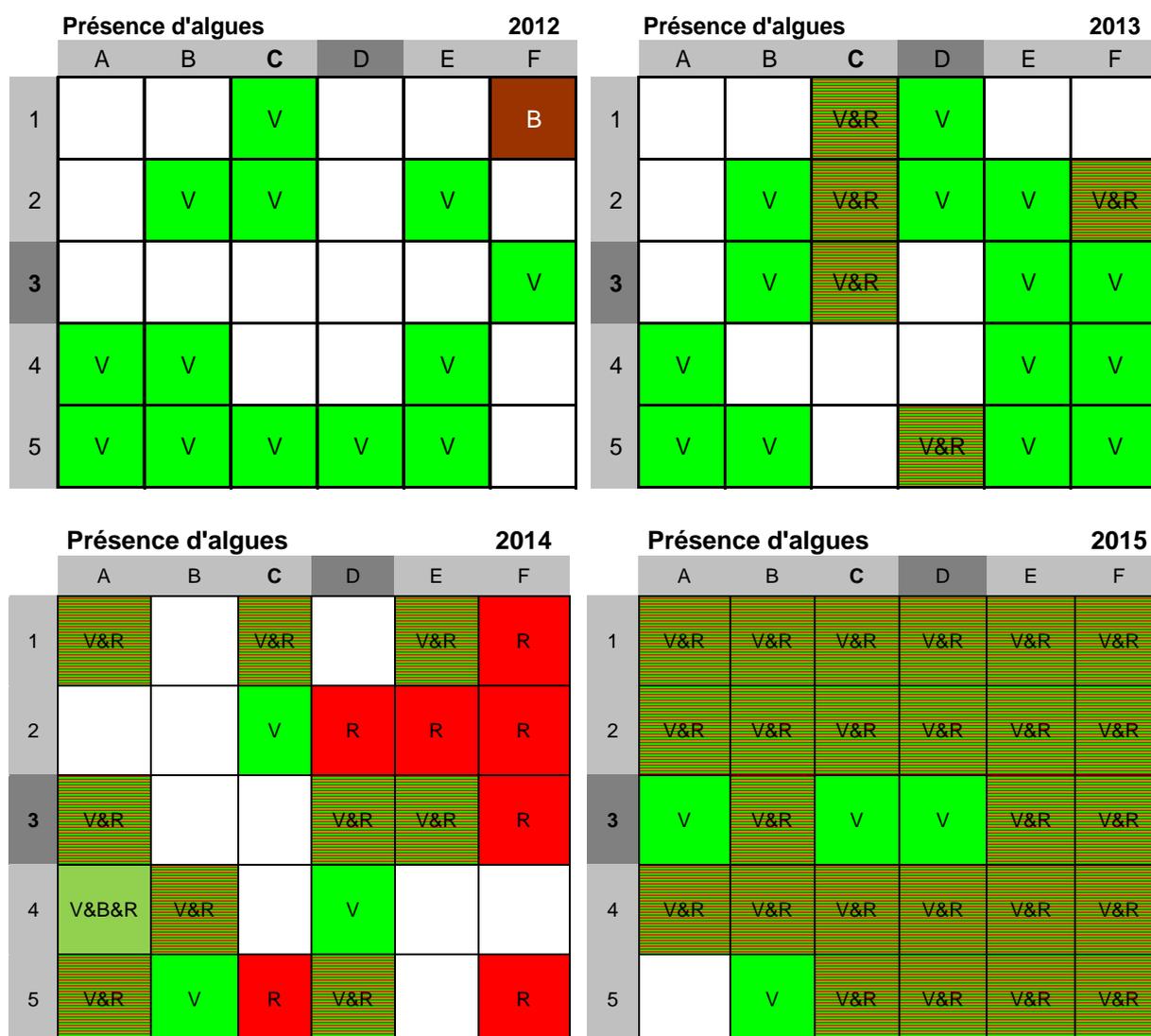
| <b>Macroalgues</b>                      | <b>2014</b>     |                   |          |
|---|-----------------|-------------------|----------|
| <b>Plage de la Charge Neuve</b>         | <b>PS moyen</b> | <b>PSSS moyen</b> | <b>N</b> |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,06 ± 0,19     | 0,04 ± 0,14       | 30       |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0               | 0                 | 30       |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 0               | 0                 | 30       |

| <b>Macroalgues</b>                      | <b>2015</b>     |                   |          |
|---|-----------------|-------------------|----------|
| <b>Plage de la Charge Neuve</b>         | <b>PS moyen</b> | <b>PSSS moyen</b> | <b>N</b> |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,20 ± 0,36     | 0,14 ± 0,26       | 30       |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0               | 0                 | 30       |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 0,07 ± 0,23     | 0,06 ↑ 1 0,20     | 30       |

### 3.3.2. Ars en Ré (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 macroalgues diminue de 16, 11, 10 à 1 respectivement en 2012, 2013, 2014 et 2015. (**Figure 25**).



**Figure 25** : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés depuis 2012 sur la station « Ars en Ré ».

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

Les biomasses de macroalgues observées sont beaucoup plus fortes qu'en 2012 à 2014 (de 10 à 2 fois plus élevées) en particulier pour les algues rouges qui atteignent les 6 g m<sup>-2</sup>. Des algues brunes ne sont pas présentes tout comme en 2013 contrairement à comme en 2012 et 2014 (**Tableau 17**).

**Tableau 17** : Biomasse (± écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Ars en Ré » à herbier de la zostère naine échantillonnée depuis 2012.

| Macroalgues                             | 2012         |                |    |
|---|--------------|----------------|----|
| Fiers d'Ars                             | PS moyen ±EC | PSSS moyen ±EC | n  |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,12 ± 0,22  | 0,07 ± 0,12    | 30 |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,02 ± 0,13  | 0,02 ± 0,11    | 30 |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 0            | 0              | 30 |

| Macroalgues                             | 2013         |                |    |
|---|--------------|----------------|----|
| Fiers d'Ars                             | PS moyen ±EC | PSSS moyen ±EC | n  |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,46 ± 1,70  | 0,34 ± 1,31    | 30 |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0            | 0              | 30 |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 0,03 ± 0,10  | 0,02 ± 0,07    | 30 |

| Macroalgues                             | 2014         |                |    |
|---|--------------|----------------|----|
| Fiers d'Ars                             | PS moyen ±EC | PSSS moyen ±EC | n  |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,28 ± 0,83  | 0,20 ± 0,60    | 30 |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,25 ± 1,36  | 0,21 ± 1,11    | 30 |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 1,09 ± 4,38  | 0,98 ± 4,02    | 30 |

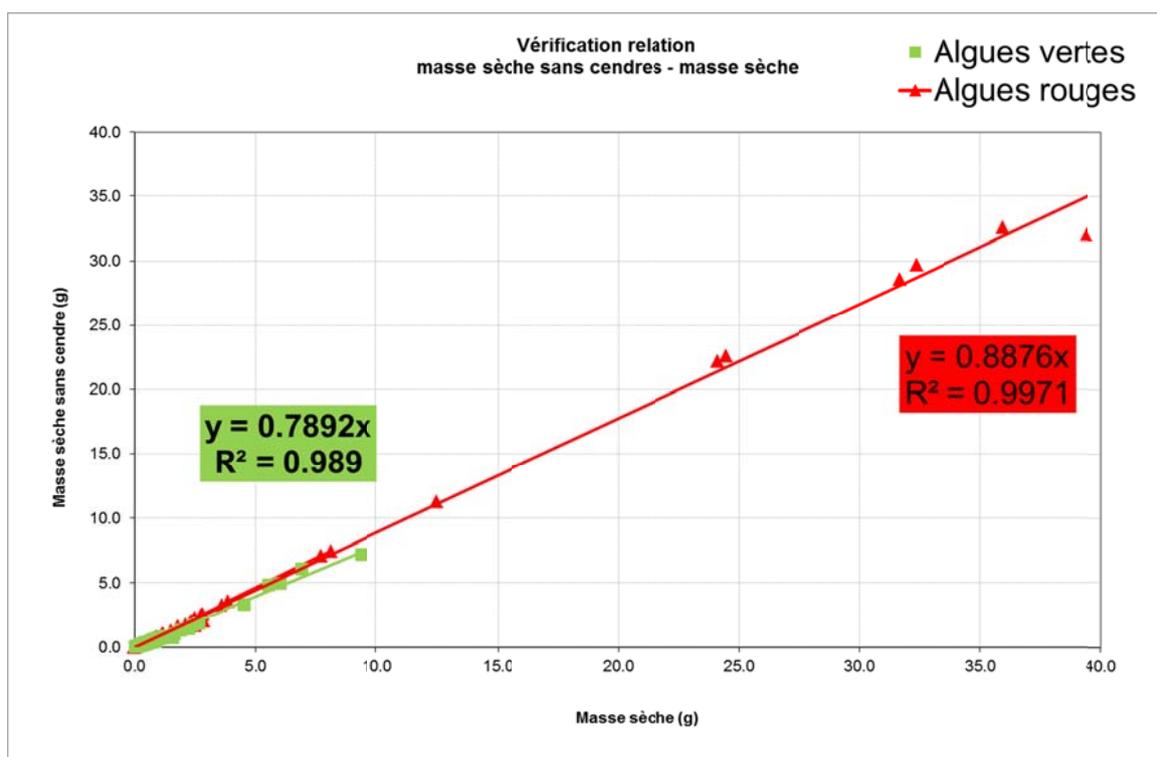
| Macroalgues                             | 2015         |                |    |
|---|--------------|----------------|----|
| Fiers d'Ars                             | PS moyen ±EC | PSSS moyen ±EC | n  |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 1,10 ± 1,60  | 0,81 ± 1,37    | 30 |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0            |                | 30 |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 5,95 ± 10,54 | 5,42 ± 9,60    | 30 |

