

Ifremer ODE - LITTORAL
Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon
Isabelle Auby
Loïc Rigouin
Florian Ganthy
Débora Héroin

Ifremer RBE
Laboratoire Ressources Halieutiques d'Aquitaine
Florence Sanchez

Juillet 2015 - RST/ODE/UL/LER/AR/15-004

Suivi stationnel (2007-2014) de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2014) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor



©– Ifremer - LER/AR – Loïc Rigouin

Suivi stationnel (2007-2014) de l'herbier de zostères naines (*Zostera nolte*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2014) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : RST/ODE/UL/LER/AR/15-004. Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte: <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>	Date de publication : Juillet 2015 Nombre de pages : 25 Bibliographie: oui Illustration(s): oui Langue du rapport : Français
Titre et sous-titre du rapport : Suivi stationnel (2007-2014) de l'herbier de zostères naines (<i>Zostera nolte</i>) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2014) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor	
Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>	
Auteur(s) principal (aux) : Isabelle AUBY Loic RIGOUIN Florian GANTHY Débora HEROIN Florence Sanchez	Organisme / Direction / Service, laboratoire : Ifremer – LER Arcachon Ifremer – LHRA Anglet
Cadre de la recherche : PJ0504 Surveillance des peuplements benthiques A050404 REBENT – Bassin Adour-Garonne	

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
1. PROTOCOLES.....	9
1.1. Station et date de prélèvement	9
1.2. Prélèvements et analyses du sédiment.....	12
1.3. Prélèvements et analyses des macroalgues.....	13
1.4. Prélèvements et analyses des zostères.....	13
2. RESULTATS	14
2.1. Le sédiment.....	14
2.2. Les macroalgues	14
2.3. Les zostères	16
2.4. Calcul de l'indicateur « angiospermes ».....	19
2.4.1. Composition taxinomique.....	19
2.4.2. Extension.....	20
2.4.3. Abondance.....	21
2.4.4. L'indicateur angiosperme.....	22
CONCLUSION.....	23
BIBLIOGRAPHIE	24

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'eau souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières (MEC) et les eaux de transition (MET).

Pour évaluer l'état écologique d'une Masse d'Eau (ME), la DCE utilise des éléments de qualité biologique : phytoplancton, macrophytes (macroalgues et phanérogames marines, zostères en Manche-Atlantique), faune macro-invertébrée benthique et poissons (exclusivement dans les MET).

Dans ce cadre, à partir de 2007, a débuté le suivi stationnel des herbiers de ***Zostera noltei*** des masses d'eau du bassin Adour-Garonne. Dans ce bassin, qui s'étend des Pertuis charentais à l'estuaire de la Bidassoa, plusieurs sites de surveillance pour les herbiers de zostères naines ont été retenus et échantillonnés au cours des automnes 2007, 2008 et 2009, sur la base d'un premier protocole établi à partir de celui du REBENT Bretagne (Hily *et al.*, 2007) :

- Masse d'Eau « Pertuis charentais » - FRFC02;
- Masse d'Eau « Arcachon amont » – FRFC06 ;
- Masse d'Eau « Lac d'Hossegor »– FRFC09
- Masse d'eau « Estuaire de la Bidassoa »- FRFT8.

Par ailleurs, les herbiers de ***Zostera marina*** du Bassin d'Arcachon (masse d'eau « Arcachon amont » également), seul site du bassin sur lequel cette espèce est présente en abondance, ont également été échantillonnés à la fin des étés 2007, 2008 et 2009.

En 2010, les experts français ont défini les métriques à prendre en compte et les règles de calcul de l'indicateur de l'élément de qualité « angiospermes » (Auby *et al.*, 2010). Cet indicateur prend en compte trois métriques : évolution du nombre d'espèces de zostères, évolution des densités et évolution des surfaces d'herbiers.

En parallèle, un nouveau protocole de suivi stationnel des herbiers de zostères a été établi au cours de l'année 2011 (Auby *et al.*, 2012) et amélioré en 2013 (Auby *et al.*, 2014). Il vise à prendre en compte les exigences liées à l'acquisition des données correspondant aux métriques de l'indicateur en s'appuyant sur les conclusions des résultats des premières années de suivi. Notamment, parmi les paramètres acquis non inclus dans le calcul de l'indicateur, seuls ont été conservés ceux qui apportent une information utile à l'interprétation des résultats. Par exemple, le paramètre « macrofaune herbivore » a été abandonné pour les deux types d'herbiers.

Pour *Zostera marina*, la méthodologie s'est par ailleurs peu modifiée au cours du temps. Par contre, pour *Zostera noltei*, il est apparu que le protocole auparavant utilisé, quoique assez détaillé, ne permettait pas de caractériser correctement l'état de santé de ces herbiers, notamment du fait de l'hétérogénéité à méso échelle observée à certaines stations. Pour cette raison, la surface des stations a été augmentée et la

mesure des densités et des biomasses a été remplacée par un indicateur de densité plus « intégrateur », le taux de recouvrement.

Par ailleurs, ce nouveau protocole préconise une fréquence annuelle (et non plus tri annuelle) des observations sur les herbiers.

Les résultats acquis depuis le début des suivis stationnels sont consultables sur des rapports téléchargeables sur le site Envlit¹ et/ou sur la base Archimer².

- Masse d'eau « Pertuis charentais » - FRFC02 (Sauriau, 2008a ; Sauriau 2008b ; Sauriau *et al.*, 2009 ; Sauriau *et al.*, 2013);
- Masse d'eau « Arcachon amont » – FRFC06 (Auby *et al.*, 2014a);
- Masse d'eau « Lac d'Hossegor »– FRFC09 (Auby *et al.*, 2014b).
- Masse d'eau « Estuaire de la Bidassoa » - FRFT8 (Sanchez *et al.*, 2007 ; de Casamajor *et al.*, 2008 ; Sanchez *et al.*, 2010 ; Sanchez *et al.*, 2013 ; Sanchez *et al.*, 2014).

Les herbiers de zostères de ces différents sites ont également fait l'objet de cartographies complètes en 2007-2008 (également téléchargeables depuis le site Envlit ou la base Archimer).

