



Département Océanographie et Dynamique des Écosystèmes – Unité Littoral – Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon

Auby Isabelle, Lissardy Muriel, d'Amico Florence

Cellule COHABYS

Fabien Aubert

Juin 2020

Rapport ODE/LER/AR/20.012

Suivi stationnel (2007-2019) de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur DCE « Angiospermes » (2019) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor













Fiche documentaire

Titre du rapport : Suivi stationnel (2007-2019) de l'herbier de zostères naines (<i>Zostera noltei</i>) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2019) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor					
Référence interne : RST/LER/AR/20.012	Date de publication : Juin 2020				
Diffusion :	Langue(s): Français				
Résumé/ Abstract : Le calcul de l'indicateur angiospermes dans la masse d'eau FRFC09 – Lac d'Hossegor est basé sur le suivi de trois métriques (composition, extension, abondance) des deux espèces de zostères présentes dans le Lac : Zostera noltei et Zostera marina. Les résultats obtenus jusqu'en 2019 permettent d'affecter une « bonne qualité »à cette masse d'eau vis-à-vis de cet indicateur. Mots-clés/ Keywords : Lac d'Hossegor, herbiers de zostères, Directive Cadre sur l'Eau (DCE).					
Comment citer ce document : Auby I., Lissardy M., d'Amico F., Aubert F. (2020). Suivi stationnel (2007-2019) de l'herbier de zostères naines (<i>Zostera noltei</i>) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2019) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor. RST/LER/AR/19.012					
Disponibilité des données de la recherche : Oui					
DOI:					



Commanditaire du rapport : Agence de l'Eau Adour-Garonne					
Nom / référence du contrat : Rapport intermédiaire Rapport définitif					
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit : P305-000	8-11 AEAG Benthos				
Auteur(s) / adresse mail Affiliation / Direction / Service, laboratoire					
Isabelle Auby / <u>isabelle.auby@ifremer.fr</u>	ODE/UL/LER/AR				
Muriel Lissardy / muriel.lissardy@ifremer.fr	ODE/UL/LER/AR				
Florence d'Amico / Florence.D.Amico@ifremer.fr	ODE/UL/LER/AR				
Fabien Aubert / fabien.aubert@univ-lr.fr	Cellule COHABYS				
Encadrement(s) : Elvire Antajan					
Destinataire : Agence de l'Eau Adour-Garonne					
Validé par : Elvire Antajan					



Sommaire

Table des matières

1	In	itro	duction	7
2	Pı	roto	ocoles	g
	2.1		Station et date de prélèvement	9
	2.2		Prélèvements et analyses du sédiment	11
	2.3		Prélèvements et analyses des macroalgues	12
	2.4		Prélèvements et analyses des zostères	12
3	R	ésu	ltats	12
	3.1		Le sédiment	12
	3.2		Les macroalgues	13
	3.3		Les zostères	17
	3.4		Calcul de l'indicateur « angiospermes »	20
	3.	.4.1	Composition taxinomique	20
	3.	.4.2	Extension	21
	3.	.4.3	Abondance	22
	3.	4.4	L'indicateur « angiospermes »	2 3
4	C	onc	lusion	25
5	R	éféi	rences bibliographiques	26



1 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 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) dans les masses d'eau suivantes :

- « Pertuis charentais » FRFC02;
- « Arcachon amont » FRFC06;
- « Lac d'Hossegor » FRFC09 ;
- « Estuaire de la Bidassoa » FRFT08.

Par ailleurs, les herbiers de *Zostera marina* du Bassin d'Arcachon (masse d'eau « Arcachon amont »), 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 abondances 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) puis progressivement amélioré (Auby *et al.*, 2014; Auby *et al.*, 2018). 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 pour 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; Aubert et al., 2019);
- Masse d'eau « Arcachon amont » FRFC06 (Auby et al., 2019)3;
- Masse d'eau « Lac d'Hossegor » FRFC09 (Auby et al., 2019)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., 2015; Sanchez et al., 2016; Sanchez et al., 2017; Sanchez et al., 2018; Sanchez et al., 2019).

