

Ifremer ODE - LITTORAL
Laboratoire Environnement Ressources Arcachon / Anglet

Isabelle Auby
Loïc Rigouin
Gilles Trut
Mathis Cognat

Fabien Aubert
Cellule COHABYS

Juillet 2018 - RST/ODE/UL/LER/AR/18-009

Suivi stationnel (2007-2017) de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2017) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor



©– Ifremer - LER/AR – Isabelle Auby

Suivi stationnel (2007-2017) de l'herbier de zostères naines (*Zostera nolte*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2017) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor

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	12
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.....	17
2.4. Calcul de l'indicateur « angiospermes ».....	20
2.4.1. Composition taxinomique.....	20
2.4.2. Extension	21
2.4.3. Abondance.....	22
2.4.4. L'indicateur « angiospermes »	23
CONCLUSION	24
BIBLIOGRAPHIE	25

Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe comme objectif général d'atteindre, en 2017, un bon état écologique et chimique des masses d'eau souterraines et de surface, ces dernières incluant les masses d'eau côtières (MEC) et les masses d'eau 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 (ces derniers 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 »- FRFT08.

Par ailleurs, les herbiers de ***Zostera marina*** du Bassin d'Arcachon (masse d'eau « Arcachon amont » également), seul site du bassin Adour-Garonne 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.*, 2012 ; Sauriau et Aubert, 2013 ; Sauriau *et al.*, 2014 ; Sauriau et Aubert, 2016 ; Sauriau *et al.*, 2017 ; Aubert *et al.*, 2018) ;
- Masse d'eau « Arcachon amont » – FRFC06 (Auby *et al.*, 2017)³ ;
- Masse d'eau « Lac d'Hossegor » – FRFC09 (Auby *et al.*, 2017)³.
- Masse d'eau « Estuaire de la Bidassoa » - FRFT08 (Sanchez *et al.*, 2007 ; de Casamajor *et al.*, 2008 ; Sanchez *et al.*, 2010 ; Sanchez *et al.*, 2013 ; Sanchez *et al.*, 2014 ; Sanchez *et al.*, 2013 ; Sanchez *et al.*, 2015 ; Sanchez *et al.*, 2016 ; Sanchez *et al.*, 2017 ; Sanchez *et al.*, 2018).

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 » - FRFT08 (Lissardy *et al.*, 2007).

En 2012 et 2013, les herbiers de certaines masses d'eau ont fait l'objet de nouvelles cartographies :

- « Lac d'Hossegor » (Trut *et al.*, 2014)
- « Estuaire de la Bidassoa » (Sanchez *et al.*, 2014)
- « Pertuis charentais » (Lafon *et al.*, 2014).

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

En juillet 2016, une nouvelle cartographie des herbiers intertidaux de la masse d'eau « Estuaire de la Bidassoa » a été réalisée par l'organisme de recherche espagnol AZTI Tecnalia (*in* Sanchez *et al.*, 2017). Cette même année, le LER Arcachon et la Société SEMANTIC ont acquis les données nécessaires à la cartographie des herbiers subtidaux de la masse d'eau « Arcachon amont » (Trut *et al.*, 2018).

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

² <http://archimer.ifremer.fr/>

³ Ces rapports présentent l'ensemble des données acquises depuis le début du suivi.

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 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).