- Masse d'Eau « Pertuis charentais »- FRFC02 (Lafon *et al.*, 2009) ;
- Masses d'Eau « Arcachon amont » – FRFC06 et « Arcachon aval »- FRFC07 (Dalloyau *et al.*, 2009 ; Plus *et al.*, 2010) ;
- Masse d'Eau « Lac d'Hossegor »– FRFC09 (Trut *et al.*, 2009) ;
- Masse d'eau « Estuaire de la Bidassoa »- FRFT8 (Lissardy *et al.*, 2007).

Une cartographie des herbiers de *Zostera noltei* du Bassin d'Arcachon, réalisée par télédétection spatiale, a été établie récemment sur la base d'une image formosat-2 acquise en août 2012 (Lafon, com. pers.).

Enfin, en 2013, de nouvelles cartographies des herbiers des masses d'eau « Lac d'Hossegor » (Trut *et al.*, 2014), « Estuaire de la Bidassoa » (Sanchez *et al.*, 2014) et « Pertuis charentais » (Lafon, 2014) ont été réalisées.

¹ <http://envlit.ifremer.fr/documents/publications>

² <http://archimer.ifremer.fr/>

1. Protocoles

Seuls les herbiers intertidaux font pour l'instant l'objet d'un suivi stationnel dans le lac d'Hossegor.

1.1. Station et date de prélèvement

Les herbiers intertidaux du Lac d'Hossegor intertidaux sont principalement composés de *Zostera noltei*. Toutefois, des pieds de la forme parvozostéride de *Zostera marina* y sont observés par endroit.

Situés en majorité au milieu de la rive orientale du lac, ils présentent une faible étendue, mais leur superficie a doublé entre 2008 (0,46 ha) et 2013 (1,19 ha) (Trut *et al.*, 2009 ; Trut *et al.*, 2014) (Figure 1).

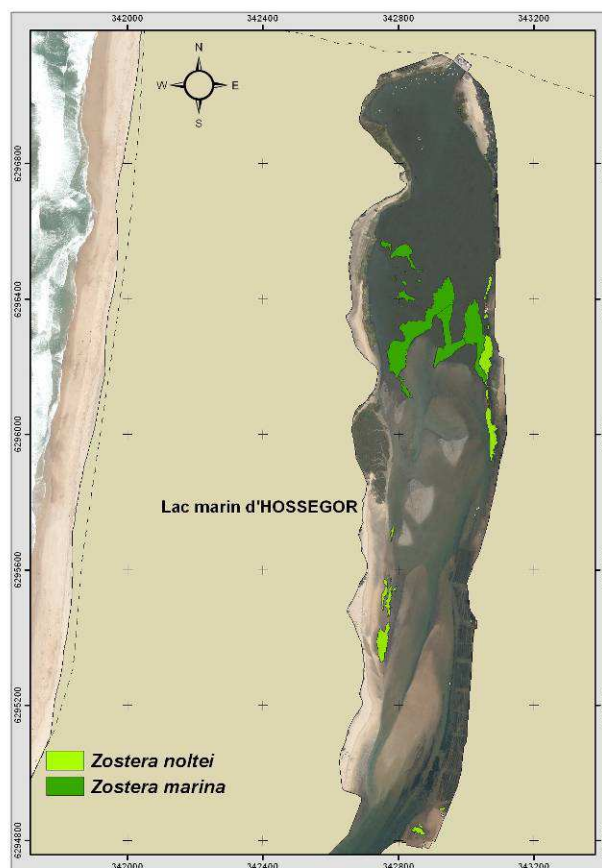
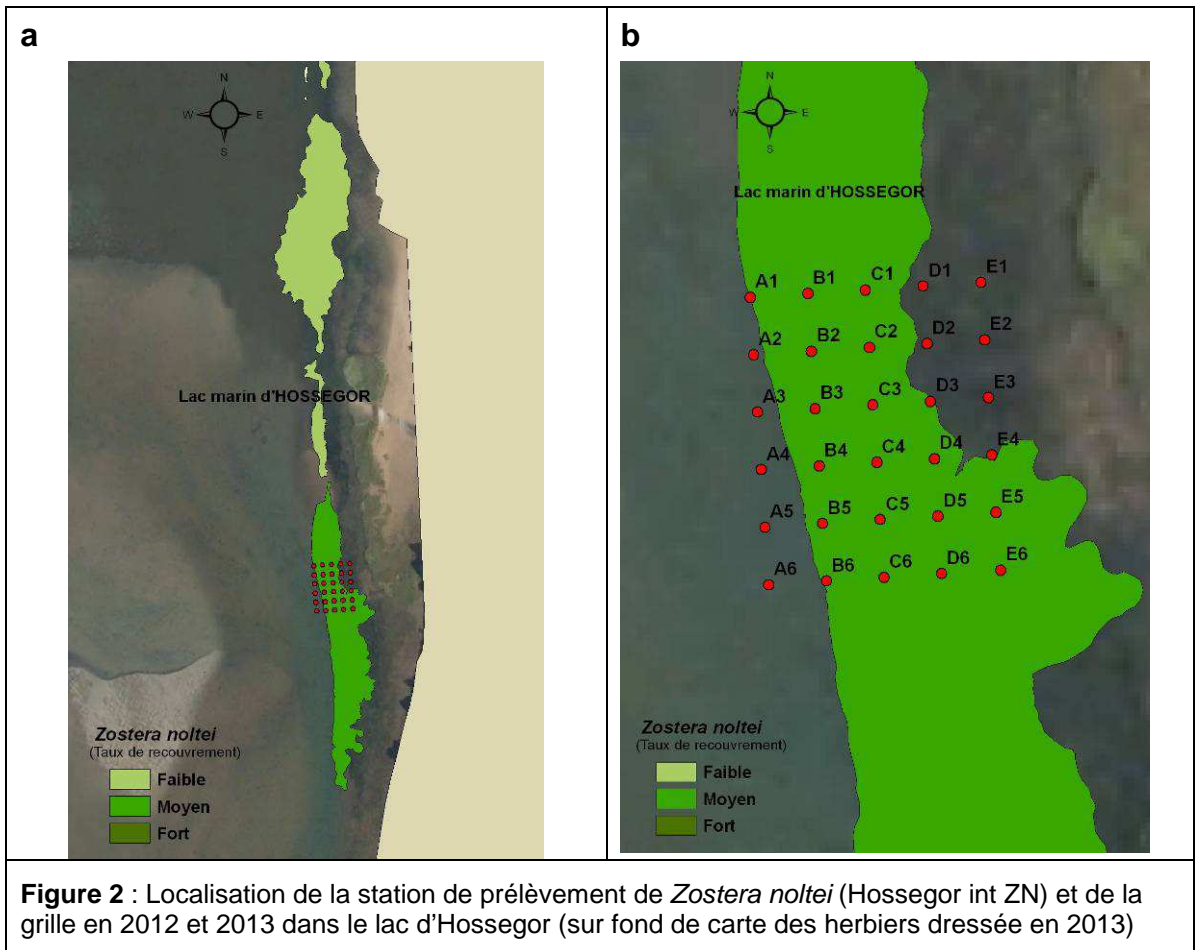


Figure 1 : Carte des herbiers de zostères dans le lac d'Hossegor en 2013.