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 zostères marines de la masse d'eau « Arcachon amont » (Trut et al., 2018).

Par ailleurs, des informations convergentes indiquant la présence d'un herbier de zostères naines assez étendu (environ 196 ha) sur le secteur de Bonne Anse, dans la MET « FRFT09 Estuaire Gironde aval », il a été décidé de prospecter ce site afin de l'inclure dans le réseau de contrôle de Surveillance (Aubert et Sauriau, 2019). Cet herbier fait donc, depuis 2019, l'objet d'un suivi (Aubert et al., 2020).

Enfin, à la fin de l'été 2019, une campagne d'acquisition de données (vol hyperspectral, vérités terrain) nécessaires à l'établissement de la carte des zostères naines intertidales du Bassin d'Arcachon a été réalisée. Les résultats sont en cours de traitement.

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.



2 Protocoles

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

2.1 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).

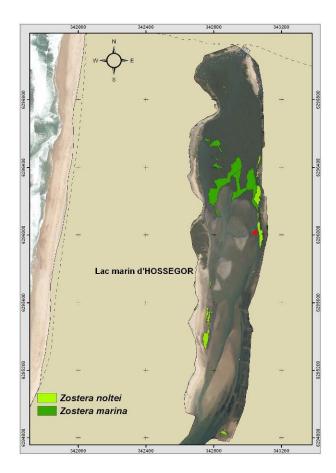
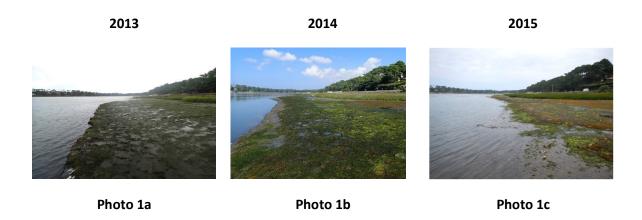


Figure 1: Carte des herbiers de zostères dans le Lac d'Hossegor en 2013. (point rouge : localisation de la station suivie entre 2007 et 2009)

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.





À 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).

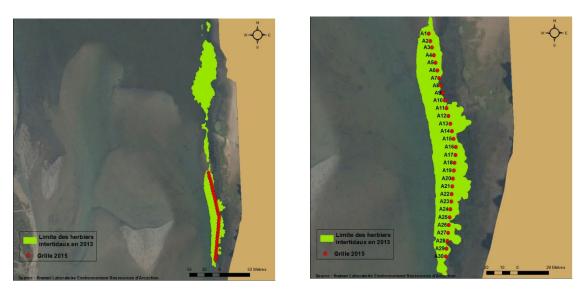
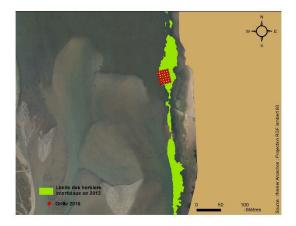


Figure 2 : Localisation de la station de prélèvement de *Zostera noltei* (Hossegor int HZN) et de la grille en 2015 dans le Lac d'Hossegor (sur carte des herbiers dressée en 2013)

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 entre 2017 et 2019.





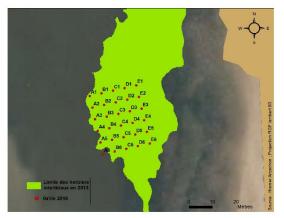


Figure 3 : Localisation de la station de prélèvement de *Zostera noltei* (Hossegor int HZN) et de la grille en 2016, 2017, 2018 et 2019 dans le Lac d'Hossegor (sur carte des herbiers dressée en 2013)

En 2019, l'échantillonnage de cette station a eu lieu le 27 septembre.

2.2 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
	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
Analyse	en étude à 60°C – Passage à sec sur série de tamis AFNOR (de 4 mm
Analyse	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)



2.3 Prélèvements et analyses des 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)

2.4 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.

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

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

- Pourcentage de surface végétalisée sur la station = nombre de quadrats avec un recouvrement supérieur à $0 \times 100 / 30$
- **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.