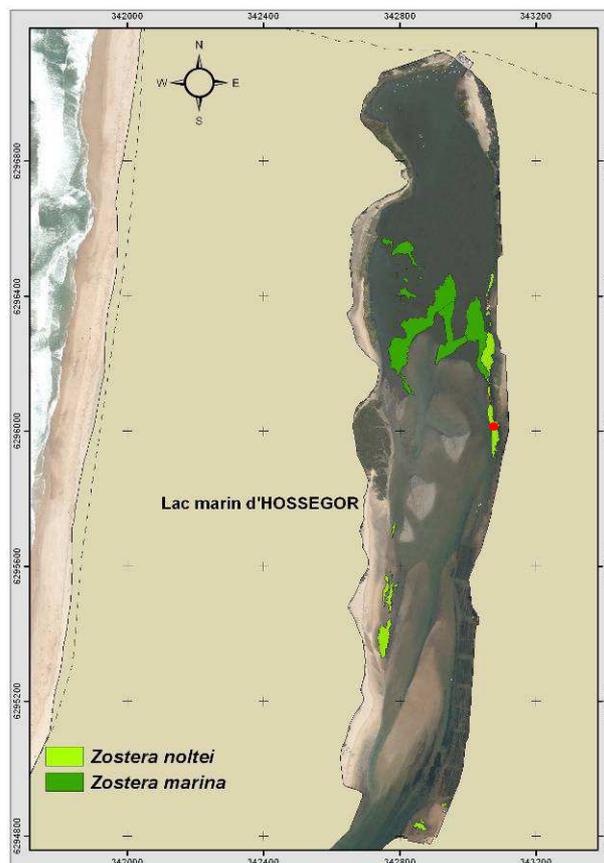
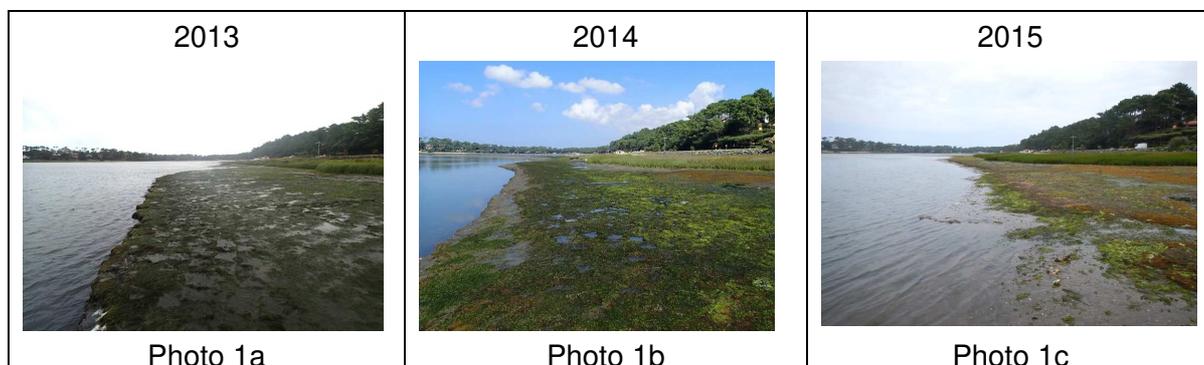


Figure 1 : Carte des herbiers de zostères dans le Lac d'Hossegor en 2013.
(point rouge : localisation de la station suivie entre 2007 et 2009)

Du fait 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 (Figure 1). 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.

En raison de l'érosion graduelle du flanc ouest de cet herbier (photos 1a, 1b, 1c), il a été nécessaire de bâtir chaque année une nouvelle grille adaptée à sa forme, dans la période précédant la date d'échantillonnage.



A partir de 2012, cette grille a donc été modifiée chaque année, jusqu'à atteindre, en 2015, la forme d'une ligne bordant le schorre (Figure 2).