En raison de cette faible surface, une seule station est suivie dans le lac d'Hossegor et sa position n'a pas varié entre 2007 et 2009. En 2012, une grille (points distants de 5 mètres) a été élaborée autour de cette station de manière à appliquer le nouveau protocole de suivi stationnel (Auby *et al.*, 2012) (Figures 2a et 2b).



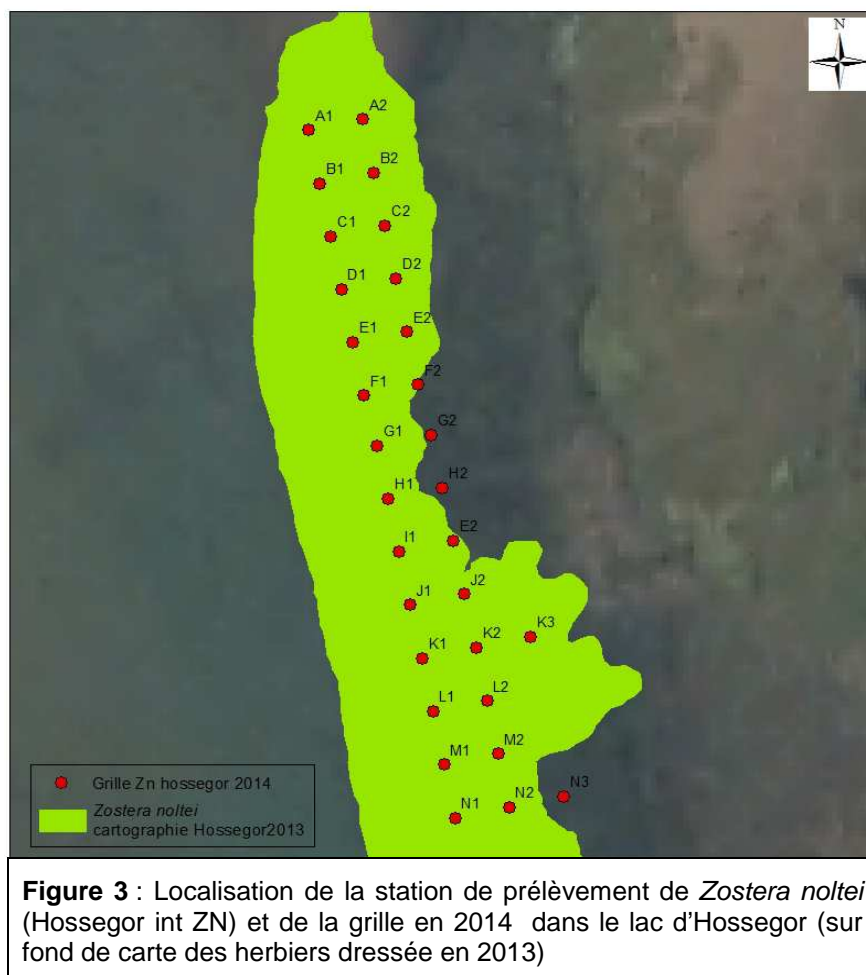
Comme cela apparaît sur cette figure, la grille adoptée en 2012 n'était plus adaptée à la situation de 2013, cette zone de l'estran oriental du lac ayant été fortement érodée entre ces deux années (colonne A et photo ci-dessous) et le schorre s'étant développé sur les premières lignes de la colonne E.



Pour cette raison, la campagne 2013 n'a pas concerné la totalité des points de la grille, mais seulement ceux situés dans l'enveloppe de l'herbier.

Il est ainsi apparu que l'évolution spatiale assez rapide de cette bande d'herbier nécessite de bâtir chaque année une nouvelle grille adaptée à sa forme, dans la période précédant la date d'échantillonnage.

En 2014, les limites des herbiers autour de la station ont été redéfinies et une nouvelle grille a été constituée (Figure 3) pour réaliser l'échantillonnage de la station qui a eu lieu le 9 septembre.



1.2. Prélèvements et analyses du sédiment

NB : Pour ces paramètres, le protocole n'a pas évolué au cours du temps, sauf en ce qui concerne le nombre de tamis utilisés pour les mesures de granulométrie : 5 en 2007 et 2012 ; 17 en 2008 et 2009 et à partir de 2013.

Granulométrie

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier PVC
Dimensions échantillon	9 cm diamètre - 10 cm de profondeur
Nombre d'échantillons	1 échantillon constitué de 3 échantillons mélangés
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 étude 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)

Matière organique

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier PVC
Dimensions échantillon	3 cm diamètre - 5 cm de profondeur
Nombre d'échantillons	9 échantillons
Analyse	Perte au feu (4h – 450°C)

1.3. Prélèvements et analyses des macroalgues

Macroalgues

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Ramassage manuel dans un cadre
Dimensions échantillon	0,50 m x 0,50 m = 0,25 m ²
Nombre d'échantillons	30 au maximum
Analyse	Séparation par phylum : Chlorophyta (vertes), Rhodophyta (rouges) et Ochrophyta (brunes). C'est une suggestion car je ne suis pas sûre que tous les lecteurs comprennent. Qu'en dites-vous ? Biomasse (poids sec : 48 h – 60°C)

1.4. Prélèvements et analyses des zostères

NB : Les protocoles d'acquisition de données pour Zostera noltei ont été modifiés à partir de 2011. Le tableau suivant présente donc le protocole utilisé depuis cette époque. .