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

La relation entre la biomasse sèche sans cendre (PSSC) et la biomasse sèche (PS) toute algue confondue pour les années 2011 à 2015 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 ( $R = 0,98$  et  $0,99$ , respectivement pour les algues vertes et algues rouges) sans tendance dans les résidus de la régression (**Figure 26**).

Cela traduit 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. La récolte de seulement deux échantillons d'algues brunes ne permet pas de présenter de corrélation pour ces algues brunes.

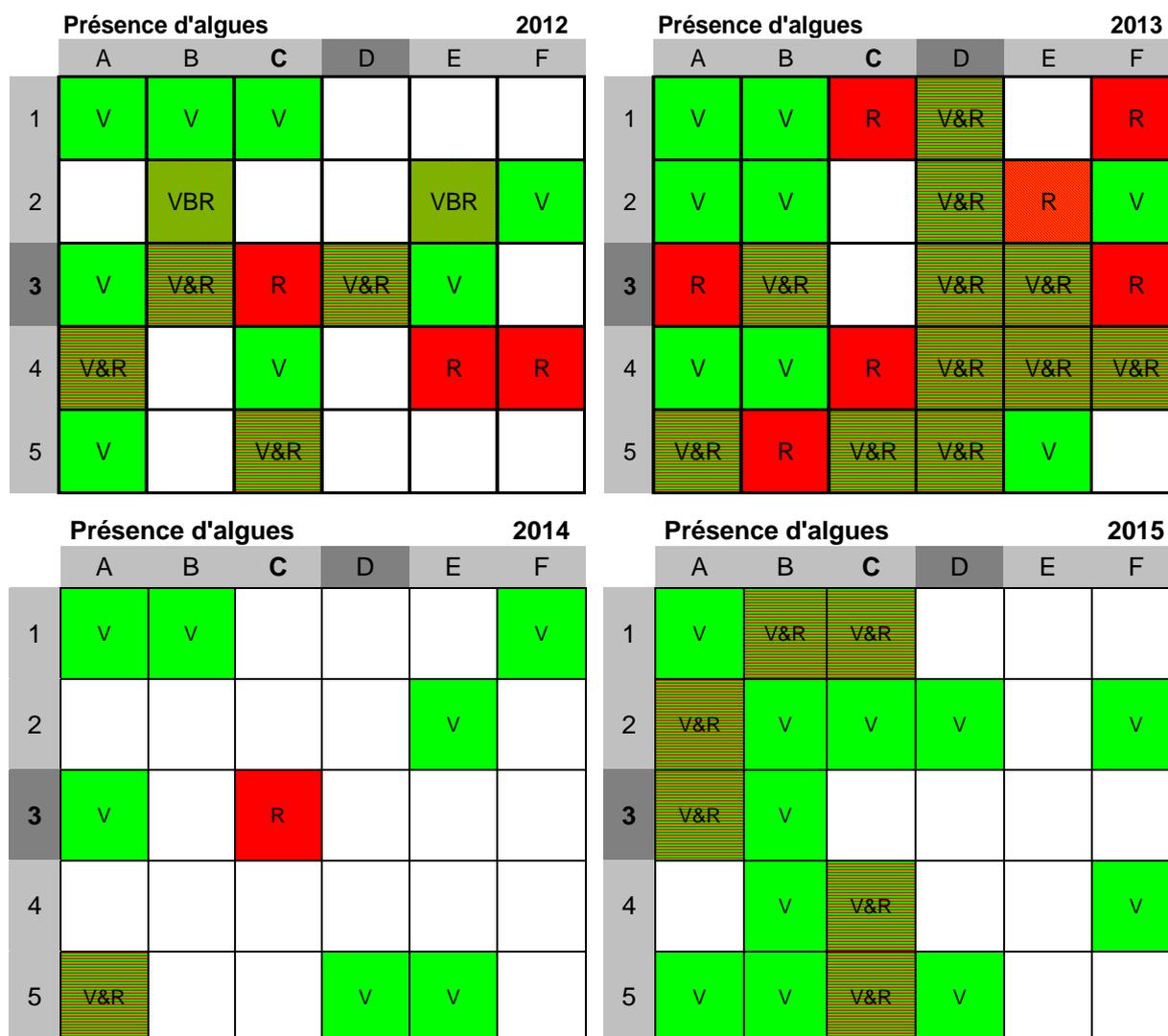
Des corrélations similaires ont été obtenues pour la station dans l'estuaire du Lay (*vide infra*).



**Figure 26** : Relation entre la masse de tissu végétal sans cendre et la masse de tissu végétal ( $n=86$ ) pour les macroalgues vertes ( $n = 112$ ) et rouges ( $n = 63$ ) observées sur les stations « Ars en Ré » et « Plage de la Charge Neuve » depuis 2011.

### 3.3.3. Lay crochon 1982 (Estuaire du Lay)

La présence de macroalgues sur cette station était constante en 2012 et 2013 puis occasionnelle en 2014 (**Figure 27**). Des algues vertes filamenteuses des genres *Ulvae* et/ou *Enteromorpha* ont été observées ainsi que des algues brunes et rouges. Les algues vertes et rouges sont de nouveau constantes en 2015 sur respectivement 17 et 6 quadrats sur 30 possibles (**Figure 27**).



**Figure 27** : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés depuis 2012 sur la station « Lay crochon 1982 ».

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

Les biomasses de macroalgues vertes observées en 2015 sont comparables à celles de 2014 (environ 0,10 g m<sup>-2</sup>) et sont plus faibles que noté en 2011, 2012 et 2013 d'un facteur 1,5 à 4. Aucune algue brune n'a été observée en 2015 comme en 2011, 2013 et 2014 contrairement à 2012 (**Tableau 18**).

**Tableau 18** : Biomasse (± 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 ±EC | PSSS moyen ±EC | n  |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,49 ± 1,03  | 0,32 ± 0,69    | 30 |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0            | 0              | 30 |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 0,83 ± 2,40  | 0,63 ± 1,83    | 30 |

| Macroalgues                             | 2012         |                |    |
|---|--------------|----------------|----|
| Lay crochon 1982                        | PS moyen ±EC | PSSS moyen ±EC | n  |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,24 ± 0,54  | 0,17 ± 0,40    | 30 |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,15 ± 0,75  | 0,12 ± 0,62    | 30 |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 2,15 ± 5,96  | 1,88 ± 5,45    | 30 |

| Macroalgues                             | 2013         |                |    |
|---|--------------|----------------|----|
| Lay crochon 1982                        | PS moyen ±EC | PSSS moyen ±EC | n  |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,62 ± 1,10  | 0,47 ± 0,84    | 30 |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0            | 0              | 30 |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 1,99 ± 3,81  | 1,63 ± 3,11    | 30 |