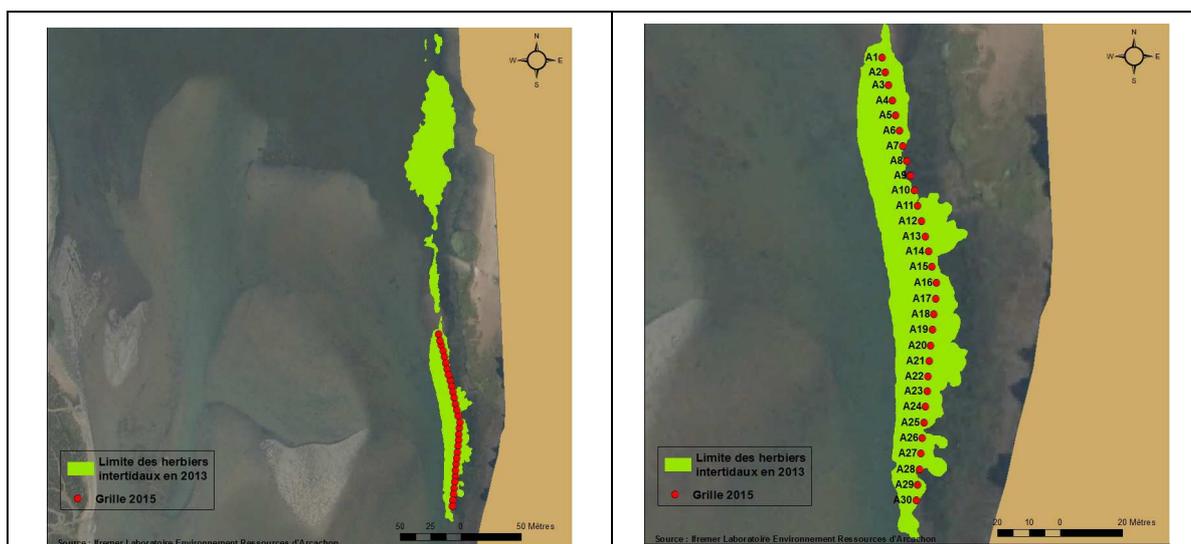


Figure 2 : Localisation de la station de prélèvement de *Zostera noltei* (Hossegor int ZN) et de la grille en 2015 dans le Lac d'Hossegor (sur carte des herbiers dressée en 2013)

Cette grille se trouvait en limite haute de l'herbier, caractérisée par un plus fort recouvrement en rhodophytes (algues rouges de type gracilaires) que la zone plus proche du chenal. En 2016, il a été décidé de déplacer la station d'une centaine de mètres vers le nord, dans un herbier non soumis à l'érosion, de manière à y placer de nouveau une grille rectangulaire plus représentative de l'étagement des zostères intertidales dans le lac (Figure 3). Cette même grille a été utilisée en 2017.

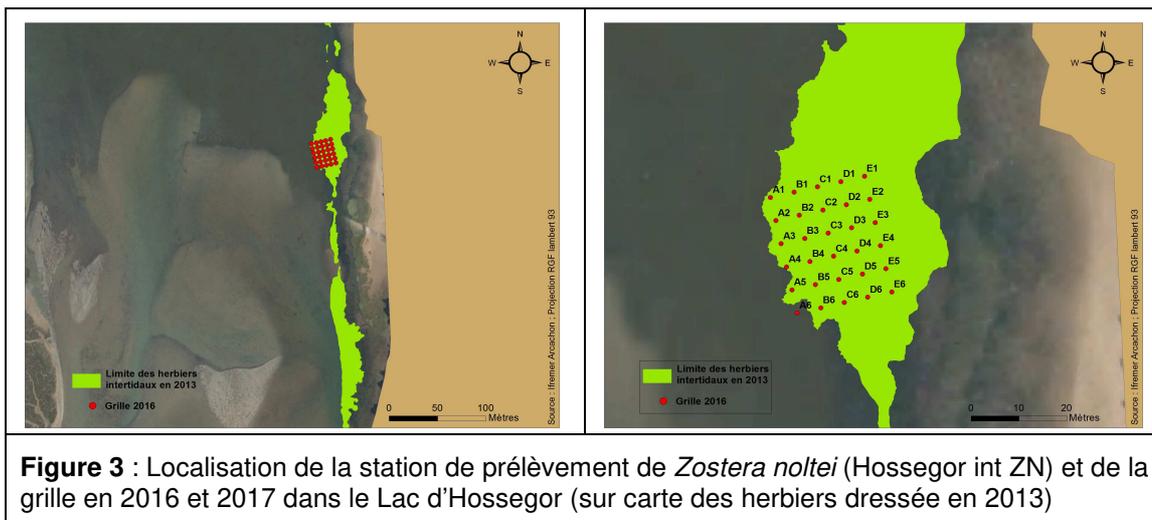


Figure 3 : Localisation de la station de prélèvement de *Zostera noltei* (Hossegor int ZN) et de la grille en 2016 et 2017 dans le Lac d'Hossegor (sur carte des herbiers dressée en 2013)

En 2017, l'échantillonnage de cette station a eu lieu le 21 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 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)

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). 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