Estimation du recouvrement : *Zostera noltei*

Méthode	
Mode d'acquisition de données	Observation directe sur le terrain et photographie verticale d'un cadre posé sur l'herbier
Dimensions échantillon	0,50 m x 0,50 m = 0,25 m ²
Nombre d'échantillons	30 échantillons
Analyse	Au laboratoire, calcul du taux de recouvrement sur chaque quadrat avec le logiciel Image J. Affectation d'une valeur médiane de recouvrement à chaque quadrat en fonction des équivalences suivantes.

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

A partir de ces mesures, plusieurs paramètres peuvent être calculés :

- **Pourcentage de surface végétalisée sur la station** = nombre de quadrats avec un recouvrement supérieur à 0 x 100 / 30
- **Recouvrement moyen sur la surface végétalisée** = moyenne des recouvrements sur les quadrats présentant un recouvrement supérieur à 0.
- **Recouvrement moyen sur la station** : moyenne des recouvrements sur tous les quadrats.

2. Résultats

2.1. Le sédiment

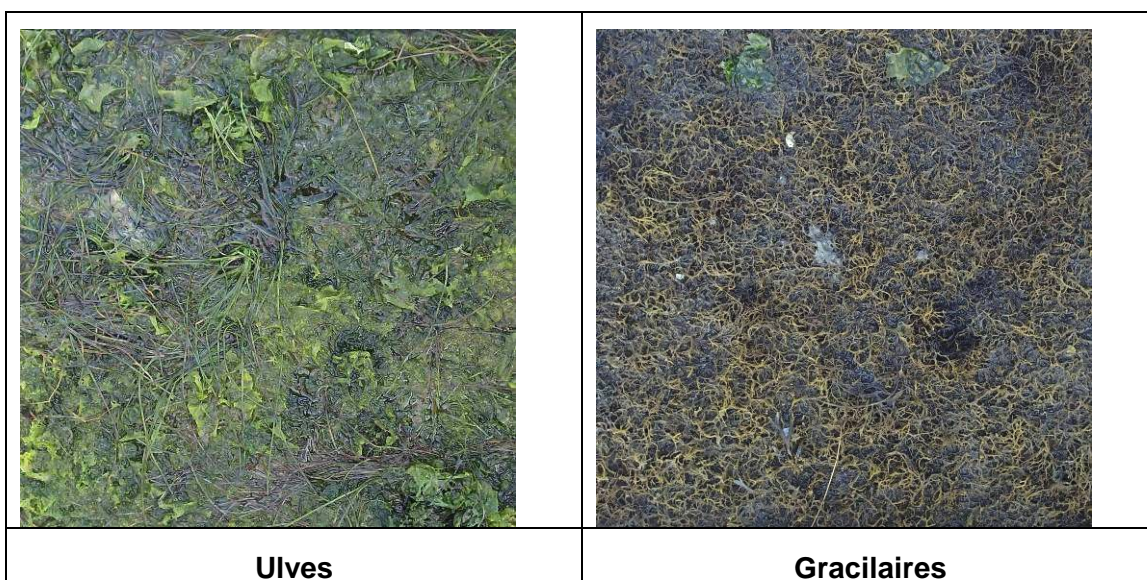
Les zostères intertidales de la station du Lac d'Hossegor se développent sur un sédiment fin, dont les caractéristiques granulométriques témoignent d'une variabilité importante entre 2007 et 2014, traduisant l'importante dynamique de cette zone intertidale (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques du sédiment de l'herbier de *Zostera noltei* de la station Hossegor int ZN.

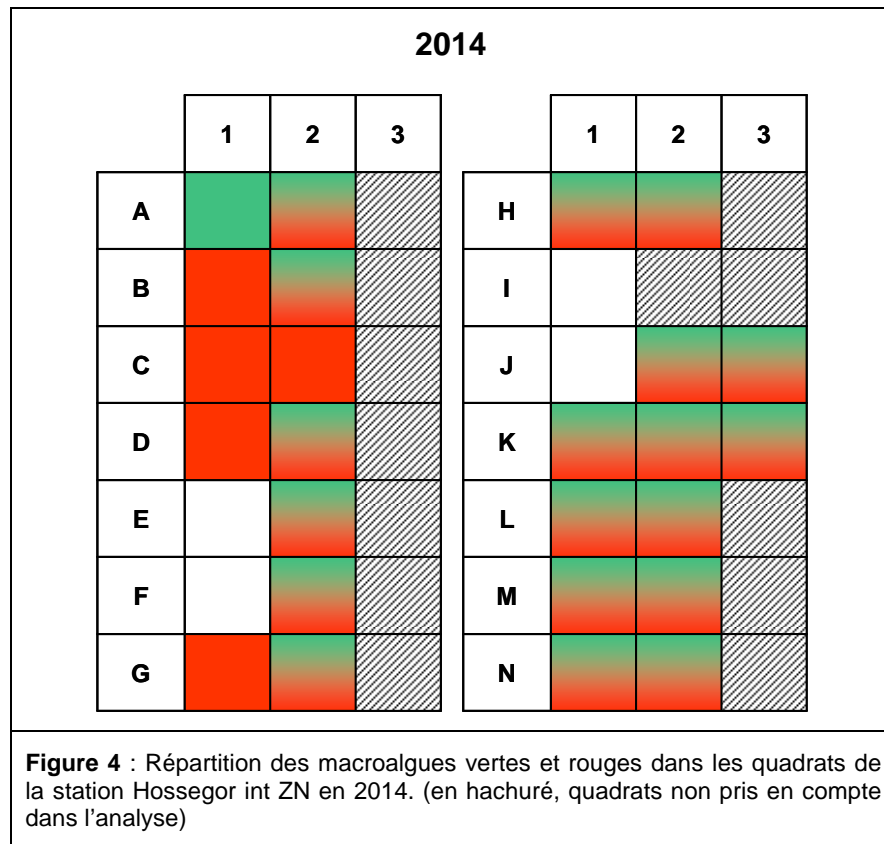
	Médiane (µm)	Teneur en pélites (%)	Type de sédiment	Teneur en matière organique (%)
2007	163	25,0	Vase sableuse	8,24 ± 1,35
2008	91	19,4	Sable fin envasé	7,37 ± 1,12
2009	< 63	79,1	Vase pure	9,34 ± 1,04
2012	< 63	55,2	Vase sableuse	2,39 ± 0,70
2013	217	28,7	Vase sableuse	9,46 ± 1,16
2014	127	43,3	Vase sableuse	5,67 ± 3,64

2.2. Les macroalgues

A la fin des cinq étés, l'herbier intertidal d'Hossegor était colonisé par les algues opportunistes : algues vertes - Chlorophyta (ulves, monostromes et entéromorphes) et rouges- Rhodophyta (gracilaires principalement).



