



Contrat de prestations Ifremer 2014 5 50528230

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*



**SAURIAU P.-G., AUBERT F., DUVARD A.,
PINEAU P., LACHAUSSEE N.**

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



Avril 2015

Sommaire

1. INTRODUCTION.....	1
2. MATERIEL & METHODES	4
2.1. SUIVIS REALISES DANS LA MASSE D'EAU PERTUIS BRETON FRGC53	4
2.1.1 <i>Présentation des stations du suivi stationnel.....</i>	4
2.1.2 <i>Suivi surfacique : nord île de Ré</i>	1
2.2. SUIVIS REALISES DANS LA MASSE D'EAU ESTUAIRE DU LAY FRGT30	1
2.2.1 <i>Suivi stationnel</i>	1
2.2.2 <i>Suivi surfacique</i>	4
2.3. CALENDRIER DES OPERATIONS A LA MER	5
2.4. PROTOCOLE DES SUIVIS STATIONNELS.....	7
2.4.1 <i>Positionnement DGPS.....</i>	7
2.4.2 <i>Prélèvement et analyse des macroalgues</i>	9
2.4.3 <i>Prélèvement des sédiments</i>	9
2.4.4 <i>Prise de notes sur le terrain</i>	10
2.5. PROTOCOLE DES SUIVIS SURFACIQUES.....	15
2.5.1 <i>Pertuis Breton : estrans nord de l'île de Ré.....</i>	15
2.5.2 <i>Estrans ouest de l'Estuaire du Lay.....</i>	17
2.6. CALCUL DE L'INDICATEUR « ANGIOSPERMES »	19
2.6.1 <i>Composition taxinomique</i>	19
2.6.2 <i>Extension</i>	19
2.6.1 <i>Densité.....</i>	20
2.7. TEMPS AGENT AFFECTE AUX SUIVIS ET ANALYSES	21
3. RESULTATS DES SUIVIS STATIONNELS	22
3.1. SEDIMENTS.....	22
3.2. GRILLE D'ECHANTILLONNAGE	29
3.3. MACROALGUES : BIOMASSE	32
3.3.1 <i>Plage de la Charge Neuve.....</i>	32
3.3.2 <i>Fiers d'Ars.....</i>	34
3.3.3 <i>Lay crochon 1982</i>	36
3.4. ZOSTERE : TAUX DE RECOUVREMENT	38
3.5. LES OISEAUX HERBIVORES CONSOMMATEURS DE ZOSTERES	44
4. RESULTATS DES SUIVIS SURFACIQUES.....	46
4.1. ILE DE RE : DE RIVEDOUX AU FIER D'ARS.....	46
4.2. ESTUAIRE DU LAY	48
5. CALCUL DE L'INDICATEUR « ANGIOSPERMES ».....	51
5.1. PERTUIS BRETON FRGC53	51
5.2. ESTUAIRE DU LAY FRGT30.....	51
6. BILAN DES SAISIES DANS LA BASE QUADRIGE².....	52
7. BIBLIOGRAPHIE.....	56

8.	ANNEXES	59
8.1.	TABLE ATTRIBUTAIRE DU DGPS TRIMBLE GEOXT.....	59
8.2.	ANALYSES GRANULOMETRIQUES DE 2014.....	60

1. Introduction

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

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*) *nottei* Hornemann nommée ici *Zostera nottei* (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

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

Les opérations de surveillance DCE retenues en 2014 pour la masse d'eau côtière Pertuis Breton FRGC53 (**Figure 2**) étaient :

- échantillonnage stationnel des invertébrés benthiques de substrat meuble en avril 2014 sur les stations subtidales La Flotte et Arcay selon le protocole DCE (Anonymes, 2005) de cinq réplicats (0,1 m²) par station ;
- échantillonnage stationnel des invertébrés benthiques de substrat meuble en avril 2014 sur la station intertidale de la plage de la Charge Neuve selon le protocole DCE (Anonymes, 2005) de cinq réplicats (0,1 m²) par station ;
- échantillonnage stationnel sur une grille de 30 points des herbiers de la zostère naine *Zostera noltei* Hornemann en septembre 2014 sur les stations Plage de la Charge Neuve et Fiers d'Ars selon le protocole 2012 DCE (Auby *et al.*, 2012).
- contribution à l'estimation de la superficie des herbiers de *Zostera noltei* par échantillonnage terrain en collaboration avec Géo-Transfert (Lafon *et al.*, 2014) pour validation ultérieure d'une analyse image satellitale par Géo-Transfert.

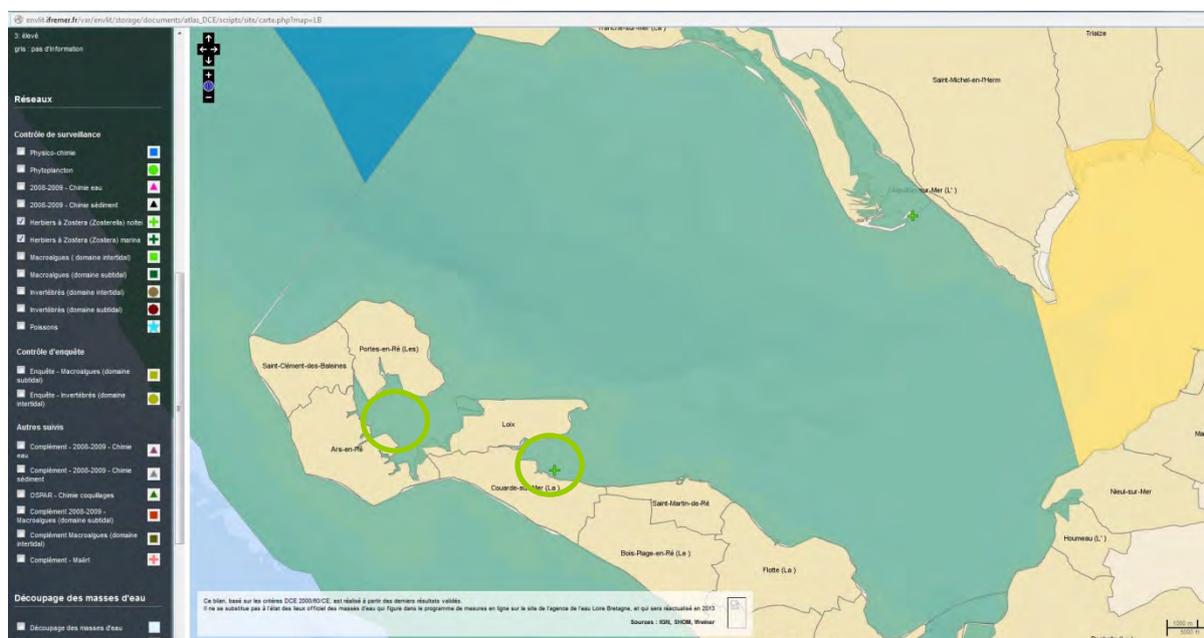


Figure 2 : Masse d'eau côtière « Pertuis breton » FRGC53. Cercle vert : la station herbier Plage de la Charge Neuve est identique à la station faune des invertébrés et la station Fiers d'Ars n'est pas encore figurée sur l'atlas.

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

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

Les opérations de surveillance DCE retenues en 2014 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* Hornemann en septembre 2014 sur la station Lay crochon 1982 selon le protocole 2012 DCE (Auby *et al.*, 2012) ;
- estimation de la superficie des herbiers de *Zostera noltei* par validation terrain après estimation de leur contour sur images aériennes haute résolution.



Figure 3 : Masse d'Eau de Transition « Estuaire du Lay » FRGT30. Cercle vert : station herbier Lay crochon 1982.

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

L'objet du présent document est de faire état des résultats 2014 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 herbier ;
- les cartographies surfaciques des herbiers.

Le présent document sur les suivis 2014 des herbiers est intitulé « 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* ». Il complète le document sur les suivis 2014 invertébrés intitulé « Contrôle de surveillance DCE 2014 de la masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis breton. Rapport final : partie 1 : suivis stationnels des invertébrés benthiques » et le document intitulé « Cartographie de l'herbier à *Zostera noltei* de l'île de Ré – masse d'eau FRGC53 par télédétection spatiale » (Lafon *et al.*, 2014).

2. Matériel & méthodes

2.1. Suivis réalisés dans la masse d'eau Pertuis breton FRGC53

Les caractéristiques des stations échantillonnées pour les herbiers de la zostère naine en domaine intertidal sont les suivantes tant pour les suivis stationnels que pour la cartographie surfacique :

2.1.1 Présentation des stations du suivi stationnel

Le nouveau protocole 2011 amendé en 2012 (Auby *et al.*, 2012) du contrôle de surveillance DCE des herbiers intertidaux de *Zostera noltei* est appliqué pour deux stations Plage de la Charge Neuve (Sud de la Fosse de Loix) et Fier d'Ars (**Tableau 1**) :

Plage de la Charge Neuve

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. 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. Le médiolittoral est aussi le réceptacle de débris d'herbier très abondants (**Figure 4**).

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 5**).

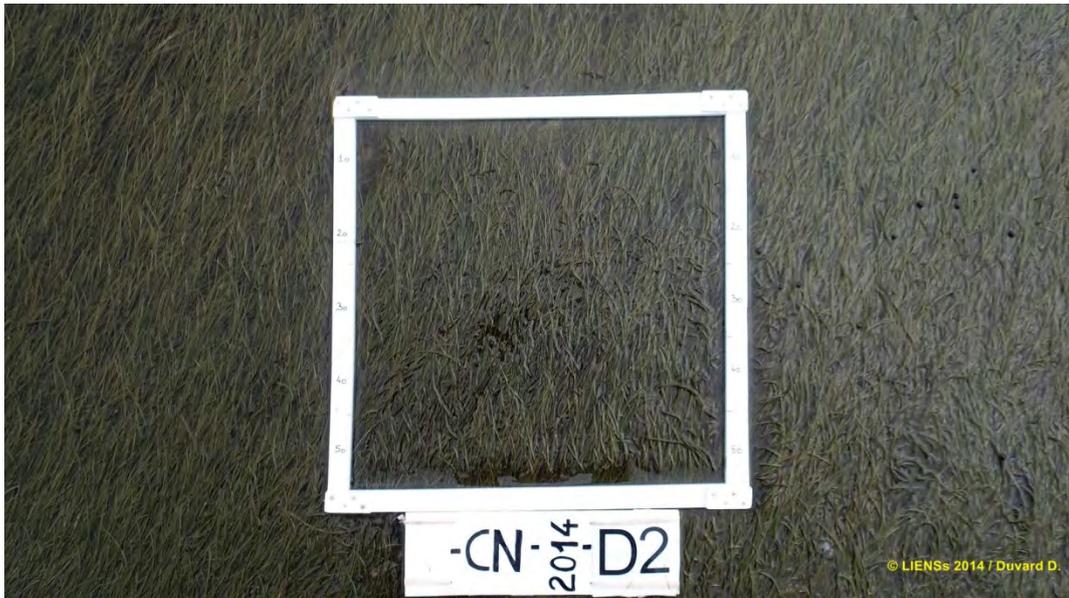
La station se situe en médiolittoral moyen et présentait en 2009 (Sauriau *et al.*, 2009), 2011 (Sauriau *et al.*, 2011), 2012 (Sauriau *et al.*, 2013), 2013 (Sauriau *et al.*, 2014) et 2014 (Sauriau *et al.*, 2015) un herbier dense à très dense. La situation est la même en 2015 (**Figure 4**).

Tableau 1 : Caractéristiques des suivis sur les stations échantillonnées.

Station	Plage Charge Neuve
Regroupement	Non
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes minimum
Paramètres	multiples selon protocole DCE herbier zostère naine Août-Septembre, initialement tous les 3 ans du plan de gestion
Fréquence	Depuis 2011, Août-Septembre, tous les ans du plan de gestion
Opérateur :	
- prélèvement	
- tri et détermination	CNRS : CREMA (2006-2007), CRELA (2008-
- mesure granulométrie	2009) puis LIENSs La Rochelle (2010-)
- mesure taux de matières organiques	
Début prélèvements	2006 (prospection), 2007-actuel (surveillance)



A



B

Figure 4 : Situation de l'herbier à *Zostera noltei* sur la station de la Plage de la Charge Neuve (A) et exemple de densité maximale d'herbier sur le point D2 en 2014.
Photo A. Duvard CNRS ©.

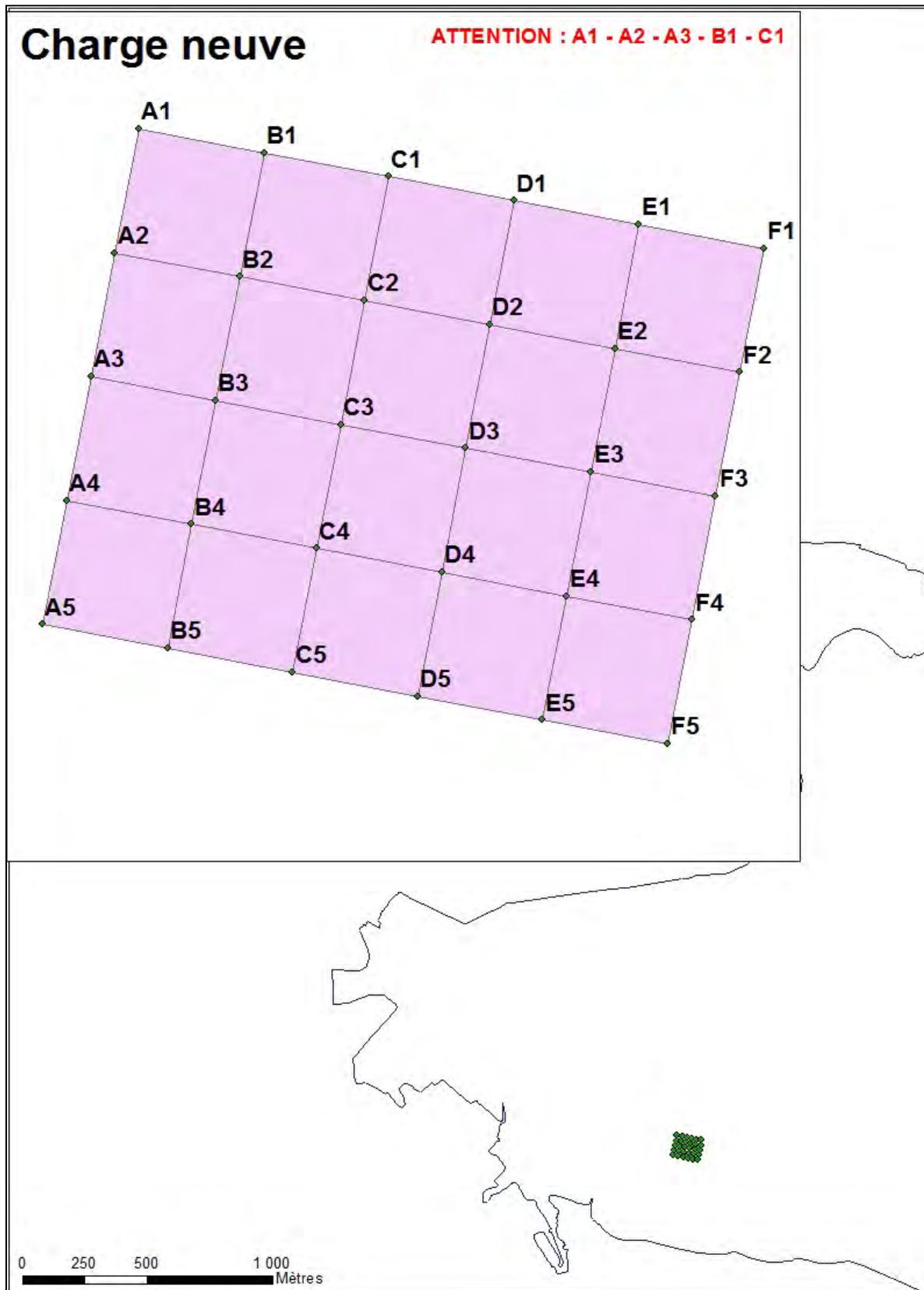


Figure 5 : Vue générale et de détail et de la grille de points sur la station Plage Charge Neuve. Réalisation carte sous SIG : C. Curti.

Fier d'Ars

Le choix d'une station dans le Fier d'Ars s'est appuyé sur une prospection réalisée le 25/07/2012 (**Tableau 2**). 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 6**). La station 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).

La grille de points (**Figure 7**) est prospectée *pedibus jambi* à partir d'un accès sur le littoral avec escalier en pierre. Le site ne présente pas de difficultés de marche.

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



Figure 6 : Exemple de densité d'herbier sur le point B3 en 2014.
Photo A. Duvard CNRS ©.

Tableau 2 : Caractéristiques des suivis sur les stations échantillonnées.