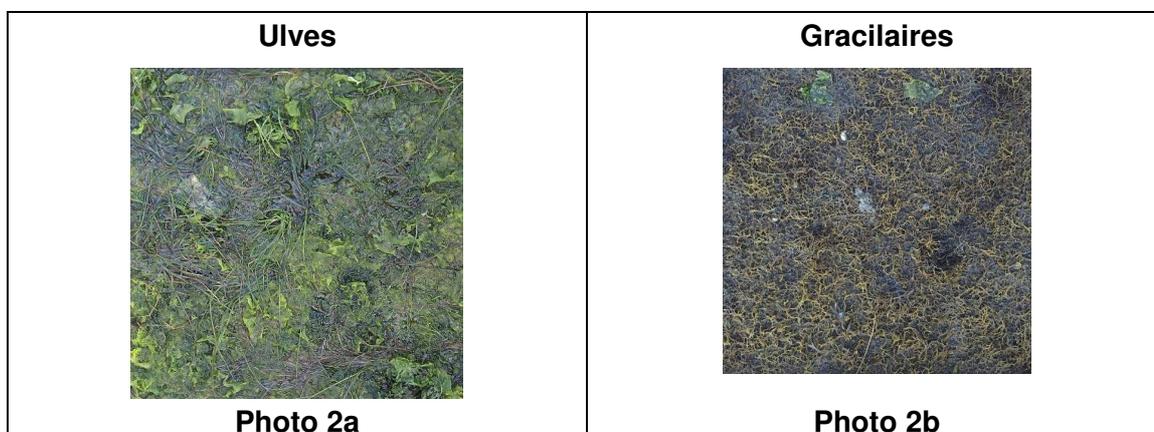
Les zostères intertidales de la station du Lac d'Hossegor se développent sur un sédiment fin, dont les caractéristiques granulométriques témoignent d'une variabilité importante entre 2007 et 2017, traduisant l'importante dynamique de cette zone intertidale (Tableau 1).

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
2015	178	37,9	Vase sableuse	6,47 ± 2,38
2016	< 63	28,7	Vase sableuse	7,66 ± 0,83
2017	< 63	62,3	Vase sableuse	9,87 ± 0,59

2.2. Les macroalgues

En raison de son caractère abrité et de sa faible profondeur, le Lac d'Hossegor est propice au développement des macroalgues opportunistes (Chlorophyta (ulves, monostromes et entéromorphes) et Rhodophyta (gracilaires principalement)) (photos 2a et 2b). Par ailleurs, les concentrations en 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.*, 2017).



Pour ces raisons, le lac a fait l'objet d'un suivi des macroalgues opportunistes depuis 2010 (Blanchet *et al.*, 2018), qui montre notamment que les dépôts intertidaux de macroalgues sont importants dans la zone où se situe la station Hossegor int ZN (Figure 4).