En 2014, comme au cours des étés précédents, les algues sont présentes sur la plupart des quadrats (Figure 4).



Le peuplement macroalgal est pondéralement dominé par les algues vertes (Chlorophyta). Les biomasses macroalgales sont élevées par rapport à celles mesurées sur les autres herbiers du bassin Adour-Garonne mais très variables d'une année à l'autre (Tableau 2).

Tableau 2 : Biomasse des macroalgues dans l'herbier de *Zostera noltei* de la station Hossegor int ZN.

	Biomasse (g PS.m ⁻²) – Moyenne ± ET		
	Chlorophyta	Rhodophyta	Ochrophyta
2007	20,76 ± 2,83	2,69 ± 1,04	0
2008	158,25 ± 13,95	8,94 ± 0,57	0
2009	48,95 ± 10,42	1,27 ± 0,23	0
2012	104,35 ± 47,99	3,03 ± 2,78	0
2013	45,58 ± 46,17	11,91 ± 14,79	0
2014	17,75 ± 42,37	6,53 ± 5,71	0

Ce phénomène traduit le caractère eutrophe de ce lac propice au développement des macroalgues opportunistes en raison de son caractère abrité et de sa faible

profondeur. Par ailleurs, les concentrations en ammonium, nitrate, et phosphate, nutriments favorables au développement des algues opportunistes, peuvent s'y avérer élevées, comme l'indiquent les résultats obtenus dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE (Auby *et al.*, 2014).

Pour ces raisons, le lac a fait l'objet d'un suivi des macroalgues opportunistes depuis 2010 (Blanchet *et al.*, 2014), qui montre notamment que les dépôts intertidaux de macroalgues sont importants dans la zone où se situe la station Hossegor int ZN (Figure 5).

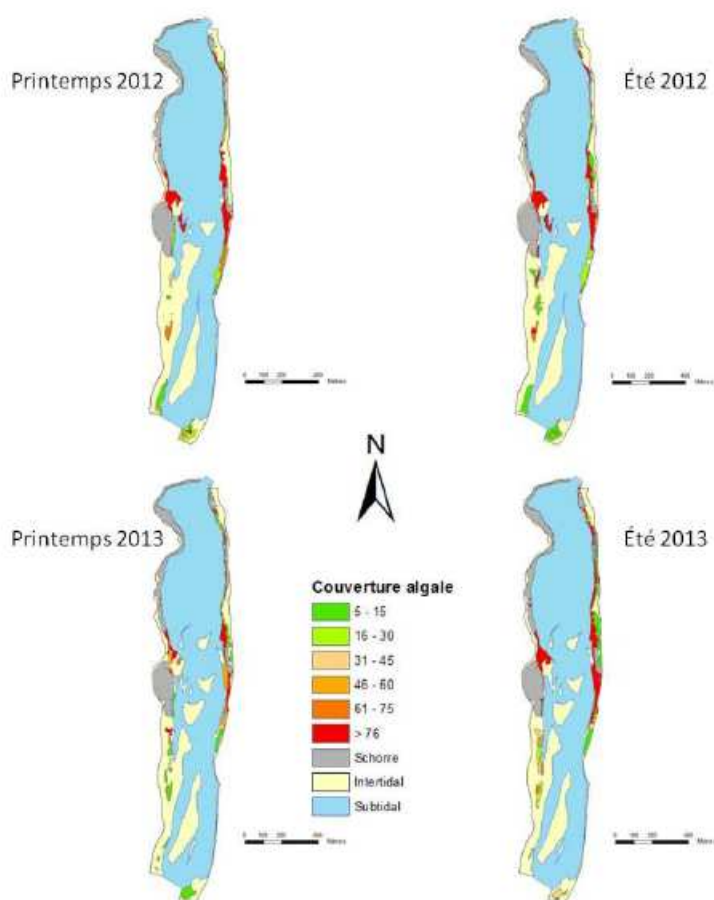


Figure 5 : Localisation des dépôts de macroalgues sur l'estran du Lac marin d'Hossegor au en 2012 (en haut) et 2013 (en bas). La couverture algale (pourcentage de la surface recouverte par les macroalgues) de chaque polygone est indiquée. *In* Blanchet *et al.* (2014).

Au printemps et en été 2014, les biomasses d'ulves étaient toutefois moins importantes qu'en 2013 dans les stations intertidales (Gouillieux, com. pers.)

2.3. Les zostères

A cette station, la forme parvozostéride de *Zostera marina* est observée, en mélange avec les pieds de zostères naines.

L'herbier de *Zostera noltei* de la station "Hossegor" présentait, en septembre **2007**, un pourcentage de surface végétalisée de 40 %, indiquant une assez forte fragmentation, qui pouvait être expliquée par une forte pression de la part de quelques pêcheurs à pied (« labourage » de l'herbier pour en extraire les palourdes, comme le montre la photo suivante).



Entre **2008** et **2014** (photo suivante) cette zone d'herbier est devenue beaucoup moins fragmentée (tableau 3), suggérant peut être une diminution de cette pression.



A la fin des étés 2007 à 2009, les densités de zostères naines d'Hossegor étaient du même ordre que celles de la Baie de Txingudi, mais plus faibles que celles des herbiers d'Arcachon. Par contre, la hauteur des pieds, le nombre de feuilles par pied et leur largeur étaient, à cette époque, plus importantes que celles des herbiers basque et arcachonnais, permettant à ces populations d'atteindre une biomasse épigée du même ordre (voire plus élevée en **2009**) que celle des herbiers d'Arcachon.

Les taux de recouvrements mesurés depuis 2012 sont inférieurs à celui calculé en 2009, mais ce recouvrement s'avère plus élevé en **2014** que lors des deux années précédentes (Tableau 3 et Figure 5).