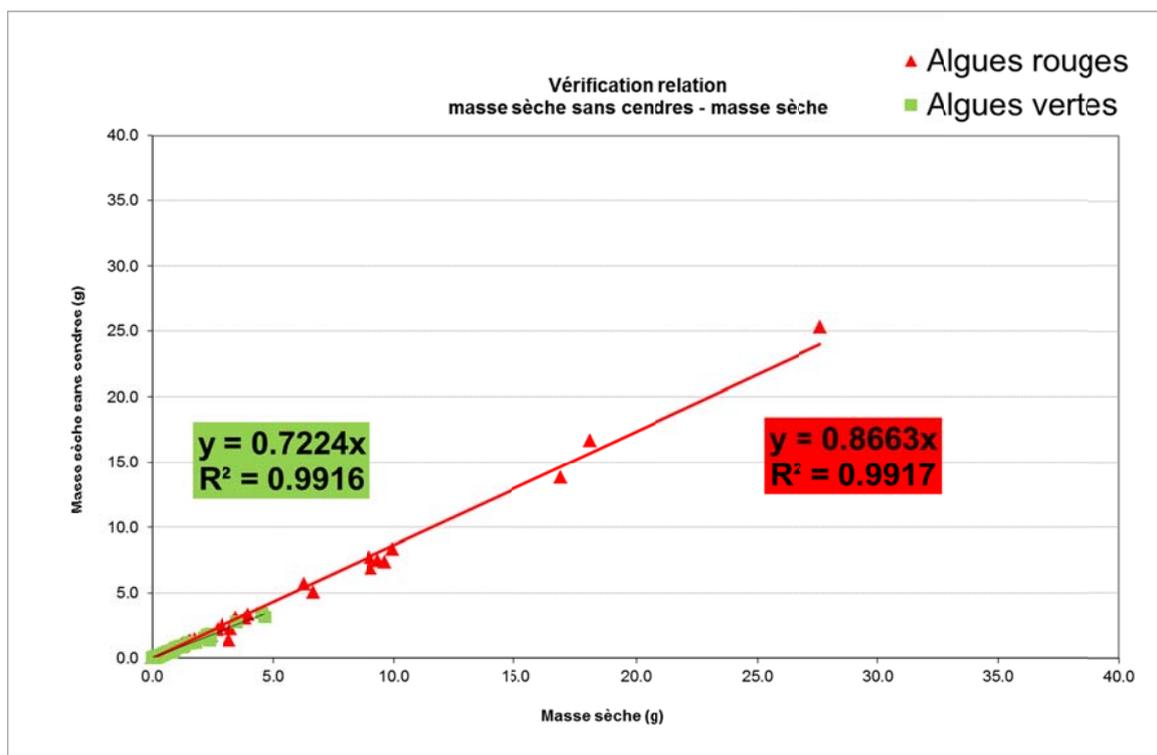
  

| Macroalgues                             | 2014         |                |    |
|---|--------------|----------------|----|
| Lay crochon 1982                        | PS moyen ±EC | PSSS moyen ±EC | n  |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,14 ± 0,45  | 0,11 ± 0,34    | 30 |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0            | 0              | 30 |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 0,12 ± 0,63  | 0,10 ± 0,56    | 30 |

| Macroalgues                             | 2015         |                |    |
|---|--------------|----------------|----|
| Lay crochon 1982                        | PS moyen ±EC | PSSS moyen ±EC | n  |
| Macroalgues vertes (g m <sup>-2</sup> ) | 0,10 ± 0,17  | 0,07 ± 0,13    | 30 |
| Macroalgues brunes (g m <sup>-2</sup> ) | 0            | 0              | 30 |
| Macroalgues rouges (g m <sup>-2</sup> ) | 0,03 ± 0,10  | 0,02 ± 0,09    | 30 |

La relation entre la biomasse sèche sans cendre (PSSC) et la biomasse sèche (PS) pour les années 2011 à 2015 sur cette station du Lay a pour pentes 0,722 et 0,866 respectivement pour les algues vertes et rouges avec des corrélations linéaires très significatives (R de 0,98 pour les deux corrélations) sans tendance dans les résidus de la régression (**Figure 28**). Cela traduit que le taux de cendres est d'environ 28 % et 14 % de la biomasse sèche respectivement pour les algues vertes et rouges, valeurs acquises de façon reproductible sur les années de suivis. La récolte de seulement deux échantillons d'algues brunes ne permet pas de présenter de corrélation pour ces algues brunes.



**Figure 28** : Relation entre la masse de tissu végétal sans cendre et la masse de tissu végétal pour les macroalgues vertes (n = 73) et rouges (n = 43) observées sur la station « Lay crochon 1982 » de 2011 à 2015.

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

#### 3.4.1. Plage de la Charge Neuve (Pertuis Breton)

En cette station, aucun pied de *Zostera marina* var *angustifolia* n'a été observé, tout comme en 2006, 2007, 2009 et entre 2011 et 2015.

Après vérification par le logiciel Image J des clichés les taux déterminés visuellement sur le terrain sont validés sans correction (**Figure 29**).

Un taux de recouvrement moyen de 100 % 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 quadrats de 2011 à 2014.

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 à 2015 (**Figure 29** et **Tableau 19**).

| VALIDATION ImageJ 1.44p |       |       |       |   |   |        | VALIDATION ImageJ 1.44p |      |                      |   |   |   |   |   |        |   |      |   |   |   |
|-------------------------|-------|-------|-------|---|---|--------|-------------------------|------|----------------------|---|---|---|---|---|--------|---|------|---|---|---|
| Taux moyen ± IC(95%)    |       |       |       |   |   | 97.1%  | ±                       | 2.9% | Taux moyen ± IC(95%) |   |   |   |   |   | 100.0% | ± | 0.0% |   |   |   |
|                         | A     | B     | C     | D | E | F      |                         | A    | B                    | C | D | E | F |   | A      | B | C    | D | E | F |
| 1                       | 0.875 | 1     | 1     | 1 | 1 | 1      | 1                       | 1    | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |
| 2                       | 1     | 0.875 | 1     | 1 | 1 | 1      | 1                       | 1    | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |
| 3                       | 0.875 | 1     | 0.625 | 1 | 1 | 1      | 1                       | 1    | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |
| 4                       | 0.875 | 1     | 1     | 1 | 1 | 1      | 1                       | 1    | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |
| 5                       | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1      | 1                       | 1    | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |
| VALIDATION ImageJ 1.44p |       |       |       |   |   |        | VALIDATION ImageJ 1.44p |      |                      |   |   |   |   |   |        |   |      |   |   |   |
| Taux moyen ± IC(95%)    |       |       |       |   |   | 100.0% | ±                       | 0.0% | Taux moyen ± IC(95%) |   |   |   |   |   | 100.0% | ± | 0.0% |   |   |   |
|                         | A     | B     | C     | D | E | F      |                         | A    | B                    | C | D | E | F |   | A      | B | C    | D | E | F |
| 1                       | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1      | 1                       | 1    | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |
| 2                       | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1      | 1                       | 1    | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |
| 3                       | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1      | 1                       | 1    | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |
| 4                       | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1      | 1                       | 1    | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |
| 5                       | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1      | 1                       | 1    | 1                    | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1    | 1 | 1 | 1 |

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

|   | VALIDATION ImageJ 1.44p  |       |       | 2015  |       |      |
|---|--------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
|   | Taux moyen $\pm$ IC(95%) |       |       | 98.3% | $\pm$ | 1.6% |
|   | A                        | B     | C     | D     | E     | F    |
| 1 | 1                        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1    |
| 2 | 1                        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1    |
| 3 | 0.875                    | 0.875 | 1     | 1     | 1     | 1    |
| 4 | 1                        | 0.875 | 0.875 | 1     | 1     | 1    |
| 5 | 1                        | 1     | 1     | 1     | 1     | 1    |

**Figure 29 :** Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée de 2011 à 2015 sur la station « Plage de la Charge Neuve » 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 » varient entre la classe 100 % et 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 de 2011 à 2015 à la station « Plage de la Charge Neuve ». Pas d'estimation (-) car pas de réplikat.

| Zostère naine | Taux de recouvrement (%) |       |             |    |           |
|---------------|--------------------------|-------|-------------|----|-----------|
|               | Plage de la Charge Neuve | Moyen | I.C. (95 %) | N  | Classe    |
|               | 2007                     | 100   | -           | 1  | 100       |
|               | 2009                     | 100   | -           | 1  | 100       |
|               | 2011                     | 97    | 94 - 100    | 30 | 100/76-99 |
|               | 2012                     | 100   | 100 - 100   | 30 | 100       |
|               | 2013                     | 100   | 100 - 100   | 30 | 100       |
|               | 2014                     | 100   | 100 - 100   | 30 | 100       |
|               | 2015                     | 98    | 96,7 - 100  | 30 | 100/76-99 |