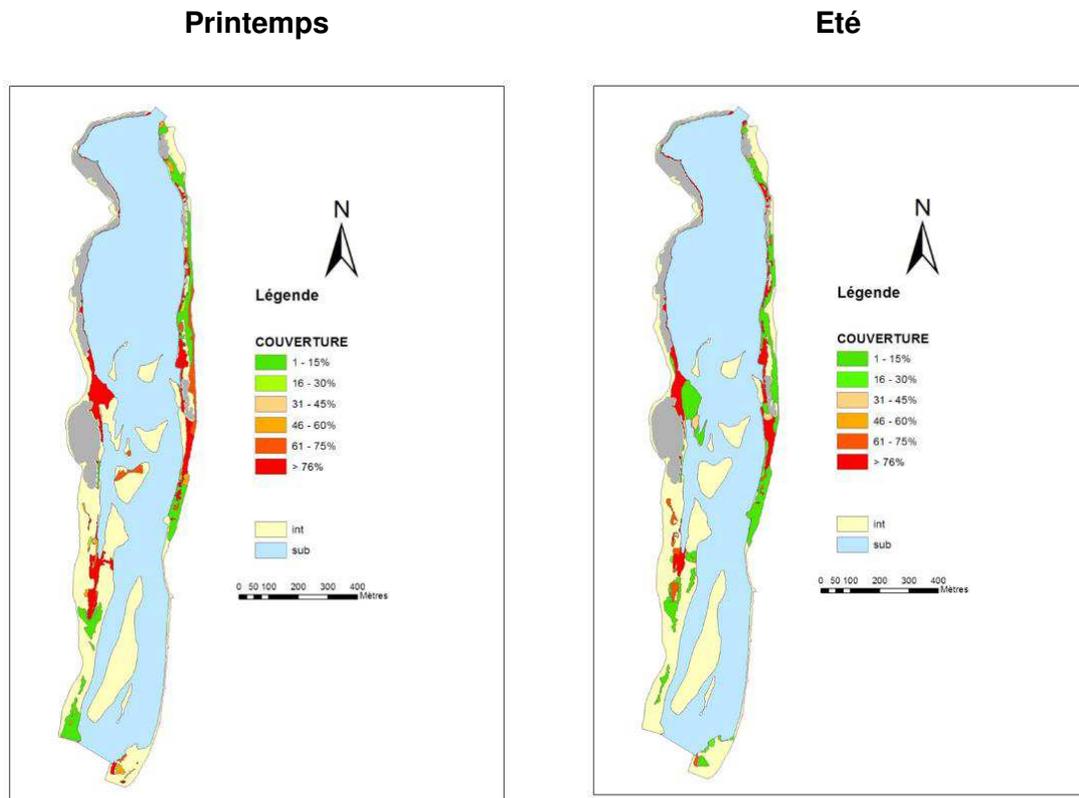


Figure 4 : Localisation des dépôts de macroalgues opportunistes sur l'estran du Lac marin d'Hossegor en 2017. La couverture algale (pourcentage de la surface recouverte par les macroalgues) de chaque polygone est indiquée (Blanchet *et al.*, 2018),

En septembre 2017, comme c'était souvent le cas au cours des années précédentes, les algues sont présentes sur la majorité des quadrats (Figure 5).

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).

Comme observé depuis le début du suivi (sauf 2015, en raison du déplacement de la grille vers la limite haute de l'herbier), le peuplement macroalgal est pondéralement dominé par les algues vertes (Chlorophyta - Ulves et entéromorphes). Les algues rouges (Rhodophyta - Gracilaires) sont également présentes dans cet herbier. La présence des algues brunes (Ochrophyta – *Fucus*) est beaucoup plus occasionnelle.

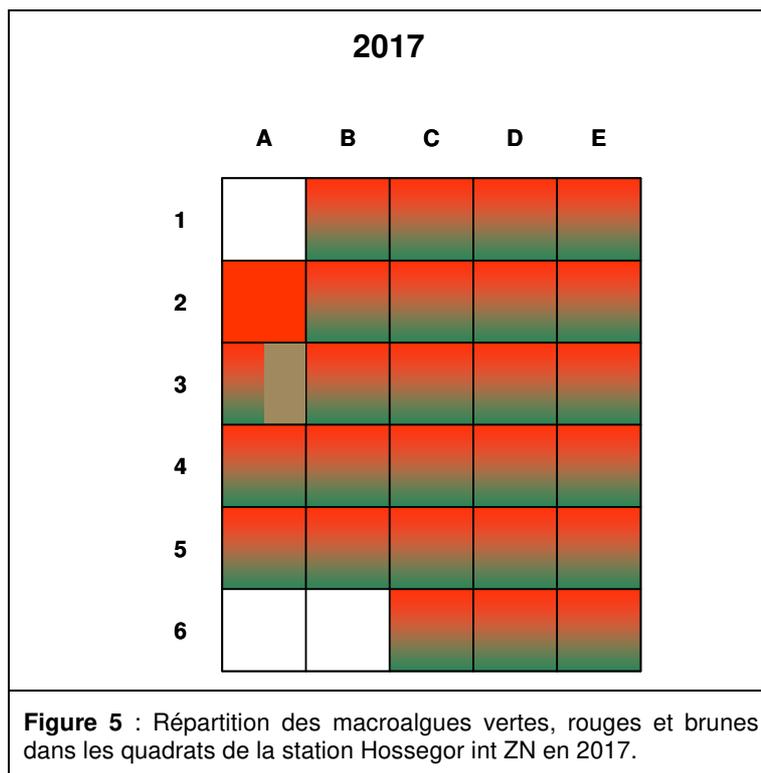


Tableau 2 : Biomasse des macroalgues dans l'herbier de *Zostera noltei* de la station Hossegor int ZN.

	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
2015	29,96 ± 45,99	54,49 ± 64,05	0,85*
2016	39,66 ± 19,18	20,84 ± 22,57	0
2017	53,09 ± 40,22	26,23 ± 32,18	0,01*

* pas d'écart type en raison de la présence d'un seul réplicat

Le suivi des macroalgues opportunistes entrepris sur l'ensemble du lac à deux saisons depuis 2010 montre des biomasses maximales au printemps 2012 et à l'été 2016 et minimales au printemps 2015.