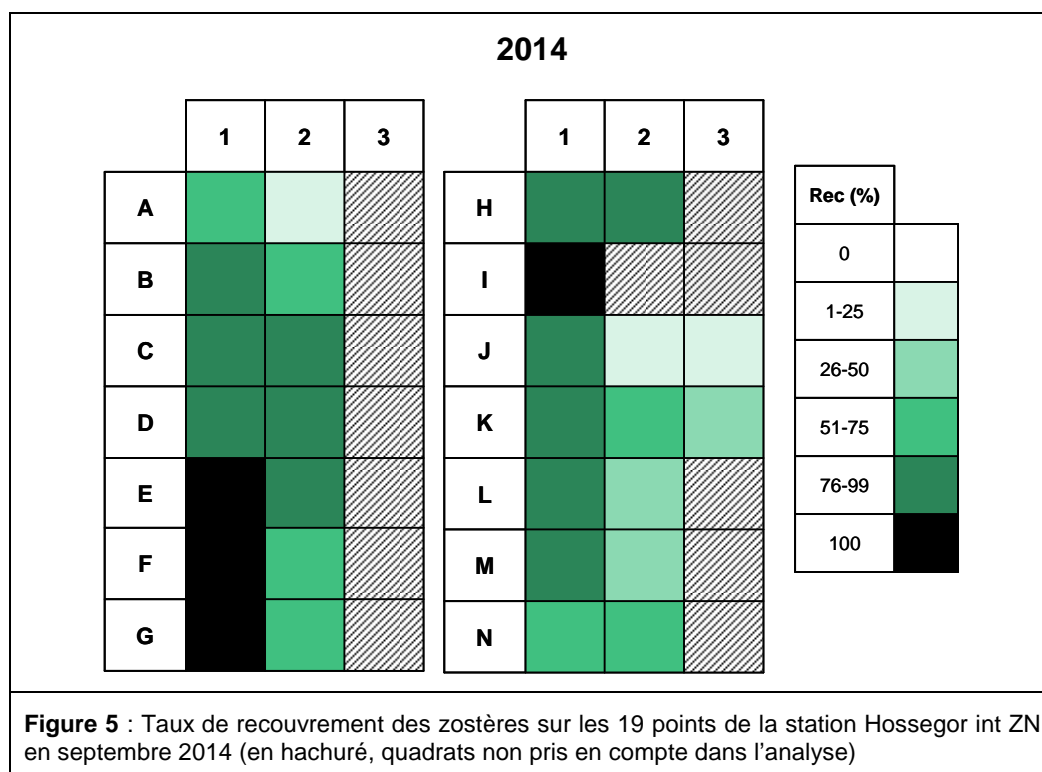
Tableau 3 : Caractéristiques des zostères de l'herbier de la station Hossegor int ZN

Année	Surface végétalisée (%) [*]	Biomasse épigée moyenne dans zones végétalisées (g PS/m ²)	Recouvrement moyen dans zones végétalisées (%)	Recouvrement moyen sur toute la station (%) ^{***}
2007	40	104,4	100 ^{**}	40
2008	80	104,5	100 ^{**}	80
2009	100	79,4	100 ^{**}	100
2012	97		61	59
2013	100		59	59
2014	100		70	70

^{*} Avant 2012, le pourcentage de surface végétalisée sur la station était estimé visuellement sur une surface d'environ 100mx100m autour de la station. A partir de 2012, ce paramètre est calculé de la façon suivante : (nb de quadrats présentant un recouvrement >0) x 100 / 30

^{**} Calculé en utilisant la relation « Biomasse épigée » vs « Recouvrement » établie par Auby et al. (2012)

^{***} Avant 2012, le recouvrement moyen sur toute la station est calculé de la façon suivante : % surface végétalisée x recouvrement moyen dans les zones végétalisées. A partir de 2012, ce recouvrement est calculé directement en moyennant les recouvrements dans les 30 quadrats.



Cette amélioration est peut être à mettre en relation avec les plus faibles biomasses de macroalgues observées à la fin de l'été 2014 sur cet herbier.

2.4. Calcul de l'indicateur « angiospermes »

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

- Composition taxinomique.
- Extension.
- Abondance.

Les règles de calcul et les résultats du classement sont énoncés dans les paragraphes suivants. Les résultats présentés concernent le classement obtenu en 2014 pour ces métriques et cet indicateur dans le lac d'Hossegor.

2.4.1. Composition taxinomique

On dispose de sources de données fiables sur la présence des deux espèces de zostères dans cette masse d'eau depuis le milieu des années 1960.

En effet, durant cette période, une exploration botanique du lac très complète a été réalisée, dans laquelle ont été répertoriés les peuplements de macroalgues et les plantes du schorre, et qui ne fait pas état de la présence de zostères.

D'après un ostréiculteur d'Hossegor, les zostères seraient apparues au début des années 1970, peut-être à la faveur de transport de graines sous les pattes d'oiseaux.

A l'heure actuelle, les deux espèces sont toujours présentes. La forme magnozostéride (grande forme) de *Zostera marina* est subtidale. Dans l'étage intertidal, on observe un mélange de *Zostera noltei* et de la forme parvozostéride (petite forme) de *Zostera marina*.

Le calcul de RQE (Ratio de Qualité Ecologique) pour la métrique « taxinomie » a été réalisé sur la base de la grille présentée dans le tableau 4, dans lequel figure également la valeur du RQE pour cette métrique en 2014.

Tableau 4 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur du Ratio de Qualité Ecologique pour la métrique « composition taxinomique ». Valeur du RQE en 2014

Changement de la composition taxinomique par rapport aux conditions de référence et RQE	RQE 2014
Espèces apparues ou aucune espèce disparue (1)	1
Disparition de <i>Zostera marina</i> (0,7)	
Disparition de <i>Zostera noltei</i> (0,5)	
Perte des deux espèces (0)	

Cette valeur (1) correspond au meilleur classement possible.

2.4.2. Extension

Les données relatives à l'extension des herbiers à plusieurs périodes de l'histoire sont présentées sur le tableau 5.

Tableau 5 : Evolution de l'extension des herbiers de zostères de la masse d'eau « Lac d'Hossegor » au cours du temps.