### 3.4.2. Ars en Ré (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 % aucune correction n'a été apportée aux estimations visuelles de terrain pour 2015. En 2012, trois quadrats initialement estimés à 0,625 ont été corrigés en 0,875 (**Figure 30**).

| VALIDATION ImageJ 1.44p |       |       |       |       |       |       | VALIDATION ImageJ 1.44p |       |                      |       |       |       |  |  |       |   |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|----------------------|-------|-------|-------|--|--|-------|---|-------|
| 2012                    |       |       |       |       |       |       | 2013                    |       |                      |       |       |       |  |  |       |   |       |
| Taux moyen ± IC(95%)    |       |       |       |       |       | 34.6% | ±                       | 10.6% | Taux moyen ± IC(95%) |       |       |       |  |  | 19.2% | ± | 6.2%  |
|                         | A     | B     | C     | D     | E     | F     | A                       | B     | C                    | D     | E     | F     |  |  |       |   |       |
| 1                       | 0.375 | 0.875 | 0.125 | 0.875 | 0.625 | 0.875 | 0.125                   | 0.125 | 0.375                | 0.125 | 0.125 | 0.375 |  |  |       |   |       |
| 2                       | 0.875 | 0.375 | 0.125 | 0.875 | 0.125 | 0.625 | 0.125                   | 0.125 | 0.625                | 0.375 | 0.125 | 0.625 |  |  |       |   |       |
| 3                       | 0.375 | 0.125 | 0.375 | 0.125 | 0.375 | 0.125 | 0.125                   | 0.125 | 0                    | 0.125 | 0.375 | 0.375 |  |  |       |   |       |
| 4                       | 0.125 | 0.125 | 0.375 | 0.125 | 0.125 | 0.375 | 0.125                   | 0.125 | 0.125                | 0.125 | 0.125 | 0.125 |  |  |       |   |       |
| 5                       | 0.125 | 0     | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.375 | 0.375                   | 0.125 | 0                    | 0.125 | 0     | 0     |  |  |       |   |       |
| VALIDATION ImageJ 1.44p |       |       |       |       |       |       | VALIDATION ImageJ 1.44p |       |                      |       |       |       |  |  |       |   |       |
| 2014                    |       |       |       |       |       |       | 2015                    |       |                      |       |       |       |  |  |       |   |       |
| Taux moyen ± IC(95%)    |       |       |       |       |       | 24.2% | ±                       | 10.4% | Taux moyen ± IC(95%) |       |       |       |  |  | 41.3% | ± | 13.9% |
|                         | A     | B     | C     | D     | E     | F     | A                       | B     | C                    | D     | E     | F     |  |  |       |   |       |
| 1                       | 0.125 | 0.875 | 0.875 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.375                   | 0.625 | 0.125                | 0     | 0     | 0.125 |  |  |       |   |       |
| 2                       | 0.375 | 0.125 | 0.375 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.625                   | 0.625 | 0.875                | 0.875 | 0.125 | 0.125 |  |  |       |   |       |
| 3                       | 0.625 | 0.875 | 0.125 | 0     | 0.125 | 0     | 0.875                   | 0.875 | 0                    | 0.125 | 0.125 | 0.125 |  |  |       |   |       |
| 4                       | 0.625 | 0.125 | 0.125 | 0     | 0     | 0.125 | 0.625                   | 0.875 | 0                    | 0     | 0.125 | 0.875 |  |  |       |   |       |
| 5                       | 0.625 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0     | 0     | 1                       | 0.875 | 0.875                | 0.375 | 0.125 | 0     |  |  |       |   |       |

**Figure 30** : Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée depuis 2012 sur la station « Ars en Ré » à herbier de la zostère naine.

La moyenne du taux de recouvrement 2015 s'établit à 41 % avec un intervalle de confiance à 95 % de 27-55 % (**Figure 30**, **Tableau 20**). En comparaison, les moyennes du taux de recouvrement 2012 et 2014 variaient de 35 % à 19 %. Du fait des chevauchements ou non-chevauchement des intervalles de confiance, il est possible de détecter qu'en 2013 l'herbier était de moins grande densités alors qu'il ne semble pas exister de différences significatives entre les autres années, les densités d'herbier en 2015 restant dans le même ordre de grandeur que celles des années 2012, et 2014, même la classe de taux de recouvrement atteint localement les 51-75 %.

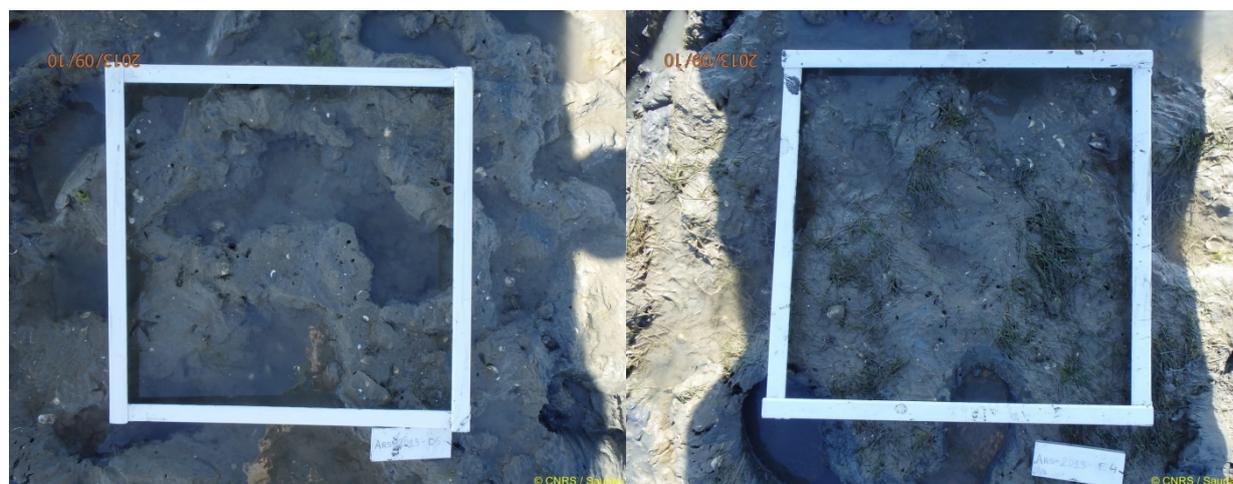
## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

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 » varient entre trois classes de 1-25 % à 51-75 %. Le minimum a été observé en 2013 et le maximum en 2015, ce maximum étant chevauchant avec la classe de recouvrement intermédiaire de 26-50 %.

**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 « Fiers d' Ars ».

| Zostère naine | Taux de recouvrement (%) |       |             |    |             |
|---------------|--------------------------|-------|-------------|----|-------------|
|               | Ars en Ré                | Moyen | I.C. (95 %) | N  | Classe      |
|               | 2012                     | 35    | 24 – 46     | 30 | 1-25/26-50  |
|               | 2013                     | 19    | 13 – 25     | 30 | 1-25        |
|               | 2014                     | 24    | 14 - 34     | 30 | 1-25/26-50  |
|               | 2015                     | 41    | 27 – 55     | 30 | 26-50/51-75 |

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 professionnels non déclarés. En 2013 il avait été noté un très fort impact visuel des activités de pêche à pied sur les sédiments du site avec la présence de piétinements et ou de grattages divers quasi systématiques sur toute la grille échantillonnée (**Figure 31**). Cet impact était moins marqué en 2014 et 2015.



**Figure 31** : Exemple de deux quadrats avec traces de piétinement ou de fouille pour la pêche à la palourde sur la grille de la station « Ars en Ré » comme noté en 2013.

### 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 % une seule correction n'a été apportée sur les observations visuelles.