Station	Fiers Ars
Regroupement	Non
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes minimum
Paramètres	Multiple selon protocole DCE herbier zostère naine Août-Septembre, initialement tous les 3 ans du plan de gestion
Fréquence	Depuis 2011, Août-Septembre, tous les ans du plan de gestion
Opérateur :	
- prélèvement	CNRS : CREMA (2006-2007), CRELA (2008-2009) puis LIENSs La Rochelle (2010-actuel)
- tri et détermination	
- mesure granulométrique	
Début prélèvements	2012 (prospection), 2012-actuel (surveillance)

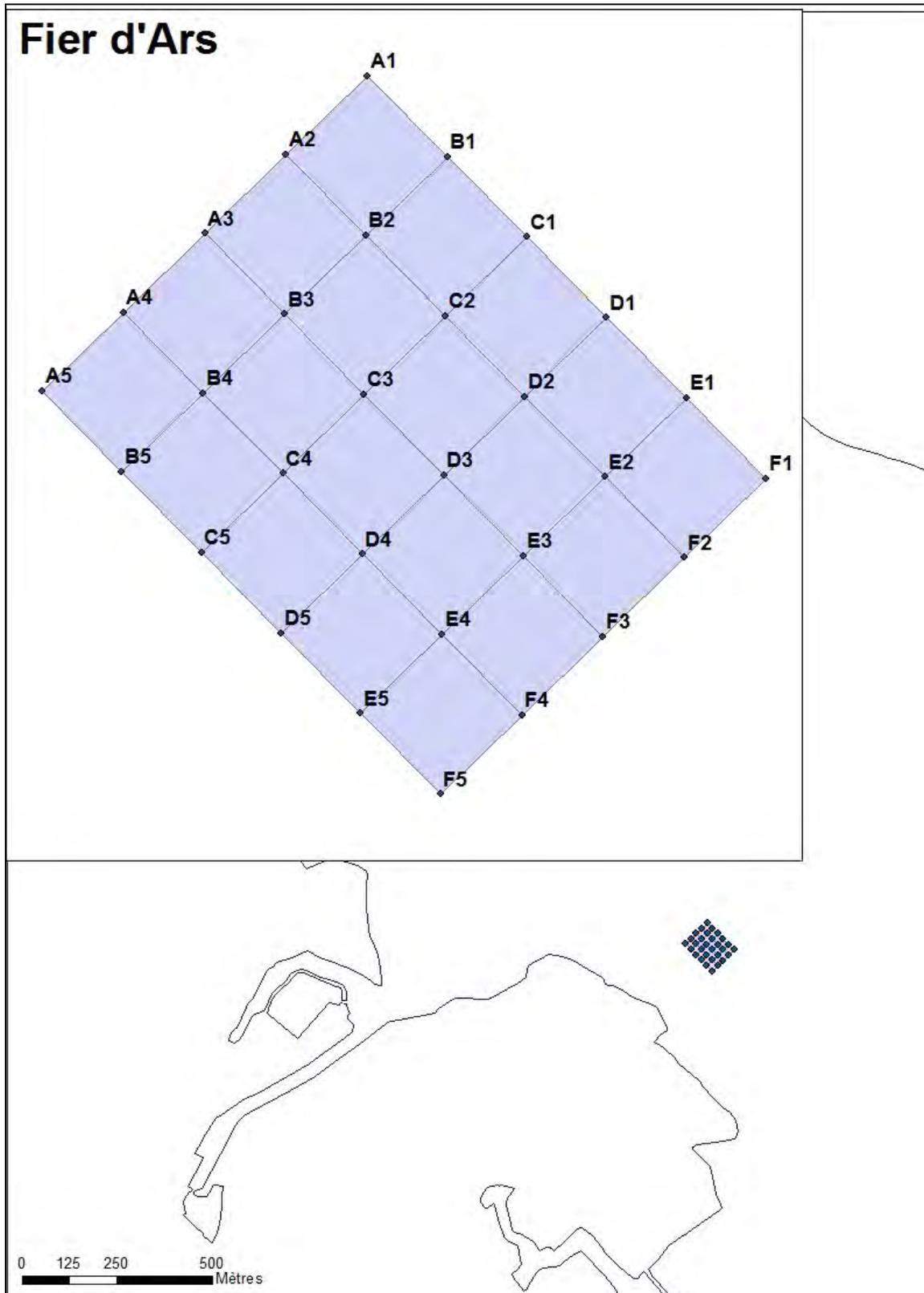


Figure 7 : Vue générale et de détail de la grille de points sur la station Fier d' Ars.
Réalisation carte sous SIG : C. Curti

2.1.2 Suivi surfacique : nord île de Ré

Les herbiers se distribuent principalement sur Rivedoux, Loix et Ars en Ré pour une superficie d'environ 450 ha. Une situation similaire est attendue pour 2014 avec une préparation des vérités terrain sur ces mêmes sites.

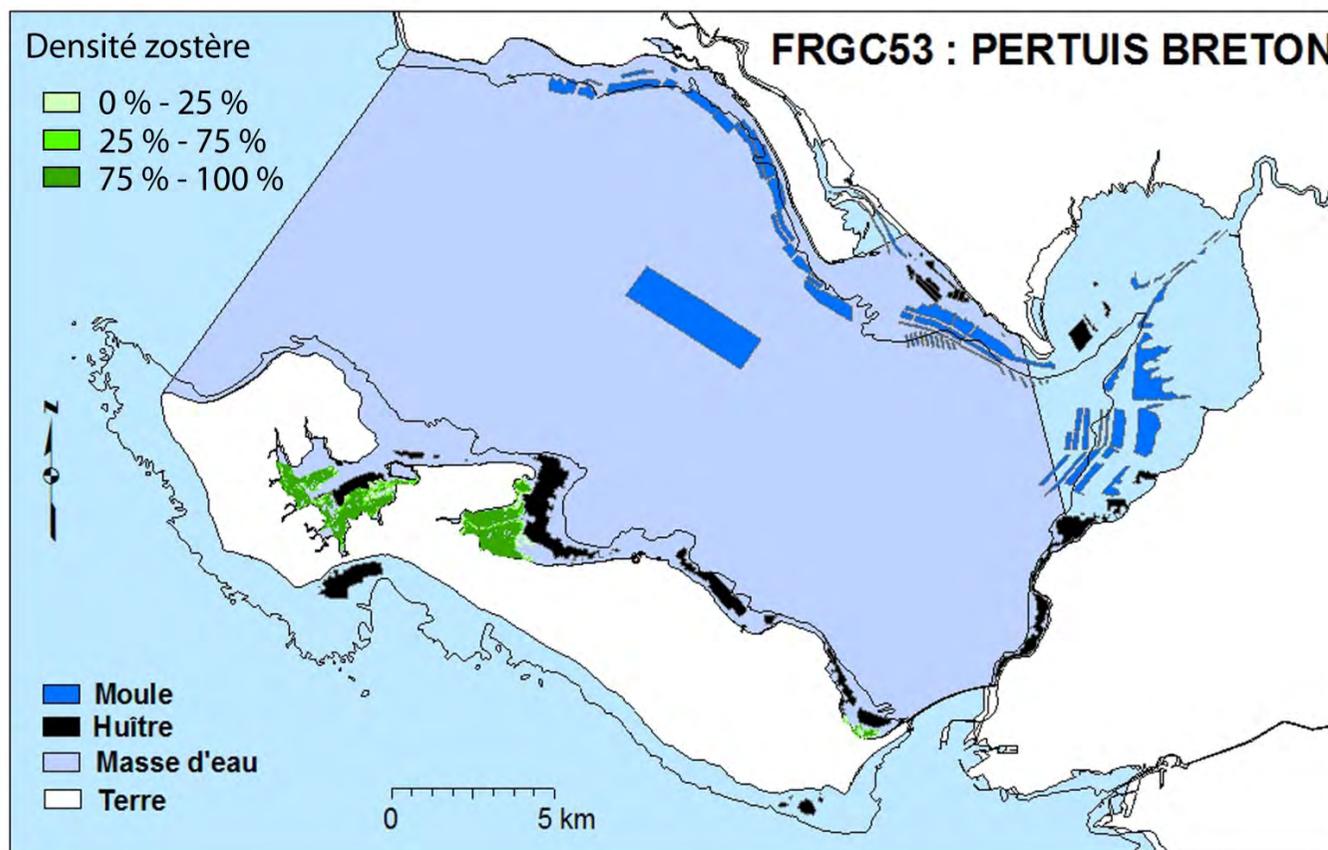


Figure 8 : Répartition surfacique des herbiers de la zostère naine sur Ré. Source Auby *et al.* (2010a, 2010b).
Réalisation carte sous SIG : F. Paticat.

2.2. Suivis réalisés dans la masse d'eau Estuaire du Lay FRGT30

Les caractéristiques de la station échantillonnée pour les herbiers de la zostère naine en domaine intertidal sont les suivantes :

2.2.1 Suivi stationnel

Le nouveau protocole 2011 amendé en 2012 (Auby *et al.*, 2012) du contrôle de surveillance DCE des herbiers intertidaux de *Zostera noltei* est appliqué pour la station « Estuaire du Lay crochon 1982 » (**Tableau 3**) :

Lay crochon 1982

La station « Lay crochon 1982 » dans l'estuaire du Lay a été positionnée suite à une prospection terrain en 2010 pour estimer l'extension de l'herbier (**Tableau 3**). L'herbier couvrait une superficie d'environ 17,6 ha (Auby *et al.*, 2010a) avec une répartition en plusieurs tâches le long du chenal. La dynamique de la flèche sableuse de la pointe d'Arcay génère un système de crochons successifs dont la chronologie est étudiée et connue depuis plusieurs siècles (Allard, 2008). La station pour le suivi de surveillance a été positionnée sur le crochon daté de 1982 (**Figure 10**) avec un suivi de surveillance annuel en 2011 (Sauriau *et al.*, 2011), 2012 (Sauriau *et al.*, 2013) et 2013 (Sauriau *et al.*, 2014).

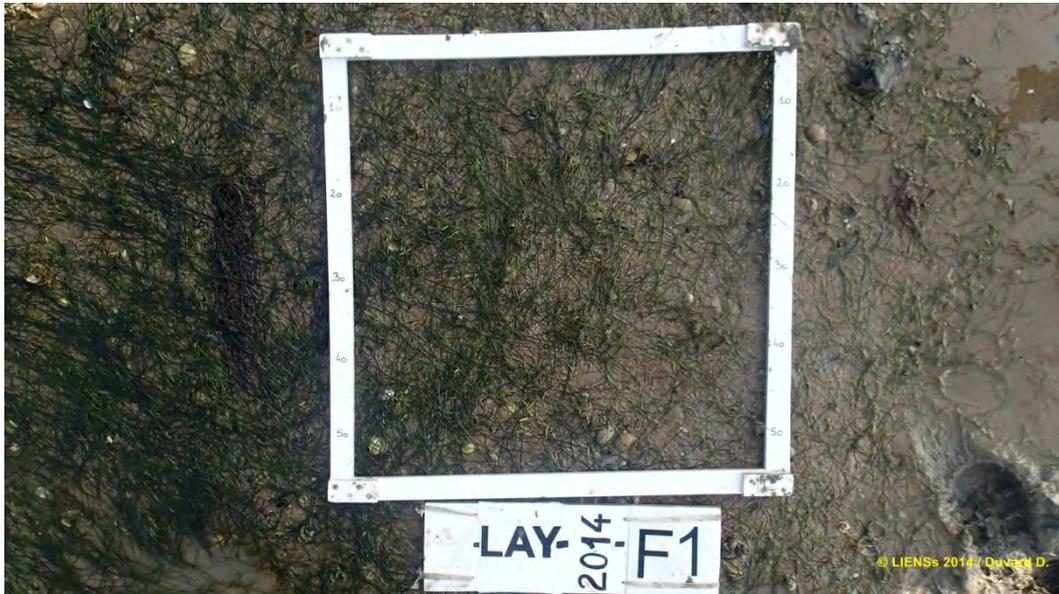
La station se situe en médiolittoral moyen (**Figure 9**). La station est prospectée *pedibus jambi* à partir d'un accès bateau à partir soit du port du Pavé dans l'anse de l'Aiguillon (2011, 2012), soit du port de Chef de Baie (2013) soit de la cale de la petite jetée des Caves dans l'estuaire du Lay (2014-actuel). Cela nécessite la mobilisation d'un ou de deux pilotes.

Tableau 3 : Caractéristiques des suivis sur la station échantillonnée.

Station	Lay crochon 1982
Regroupement	Non
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes via embarcation avec pilote(s) qui reste(nt) à bord en soutien logistique.
Paramètres	Multiples selon protocole DCE herbier zostère naine
Fréquence	Depuis 2011, Août-Septembre, tous les ans du plan de gestion
Opérateur :	
- prélèvement	CNRS : LIENSs La Rochelle (2011-actuel)
- tri et détermination	Pilote Ifremer (2011-2012-2013)
- mesure granulométrique	Pilotes CNRS (2014-actuel)
- mesure taux de matières organiques	
Début prélèvements	2011 (prospection) et 2011-actuel (surveillance)



A



B

Figure 9 : Situation de la grille à *Zostera noltei* dans l'estuaire du Lay (A) et exemple de densité d'herbier sur le point F1 de 2014 (B).

Photo A. duvard CNRS ©.

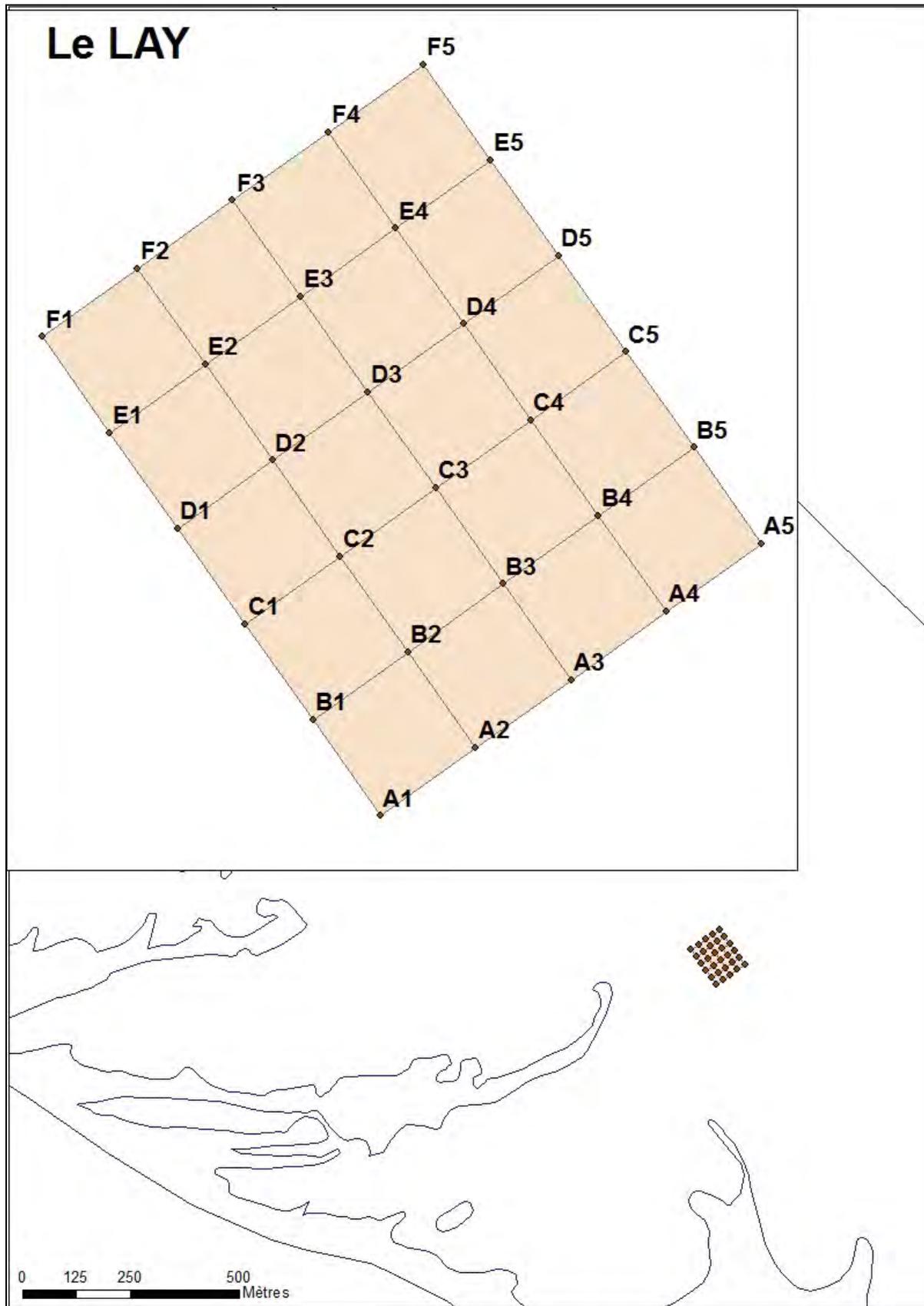


Figure 10 : Vue générale et de détail de la grille de points sur la station Lay Crochon 1982. Réalisation carte sous SIG : C. Curti.

2.2.2 Suivi surfacique

Les seuls suivis surfaciques antérieurs disponibles datent de 2010 pour lesquels une vérité terrain avec un contour des périmètres d'herbier a été effectuée. Les résultats sont exposés dans la synthèse sur les herbiers de la façade Manche-Atlantique (Auby *et al.*, 2010a, b) : la superficie d'herbier estimée en 2010 est de 17,6 ha avec une répartition en plusieurs tâches en bordure du chenal depuis la fin du premier crochon près de l'embouchure jusqu'à l'île centrale après le coude du chenal (**Figure 11**).



Figure 11 : Répartition surfacique des herbiers de la zostère naine sur l'estuaire du Lay. Source d'après Sauriau et al. (2011) et Ifremer\Sextant. Réalisation carte sous SIG : A. Duvard.

2.3. Calendrier des opérations à la mer

Les opérations pour les suivis stationnels se sont déroulées sur un total de 3 jours (Tableau 4).

- En domaine intertidal de la masse d'eau côtière Pertuis Breton, le travail à la mer a mobilisé 2 personnes jour-mer les 08/09/2014 et 09/09/2014 ;
- 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 24/09/2014, y compris les pilotes de l'embarcation TIDALOU (CNRS-ULR) restés en attente dans le chenal afin d'assurer la sécurité et le transport des deux équipes en charge de prospector les estrans.

Les opérations pour les suivis surfaciques se sont déroulées sur un total de 6 jours (Tableau 4).

- En domaine intertidal de la masse d'eau côtière Pertuis Breton, le travail à la mer a mobilisé 2 personnes jour-mer les 25/08/2014, 26/08/2014, 28/08/2014 et 29/08/2014 ; ce travail a été réalisé conjointement avec Géo-Transfert (Lafon *et al.*, 2014) ;
- En domaine intertidal de la masse d'eau de transition « Estuaire du Lay », le travail à la mer a mobilisé 5 personnes jour-mer le 24/09/2014, y compris les pilotes de l'embarcation TIDALOU (CNRS-ULR) et 4 personnes jour-mer le 09/10/2014 y compris le pilote de l'embarcation VASOILLARD (CNRS-ULR) resté en attente dans le chenal afin d'assurer la sécurité et le transport des deux équipes en charge de prospector les estrans.

Au total, les suivis stationnels et cartographiques des herbiers de la surveillance DCE 2014 ont mobilisés 21 personnes jour-mer sur 8 jours. Ces chiffres ne comprennent ni le temps nécessaire à la préparation des opérations à la mer ni le temps de dépouillement des informations collectées pour les suivis.

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

Tableau 4 : Calendrier des opérations à la mer sur les sites échantillonnés.