Par ailleurs, depuis 2016, l'indicateur macroalgues opportunistes attribue un « état moyen » à la qualité biologique de cette masse d'eau (Blanchet *et al.*, 2018).

2.3. Les zostères

A cette station, la forme parvozostéride de *Zostera marina* était régulièrement observée, en mélange avec les pieds de zostères naines, en bord de chenal. En 2015, la partie la plus basse de l'herbier ayant disparu, seule des zostères naines ont été observées sur cet estran. En 2016, avec le repositionnement de la station, on retrouve cette caractéristique de l'herbier intertidal d'Hossegor, qui est également observée en 2017.

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 3).



Photo 3 : Septembre 2007 - Etat de l'herbier après le passage de pêcheurs de palourdes

Depuis 2008 cette zone d'herbier est devenue beaucoup moins fragmentée (tableau 3), suggérant peut être une diminution de cette pression.

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
2015	100		44	44
2016	97		49	46
2017	100		65	65

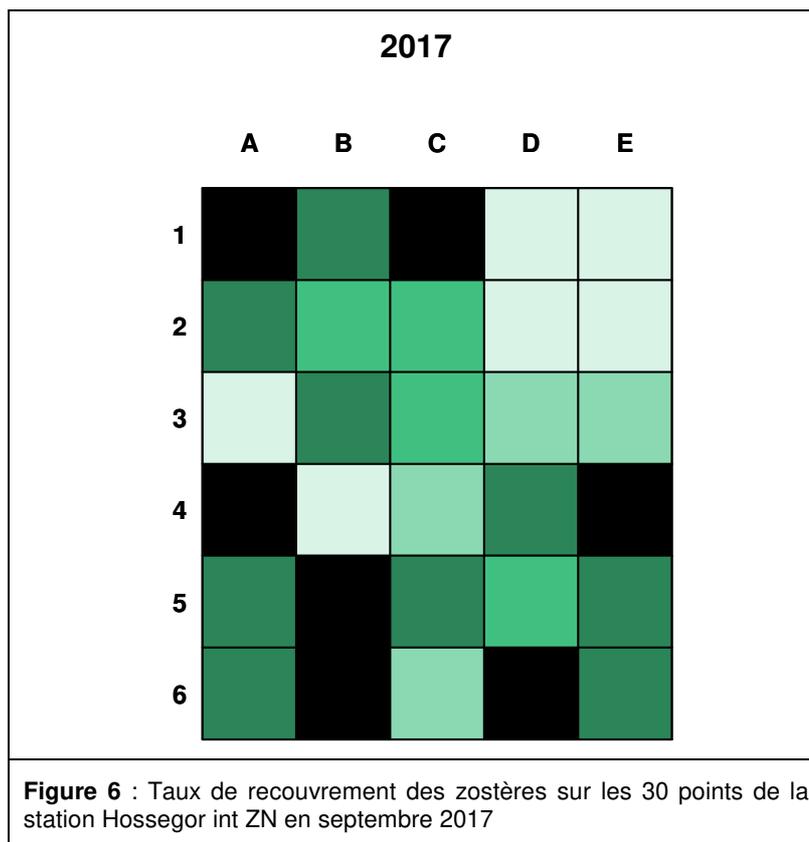
^{*} Avant 2012, le pourcentage de surface végétalisée sur la station était estimée visuellement sur une surface d'environ 100mx100m autour de la station. A partir de 2012, ce paramètre est calculé de la façon suivante : (nb de quadrats présentant un recouvrement >0) x 100 / 30

^{**} 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.

Depuis 2012, le recouvrement moyen est assez variable, mais toujours plus faible que celui estimé en 2009 : en 2017, la situation est meilleure qu'au cours des deux années précédentes (Tableau 3 et figure 6). Il est probable que ces variations inter annuelles s'expliquent majoritairement par celles du piétinement par les promeneurs des herbiers, plus ou moins fréquentés selon les années. Les photos 4 et 5 sont assez éloquentes à ce sujet, avec un herbier beaucoup plus abîmé par les traces de pas en 2016 qu'en 2017.

**Photo 4** : Septembre 2016**Photo 5** : Septembre 2017



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 2017 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 2017.