La structure spatiale avec un gradient décroissante de taux de recouvrement visible en 2011 ou 2012 ne se dégageait plus en 2013 ni 2014 mais semble réapparaître en 2015 avec une densité beaucoup moins forte qu'en 2011 et 2012 mais similaire à celle de 2013 et 2014 (Figure 32).

| VALIDATION ImageJ 1.44p |       |       |       |       |       |       | VALIDATION ImageJ 1.44p |       |       |       |       |       |  |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Taux moyen ± IC(95%)    |       |       |       |       |       |       | Taux moyen ± IC(95%)    |       |       |       |       |       |  |
| 50.0%                   |       |       |       |       |       |       | 66.7%                   |       |       |       |       |       |  |
| ±                       |       |       |       |       |       |       | ±                       |       |       |       |       |       |  |
| 10.0%                   |       |       |       |       |       |       | 10.6%                   |       |       |       |       |       |  |
|                         | A     | B     | C     | D     | E     | F     | A                       | B     | C     | D     | E     | F     |  |
| 1                       | 0.125 | 0.875 | 0.625 | 0.875 | 0.625 | 0.625 | 0.625                   | 0.875 | 0.625 | 0.625 | 0     | 0     |  |
| 2                       | 0.625 | 0.625 | 0.875 | 0.625 | 0.875 | 0.625 | 0.625                   | 0.375 | 0.875 | 0.875 | 0.625 | 0.125 |  |
| 3                       | 0.125 | 0.375 | 0.375 | 0.375 | 0.375 | 0.625 | 0.625                   | 0.875 | 0.875 | 0.875 | 0.625 | 0.625 |  |
| 4                       | 0.125 | 0.125 | 0.375 | 0.625 | 0.875 | 0.625 | 0.125                   | 0.875 | 0.875 | 0.875 | 0.875 | 0.875 |  |
| 5                       | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.875 | 0.375 | 0.375 | 0.375                   | 0.875 | 0.875 | 0.875 | 0.875 | 0.875 |  |
| VALIDATION ImageJ 1.44p |       |       |       |       |       |       | VALIDATION ImageJ 1.44p |       |       |       |       |       |  |
| Taux moyen ± IC(95%)    |       |       |       |       |       |       | Taux moyen ± IC(95%)    |       |       |       |       |       |  |
| 22.9%                   |       |       |       |       |       |       | 14.2%                   |       |       |       |       |       |  |
| ±                       |       |       |       |       |       |       | ±                       |       |       |       |       |       |  |
| 6.8%                    |       |       |       |       |       |       | 8.0%                    |       |       |       |       |       |  |
|                         | A     | B     | C     | D     | E     | F     | A                       | B     | C     | D     | E     | F     |  |
| 1                       | 0     | 0.375 | 0.625 | 0.375 | 0     | 0.125 | 0                       | 0     | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.875 |  |
| 2                       | 0.375 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.375 | 0.375 | 0                       | 0     | 0.125 | 0.125 | 0.375 | 0.875 |  |
| 3                       | 0.375 | 0.125 | 0.625 | 0.375 | 0.125 | 0.375 | 0                       | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125 |  |
| 4                       | 0     | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.625 | 0.125                   | 0     | 0     | 0     | 0.125 | 0.125 |  |
| 5                       | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125                   | 0.125 | 0     | 0     | 0.125 | 0.125 |  |

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

| VALIDATION ImageJ 1.44p |       |       | 2015  |       |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Taux moyen ± IC(95%)    |       |       | 15.4% | ±     | 7.9%  |       |
|                         | A     | B     | C     | D     | E     | F     |
| 1                       | 0     | 0     | 0.125 | 0.625 | 0.125 | 0.625 |
| 2                       | 0     | 0     | 0     | 0.125 | 0.625 | 0.625 |
| 3                       | 0     | 0     | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.375 |
| 4                       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 5                       | 0.375 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125 |

**Figure 32 :** Taux de recouvrement par points sur la grille échantillonnée depuis 2011 sur la station « Lay crochon 1982 » à herbier de la zostère naine.

Un taux de recouvrement moyen de 15 % est obtenu en 2015 avec un intervalle de confiance à 95 % de 7-23 % (**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 confirment la diminution des taux de recouvrement observée sur cet herbier depuis 2012.

Aucune trace de piétinement n'est visible sur les 30 points de la grille. Les activités de pêche à pied pourtant existantes sur l'estuaire du Lay se limitent à la bordure du chenal comme déjà observé en 2013 et 2014.

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 » 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 singulière et seule l'année 2013 leur est comparable avec une amorce de diminution des 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).

**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 ».

| Zostère naine    | Taux de recouvrement (%) |             |    |             |  |
|------------------|--------------------------|-------------|----|-------------|--|
| Lay crochon 1982 | Moyen                    | I.C. (95 %) | N  | Classe      |  |
| 2011             | 50                       | 40 – 60     | 30 | 26-50/51-75 |  |
| 2012             | 67                       | 56 – 78     | 30 | 51-75/76-99 |  |
| 2013             | 23                       | 16 – 30     | 30 | 1-25/26-50  |  |
| 2014             | 14                       | 6 - 20      | 30 | 1-25        |  |
| 2015             | 15                       | 7 – 23      | 30 | 1-25        |  |

### 3.5. 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 recherches 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 naturelle 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 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 redispersion 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.

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

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 33**) 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 33** : 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).

- à Saint-Martin de Ré quelques fragments tous frais de *Zostera marina* 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 34**). 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.

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

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>.



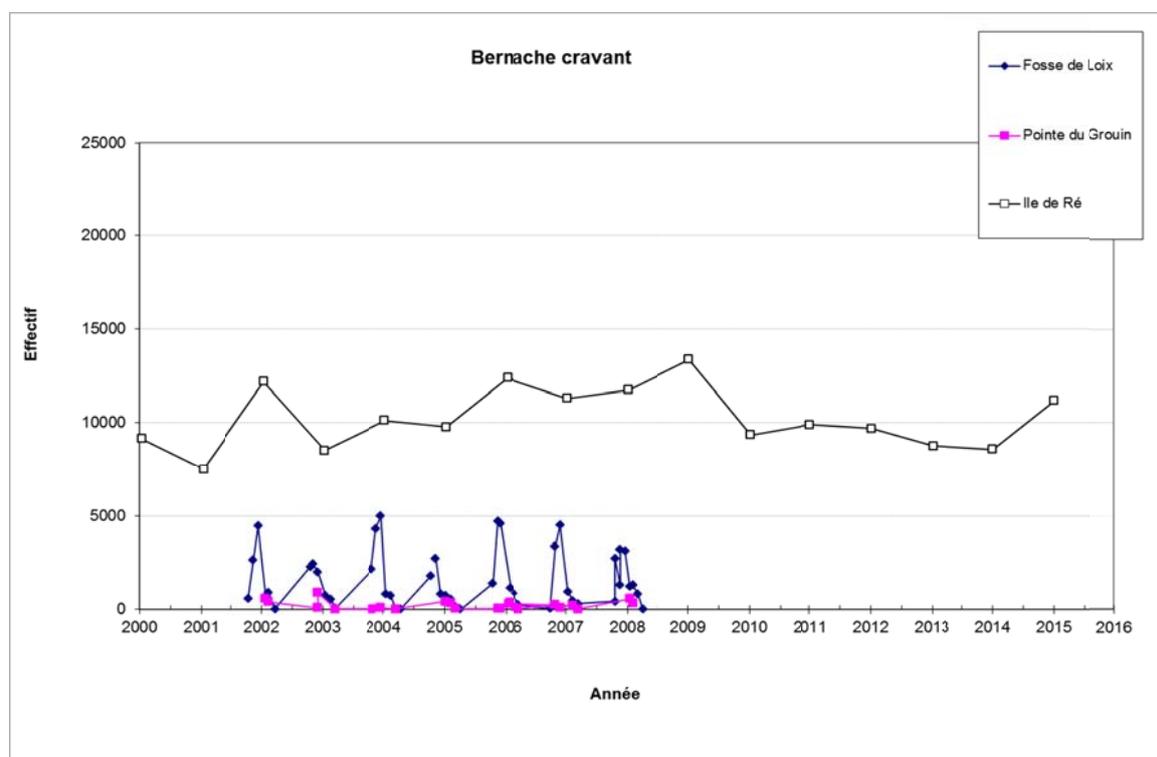
**Figure 34** : Présence de *Zostera marina* en laisses de mer le 28/10/2015 au pied de la citadelle de Saint-Martin de Ré et sur les estrans de la plage de La Cible en zone ostréicole.

### 3.6. 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).

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 35 :** 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 2000-2015 (d'après Wetlands / LPO) et 2001-2008 (d'après Lemesle J.-C., com. pers.)

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

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 2000-2015 une stabilité des effectifs dans une fourchette de variation de 7500 à 13300 individus avec un pallier autour de 9500-9800 depuis 2010 et une reprise depuis 20105. 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 35**).

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 22**).

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

**Tableau 22** : Effectifs de Bernaches cravant et Canards siffleurs à la mi-janvier des années 2000 à 2015 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 | 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              |

## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

|           |      |                 |         |   |     |
|-----------|------|-----------------|---------|---|-----|
| 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 |
| Ile de Ré | 2014 | Canard siffleur | > 1-100 | - | Non |
| Ile de Ré | 2015 | Canard siffleur | > 1-100 | - | 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 0,74 est donnée comme moyenne de 1 et 0,49 obtenu après analyse des variations temporelles des taux de recouvrement sur la station « Plage de la Charge Neuve » (pas de changement) et la station « Ars en Ré » dans le Fiers d'Ars (altérations majeures).