Nom point (toponymie)	Code masse d'eau	Type de suivi	Type de station	Dates	Nombre personnes jour-mer	Opérateurs
Plage Charge Neuve	FRGC53	Intertidal Meuble Flore <i>Zostera</i> (<i>Zosterella</i>) <i>noltei</i>	Grille	08/09/2014	2	CNRS LIENSs
Fiers d'Ars	FRGC53	Intertidal Meuble Flore <i>Zostera</i> (<i>Zosterella</i>) <i>noltei</i>	Grille	09/09/2014	2	CNRS LIENSs
Ile de Ré	FRGC53	Vérité terrain Surfacique	Transect et limites	25/08/2014	2	CNRS LIENSs
				26/08/2014	2	
				28/08/2014	2	
				29/08/2014	2	
Lay crochon 1982	FRGT30	Intertidal Meuble Flore <i>Zostera</i> (<i>Zosterella</i>) <i>noltei</i>	Grille	24/09/2014	5	CNRS LIENSs
Estuaire du Lay	FRGT30	Vérité terrain Surfacique	Contours et limites	24/09/2014	5	CNRS LIENSs
				09/10/2014	4	
Total	-	-	-	8 jours	21	-

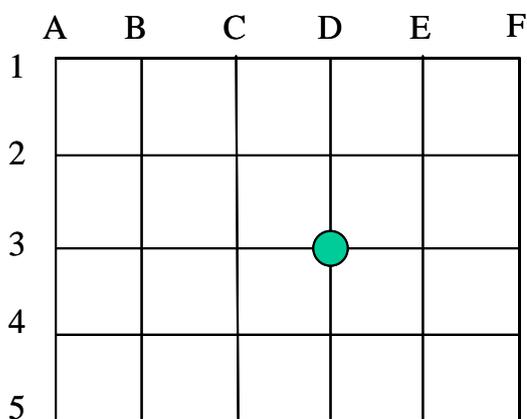
2.4. Protocole des suivis stationnels

Les zostères ont été échantillonnées selon le nouveau protocole 2011 amendé en 2012 (Auby *et al.*, 2012) selon une grille de 30 points (**Tableau 5**).

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

Tableau 5 : Protocole taux de recouvrement de l'herbier à *Zostera (Zosterella) noltei*.
Source Auby et al. (2012).

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Quadrat de 0,5 m de côté
Dimension échantillon	0,25 m ²
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.
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 cliché une fois les algues prélevées pour analyse ultérieure avec le logiciel Image J pour contrôle des taux de recouvrement.</p>



2.4.1 Positionnement DGPS

La méthodologie utilisée depuis 2011 sur le terrain met en œuvre (**Figure 12**) :

- 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 12 : 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 ©.

2.4.2 Prélèvement et analyse des macroalgues

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

Tableau 6 : Protocole macroalgues

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

2.4.3 Prélèvement des sédiments

Les sédiments ont été échantillonnés comme indiqué dans les protocoles DCE (Hily *et al.*, 2007, Auby *et al.*, 2012) afin d'effectuer des analyses granulométriques (**Tableau 7**) et des estimations des teneurs en matière organique (**Tableau 8**).

Tableau 7 : Protocole granulométrie

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

Tableau 8 : Protocole matière organique

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

2.4.4 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 les champs.

Il est cependant nécessaire de disposer à côté du DGPS d'une feuille de terrain placée sur un support rigide (**Figure 13**). 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 13 : Prise de notes associant table attributaire du DGPS et feuille terrain sur support rigide, exemple pour la station les Doux 2013 de la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02. Photo P.-G. Sauriau CNRS ©.

2.4.1 Analyse des sédiments

Le principe général de l'analyse granulométrique à visée biosédimentaire (Chassé & Glémarec, 1976) est d'obtenir une estimation du type sédimentaire à partir des 3 principales fractions de sédiments que sont les pélites ($< 63 \mu\text{m}$), les sables ($63 \mu\text{m} < X < 2 \text{ mm}$) et les graviers ($> 2 \text{ mm}$) selon les coupures communément admises (**Figure 14**).

MOYEN D'ÉTUDE	AFNOR α	UNITÉS Φ	CLASSIFICATION					
			Wentworth Cailleux					
mesure directe	-24	250-256	-8	BLOCS (BOULDERS)	RUDITES	200 mm	BLOCS	
	-18	63-32	-5	GRAVE (COBBLE)		GALETS		
	-6	4	-	CAILLOUX (PEBBLE)		20 mm	GRAVILLONS	
	-3	2	1	GRANULES	2 mm			
	microscope binoculaire tube de sédimentation tamisage	-2	1,6-		TRÈS GROSSIER	ARÉNITES (SANDS)	200 μm	SABLES
		-1	1,25-					
		0	1	0	GROSSIER			
		-1	0,8-					
		-2	0,63-					
		3	0,5	1	MOYEN			
5		0,315-	2	FIN				
9		0,125	3	TRÈS FIN				
12		0,625-1/16	4					
pipette microscope électronique		14	0,04-0,031-1/32	5	GROSSIER	LUTITES (SILTS)	20 μm	SABLONS
	17	0,02-1/64	6	MOYEN				
	20	0,01-1/128	7	FIN				
	24	0,004-1/256	8	TRÈS FIN				
					LUTITES (CLAYS)	2 μm	LIMONS	
							PRE COLLOIDES	
			14					

Figure 14 : Echelle granulométrique AFNOR, unité Φ et classifications communes utilisées (Cojan & Renard, 1999).

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

Pour l'analyse, chaque prélèvement est vidé dans un bol identifié pour être séché à l'étuve à 100°C pendant 72 h. Un sous-échantillon de 100 g (200 g pour les sables) est remouillé dans un défloculant (métaphosphate de sodium à 40 g/l), et malaxé avec une spatule voire éventuellement passé aux ultrasons 20 mn pour désagréger les amas les plus petits. Le lendemain l'échantillon est tamisé à l'eau sur maille de 63 µm jusqu'à obtenir un filtrat clair, le but étant d'éliminer les pélites. Le refus de tamis est récupéré et mis à l'étuve à 100 °C pendant 72 h.

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



Figure 15 : Colonne de tamis normalisés AFNOR sur tamiseuse Retsch et balance Sartorius à 0,01 g. Photo P.-G. Sauriau CNRS ©.

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

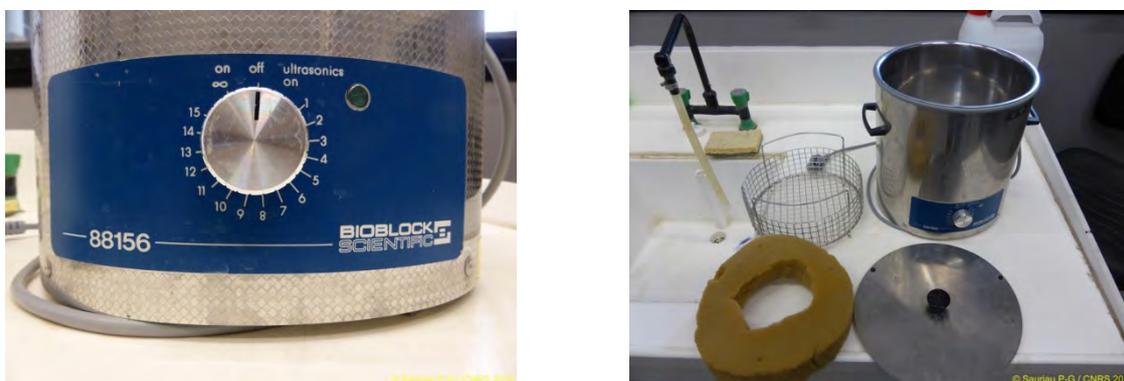


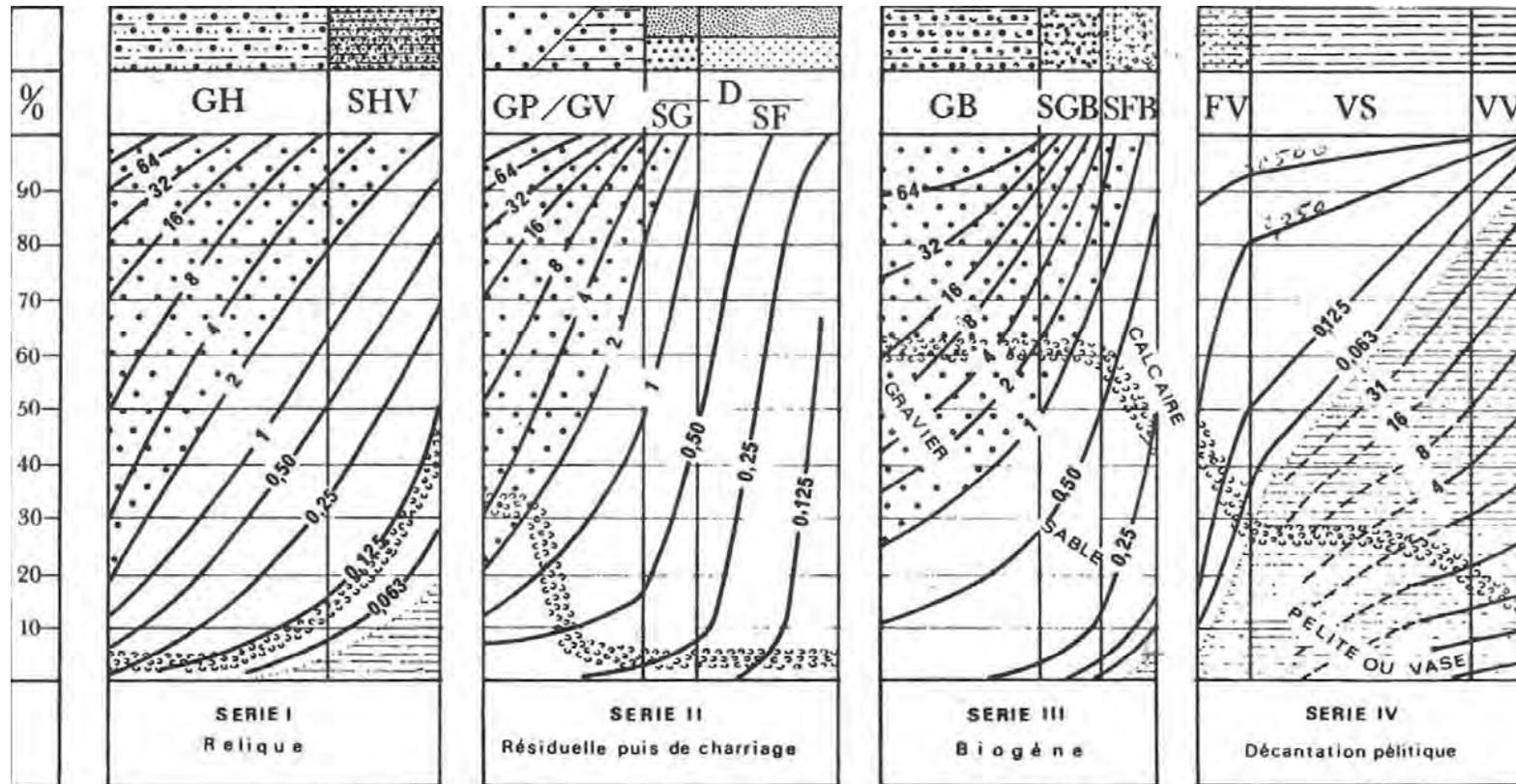
Figure 16 : Bain à ultrasons (A) avec détails du porte tamis et de la collerette en mousse (B) pour maintenir un bol à sédiment. Photo P.-G. Sauriau CNRS ©.

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**).

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 tenue de la montée lente en température du four. Des cendres minérales sont ainsi obtenues et sont également pesées sur la même balance après refroidissement dans un dessiccateur à température ambiante. La formule suivante permet de déterminer la teneur en matières organiques :

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

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



— 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).

2.5. Protocole des suivis surfaciques

2.5.1 Pertuis Breton : estrans nord de l'île de Ré

Le protocole est identique à celui utilisé par Géo-transfert (Lafon *et al.*, 2014) avec des opérations terrains communes (le premier jour afin de caler les observations et le protocole) puis en parallèle. Le choix s'est porté d'échantillonner un ensemble de sites représentatifs de la variabilité naturelle de la couverture des herbiers (pour environ une trentaine de transects). La couverture considérée est celle de la carte de 2007 corrigée de celle déduite de l'analyse de l'orthophotographie (ortho littorale) de 2012 (**Figure 18**). L'ensemble des observations de terrain seront exploitées en partie pour calibrer l'algorithme de cartographie de l'herbier et en partie pour valider la carte des herbiers et établir une carte de qualité.

Le protocole de mesure suivant a été déployé par les équipes de deux personnes au cours du cheminement effectué en suivant le contour d'herbiers :

- relevé d'un point GPS dans l'herbier sur une zone homogène (Trimble GeoXT, précision sub-métrique en post-traitement) ;
- estimation visuelle du taux de recouvrement sur 1 à 3 quadrats (50 x 50 cm) suivant l'homogénéité du recouvrement autour du point GPS et prise photographique des quadrats ; les taux de recouvrement utilisés sont 0, 1-25, 26-75 et 76-100.
- levé de contours de l'herbier.

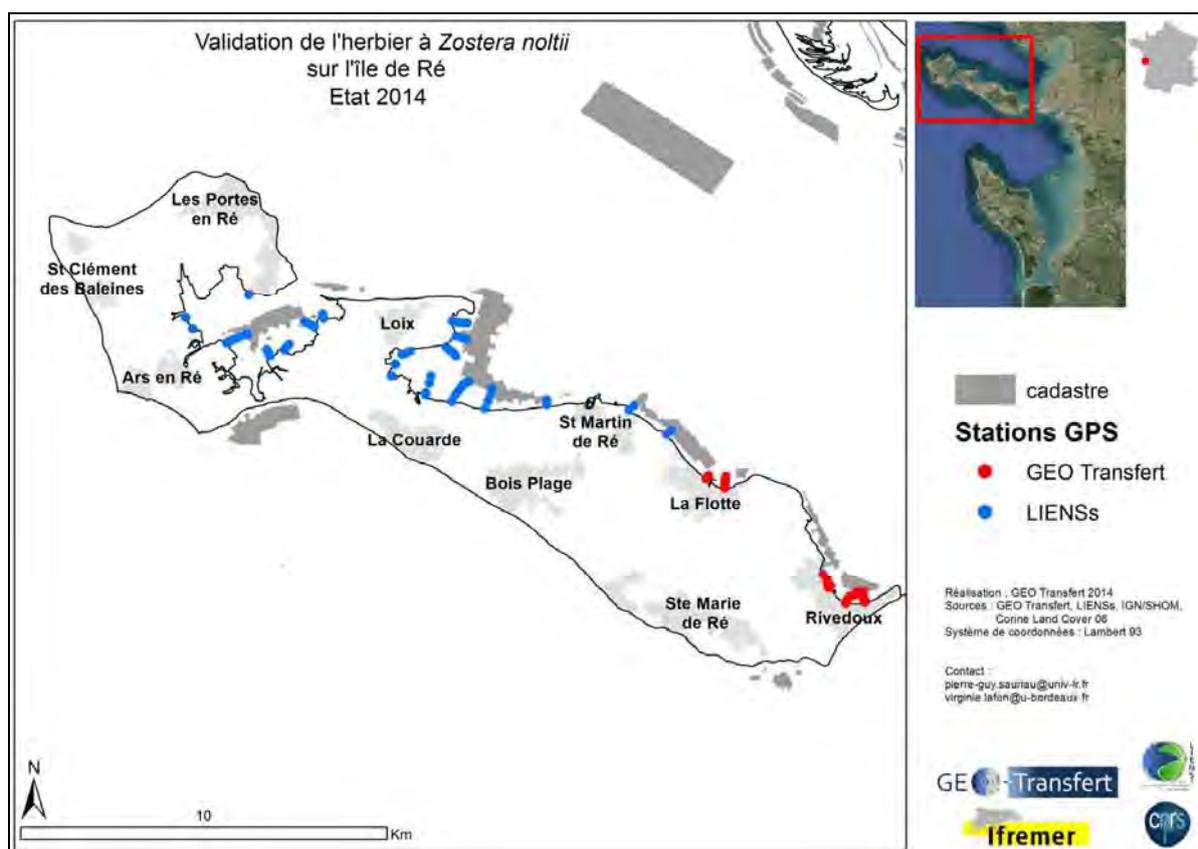


Figure 18 : Plan prévisionnel des échantillonnages terrain à réaliser conjointement par Géo-Transfert et LIENSs au cours de l'été 2014. Source Lafon *et al.* (2014).

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

La réalisation des échantillonnages terrain affectés à LIENSs sur 4 jours a permis de réaliser 75 points d'observations (**Tableau 9**) pour un total de 20 transects différents répartis entre Les Portes à l'ouest et La Flotte en Ré à l'est (**Figure 19**).

Tableau 9 : Nombre d'observations sur les sites échantillonnés de l'île de Ré.