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 2017

Changement de la composition taxinomique par rapport aux conditions de référence et RQE	RQE 2017
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 2017, le calcul de la métrique s'appuie sur les dernières données obtenues. Etant donnée l'érosion de l'estran correspondant à la plus grande zone d'herbier intertidal du lac, on peut toutefois se demander si la situation n'a pas évolué défavorablement depuis 2013.

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 2016

Modification de l'extension par rapport aux conditions de référence et EQR	<i>Z. marina</i> subtidale RQE 2017	<i>Z. noltei</i> et <i>Z. marina</i> intertidale RQE 2017	<i>Zostera</i> spp RQE 2017
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... 17% perte = 0,66			
18% perte = 0,64, 19 % perte = 0,62, ... 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
2015	44
2016	46
2017	65

A cette station, la meilleure situation observée (2009) fait état d'un recouvrement de 100%. En 2017, cette station présente un recouvrement moyen de 65 %, soit une perte de 35 % 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 2017

Modification de l'abondance par rapport aux conditions de référence et EQR	<i>Z. noltei</i> et <i>Z. marina</i> intertidale RQE 2017	<i>Zostera</i> spp RQE 2017
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... 17% perte = 0,66		
18% perte = 0,64, 19 % perte = 0,62, ... 30% perte = 0,50		
31% perte = 0,49, 32% perte = 0,48, ... 50% perte = 0,30	0,45	0,45
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 s'élève à 0,45, témoignant d'une qualité « médiocre » pour ce paramètre.

2.4.4. L'indicateur « angiospermes »

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

A partir de ce 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	0,80–1,0
Bon état	0,65–0,79
Etat moyen	0,40–0,64
Etat médiocre	0,20–0,39
Mauvais état	0,0–0,19

Dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor », l'indicateur « angiospermes » indique en 2017 un « très bon état » (RQE = 0,82) (tableau 10), montrant une légère amélioration du classement pour cet élément de qualité (auparavant en « bon état ») (Figure 7).

Tableau 10 : Résultats pour l'élément de qualité « angiospermes » en 2017 dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor »

Lac d'Hossegor	Indices			Indicateur
	Composition	Extension	Densité	Angiospermes
RQE	1	<i>Zostera noltei</i> : 1 <i>Zostera marina</i> : 1 Zostères : 1	<i>Zostera noltei</i> : 0,45	0,82
Etat				Très bon état

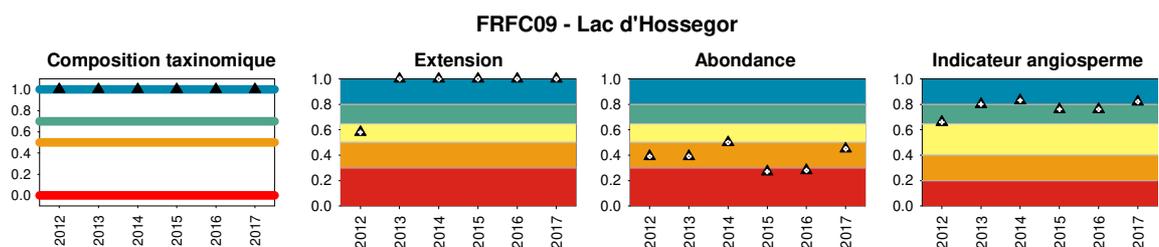


Figure 7 : Evolution temporelle de l'EQR des 3 métriques et de l'indicateur

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.

Toutefois, depuis 2013, l'estran de l'ouest de la partie médiane du lac subit une érosion importante qui réduit l'emprise des herbiers dans cette zone. De plus, les herbiers de zostères risquent d'être affectés par les travaux de dragage qui seront mis en œuvre dans l'avenir.

Le recouvrement du grand herbier intertidal où se situe la station de suivi est fluctuant d'une année à l'autre, variant de 40 à 100 %. En 2017, ce recouvrement a augmenté par rapport aux 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 (état « moyen » du lac vis à vis de cet indicateur), 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

Aubert F., Guenneteau S., Sauriau P.G. (2018). Contrôle de surveillance 2017 DCE de la masse d'eau côtière «FRFC02 - Pertuis charentais » pour les herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* Hornemann : Rapport final. Rapport Cohabys, Université la Rochelle-CNRS (UMR LIENS), 57 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 Ifremer RST/LER/MPL/12.03, 24 p.