Pour la masse d'eau côtière Pertuis breton FRGC53, l'indicateur « angiospermes » indique pour 2015 un Très Bon état écologique biologique.

|             | Indices  |           |         | Indicateur    |
|-------------|--|-----------|---------|---------------|
|             | Composition                                    | Extension | Densité | Angiospermes  |
| EQR         | 1  | 0,68      | 0,98    | 0,89          |
| Altérations | Amélioration<br>ou pas de modification visible | Faibles   | Faibles |               |
| Etat        |  |           |         | Très bon état |

### 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 0,16 est donnée du fait de la baisse sévère (78 %) des taux de recouvrement entre 2015 et la meilleure situation de 2012.

Pour la masse d'eau de transition Estuaire du Lay FRGT30, l'indicateur « angiospermes » indique pour 2015 un Bon état écologique biologique.

|             | Indices             |                     |         | Indicateur   |
|-------------|---------------------|---------------------|---------|--------------|
|             | Composition         | Extension           | Densité | Angiospermes |
| EQR         | 1                   | 1                   | 0,16    | 0,72         |
| Altérations | Pas de modification | Pas de modification | Sévères |              |
| Etat        |                     |                     |         | Bon état     |

## 5. Bilans

### 5.1. 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 ;
- missions à la mer y compris des prospections non prévues initialement ;
- 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 2015 DCE des herbiers à zostère naine des trois stations herbier « Ars en Ré », « Plage de la Charge Neuve » et « Lay crochon 1982 » y compris la collecte d'information complémentaires sur les herbiers de *Zostera marina* de la côte Nord de l'île de Ré a mobilisé au total 30 personnes jours ouvrés (**Tableau 23**).

**Ce chiffre correspond à 1,5 ETP à raison de 20 jours ouvrés par mois.**

**Tableau 23 :** Effort en personne-jour pour chacune des opérations afférentes au contrôle de surveillance 2015 des herbiers à zostère naine des 3 stations « Plage de la Charge Neuve », « Fiers d'Ars » et « Lay crochon 1982 » y compris les prospections non programmées pour la validation de la présence de *Zostera marina* sur l'île de Ré.

| Opération  | Nombre (personne-jour) |
|--|------------------------|
| Préparation matériel mission                         | 3                      |
| Mission mer  | 9                      |
| Prospection <i>Zostera marina</i>                    | 4                      |
| Granulométrie  | 2                      |
| Matière organique (sédiment + macroalgues)           | 2                      |
| Validation ImageJ 1.44p                              | 3                      |
| Saisie informatique des données                      | 1                      |
| Saisies Quadrigé <sup>2</sup> (métadonnées, données) | 2                      |
| Rédaction  |                        |
| - rapport intermédiaire                              | 2                      |
| - rapport final                                      | 2                      |
| <b>Total</b>   | <b>30</b>              |

## 5.2. Saisies dans la base Quadrige<sup>2</sup>

La saisie des métadonnées et des données herbier de *Zostera noltei* est à jour de 2015 pour les stations de la masse d'eau côtière « Pertuis Breton », Ars en Ré et Plage de la Charge Neuve et pour la station de la masse d'eau de transition « Estuaire du Lay », Lay crochon 1982 tout comme elle l'est pour les sites DCE plus méridionaux dans la masse d'eau FRFC02 pertuis Charentais gérés par le LIENSs.

La saisie concerne (**Tableau 24**) :

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

**Tableau 24** : Bilan des saisies dans la base de données Quadrige<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, 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 |
|-----------|---------|-----------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Herbier   |         | FRFC02    | Bellevue-Perrotine int HZn |      |      |      |      |      |      | ■    | ■    | ■    | ■    |
| Herbier   |         | FRFC02    | Le Château d'Oléron        |      |      |      |      |      |      | ■    | ■    | ■    | ■    |
| Herbier   |         | FRFC02    | Les Doux int HZN           |      | ■    | ■    | ■    |      |      | ■    | ■    | ■    | ■    |
| Herbier   |         | FRFC02    | Ade                        |      |      |      |      |      |      |      | ■    | ■    | ■    |
| Herbier   |         | FRGC53    | Ars en Ré                  |      |      |      |      |      |      | ■    | ■    | ■    | ■    |
| Herbier   |         | FRGC53    | Plage de la Charge Neuve   | ■    | ■    |      | ■    |      | ■    | ■    | ■    | ■    | ■    |
| Herbier   |         | FRGT30    | Lay crochon 1982           |      |      |      |      |      | ■    | ■    | ■    | ■    | ■    |

## 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). Gradistat: 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 noltii*) : 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.

- 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 2015 5 5052 8224 : Rapport final

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.
- 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 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.

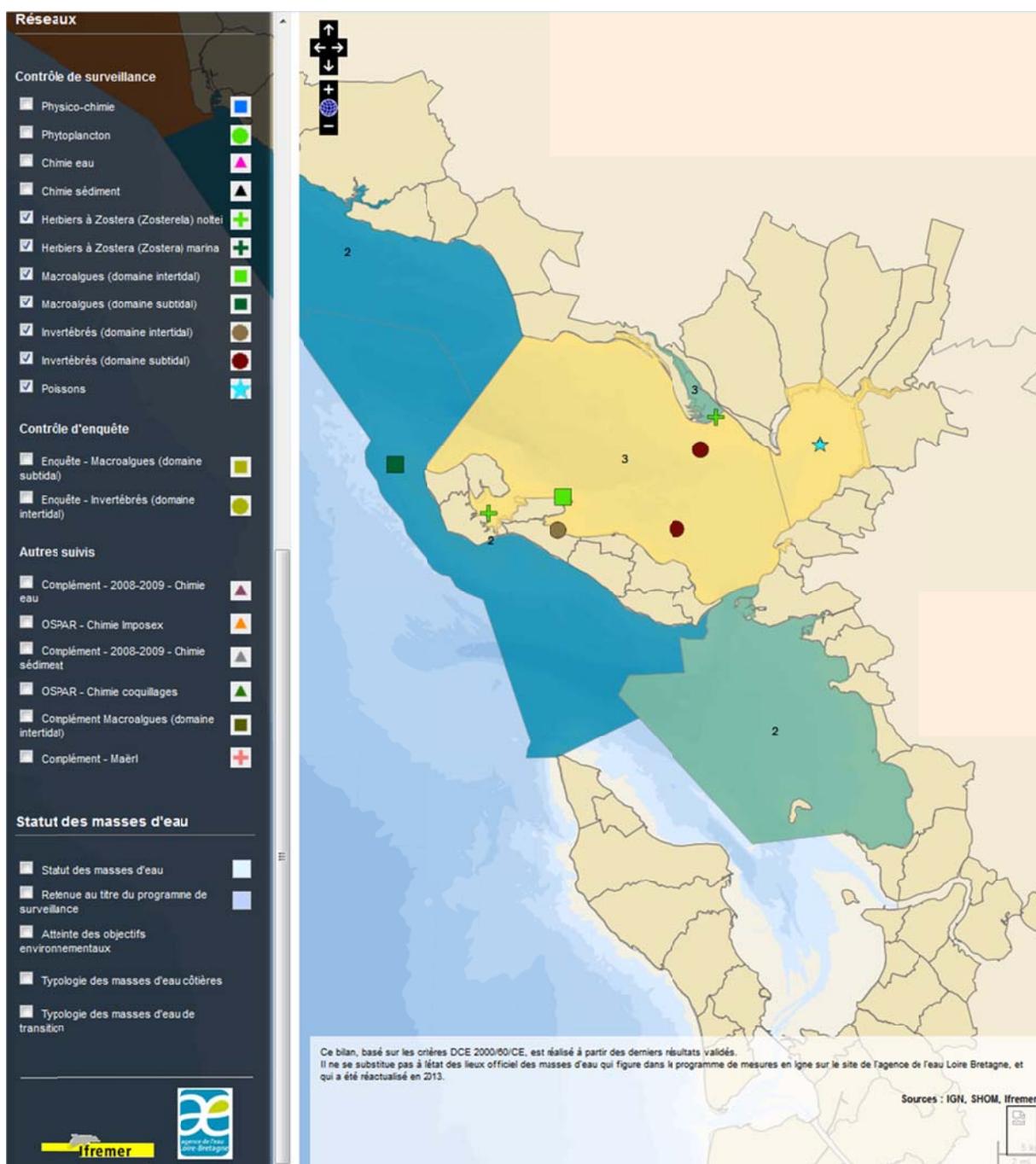
## Contrat de prestation 2015 5 5052 8224 : Rapport final