Date	Les Portes	Ars	La Couarde	Loix Fiers	Loix Océan	St-Martin	La Flotte	Total
25/08/2014			15			4	2	21
26/08/2014			6		18			24
28/08/2014				18				18
29/08/2014	2	10						12

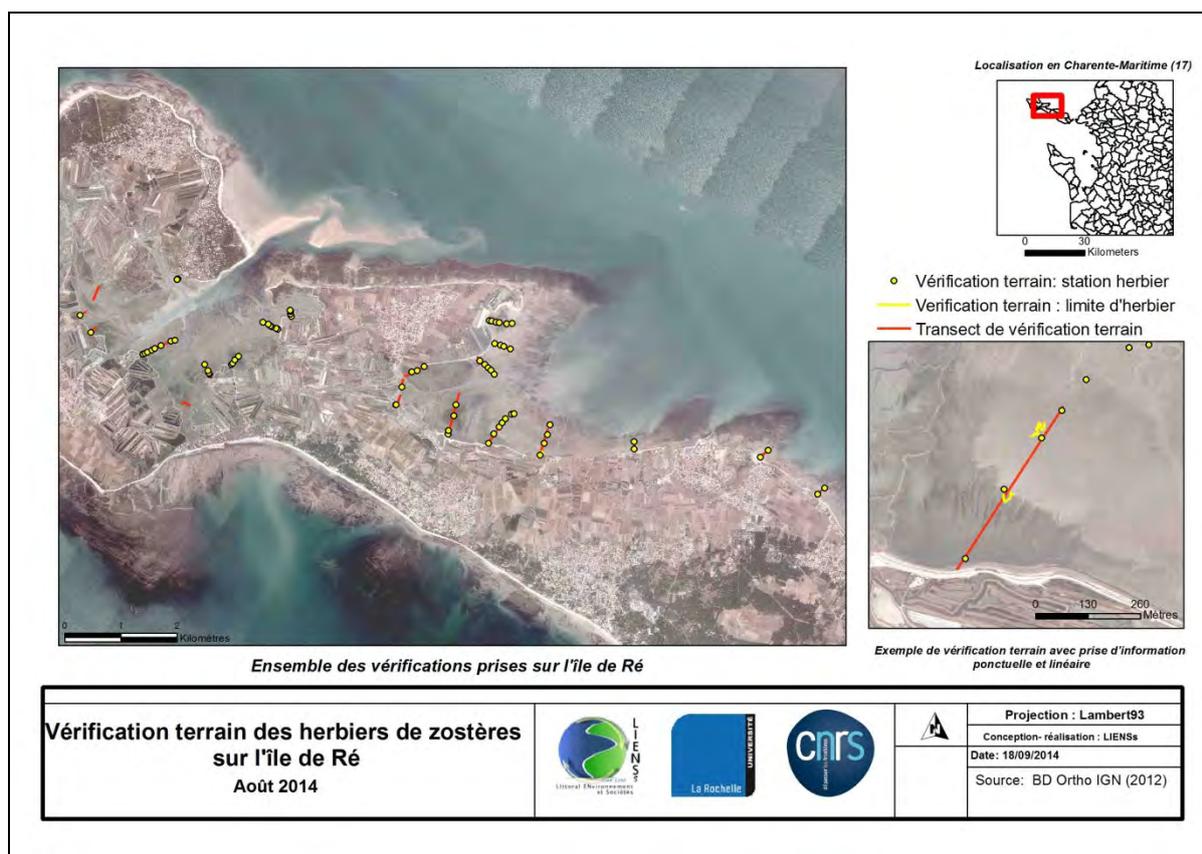


Figure 19 : Plan des échantillonnages terrain réalisés par LIENSs au cours de l'été 2014 et détails des types d'observation. Réalisation carte SIG : A. Duvard.

2.5.2 Estrans ouest de l'Estuaire du Lay

Le protocole est identique à celui utilisé par exemple en Adour-Garonne pour le site du Pays Basque où l'herbier est petit et de contour facile à effectuer à pied avec un DGPS (Auby *et al.*, 2010a, b, Sanchez *et al.*, 2010, 2013, 2014). Le choix s'est porté de faire le contour sur la base de la couverture de la carte de 2010 (Sauriau *et al.*, 2011) corrigée de celle déduite d'une pré-analyse de l'orthophotographie (ortho littorale) de 2012 (**Figure 20**). L'ensemble des observations de terrain seront exploitées pour valider la carte des herbiers et établir une carte de densité à partir des relevés photographiques effectués.

Le protocole de mesure suivant a été déployé par les équipes de deux personnes au cours du cheminement effectué en suivant le contour d'herbiers :

- Relevé d'un point GPS dans l'herbier sur une zone homogène (Trimble GeoXT, précision sub-métrique en post-traitement) ;
- Estimation visuelle du taux de recouvrement sur 1 à 3 quadrats (50 x 50 cm) suivant l'homogénéité du recouvrement autour du point GPS et prise photographique des quadrats ; les taux de recouvrement utilisés sont 0, 1-25, 26-75 et 76-100.
- Levé de contours de l'herbier.

Tableau 10 : Nombre de contours d'herbier échantillonnés dans l'estuaire du Lay.

Date	Zone amont	Zone médiane	Zone proche embouchure
24/09/2014		8	3
09/10/2014	12	3	5

La **Figure 20** présente le plan prévisionnel de la seconde journée d'échantillonnage du 09/10/2014 compte tenu des résultats de la première journée d'échantillonnage du 24/09/2014 (**Tableau 10**). Apparaissent en vert et jaune les zones à prospecter sur la zone amont, la zone médiane et la zone proche de l'embouchure, en rouge les zones déjà prospectées et validées comme étant de l'herbier et en jaune les suspicions de nouvelles présence d'herbiers (ou de champs d'algues) en regard de l'orthophotographie de 2012.

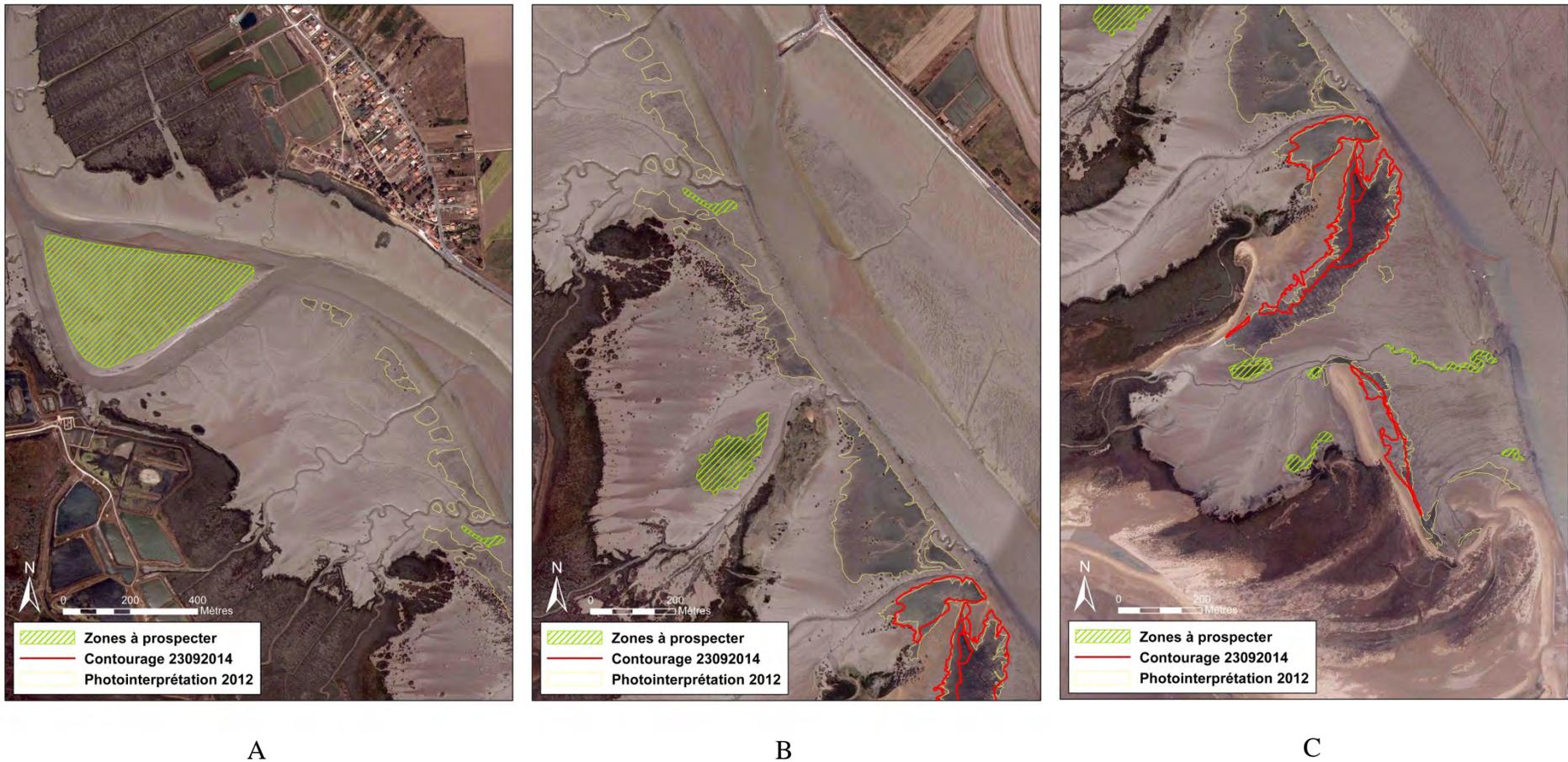


Figure 20 : Plan prévisionnel des échantillonnages terrain à réaliser le 9/10/2014 suite à la première prospection du 24/09/2014 dans l'estuaire du Lay, zone amont (A), médiane (B) et proche de l'embouchure (C)

2.6. Calcul de l'indicateur « angiospermes »

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

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

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

2.6.1 Composition taxinomique

Pour la métrique « taxinomie », 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'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

2.6.2 Extension

Pour la métrique « extension », le calcul d'EQR est réalisé selon la grille ci-dessous (Tableau 12).

Tableau 12 : 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

2.6.1 Densité

Pour la métrique « densité », le calcul d'EQR est réalisé selon la grille ci-dessous (Tableau 13).

Tableau 13 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'EQR pour la métrique « densité ».

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

L'indicateur 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 14).

Tableau 14 : Grille de classement pour l'élément de qualité « angiospermes ».

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

2.7. Temps agent affecté aux suivis et analyses

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

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

Le temps de mission à la mer a été de 21 personnes-jours pour la surveillance de chacune des trois stations herbier « Perrotine-Bellevue » « Les Doux » et « Le Château d'Oléron » et les suivis surfaciques.

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

La vérification par l'analyse d'image des taux de recouvrement, la saisie informatique des tableaux de données vérifiées se sont étalées sur 3 jours. L'analyse d'image est effectuée avec le logiciel ImageJ 1.44p du domaine public édité par Rasband W. du National Institutes of Health, USA (<http://imagej.nih.gov/ij>).

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

Au final, le suivi de surveillance DCE 2014 des herbiers à zostère naine des trois stations herbier « Perrotine-Bellevue » « Les Doux » et « Le Château d'Oléron » et des suivis surfaciques a mobilisé 21 personnes par jour de terrain et au total 36 personnes jours ouvrés (**Tableau 15**).

Ce chiffre correspond à 1,9 ETP à raison de 20 jours ouvrés par mois.

Tableau 15 : Effort en personne-jour pour chacune des opérations afférentes au contrôle de surveillance 2014 des herbiers à zostère naine des 3 stations « Plage de la Charge Neuve », « Fiers d'Ars » et « Lay crochon 1982 » et des suivis surfaciques.

Opération	Nombre (personne-jour)
Préparation matériel mission	2
Mission mer	21
Granulométrie	2
Matière organique (sédiment + macroalgues)	1 2
Validation ImageJ 1.44p	3
Saisie informatique	1
Rédaction	6
Total	38

3. Résultats des suivis stationnels

3.1. Sédiments

3.1.1. Plage de la Charge Neuve

Le sédiment présente en masse un taux moyen de 35% en pélites (taille < 63µm), un taux de sables de 65% et un taux de 0,3% d'éléments grossiers (**Tableau 16**). 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 noté dans les années antérieures 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 16, Figure 21**).

Le taux de matières organiques est en moyenne de $2,6 \pm 0,5$ % (**Tableau 16**). Les taux de matières organiques de 2012 à 2014 sont trois fois plus faibles que ceux des autres années corrélativement à la présence de plus de sables fins ou de moins de pélites.

Tableau 16 : 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.

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

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

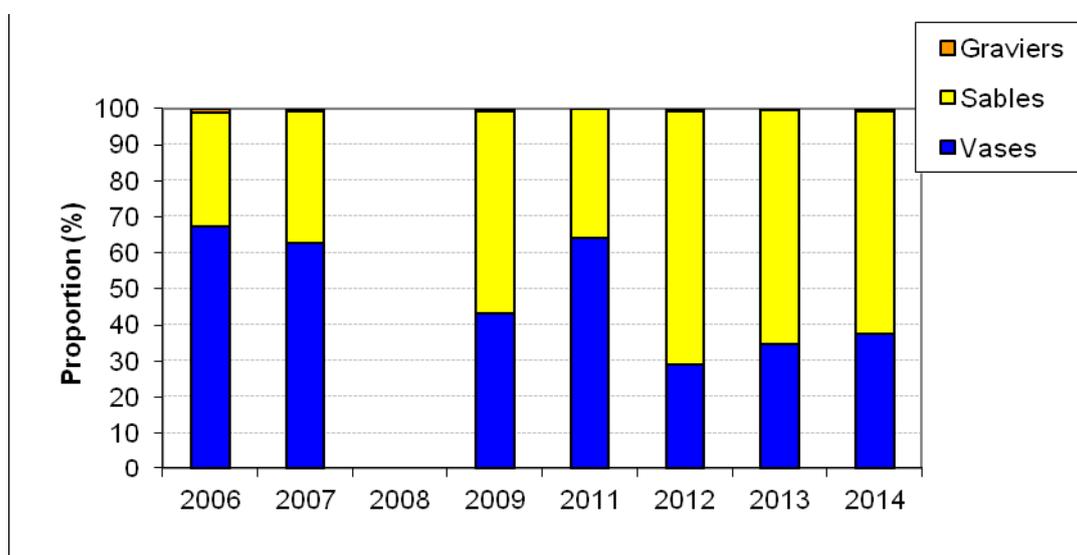
Sédiment	2009		
Plage de la Charge Neuve	Moyenne	± Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	43,5	6,1	3
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	55,8	6,4	3
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,7	0,4	3
Taux de matière organique (%)	7,6	0,7	9
Mode (µm)	112	-	3
D10 (µm)	7 – 8	-	3
D50 ou médiane (µm)	68 – 89	-	3
D90 (µm)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

Sédiment	2011		
Plage de la Charge Neuve	Moyenne	± Ecart-type	N
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

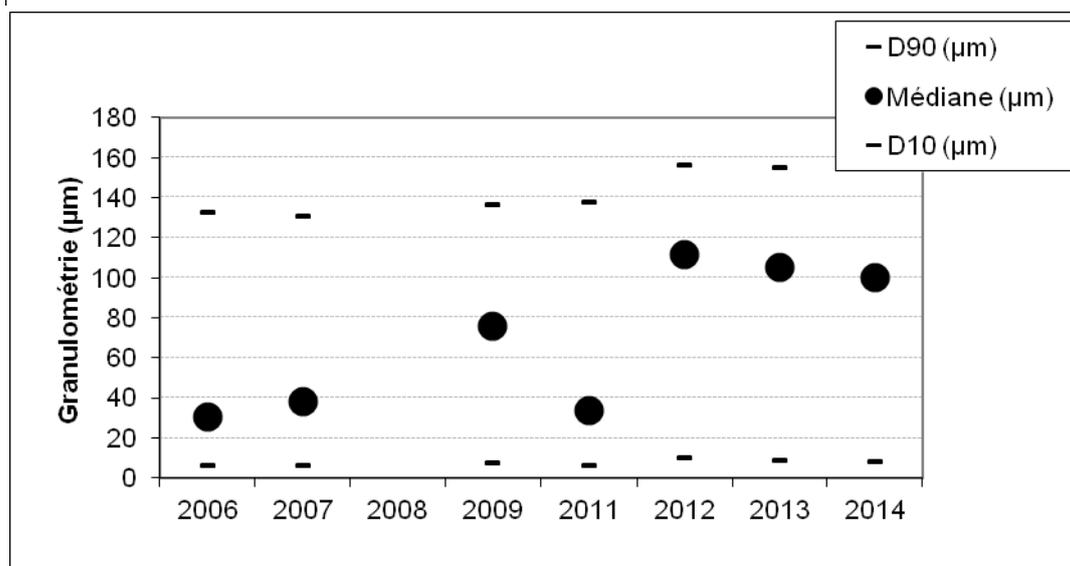
Sédiment	2012		
Plage de la Charge Neuve	Moyenne	± Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	29,0	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	70,5	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,5	-	1
Taux de matière organique (%)	2,6	0,3	9
Mode (µm)	143	-	1
D10 (µm)	10 – 11	-	1
D50 ou médiane (µm)	111 - 112	-	1
D90 (µm)	156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

Sédiment	2013		
Plage de la Charge Neuve	Moyenne	± Ecart-type	N
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

Sédiment	2014		
	Moyenne	± Ecart-type	N
Plage de la Charge Neuve			
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



A



B

Figure 21 : Variations temporelles des taux de vases, sables et graviers (A) et de la médiane (B) des sédiments de la grille échantillonnée depuis 2006 sur la station « Plage de la Charge Neuve ».

3.1.2. Fiers d'Ars

Le sédiment présente en masse un taux moyen de 37% en pélites (taille < 63µm), un taux de sables élevé de 62% et un taux faible 0,6% d'éléments grossiers. La distribution en taille est unimodale (112 - 113 µm) mais avec un mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec, 1976) c'est une vase sableuse. Des résultats très similaires ont été obtenus en 2012 et 2013 montrant une forte stabilité de cette composition granulométrique sur ces trois années (**Tableau 17 et Figure 22**).

Le taux de matières organiques est en moyenne de $2,4 \pm 0,5$ %, ce qui est équivalent aux valeurs de 2012 et 2013 (**Tableau 17**).

Tableau 17 : Variables sédimentaires et teneur en matière organique (\pm écart type, n) pour les sédiments de la station « Ars en Ré » à herbier de zostère naine depuis 2012.