Auby I., D'Amico F., Meteigner C., Ganthy F., Gouriou L., Rigouin L., Rumebe M., Tournaire M-P., Trut G., Oger-Jeanneret H., Guesdon S., Derrien A., Chabirand J-M., Genauzeau S., Schmidt A., Geairon P., Grizon J., Seugnet J-L., Thomas G., Bechemin C., Soudant D., Lamoureux A., Provost C., Beaugrand P., Nouveau B., Michel V., Dupin M., Bariou J., Landier P., Miguel V. (2017). Suivi « hydrologie » et « phytoplancton » des masses d'eau du bassin hydrographique Adour-Garonne sur la période 2011-2016 . Rapport Ifremer RST/ ODE/LITTORAL/LER/AR/17.011, 107 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. Rapport Ifremer RST/LER/MPL/10-15, 72 p + annexes.

Auby I., Rigouin L., Trut G., Oger-Jeanneret H. (2017). Suivi stationnel (2007-2016) de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2016) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor . Rapport Ifremer RST/ODE/UL/LER/AR/17-008, 27 p.

Auby I., Rigouin L., Trut G., Oger-Jeanneret H., Ganthy F., Cognat M., Gouriou L., Bujan S., Devaux L., Dalloyau S., Feigne C., Pere C. (2017). Suivi stationnel (2006-2016) des herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2016) dans la masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - - Bassin Hydrographique Adour-Garonne. Rapport Ifremer RST /ODE/UL/LER/AR/17-010, 54 p.

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 Ifremer RST/LER/AR/14.01, 42 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.

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.

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., Dehouk A., Curti C. (2014). Cartographie de l'herbier à *Zostera noltei* de la baie de Marennes Oléron - masse d'eau FRFC02 - par télédétection spatiale. Rapport GEO-transfert/ADERA, Université Bordeaux, 47 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). Rapport G.E.O. Transfert, Université Bordeaux, 34 p.

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.

Blanchet H., Raynaud M., Menthonnex T., Gouillieux B., Maneud E., Bujan S., Devaux L. (2018). Contrôle de surveillance 2017. Évaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor ». Rapport EPOC, Université Bordeaux 1, 38 p.

Sanchez F., de Casamajor M.N., Lissardy M. (2016). Suivi stationnel de l'herbier à *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa - 2015 - Bassin Hydrographique Adour-Garonne . Rapport Ifremer R.INT.RBE/HGS/LRHA/16-002, 27 p.

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. (2015). Suivi stationnel de l'herbier à zostères *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa – 2014.- Rapport Ifremer R.INT.RBE/HGS/LRHA 15-001, 30p.

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., 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.

Sanchez F., Lissardy M., de Casamajor M.N. (2017). Suivi stationnel de l'herbier à *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa. 2016 - Bassin Hydrographique Adour-Garonne - Rapport Ifremer R.INT ODE/LITTORAL/LER/AR/17.003, 27p.

Sanchez F., Lissardy M., De Casamajor M.N.C. (2018). Suivi stationnel de l'herbier à *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa -2017 -Bassin Hydrographique Adour-Garonne. Rapport Ifremer RST/ODE/LITTORAL/LER AR 18-005, 23p.

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. (2013). Contrôle de surveillance 2013 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, 43 p.

Sauriau P.G., Aubert F. (2016). Contrôle de surveillance 2015 DCE de la flore benthique et de la faune benthique de substrat meuble de la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02. Partie 2 : herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei*. Rapport LIENSs, CNRS, Université de la Rochelle, 68 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. (2012). 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.

Sauriau P.G., Aubert F., Duvard A. (2014). Contrôle de surveillance DCE 2014 de la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02. Rapport final partie 1 : suivi stationnel des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* Hornemann. Rapport LIENSs, CNRS, Université de la Rochelle, 51 p.

Sauriau P.G., Aubert F., Gueneteau S. (2017). Contrôle de surveillance 2016 DCE de la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02 pour les suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei*. Rapport LIENSs, CNRS, Université de la Rochelle, 68 p.

Trut G., Auby I., Rigouin L., Oger-Jeanneret H., Ganthy F., Cognat M., Noel C., Marchetti S., Bauer E. (2018). Directive Cadre sur l'Eau : Cartographie des herbiers de *Zostera marina* du Bassin d'Arcachon. Rapport Ifremer RST/ODE/UL/LER/AR/18.008, 55 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.