- 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 2015 5 5052 8224 : Rapport final

**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




**Fiche point réseau** 📄 ✕

---

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

---

|   |  |
|---|--|
| Masse d'eau : FRGT30 - Le Lay             | Type masse d'eau : MET                       |
| Type de réseau : Contrôle de surveillance | Point : 076-P-073 - Lay Crochon 1982 int HZN |
| Longitude (WGS84) : -1.269656             | 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



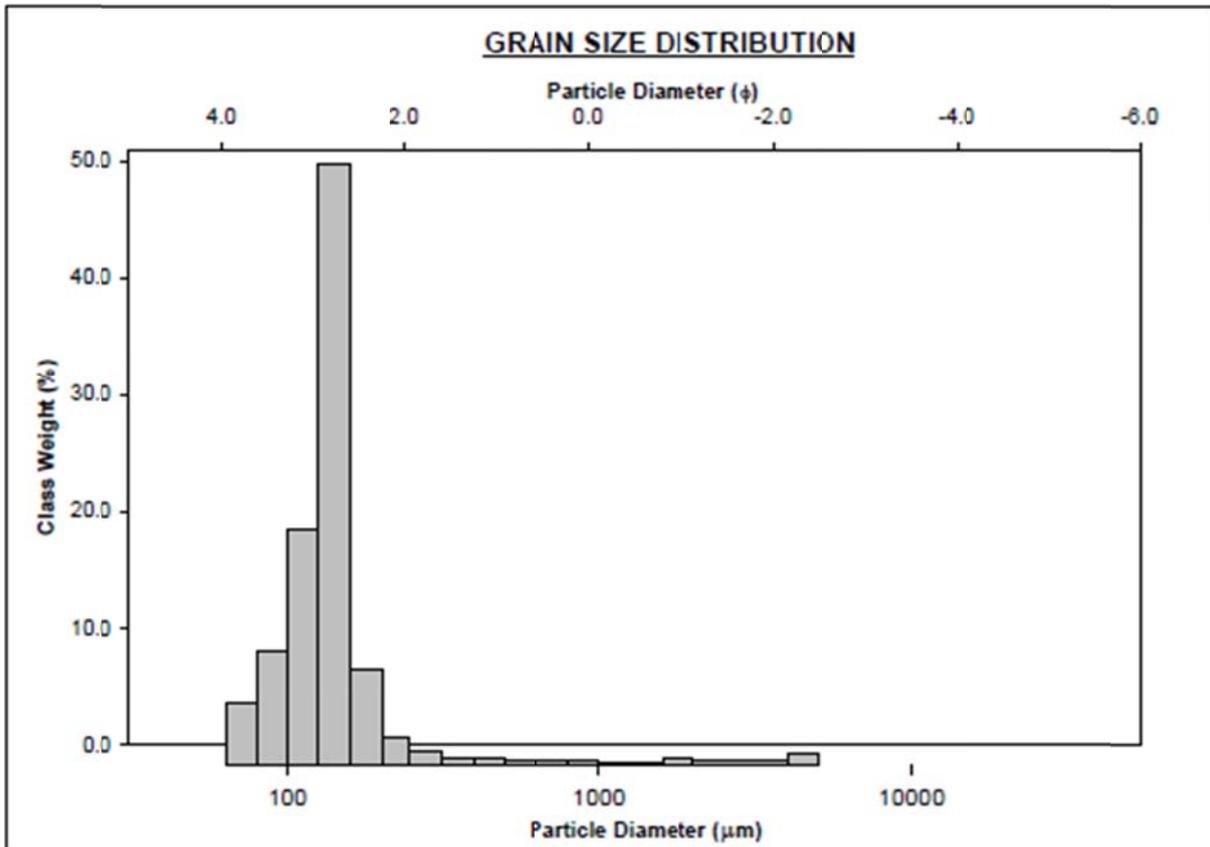

## 7.2. Table attributaire du DGPS Trimble GeoXT

| E:\DCE_IMPORT_SHAPE_GFS\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>Loxera 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<br>Required, Normal                  |            |