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

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

Sédiment	2014		
Fiers d'Ars	Moyenne	\pm 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

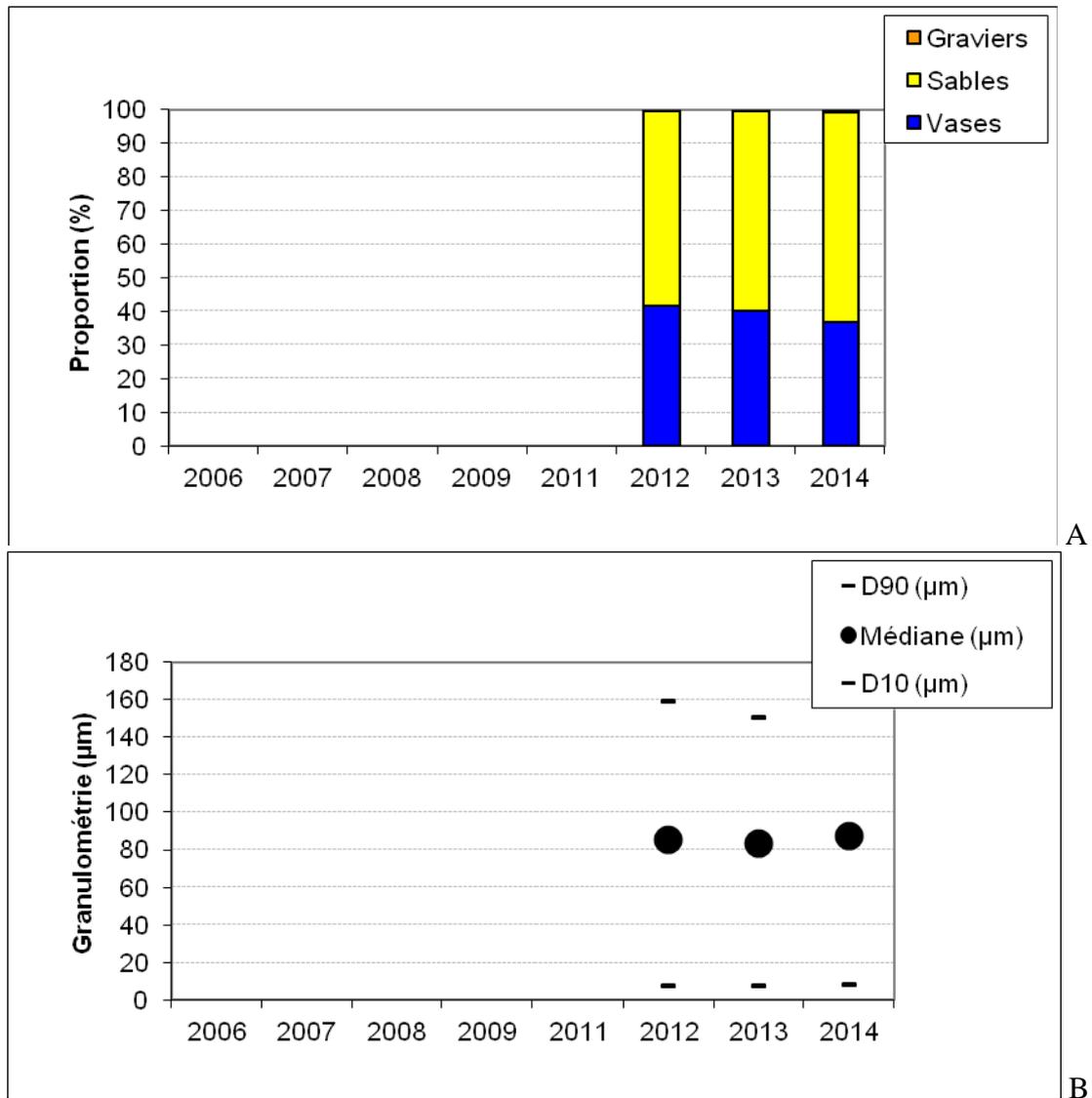


Figure 22 : Variations temporelles des taux de vases, sables et graviers (A(et de la médiane (B) des sédiments de la grille échantillonnée depuis 2012 sur la station « Fiers d'Ars ».

3.1.3. Lay crochon 1982

Le sédiment présente en masse un taux moyen de 37% en pélites (taille < 63µm), un taux de sables de 62% et un taux de 0,7% d'éléments grossiers. La distribution en taille est bimodale (90 et 225 µm) mais avec un mauvais classement. Selon la classification bio-sédimentaire usuelle (Chassé & Glémarec, 1976) c'est un sable moyen envasé. 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 d'environ 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 (**Tableau 18 et Figure 23**).

Tableau 18 : Variables sédimentaires et teneur en matière organique (± 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	± 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	± 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	± Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)	67,7	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)	31,9	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,3	-	1
Taux de matière organique (%)	5,0	1,8	9
Mode (µm)	72 et 225	-	1
D10 (µm)	5 – 6	-	1
D50 ou médiane (µm)	30 – 31	-	1
D90 (µm)	252	-	1

Sédiment	2014			
	Lay crochon 1982	Moyenne	± Ecart-type	N
Taux de pélites < 63 µm (%)		37,1	-	1
Taux de sables 63µm à 2 mm (%)		62,3	-	1
Taux de graviers > 2 mm (%)		0,7	-	1
Taux de matière organique (%)		3,5	1,3	9
Mode (µm)		225 et 90	-	1
D10 (µm)		8 – 9	-	1
D50 ou médiane (µm)		124 -125	-	1
D90 (µm)		379 - 380	-	1

Le taux de matières organiques est en moyenne de $3,5 \pm 1,3\%$ mais compte tenu de l'hétérogénéité des échantillons ce taux n'est pas statistiquement différent de ceux des années 2011 à 2013 en moyenne de $5,0 \pm 0,6$ ou $5,0 \pm 1,8$ (Tableau 18).

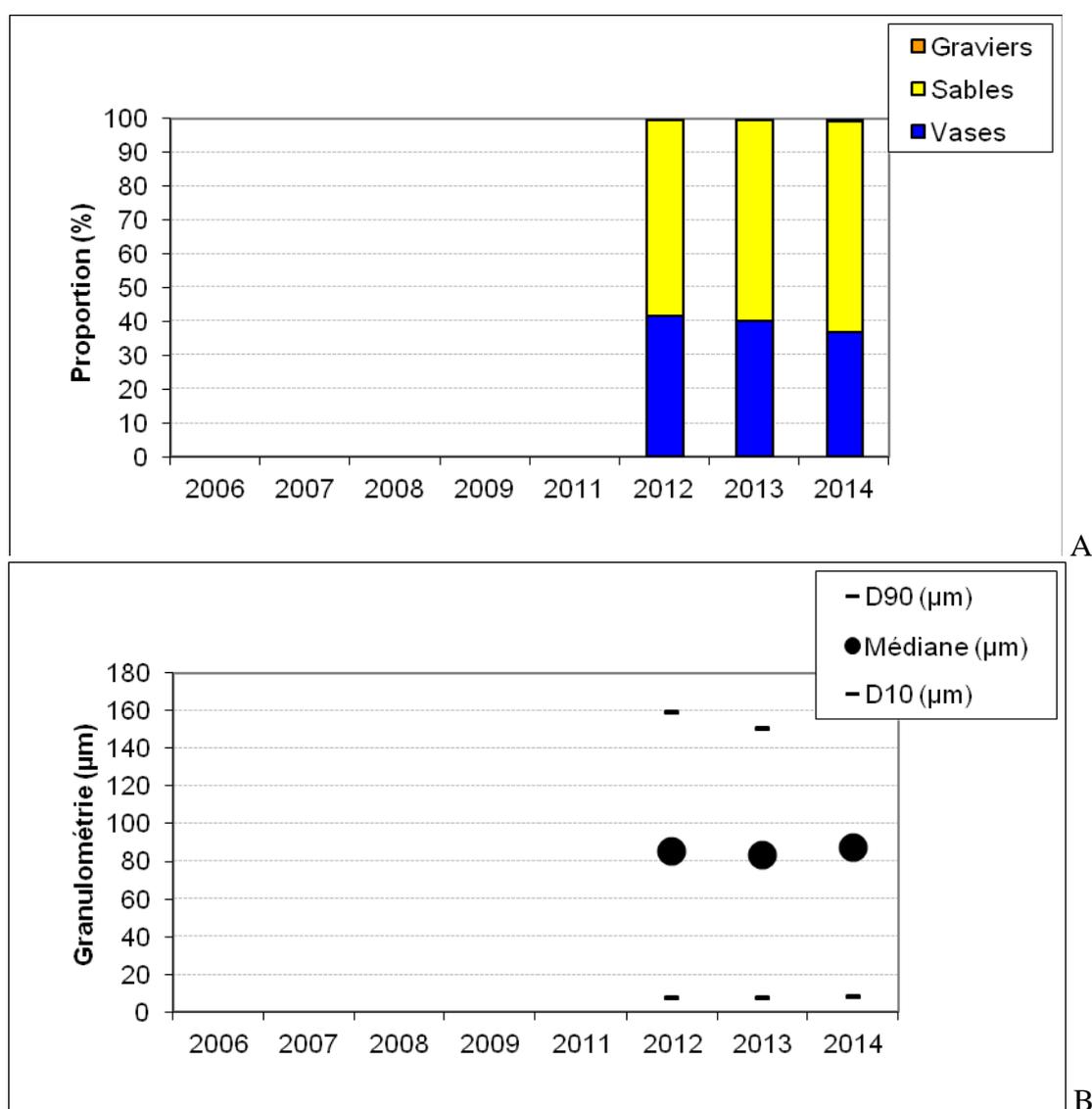


Figure 23 : Variations temporelles des taux de vases, sables et graviers (A) et de la médiane (B) des sédiments de la grille échantillonnée depuis 2011 sur la station « Lay crochon 1982 ».

3.2. Grille d'échantillonnage

3.2.1. Plage de la Charge Neuve

L'échantillonnage s'est déroulé le 08/09/2014 à partir 9h33, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 11h10 pour une durée de 1h37 (Figure 24). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant (2 minutes à 10 minutes) et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, de la nécessité de faire un prélèvement pour analyse de la matière organique (avec 9 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain) et/ou de la granulométrie (avec 3 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain), des délais de la réception DGPS et du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant.

	Heure du prélèvement			Durée 1h37		
	A	B	C	D	E	F
1	10h27	10h24	10h20	10h17	10h13	10h09
2	10h30	11h04	11h02	11h00	10h58	10h07
3	10h35	11h06	11h07	11h10	10h54	10h03
4	10h38	10h40	10h43	10h46	10h49	9h58
5	9h33	9h38	9h42	9h47	9h51	9h55

	Matière organique 2014					
	A	B	C	D	E	F
1						MO2
2	MO3			MO8	MO7	
3	MO4		MO9		MO6	
4				MO5		
5		MO1				

	Granulométrie 2014					
	A	B	C	D	E	F
1		G2				
2						
3						
4			G3			G1
5						

Figure 24 : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2014 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. Fiers d'Ars

L'échantillonnage s'est déroulé le 09/09/2013 à partir 10h37, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 12h44 pour une durée de 2h07 (Figure 25). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant (2 minutes à 9 minutes) et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, de la nécessité de faire un prélèvement pour analyse de la matière organique (avec 9 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain) et/ou de la granulométrie (avec 3 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain), des délais de la réception DGPS et du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant.

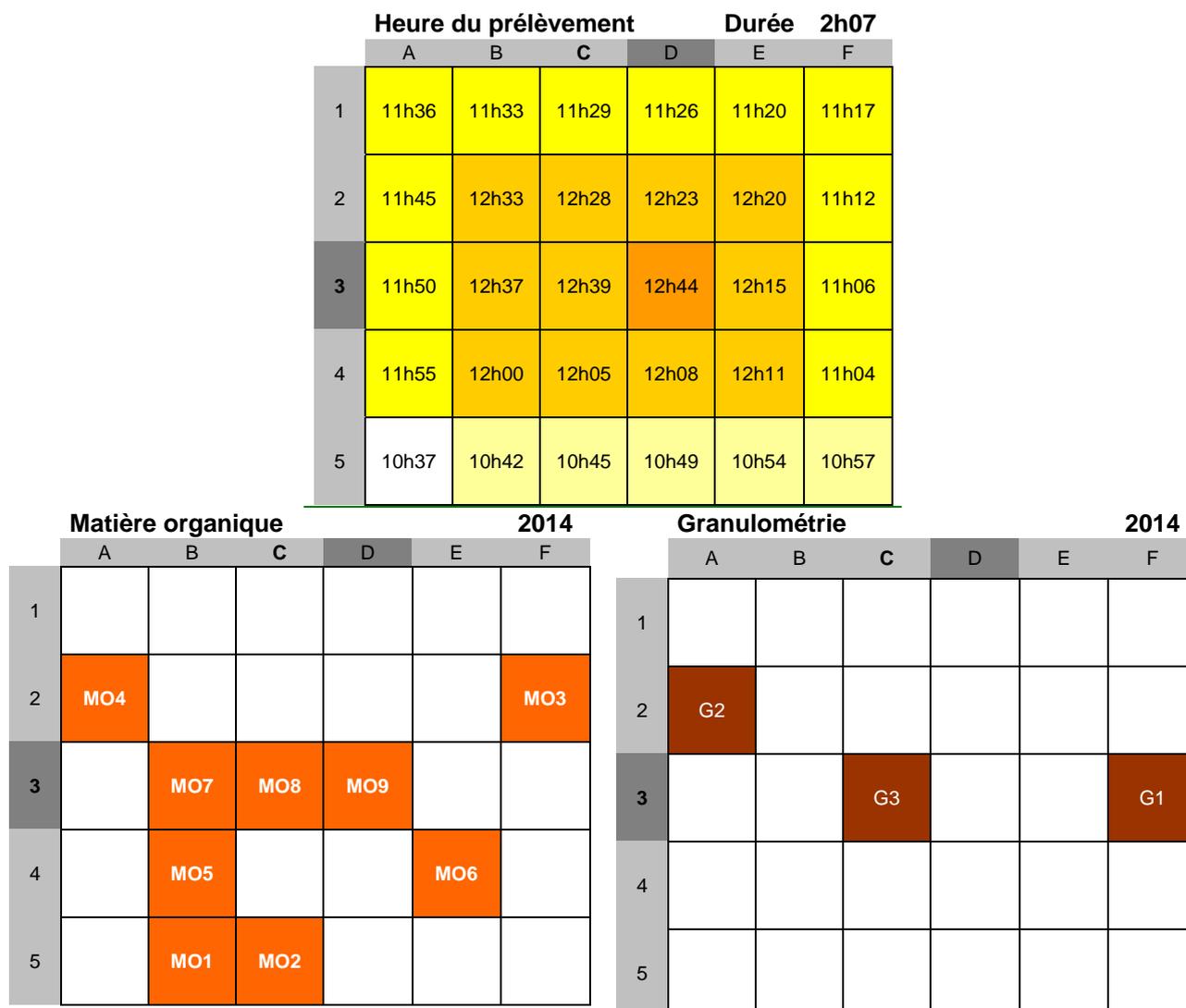


Figure 25 : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2014 sur la station « Fiers d'Ars » à herbier de zostère naine. Détails de la position (après tirage aléatoire) des prélèvements pour analyse de la matière organique et de la granulométrie (3 prélèvements ensuite rassemblés).

3.2.3. Lay crochon 1982

L'échantillonnage s'est déroulé le 24/09/2014 à partir 9h54, heure du premier cliché photographique et s'est terminé à 11h21 pour une durée de 1h27 (Figure 26). Le temps de passage entre deux points de la grille n'est pas constant (2 à 5 minutes) et tient compte des difficultés de marche sur le site, de la présence ou non d'algues à prélever, de la nécessité de faire un prélèvement pour analyse de la matière organique (avec 9 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain) et/ou de la granulométrie (avec 3 tirages aléatoires le jour de préparation des missions terrain), des délais de la réception DGPS et du temps d'installation d'un pare-soleil pour obtenir une prise de vue avec un ombrage constant.

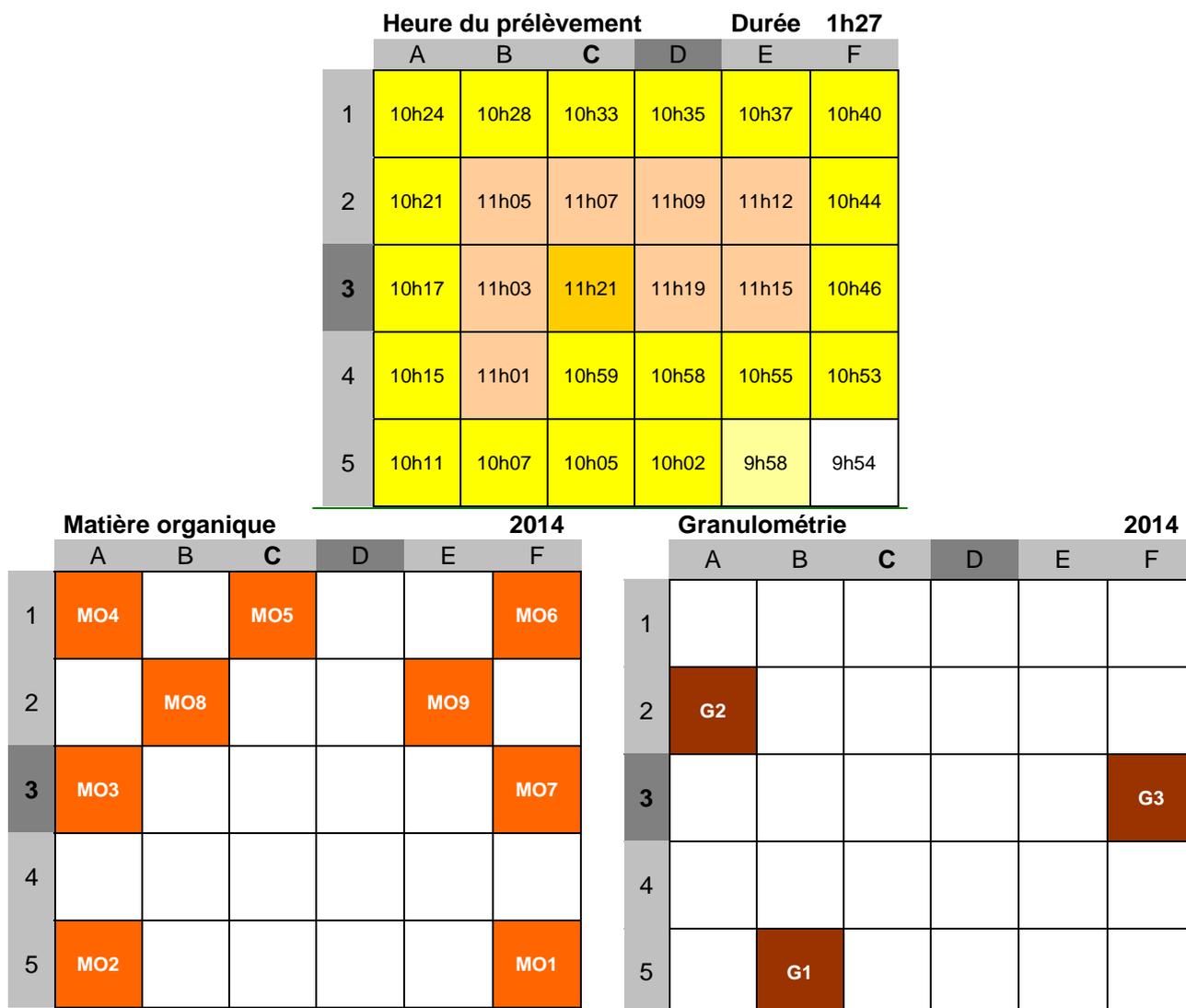


Figure 26 : Trajet avec horaire de prise de vue des photographies sur chaque point de la grille échantillonnée en 2014 sur la station « Lay crochon 1982 » à herbier de la zostère naine. Détails de la position (après tirage aléatoire) des prélèvements pour analyse de la matière organique et de la granulométrie (3 prélèvements ensuite rassemblés).