	<i>Z. marina</i> subtidale	<i>Z. noltei</i> et <i>Z. marina</i> intertidale
2004	2,27 ha	0,33 ha
2008	0,47 ha	0,46 ha
2013	3,29 ha	1,19 ha

Les résultats les plus récents (2013) montrent une progression de l'extension des deux types d'herbiers. En l'absence de données pour l'année 2014, le calcul de la métrique s'appuie sur les dernières données obtenues.

Le calcul de RQE pour la métrique « extension » a été réalisé sur la base de la grille présentée dans le tableau 6.

Tableau 6 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur du Ratio de Qualité Ecologique pour la métrique « extension ». Valeur du RQE en 2014

Modification de l'extension par rapport aux conditions de référence et EQR	<i>Z. marina</i> subtidale RQE 2014	<i>Z. noltei</i> et <i>Z. marina</i> intertidale RQE 2014	<i>Zostera</i> spp RQE 2014
0% perte = 1,0, 1% perte = 0,98, 2% perte = 0,96... 10% perte = 0,80	1	1	1
11% perte = 0,78, 12% perte = 0,76, 13% perte = 0,74... 20% perte = 0,60			
21% perte = 0,59, 22% perte = 0,58, ... 30% perte = 0,50			
31% perte = 0,49, 32% perte = 0,48, ... 50% perte = 0,30			
51% perte = 0,295, 52% perte = 0,290, ... 100% perte = 0,00			

Cette valeur (1) correspond au meilleur classement possible.

2.4.3. Abondance

Les données relatives à l'abondance des herbiers intertidaux à plusieurs périodes de l'histoire sont présentées sur le tableau 7.

Tableau 7 : Evolution du recouvrement des herbiers de zostères de la masse d'eau « Lac d'Hossegor » au cours du temps.

Année	Recouvrement moyen sur toute la station (%)
2007	40
2008	80
2009	100
2012	59
2013	59
2014	70

A cette station, la meilleure situation observée (2009) fait état d'un recouvrement de 100%. En 2014, cette station présente un recouvrement moyen de 70%, soit une perte de 30 % par rapport à la situation optimale.

Le calcul de RQE pour la métrique « abondance » a été réalisé sur la base de la grille présentée dans le tableau 8, exclusivement sur *Zostera noltei*, seule espèce suivie en termes d'abondance.

Tableau 8 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur du Ratio de Qualité Ecologique pour la métrique « abondance ». Valeur du RQE en 2014

Modification de l'abondance par rapport aux conditions de référence et EQR	<i>Z. noltei</i> et <i>Z. marina</i> intertidale RQE 2013	<i>Zostera</i> spp RQE 2013
0% perte = 1,0, 1% perte = 0,98, 2% perte = 0,96... 10% perte = 0,80		
11% perte = 0,78, 12% perte = 0,76, 13% perte = 0,74... 20% perte = 0,60		
21% perte = 0,59, 22% perte = 0,58, ... 30% perte = 0,50	0,50	0,50
31% perte = 0,49, 32% perte = 0,48, ... 50% perte = 0,30		
51% perte = 0,295, 52% perte = 0,290, ... 100% perte = 0,00		

Conformément à la grille définie pour la métrique « abondance » de l'indicateur « angiospermes », le RQE témoigne d'une qualité « moyenne » pour ce paramètre et s'élève à 0,50.

2.4.4. L'indicateur angiosperme

Le RQE de l'indicateur « angiosperme » est calculé en moyennant les RQE des trois métriques retenues.

A partir de cet RQE, le classement de la masse d'eau pour cet indicateur est calculé selon les équivalences définies dans le tableau 9.

Tableau 9 : Grille de classement pour l'élément de qualité « angiospermes »

Statut écologique	RQE « 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

Dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor », l'indicateur « angiosperme » indique en 2014 un « très bon état » (RQE = 0,83) (tableau 10), montrant une amélioration du classement pour cet élément de qualité (auparavant en « bon état »).

Tableau 10 : Résultats pour l'élément de qualité « angiospermes » en 2014 dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor »

Lac d'Hossegor	Indices			Indicateur
	Composition	Extension	Densité	Angiosperme
RQE	1	<i>Zostera noltei</i> : 1 <i>Zostera marina</i> : 1 Zostères : 1	<i>Zostera noltei</i> : 0,50	0,83
Etat	Très bon état	Très bon état	Etat moyen	Très bon état

Conclusion

L'établissement des peuplements de zostères dans le Lac d'Hossegor est relativement récent (années 1960) et les populations s'y sont maintenues depuis cette époque.

L'extension des herbiers subtidaux de *Zostera marina* du Lac d'Hossegor a fortement progressé entre 2008 et 2013 (passant de 0,47 à 3,29 ha) (Trut *et al.*, 2014). Ces herbiers sont principalement localisés dans la partie nord du lac, zone assez confinée et peu affectée par les apports de sable.

Dans le même temps, l'emprise des herbiers des zostères intertidales s'est étendue sur plusieurs zones du lac, passant entre ces deux dates de 0,46 à 1,19 ha.

Le recouvrement du grand herbier intertidal où se situe la station de suivi est relativement variable d'une année à l'autre, variant de 40 à 100 %. En 2014, ce recouvrement était plus important que lors des deux années précédentes. Cet herbier est soumis à d'importants dépôts de macroalgues opportunistes, dont les biomasses sont supérieures à celles mesurées dans les autres herbiers du bassin Adour-Garonne et ont atteint des valeurs maximales (supérieures à 100 g PS/m²) en 2008 et 2012. Cette situation s'explique par le caractère confiné et peu profond du lac (bon éclairage sub-aquatique, fortes teneurs en nutriments).

En dépit de l'importance de ces blooms de macroalgues opportunistes, les populations de zostères sont en bonne santé, comme l'indique le classement du lac en « très bon état » vis à vis de cet élément de qualité.