### 7.3. Analyses granulométriques de 2015

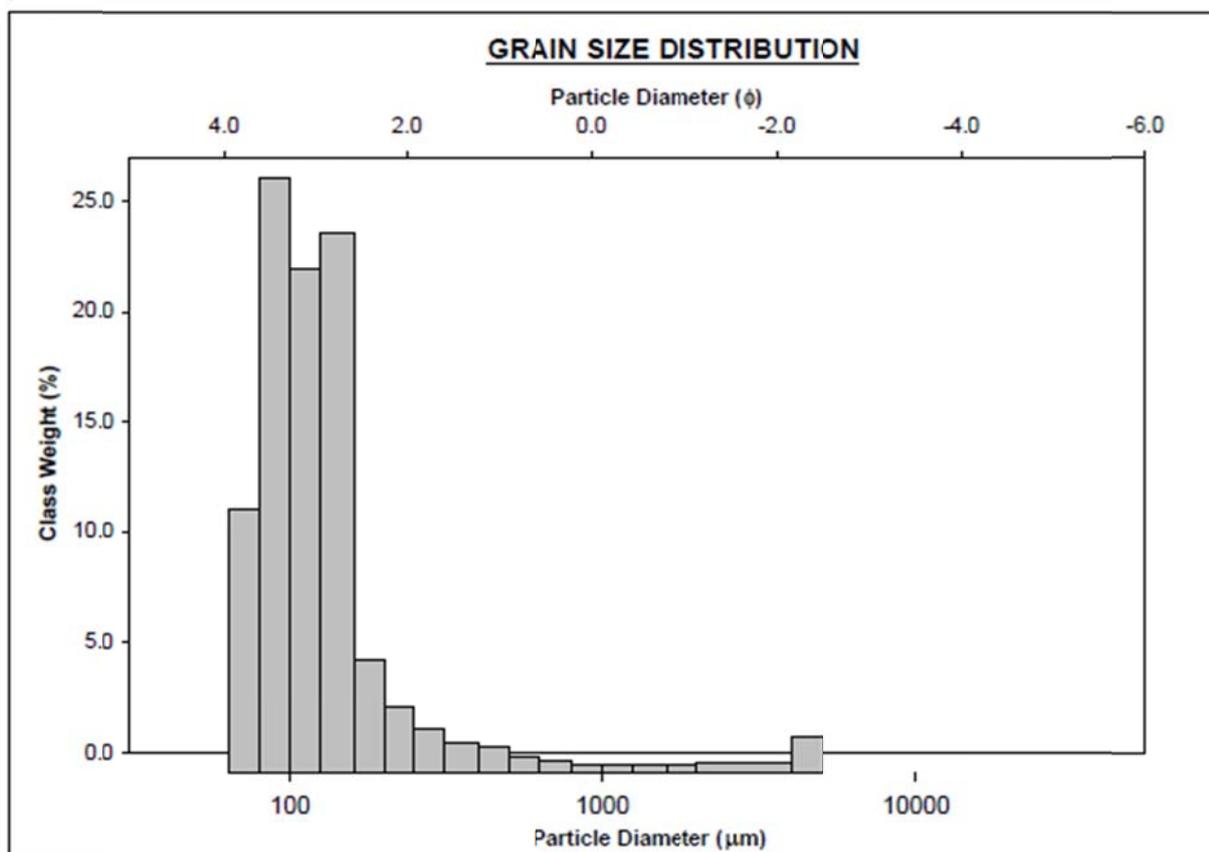
#### Plage Charge Neuve

| <b>SAMPLE STATISTICS</b>  |                   |               |  |                    |                     |                  |
|---|-------------------|---------------|--|--------------------|---------------------|------------------|
| SAMPLE IDENTITY: <b>Plage de la Charge Neuve_2015</b>             |                   |               | ANALYST & DATE: F_Aubert, 7/7/1905           |                    |                     |                  |
| SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted                              |                   |               | TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand |                    |                     |                  |
| SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Coarse Silty Fine Sand |                   |               |  |                    |                     |                  |
|   | $\mu\text{m}$     | $\phi$        | GRAIN SIZE DISTRIBUTION                      |                    |                     |                  |
| MODE 1:   | 142.5             | 2.822         | GRAVEL: 1.4%                                 |                    | COARSE SAND: 0.8%   |                  |
| MODE 2:   |                   |               | SAND: 68.8%                                  |                    | MEDIUM SAND: 1.5%   |                  |
| MODE 3:   |                   |               | MUD: 29.8%                                   |                    | FINE SAND: 43.1%    |                  |
| D <sub>10</sub> :   | 9.915             | 2.580         | V COARSE GRAVEL: 0.0%                        |                    | V FINE SAND: 22.8%  |                  |
| MEDIAN or D <sub>50</sub> :                                       | 119.6             | 3.064         | COARSE GRAVEL: 0.0%                          |                    | V COARSE SILT: 5.0% |                  |
| D <sub>90</sub> :   | 167.2             | 6.658         | MEDIUM GRAVEL: 0.0%                          |                    | COARSE SILT: 5.0%   |                  |
| (D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):                             | 16.86             | 2.579         | FINE GRAVEL: 0.6%                            |                    | MEDIUM SILT: 5.0%   |                  |
| (D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):                             | 157.3             | 4.078         | V FINE GRAVEL: 0.7%                          |                    | FINE SILT: 5.0%     |                  |
| (D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):                             | 3.630             | 1.669         | V COARSE SAND: 0.7%                          |                    | V FINE SILT: 5.0%   |                  |
| (D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):                             | 105.4             | 1.860         | CLAY: 5.0%                                   |                    |                     |                  |
|   | METHOD OF MOMENTS |               |  | FOLK & WARD METHOD |                     |                  |
|   | Arithmetic        | Geometric     | Logarithmic                                  | Geometric          | Logarithmic         | Description      |
|   | $\mu\text{m}$     | $\mu\text{m}$ | $\phi$                                       | $\mu\text{m}$      | $\phi$              |                  |
| MEAN ( $\bar{x}$ ):   | 168.4             | 60.88         | 4.038  | 68.45              | 3.869               | Very Fine Sand   |
| SORTING ( $\sigma$ ):   | 448.1             | 4.172         | 2.061  | 2.977              | 1.574               | Poorly Sorted    |
| SKEWNESS ( $S_k$ ):   | 7.794             | -0.304        | 0.304  | -0.706             | 0.706               | Very Fine Skewed |
| KURTOSIS ( $K$ ):   | 67.70             | 2.516         | 2.516  | 1.141              | 1.141               | Leptokurtic      |



## Fiers d'Ars

| <b>SAMPLE STATISTICS</b>   |                          |               |  |                               |                     |                  |
|--|--------------------------|---------------|--|-------------------------------|---------------------|------------------|
| SAMPLE IDENTITY: Ars en Ré_2015  |                          |               | ANALYST & DATE: F_Aubert, 7/7/1905           |                               |                     |                  |
| SAMPLE TYPE: Bimodal, Poorly Sorted                                    |                          |               | TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand |                               |                     |                  |
| SEDIMENT NAME: Slightly Fine Gravelly Very Coarse Silty Very Fine Sand |                          |               |  |                               |                     |                  |
|  | $\mu\text{m}$            | $\phi$        | <b>GRAIN SIZE DISTRIBUTION</b>               |                               |                     |                  |
| MODE 1:  | 90.00                    | 3.483         | GRAVEL: 1.8%                                 |                               | COARSE SAND: 1.0%   |                  |
| MODE 2:  | 142.5                    | 2.822         | SAND: 65.7%                                  |                               | MEDIUM SAND: 2.9%   |                  |
| MODE 3:  |                          |               | MUD: 32.5%                                   |                               | FINE SAND: 21.9%    |                  |
| D <sub>10</sub> :  | 9.173                    | 2.517         |  |                               | V FINE SAND: 39.3%  |                  |
| MEDIAN or D <sub>50</sub> :  | 90.60                    | 3.464         | V COARSE GRAVEL: 0.0%                        |                               | V COARSE SILT: 5.4% |                  |
| D <sub>90</sub> :  | 174.6                    | 6.768         | COARSE GRAVEL: 0.0%                          |                               | COARSE SILT: 5.4%   |                  |
| (D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):                                  | 19.04                    | 2.689         | MEDIUM GRAVEL: 0.0%                          |                               | MEDIUM SILT: 5.4%   |                  |
| (D <sub>30</sub> - D <sub>10</sub> ):                                  | 165.5                    | 4.251         | FINE GRAVEL: 1.0%                            |                               | FINE SILT: 5.4%     |                  |
| (D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):                                  | 3.968                    | 1.678         | V FINE GRAVEL: 0.8%                          |                               | V FINE SILT: 5.4%   |                  |
| (D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):                                  | 97.96                    | 1.988         | V COARSE SAND: 0.6%                          |                               | CLAY: 5.4%          |                  |
|  | <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 ( $\bar{x}$ ):  | 175.4                    | 53.08         | 4.236  | 59.16                         | 4.079               | Very Coarse Silt |
| SORTING ( $\sigma$ ):  | 521.9                    | 4.289         | 2.101  | 3.223                         | 1.688               | Poorly Sorted    |
| SKEWNESS ( $S_k$ ):  | 7.011                    | 0.003         | -0.003                                       | -0.466                        | 0.466               | Very Fine Skewed |
| KURTOSIS ( $K$ ):  | 53.92                    | 2.675         | 2.675  | 1.179                         | 1.179               | Leptokurtic      |



## Lay crochon 1982

| <b>SAMPLE STATISTICS</b>   |                   |               |   |                    |                      |                    |
|--|-------------------|---------------|---|--------------------|----------------------|--------------------|
| SAMPLE IDENTITY: Lay Crochon 1982_2015                                 |                   |               | ANALYST & DATE: F_Aubert, 7/7/1905          |                    |                      |                    |
| SAMPLE TYPE: Trimodal, Very Poorly Sorted                              |                   |               | TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sandy Mud |                    |                      |                    |
| SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Fine Sandy Very Coarse Silt |                   |               |   |                    |                      |                    |
|  | $\mu\text{m}$     | $\phi$        | GRAIN SIZE DISTRIBUTION                     |                    |                      |                    |
| MODE 1:  | 225.0             | 2.161         | GRAVEL: 0.7%                                |                    | COARSE SAND: 3.3%    |                    |
| MODE 2:  | 71.50             | 3.816         | SAND: 35.2%                                 |                    | MEDIUM SAND: 9.9%    |                    |
| MODE 3:  | 450.0             | 1.161         | MUD: 64.1%                                  |                    | FINE SAND: 15.1%     |                    |
| D <sub>10</sub> :  | 6.023             | 1.677         |   |                    | V FINE SAND: 6.1%    |                    |
| MEDIAN or D <sub>50</sub> :  | 34.03             | 4.877         | V COARSE GRAVEL: 0.0%                       |                    | V COARSE SILT: 10.7% |                    |
| D <sub>90</sub> :  | 312.8             | 7.375         | COARSE GRAVEL: 0.0%                         |                    | COARSE SILT: 10.7%   |                    |
| (D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ):                                  | 51.94             | 4.399         | MEDIUM GRAVEL: 0.0%                         |                    | MEDIUM SILT: 10.7%   |                    |
| (D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ):                                  | 306.8             | 5.699         | FINE GRAVEL: 0.2%                           |                    | FINE SILT: 10.7%     |                    |
| (D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ):                                  | 15.79             | 2.620         | V FINE GRAVEL: 0.5%                         |                    | V FINE SILT: 10.7%   |                    |
| (D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ):                                  | 170.5             | 3.981         | V COARSE SAND: 0.8%                         |                    | CLAY: 10.7%          |                    |
|  | METHOD OF MOMENTS |               |   | FOLK & WARD METHOD |                      |                    |
|  | Arithmetic        | Geometric     | Logarithmic                                 | Geometric          | Logarithmic          | Description        |
|  | $\mu\text{m}$     | $\mu\text{m}$ | $\phi$                                      | $\mu\text{m}$      | $\phi$               |                    |
| MEAN ( $\bar{x}$ ):  | 147.4             | 26.77         | 5.223                                       | 40.03              | 4.643                | Very Coarse Silt   |
| SORTING ( $\sigma$ ):  | 339.1             | 5.502         | 2.460                                       | 4.747              | 2.247                | Very Poorly Sorted |
| SKEWNESS ( $S_k$ ):  | 7.617             | 0.827         | -0.827                                      | 0.149              | -0.149               | Coarse Skewed      |
| KURTOSIS ( $K$ ):  | 77.24             | 2.064         | 2.064                                       | 0.686              | 0.686                | Platykurtic        |