3.3. Macroalgues : biomasse

3.3.1 Plage de la Charge Neuve

La présence de macroalgues sur cette station est occasionnelle en 2014 tout comme elle l'était de 2011 à 2013 avec des *Enteromorpha* sur 4 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 que aucune algue verte n'a été observée en 2013 (**Figure 27**).

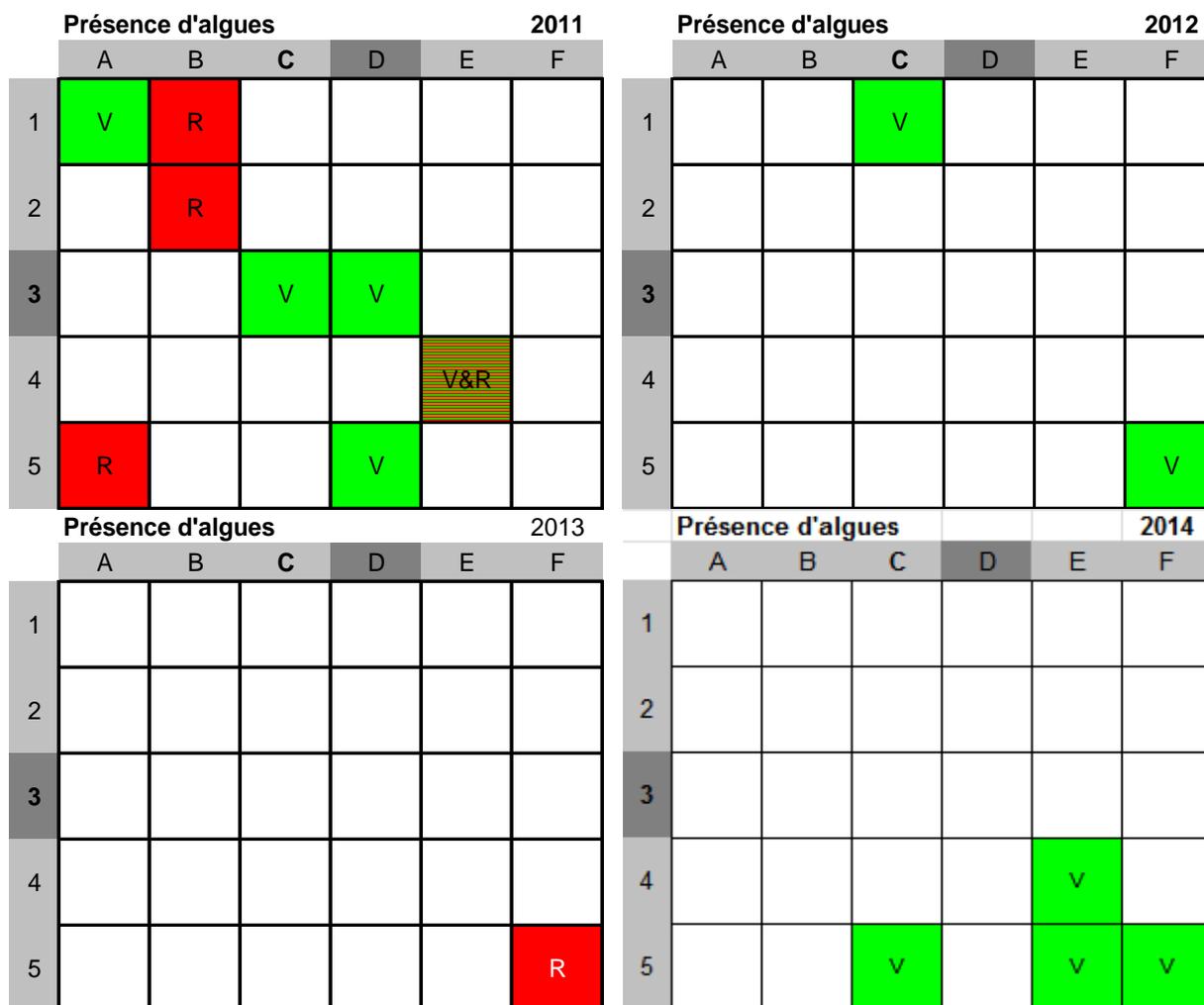


Figure 27 : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés en 2011, 2012, 2013 et 2014 sur la station « Plage de la Charge Neuve ».

Les quelques algues observées sont des algues vertes de type *Ulva* ou *Enteromorpha* en épiphytes sur des débris coquilliers. Les biomasses de macroalgues observées sont très faibles. Aucune algue brune ni algue rouge n'a été observée. Les biomasses de 2014 sont en moyenne 10 à 20 fois moins que les biomasses observées en 2007 et 2011 (**Tableau 19**).

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

Tableau 19 : 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 ⁻²)	0,52	0,27	3
Macroalgues brunes (g PS m ⁻²)	0	0	3
Macroalgues rouges (g PS m ⁻²)	0	0	3

Macroalgues	2009		
Plage de la Charge Neuve	Moyenne	\pm Ecart-type	N
Macroalgues vertes (g PS m ⁻²)	0,12	0,09	3
Macroalgues brunes (g PS m ⁻²)	0	0	3
Macroalgues rouges (g PS m ⁻²)	0	0	3

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

Macroalgues	2012		
Plage de la Charge Neuve	PS moyen	PSSS moyen	N
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,03 \pm 1,25	0,02 \pm 0,09	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0	0	30

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

Macroalgues	2014		
Plage de la Charge Neuve	PS moyen	PSSS moyen	N
Macroalgues vertes (g m ⁻²)	0,06 \pm 0,19	0,04 \pm 0,14	30
Macroalgues brunes (g m ⁻²)	0	0	30
Macroalgues rouges (g m ⁻²)	0	0	30

3.3.2 Fiers d'Ars

La présence de macroalgues sur cette station était relativement constante (14 quadrats sur 30) 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 est à 19 quadrats sur 30 avec algues, la plupart du temps algues vertes mais les mélanges avec les algues rouges ne sont 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 présente des algues brunes. Globalement le nombre de quadrat sans macroalgues diminue de 16, 11 à 10 respectivement en 2012, 2013 et 2014. (**Figure 28**).

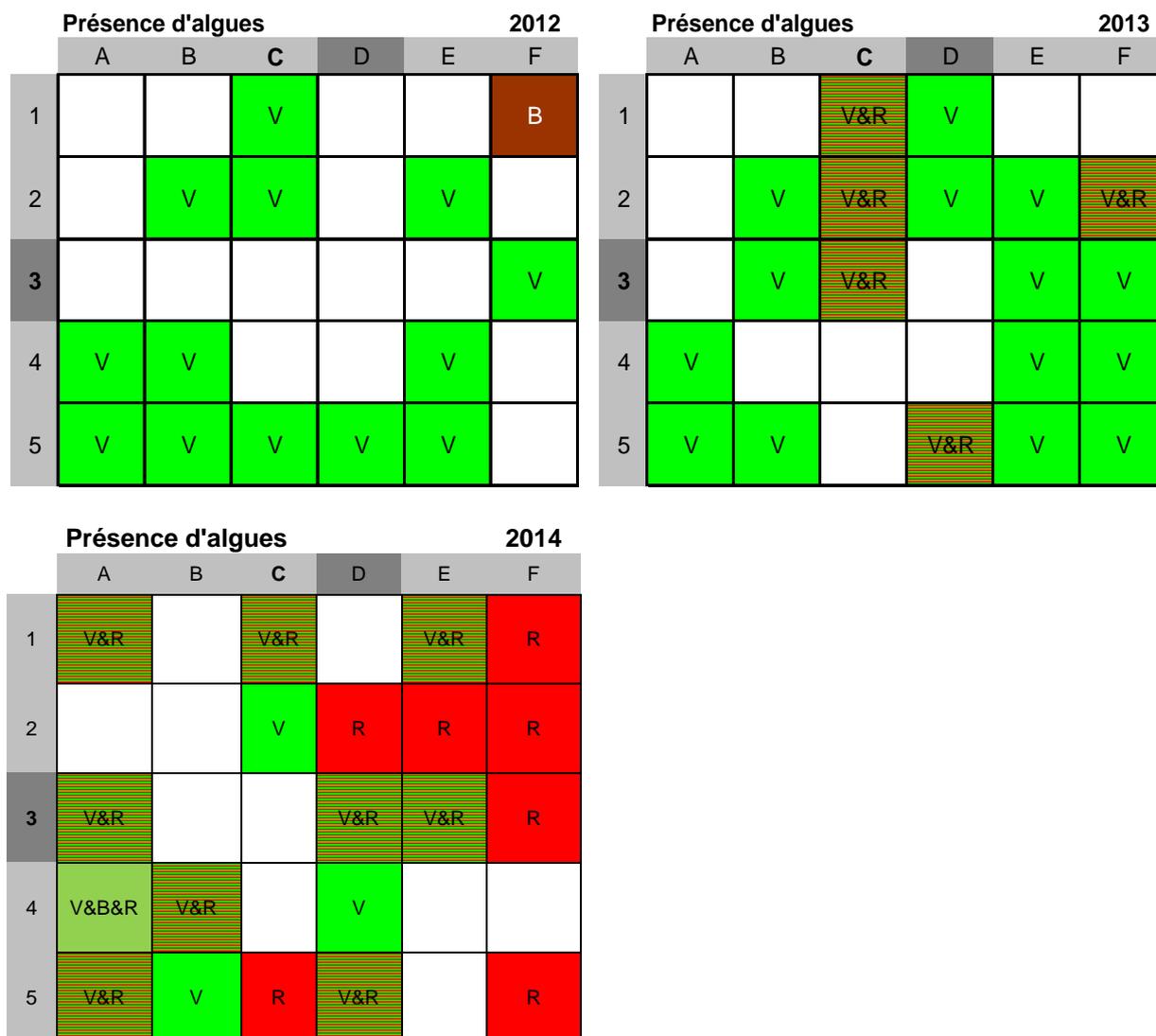


Figure 28 : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés en 2012, 2013 et 2014 sur la station « Fiers d'Ars ».

Les biomasses de macroalgues observées sont plus fortes qu'en 2011 et 2013 en particulier pour les algues rouges qui dépassent le 1 g m^{-2} . Des algues brunes sont aussi présentes comme en 2012 (**Tableau 20**).

Tableau 20 : Biomasse (\pm écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Fiers d'Ars » à herbier de la zostère naine échantillonnée en 2013.

Macroalgues	2012		
Fiers d'Ars	PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	n
Macroalgues vertes (g m^{-2})	0,12 \pm 0,22	0,07 \pm 0,12	30
Macroalgues brunes (g m^{-2})	0,02 \pm 0,13	0,02 \pm 0,11	30
Macroalgues rouges (g m^{-2})	0	0	30

Macroalgues	2013		
Fiers d'Ars	PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	n
Macroalgues vertes (g m^{-2})	0,46 \pm 1,70	0,34 \pm 1,31	30
Macroalgues brunes (g m^{-2})	0	0	30
Macroalgues rouges (g m^{-2})	0,03 \pm 0,10	0,02 \pm 0,07	30

Macroalgues	2014		
Fiers d'Ars	PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	n
Macroalgues vertes (g m^{-2})	0,28 \pm 0,83	0,20 \pm 0,60	30
Macroalgues brunes (g m^{-2})	0,25 \pm 1,36	0,21 \pm 1,11	30
Macroalgues rouges (g m^{-2})	1,09 \pm 4,38	0,98 \pm 4,02	30

La relation entre la biomasse sèche sans cendre (PSSC) et la biomasse sèche (PS) toute algue confondue pour les années 2011 à 2014 sur ces deux stations du Pertuis Breton a pour pente 0,834 avec une corrélation linéaire très significative ($R = 0,996$) sans tendance dans les résidus de la régression (**Figure 29**). Cela traduit que le taux de cendres est d'environ 17% de la biomasse sèche de façon reproductible. Une corrélation similaire a été obtenue pour la station du Lay (*vide infra*).

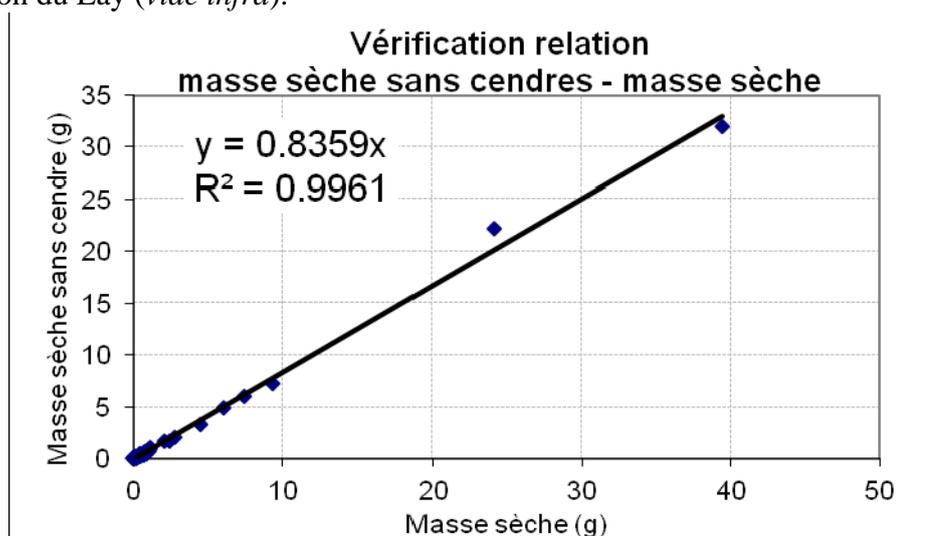


Figure 29 : Relation entre la masse de tissu végétal sans cendre et la masse de tissu végétal (n=86) pour les macroalgues observées sur les stations «Fiers d'Ars » et « Plage de la Charge Neuve » depuis 2011.

3.3.3 Lay crochon 1982

La présence de macroalgues sur cette station était constante en 2012 et 2013 (**Figure 30**). 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 occasionnelles en 2014 sur respectivement 9 et 2 quadrats sur 30 possibles (**Figure 30**).

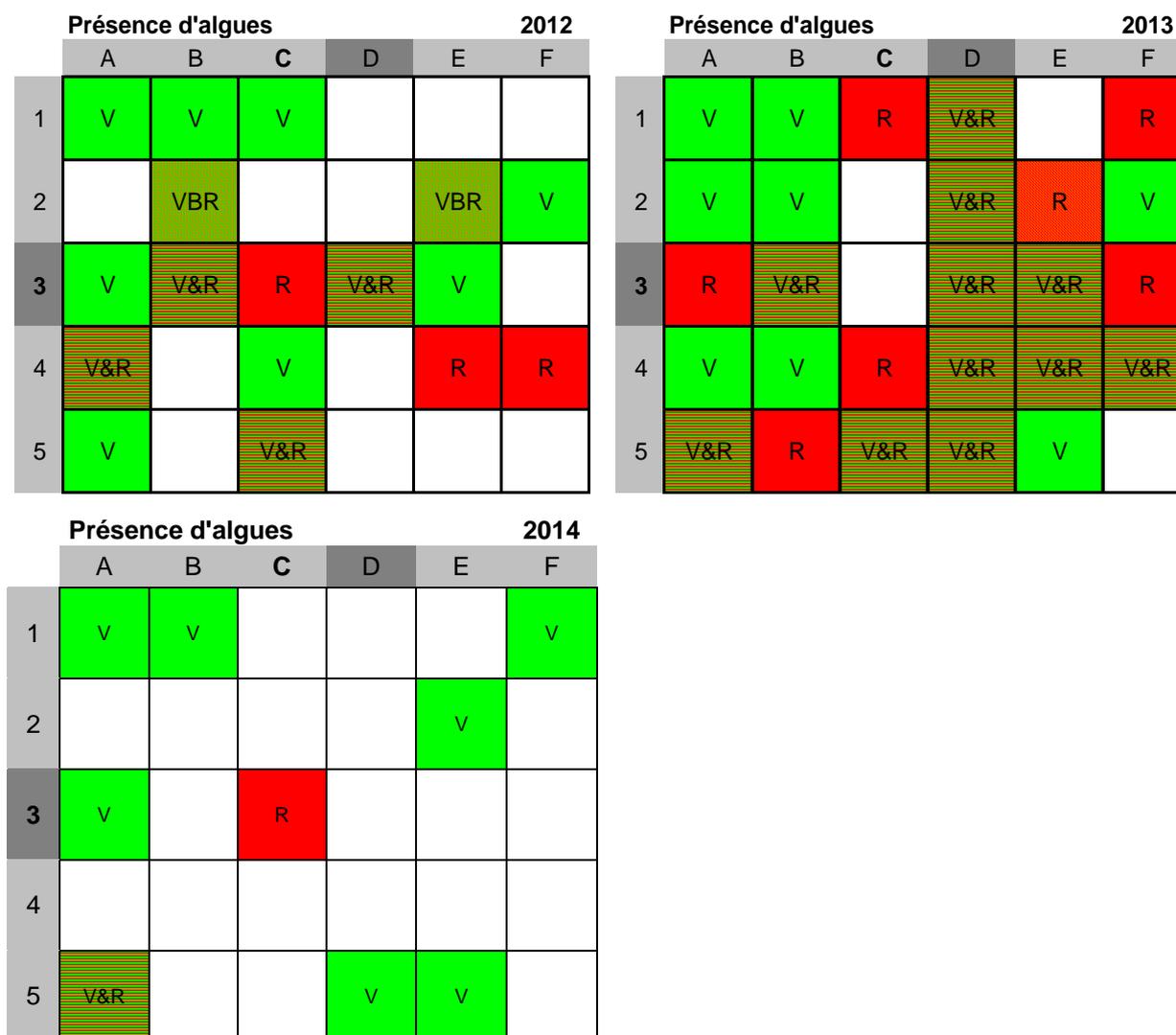


Figure 30 : Présence de macroalgues vertes (V), rouges (R) ou brunes (B) sur la grille de points échantillonnés depuis 2012 sur la station « Lay crochon 1982 ».