Bibliographie

- Auby I., d'Amico F., Barbier C., Ganthy F., Maurer D., Gouriou L., Rigouin L., Rumebe M., Tournaire M-P., Trut G., Oger-Jeanneret H., Robert S., Guesdon S., Derrien A., Chabirand J-M., Charpentier G., Genauzeau S., Schmitt A., Geairon P., Grizon J., Seugnet J-L., Thomas G., Bechemin C., Soudant D., Lamoureux A., Llevot G., Beaugrand P., Michel V., Dupin M., Bariou J., Landier P., Miguel V.** (2014). Suivi « hydrologie » et « phytoplancton » des masses d'eau du bassin hydrographique Adour-Garonne en 2008-2013. Rapport RST/LER/AR/14.09, 111 p
- 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), *Zostera marina*, *Zostera noltei*. Rapport RST/LER/MPL/12.03, 24 p.
- Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P.-G., Hily C., Barillé L.** (2010). Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité, 72 p + annexes.
- 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 noltei*. Version 2. Rapport RST/LER/AR/14.01, 42 p.
- Auby I., Trut G., Rigouin L. Oger-Jeanneret H., Sanchez F., de Casamajor M.N.** (2014). Suivi stationnel de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur « angiospermes » de la Masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor - District Hydrographique Adour-Garonne - 2007-2013. Rapport Ifremer RST/ODE/UL/LER/AR/14-007, 25 p.
- Auby I., Trut G., Rigouin L., Oger-Jeanneret H., d'Amico F., Gouriou L., Trut F., Rumèbe M., Bujan S., Gouilleux B.** (2014). Suivi stationnel des herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) et calcul de l'indicateur « angiospermes » de la Masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - Bassin Hydrographique Adour-Garonne -2006-2013. Rapport Ifremer, RST /ODE/UL/LER/AR/14-009, 56 p.
- Dalloyau S., Trut G, Plus M., Auby I. Emery E.** (2009). Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières : Cartographie des herbiers de *Zostera noltei* et *Zostera marina* du Bassin d'Arcachon. Rapport Ifremer RST /LER/AR/09-003, 52 p.
- de Casamajor M.N., Lissardy M., Sanchez F.** (2008). Points de surveillance DCE en Côte Basque : Macroalgues et Zostères. Rapport Ifremer LRHA Anglet, 21 p.
- Blanchet H., Gouilleux B., Cornet M.** (2014). Contrôle de surveillance 2013. Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor » FRFC 09. Rapport EPOC, Université Bordeaux 1, 26 p.
- Blott, S.J. and 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.
- Hily C., Sauriau P.G., Auby I.** (2007). Protocoles suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) - *Zostera marina* – *Zostera noltei*. Rapport LEMAR, CNRS, IFREMER, 10 p.

- Lafon V., Harin N. & Sauriau P.-G.** (2009). Dynamique temporelle (1989-2006) des herbiers intertidaux à *Zostera noltii* de la masse d'eau pertuis Charentais (FRFC02). G.E.O. Transfert, Université Bordeaux, Bordeaux, Rapport G.E.O. Transfert, EPOC : 34 p.
- Lafon V., Dehouck A., Curti C.** (2014). Cartographie de l'herbier à *Zostera noltei* de l'île de Ré - masse d'eau FRGC53 - par télédétection spatiale. Rapport Geo-Transfert - Adera : 37 pp.
- Lissardy M., de Casamajor M.N., Sanchez F.** (2007). Cartographie de l'herbier de *Zostera noltei* dans la Baie de Txingudi. Rapport CERECA-ADERA, 12 p.
- Plus M., Dalloyau S., Trut G., Auby I., De Montaudouin X., Emery E., Noel C., Viala C.** (2010). Long-term evolution (1988-2008) of *Zostera* spp. meadows in Arcachon Bay (Bay of Biscay). *Estuarine Coastal And Shelf Science*, **87**(2), 357-366.
- Sanchez F., de Casamajor M.N., Lissardy M.** (2013). Suivi stationnel de l'herbier à zostères *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa – 2012.- Rapport Ifremer R.INT.DCN/HGS/LRHA 13-003, 20p.
- Sanchez F., de Casamajor M.N., Lissardy M.** (2014). Suivis stationnel et surfacique de l'herbier à *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa – 2013.- Rapport Ifremer R.INT.RBE/HGS/LRHA 14-002, 34 p.
- Sanchez F., de Casamajor M.N., Lissardy M.** (2007). Points de surveillance DCE en Côte Basque : Macroalgues et Zostères. Rapport CERECA-ADERA, 24 p.
- Sanchez F., Lissardy M., de Casamajor M.N.** (2010). Points de surveillance DCE en Côte basque : Masse d'eau FRFT8 Bidassoa – Bilan 2007/2008/2009. Herbier à *Zostera noltei*. Rapport Ifremer. R.INT.DCN/HGS/LRHA 10-001, 31 p.
- Sauriau P.G.** (2008a). Surveillance faune et flore benthique DCE. Vitalité herbier de *Zostera noltei* masse d'eau FRFC02 Pertuis charentais Prospection 2007. Rapport CNRS, 22 p.
- Sauriau P.G.** (2008b). Surveillance faune et flore benthique DCE. Vitalité herbier de *Zostera noltei* masse d'eau FRFC02 Pertuis charentais Prospection 2008. Rapport CNRS, 27 p.
- Sauriau P.G., Aubert F., Bréret M., Ehlinger S., Sauriau F., Sauriau M.** (2009). Surveillance 2009 flore masses d'eau côtière DCE FRFC01 Nord-Est Oléron : macroalgues FRFC02 Pertuis charentais : herbier de *Zostera noltei*. Partie 2 : herbier de *Zostera noltei*. Rapport CNRS, 35 p.
- Sauriau P.G., Aubert F., Cajeri P., Curti C., Latry L., Leguay D., Pineau P.** (2013). Contrôle de surveillance 2012 DCE de la flore benthique et de la faune benthique de substrat meuble de la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02 : herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei*. Rapport LIENSs, CNRS, Université de la Rochelle, 41 p.
- Trut G., Dalloyau S., Auby I.** (2009). Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières : Cartographie des herbiers à *Zostera noltei* et *Zostera marina* du Lac d'Hossegor MEC FRFC09. Rapport Ifremer RST/LER/AR/09-008, 21 p.
- Trut G., Rigouin L., Auby I., Ganthy F., Oger-Jeanneret H., Gouilleux B.** (2014). Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières. Cartographie des herbiers à *Zostera noltei* et *Zostera marina* du Lac d'Hossegor. MEC FRFC09 - année 2013. Rapport Ifremer RST/LER/AR/14.,006, 32 p.