Les biomasses de macroalgues vertes observées en 2014 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 2014 comme en 2013 contrairement à 2012 (**Tableau 21**).

La relation entre la biomasse sèche sans cendre (PSSC) et la biomasse sèche (PS) toute algue confondue pour les années 2011 à 2014 sur cette station du Lay a pour pente 0,859 avec une corrélation linéaire très significative ($R = 0,991$) sans tendance dans les résidus de la régression (**Figure 31**). Cela traduit que le taux de cendres est d'environ 15% de la biomasse sèche de façon reproductible. Une corrélation similaire a été obtenue pour les deux stations du Pertuis Breton (*vide supra*).

Tableau 21 : Biomasse (\pm écart-type, n) des macroalgues vertes, brunes et rouges à la station « Lay crochon 1982 » à herbier de la zostère naine échantillonnée en 2012.

Macroalgues	2011		
Lay crochon 1982	PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	n
Macroalgues vertes (g m^{-2})	0,49 \pm 1,03	0,32 \pm 0,69	30
Macroalgues brunes (g m^{-2})	0	0	30
Macroalgues rouges (g m^{-2})	0,83 \pm 2,40	0,63 \pm 1,83	30

Macroalgues	2012		
Lay crochon 1982	PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	n
Macroalgues vertes (g m^{-2})	0,24 \pm 0,54	0,17 \pm 0,40	30
Macroalgues brunes (g m^{-2})	0,15 \pm 0,75	0,12 \pm 0,62	30
Macroalgues rouges (g m^{-2})	2,15 \pm 5,96	1,88 \pm 5,45	30

Macroalgues	2013		
Lay crochon 1982	PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	n
Macroalgues vertes (g m^{-2})	0,62 \pm 1,10	0,47 \pm 0,84	30
Macroalgues brunes (g m^{-2})	0	0	30
Macroalgues rouges (g m^{-2})	1,99 \pm 3,81	1,63 \pm 3,11	30

Macroalgues	2014		
Lay crochon 1982	PS moyen \pm EC	PSSS moyen \pm EC	n
Macroalgues vertes (g m^{-2})	0,14 \pm 0,45	0,11 \pm 0,34	30
Macroalgues brunes (g m^{-2})	0	0	30
Macroalgues rouges (g m^{-2})	0,12 \pm 0,63	0,10 \pm 0,56	30

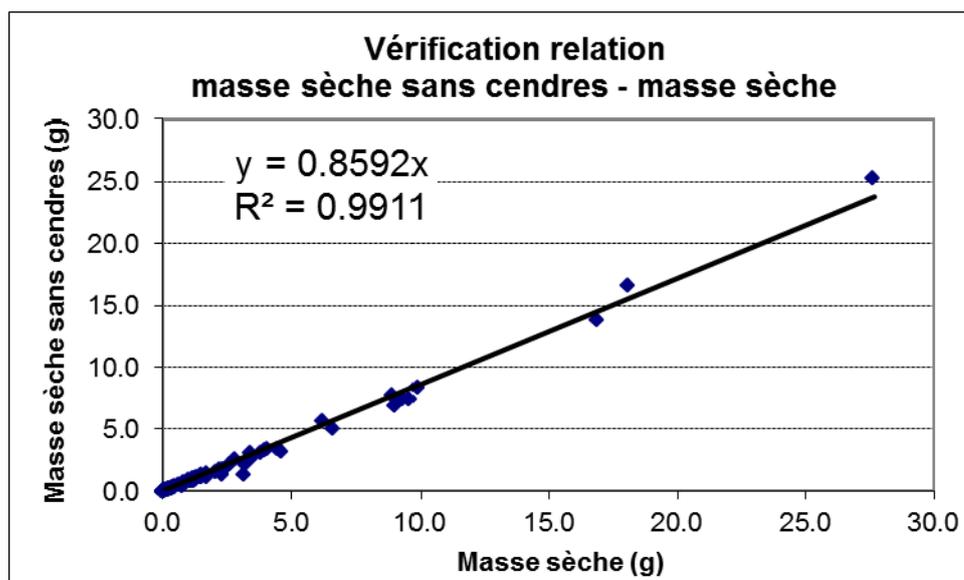


Figure 31 : Relation entre la masse de tissu végétal sans cendre et la masse de tissu végétal (n=94) pour les macroalgues observées sur la station « Lay crochon 1982 » depuis 2011.

3.4. Zostère : taux de recouvrement

3.4.1. Plage de la Charge Neuve

En cette station, aucun pied de *Zostera marina* var *angustifolia* n'a été observé, tout comme en 2006, 2007, 2009 et entre 2011 et 2014.

Après vérification par le logiciel Image J des clichés les taux déterminés visuellement sur le terrain sont validés sans correction (**Figure 32**).

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 2013. 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 et 2014 (**Figure 32** et **Tableau 22**).

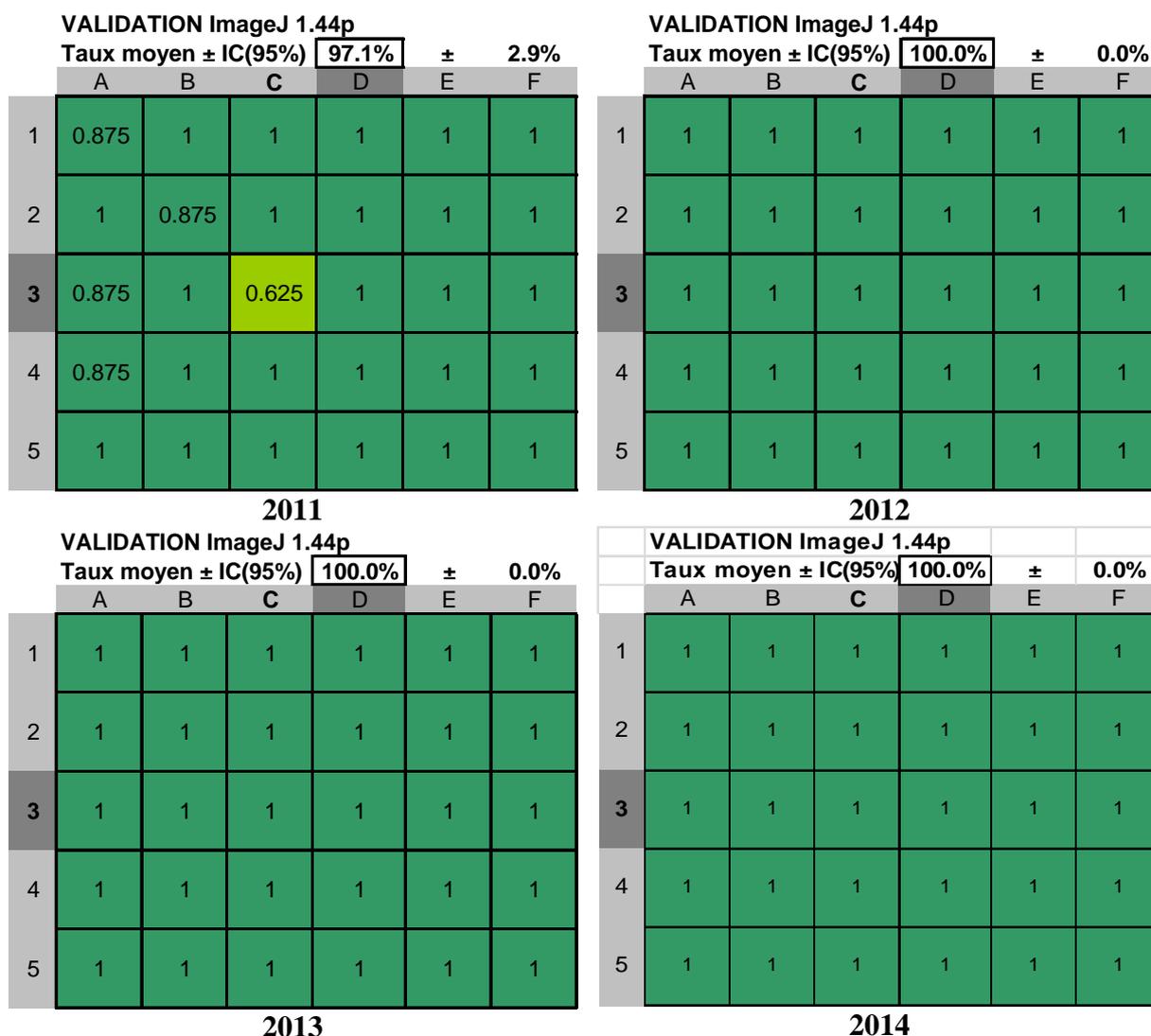


Figure 32 : Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée de 2011 à 2014 sur la station « Plage de la Charge Neuve » à herbier de la zostère naine.

Tableau 22 : 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 2014 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	Groupe
2007	100	100 - 100	1	A
2009	100	100 - 100	1	A
2011	97	94 - 100	30	A
2012	100	100 - 100	30	A
2013	100	100 - 100	30	A
2014	100	100 - 100	30	A

3.4.2. Fiers d'Ars

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

Après vérification par le logiciel Image J des clichés présentant des taux de recouvrement inférieurs à 100% aucune correction n'a été apportée aux estimations visuelles de terrain pour 2014. En 2012, trois quadrats initialement estimés à 0,625 ont été corrigés en 0,875 (**Figure 33**).



Figure 33 : Taux de recouvrement (échelle de 0 à 1) validés par points sur la grille échantillonnée en 2012 et 2013 sur la station « Fiers d'Ars » à herbier de la zostère naine.

La moyenne du taux de recouvrement 2014 s'établit à 24% avec un intervalle de confiance à 95% de 14 - 34 % (**Figure 33, Tableau 23**). En comparaison, les moyennes du taux de recouvrement 2012 et 2013 s'établissaient à 35% avec un intervalle de confiance à 95% de 24 - 45 % et à 19 % avec un intervalle de confiance à 95 % de 13 - 25 %. Du fait du chevauchement des intervalles de confiance, il n'est pas possible d'écarter l'hypothèse nulle d'égalité de ces trois taux de recouvrement moyen.

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

Le site du Fiers d'Ars est actuellement pêché pour les palourdes et autres coquillages par des pêcheurs de loisirs et des pêcheurs non déclarés. Tout comme en 2013 il est 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 34).

Tableau 23 : 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 (%)		N	Groupe
Fiers d'Ars	Moyen	I.C. (95%)		
2012	35	24 – 46	30	A
2013	19	13 – 25	30	A
2014	24	14 - 34	30	A

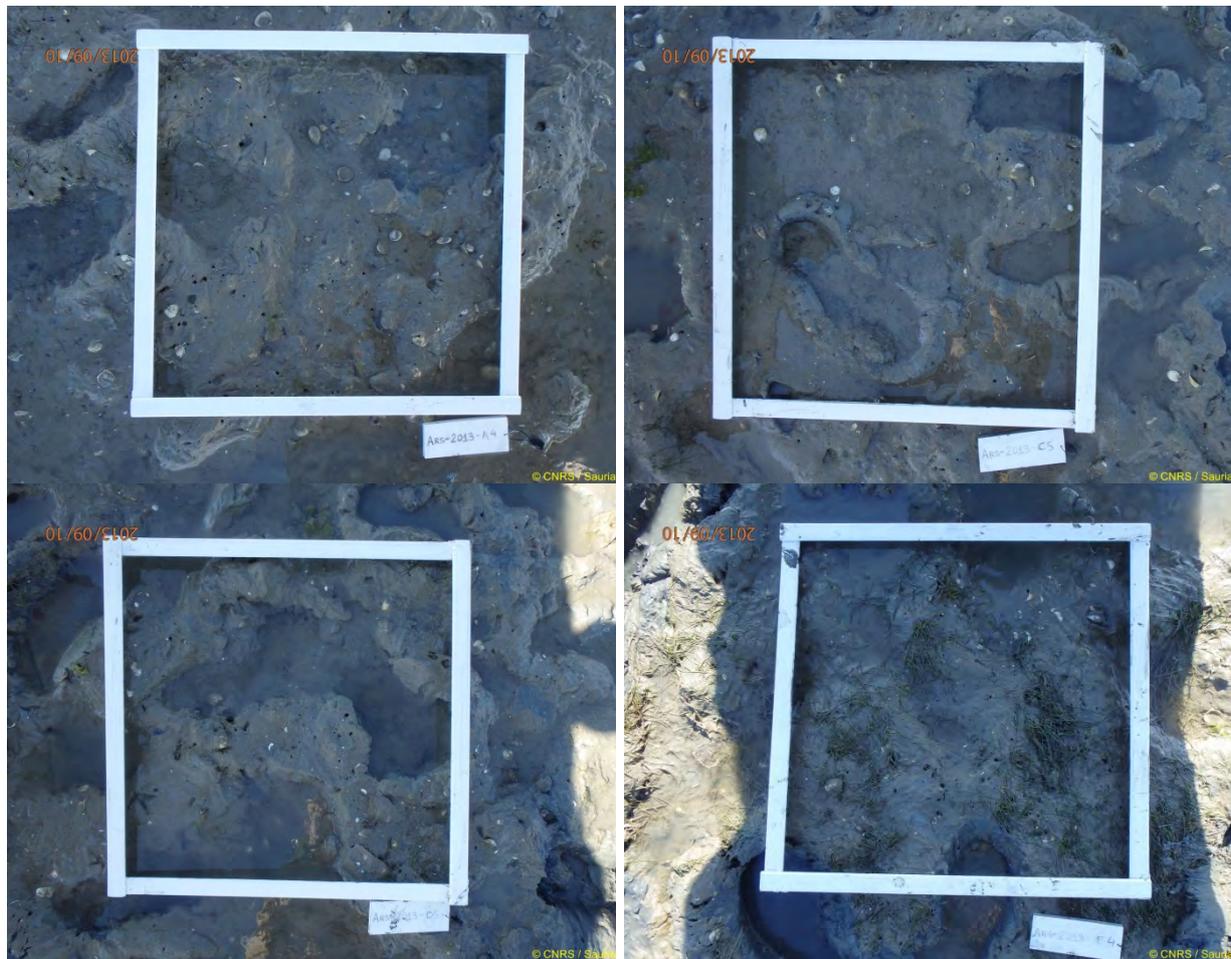


Figure 34 : Exemple de quadrats (A4, C5, D5 et E4) avec traces de piétinement ou de fouille pour la pêche à la palourde sur la grille du point DCE Fier d'Ars comme noté en 2013. Une situation similaire est notée pour 2014.

3.4.2. Lay crochon 1982

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

Après vérification par le logiciel Image J des clichés présentant des taux de recouvrement inférieurs à 100% aucune correction n'a été apportée sur les observations visuelles. En 2012, huit quadrats avaient été rehaussés d'une classe de recouvrement.

La structure spatiale nettement visible en 2011 et 2012 ne se dégagait plus en 2013 et n'est pas réapparu en 2014 avec une densité beaucoup moins forte autour de 6 - 20 % de recouvrement moyen (**Figure 35**).

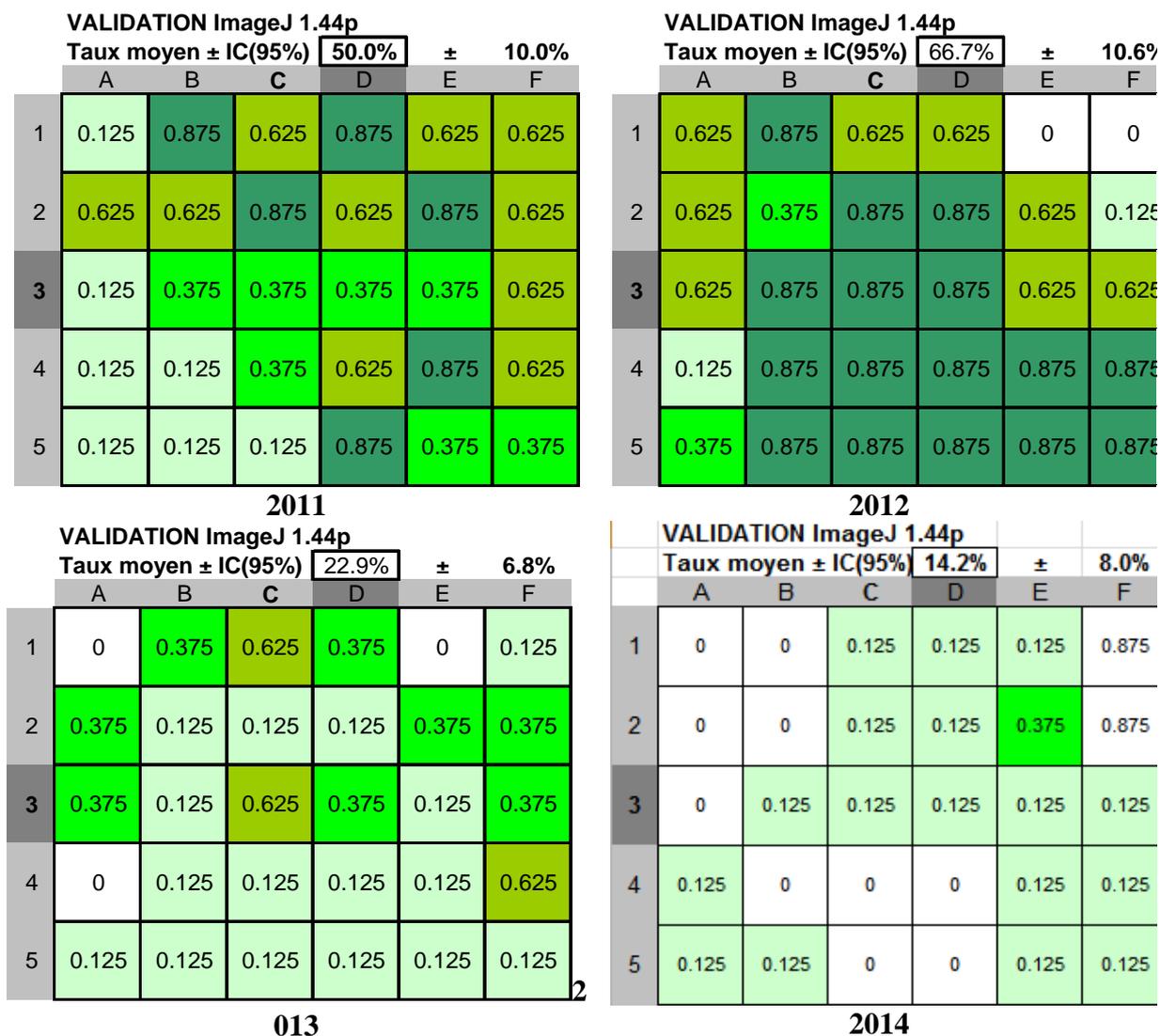


Figure 35 : Taux de recouvrement par points sur la grille échantillonnée en 2012 sur la station « Lay crochon 1982 » à herbier de la zostère naine.

Un taux de recouvrement moyen de 14% est obtenu en 2014 avec un intervalle de confiance à 95% de 6 - 20 % (**Tableau 24**). La diminution de près de 9% du taux de recouvrement n'est pas significative entre 2013 et 2014 mais les valeurs de 2014 sont les plus basses observées sur cet herbier. Pour l'ensemble des 4 années de suivis, il y a deux groupes de valeurs, le premier groupe avec des taux de recouvrement autour de 51-75 et le second

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

avec des valeurs entre 1-25 et 26-50. Cette évolution est à mettre en relation avec la dynamique hydrosédimentaire du crochon qui soit s'envase (comme de 2011 à 2013) soit s'ensable (comme en 2014).

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 semblent se limiter à la bordure du chenal comme déjà observé en 2013.

Tableau 24 : Taux de recouvrement avec intervalle de confiance à 95% de l'herbier de la zostère naine échantillonné annuellement de 2011 à 2014 à la station « Lay crochon 1982 ».

Zostère naine	Taux de recouvrement (%)			N	Groupe
Lay crochon 1982	Moyen	I.C. (95%)			
2011	50	40 – 60		30	A
2012	67	56 – 78		30	A
2013	23	16 – 30		30	B
2014	14	6 - 20		30	B

3.5. Les oiseaux herbivores consommateurs de zostères

Plusieurs espèces d'oiseaux herbivores consomment des zostères pour tout ou partie de leur régime alimentaire (Dalloyau, 2008, Dalloyau & Robin, 2013). Ce sont avant tout les bernaches cravant et parmi celles-ci principalement la bernache cravant à ventre sombre *Branta bernicla bernicla*. D'autres espèces peuvent être consommatrices occasionnelles de zostères, ce sont les Canards siffleurs *Anas penelope*, les Cygnes tuberculés *Cygnus olor* et les Oies cendrées *Anser anser*. Toutes ces espèces font l'objet de comptages réguliers de la part de réseaux d'observation en liaison avec les réserves naturelles et la LPO.

Un premier ordre de grandeur concernant les effectifs hivernaux de ces espèces sur l'île de Ré peut être obtenu à partir des comptages réalisés à la mi-janvier de chaque année. Ces comptages sont synthétisés par Wetlands International et sont mis à disposition par la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) (<http://www.lpo.fr/etudes/wetlands/index.shtml>) sous forme de fiches spécifiques ou d'analyse de tendance démographique (Deceuninck *et al.*, 1999, Deceuninck & Mahéo, 2000, Deceuninck & Maillet, 2001, Deceuninck *et al.*, 2002, 2003, 2004a, Deceuninck *et al.*, 2004b, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, Deceuninck *et al.*, 2014, Deceuninck *et al.*, 2015).

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).

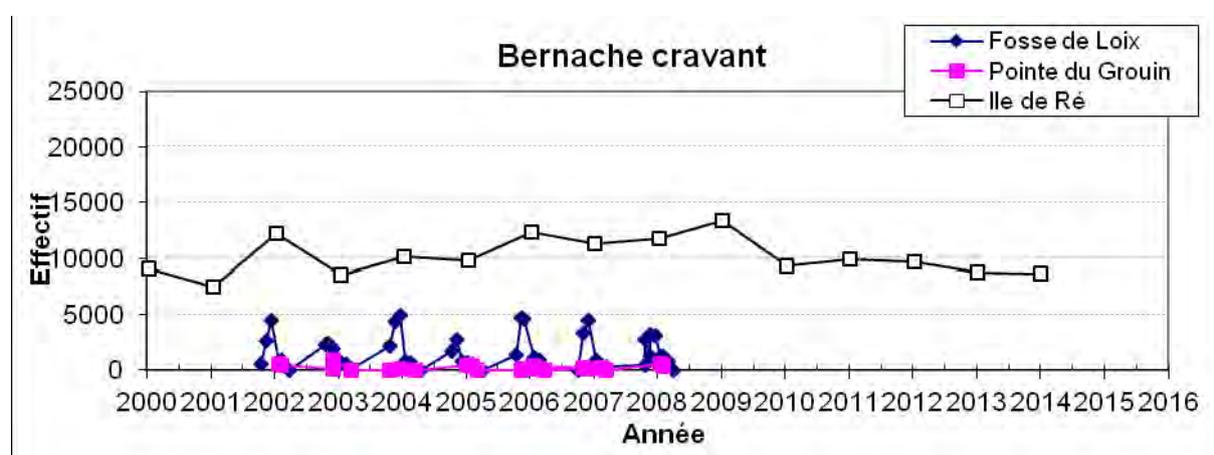


Figure 36 : Effectif de Bernache cravant sur l'ensemble de l'île de Ré (mi janvier) et les secteurs de la Fosse de Loix et de la pointe du Grouin (variation mensuelle pendant la période d'hivernage) respectivement sur les périodes 2000-2012 (d'après Wetlands / LPO) et 2001-2008 (d'après Lemesle J.-C., com. pers.)

Les Bernaches cravant sur l'île de Ré représentent de 8 à 11% de la population hivernante en France et donc plus de 50% de la population hivernante en Charente-Maritime. Les comptages effectués à la mi-janvier laissent apparaître sur la période 2000-2014 une stabilité des effectifs dans une fourchette de variation de 7500 à 13300 individus avec un pallier autour de 9500-9800 depuis 2010. De tels effectifs permettent de placer l'île de Ré

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

entre le 2^{ème} et 3^{ème} 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 36**).

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 25**).

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

Tableau 25 : Effectifs de Bernaches cravant et Canards siffleurs à la mi-janvier des années 2000 à 2012 sur l'île de Ré (d'après Wetlands International & LPO)

Site	Année	Espèce	Effectif mi-janvier	Rang sur 10 premiers sites nationaux	RAMSAR critère 6
Ile de Ré	2000	Bernache cravant	9143	2	Oui
Ile de Ré	2001	Bernache cravant	7505	2	Oui
Ile de Ré	2002	Bernache cravant	12189	2	Oui
Ile de Ré	2003	Bernache cravant	8519	2	Oui
Ile de Ré	2004	Bernache cravant	10120	2	Oui
Ile de Ré	2005	Bernache cravant	9767	3	Oui
Ile de Ré	2006	Bernache cravant	12376	3	Oui
Ile de Ré	2007	Bernache cravant	11294	2	Oui
Ile de Ré	2008	Bernache cravant	11736	2	Oui
Ile de Ré	2009	Bernache cravant	13352	2	Oui
Ile de Ré	2010	Bernache cravant	9350	2	Oui
Ile de Ré	2011	Bernache cravant	9891	2	Oui
Ile de Ré	2012	Bernache cravant	9699	3	Oui
Ile de Ré	2013	Bernache cravant	8753	2	Oui
Ile de Ré	2014	Bernache cravant	8575	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
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

4. Résultats des suivis surfaciques

4.1. Ile de Ré : de Rivedoux au Fier d'Ars

Les résultats ont été exposés par Lafon et al. (2014) et leur résumé fait apparaître par-delà les questions méthodologiques et les tests de qualité que les herbiers en 2014 sur le pourtour nord de l'île de Ré s'étendent de Rivedoux au Fier d'Ars avec des extensions sur La Flotte et la Fosse de Loix pour une superficie totale de 566 ha (**Figure 37**).

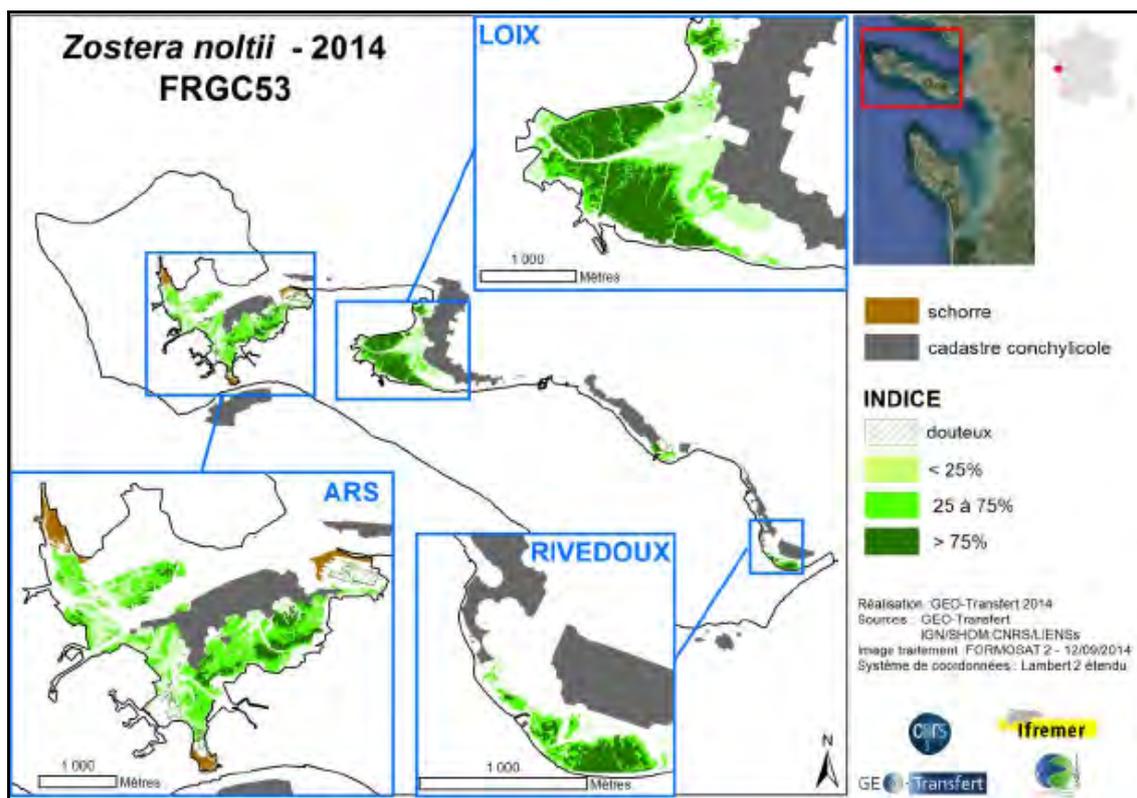


Figure 37 : Cartographie des herbiers de la masse d'eau FRGC53 avec représentation des trois classes de densité. Source Lafon et al. (2014).

Cette superficie se distribue en trois classes de taux de recouvrement (**Tableau 26**).

Tableau 26 : Distribution des superficies des herbiers de *Zostera noltei* selon les trois taux de recouvrement sur la masse d'eau pertuis Breton FRGC53 en 2014. Source Lafon et al. (2014).

Taux de recouvrement (%)	Superficie (ha)
0-25	211,5
26-75	201,5
76-100	153,2

La comparaison entre la distribution des herbiers entre 2006 et 2014 laisse apparaître de larges champs sur Rivedoux, la Fosse de Loix et le Fier d'Ars où l'herbier a régressé (**Figure 38**). Cependant, cette régression concerne avant tout les taux de recouvrement les plus faibles entre 0-25 % (**Tableau 27**). L'analyse des changements intervenus pour les autres taux de recouvrement indique une extension des herbiers soit sur des sites non prospectés en 2006 comme à La Flotte en Ré soit dans les taux de recouvrement les plus élevés 76-100%. Le bilan est probablement équilibré pour les taux de recouvrement intermédiaires de 26-75% (**Tableau 27**).

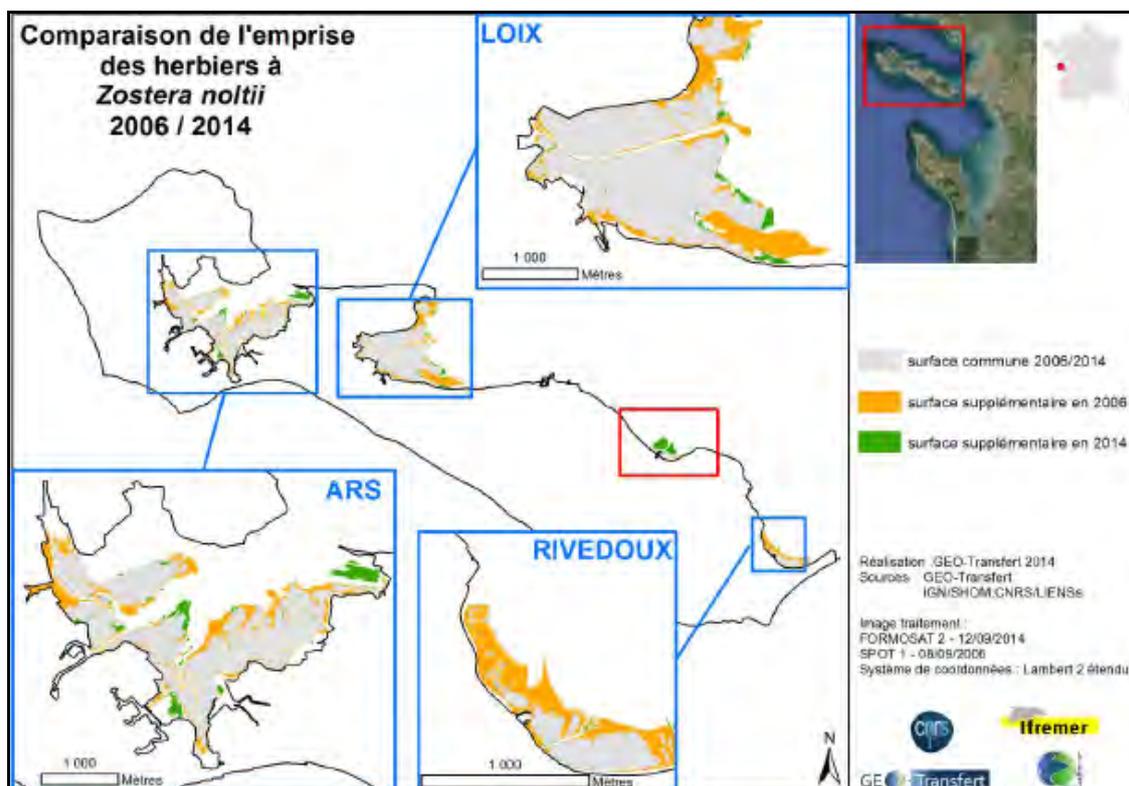


Figure 38 : Principaux sites présentant des changements significatifs entre 2006 (Sauriau et al., 2011) et 2014. Source Lafon et al. (2014).

Tableau 27 : Comparaison de la distribution des superficies des herbiers de *Zostera nolteii* selon les trois taux de recouvrement sur la masse d'eau Pertuis Breton FRGC53 entre 2006 et 2014. Source Lafon et al. (2014).

Taux de recouvrement (%)	2006 Superficie (ha)	2014 Superficie (ha)	Bilan 2014 /2006 (%)
0-25	321,1	211,5	-34%
26-75	216,6	201,5	-7%
76-100	134,9	153,2	+14%

4.2. Estuaire du Lay

Les résultats font apparaître que les herbiers en 2014 dans l'estuaire du Lay sont localisés comme en 2010 uniquement sur le rive droite de l'estuaire depuis le premier crochon à l'embouchure jusqu'à l'île centrale après le coude du chenal pour une superficie totale de 17,8 ha (**Figure 39**).



Figure 39 : Cartographie des herbiers de la masse d'eau FRGT30.

Contrat de prestation 2014 5 50528230 : Rapport final. Partie 2 herbiers

Cette superficie se distribue essentiellement en deux classes de recouvrement 0-25 et 26-75 (Tableau 26).

Tableau 28 : Distribution des superficies des herbiers de *Zostera noltei* selon les trois taux de recouvrement sur la masse d'eau Estuaire du Lay FRGT303 en 2014.

Taux de recouvrement (%)	Superficie (ha)
0-25	7,8
26-75	10,0
76-100	0

La comparaison entre la distribution des herbiers entre 2010 et 2014 laisse apparaitre de larges superficies perdues ou gagnées le long de la bordure du chenal, les deux s'équilibrant (Figure 40Figure 38) puisque la superficie des herbiers de *Zostera noltei* de 2010 a été estimée à 17,6 ha (Sauriau *et al.*, 2013).



Figure 40 : Principaux sites présentant des changements significatifs entre 2010 (Sauriau et al., 2013) et 2014.

5. Calcul de l'indicateur « angiospermes »

5.1. Pertuis breton FRGC53

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

- 1) la composition taxinomique : une valeur d'EQR de 0,7 est donnée du fait de la disparition avérée de *Zostera marina* sur le pourtour nord de Ré ;
- 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 Plage de la Charge Neuve (pas de changement) et sur le Fiers d'Ars (altérations majeures).

Pour la masse d'eau Pertuis breton FRGC53, l'indicateur « angiospermes » indique pour 2014 un Bon état.

	Indices			Indicateur Angiospermes
	Composition	Extension	Densité	
EQR	0,7	0,68	0,75	0,71
Altérations	Modérées	Faibles	Faibles	
Etat				Bon état

5.2. Estuaire du Lay FRGT30

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

- 1) la composition taxinomique : une valeur d'EQR de 1 est donnée du fait 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 (79 %) des taux de recouvrement entre 2014 et la meilleure situation de 2012.

Pour la masse d'eau Estuaire du Lay FRGT30, l'indicateur « angiospermes » indique pour 2014 un Bon état.

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