3 Résultats

3.1 Le sédiment

Les zostères intertidales de la station du Lac d'Hossegor se développent sur un sédiment dont les caractéristiques granulométriques présentent une variabilité importante, témoignant de l'importante dynamique de cette zone intertidale (Tableau 1 et figure 4). Les teneurs en matière organique dans le sédiment y sont généralement élevées (> 5 %), ce qui traduit que cet herbier est le siège et/ou le lieu de dépôt d'une importante production biologique.



Tableau 1 : Évolution temporelle des caractéristiques du sédiment de l'herbier de *Zostera noltei* de la station Hossegor int HZN.

	Médiane (μm)	Teneur en vase (%)	Teneur en sable (%)	Teneur en matière organique (%)
2007	163	25,0	75,0	8,24 ± 1,35
2008	91	19,4	80,6	7,37 ± 1,12
2009	23	79,1	20,9	9,34 ± 1,04
2012	48	55,2	44,8	2,39 ± 0,70
2013	217	28,7	71,3	9,46 ± 1,16
2014	127	43,3	56,7	5,67 ± 3,64
2015	178	37,9	62,1	6,47 ± 2,38
2016	39	28,7	71,3	7,66 ± 0,83
2017	36	62,3	37,7	9,87 ± 0,59
2018	44	59,2	40,8	8,73 ± 0,78
2019	92	35,0	65,0	7,64 ± 2,88

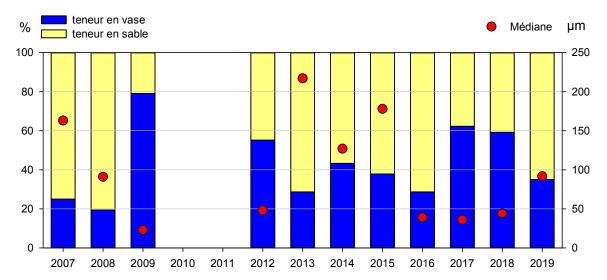


Figure 4 : Évolution temporelle de la médiane (μ m) du sédiment et de la proportion (%) de sable (particules de taille comprises entre 63 et 2000 μ m) et de vase (particules de taille inférieure à 63 μ m) de l'herbier de *Zostera noltei* de la station Hossegor int HZN.

3.2 Les macroalgues

En raison de son caractère abrité, de sa faible profondeur et de teneurs en nutriments assez élevées (Auby *et al.*, 2019), le Lac d'Hossegor est propice au développement des macroalgues opportunistes : Chlorophyta (ulves, monostromes et entéromorphes) et Rhodophyta (gracilaires principalement) (photos 2a et 2b).



Ulves



Photo 2a

Gracilaires



Photo 2b

Pour ces raisons, dans le cadre du contrôle de surveillance DCE relatif aux macroalgues opportunistes, le lac fait l'objet d'un suivi au printemps et en été depuis 2010, réalisé par l'Université de Bordeaux (UMR EPOC), et dont nous présentons ici quelques résultats issus du dernier rapport en date (Lucia *et al.*, 2020). En effet, les dépôts d'algues sur les herbiers peuvent être dommageables à la survie des zostères (diminution de l'éclairement incident, favorisation des phénomènes d'anoxie) ; il peut donc être utile de prendre en compte ces observations « précoces » pour caractériser correctement leur impact sur les zostères échantillonnées à la fin de l'été.

3.2.1 Les macroalgues opportunistes à l'échelle du lac au printemps et en été (d'après Lucia *et al.*, 2020)

Au printemps et en été 2019, Lucia et al. (2020) ont mesuré les plus grandes surfaces affectées par les dépôts de macroalgues opportunistes depuis le début de leur suivi. Par ailleurs, les biomasses moyennes sur l'aire affectée par ces dépôts étaient, en 2018 et 2019, élevées par rapport à la série. Enfin, ces auteurs ont observé au cours de ces deux dernières années un très fort pourcentage d'échantillons présentant des macroalgues enfouies.

Les cartes fournies par ces auteurs montrent notamment que les dépôts intertidaux de macroalgues sont importants dans la zone où se situe la station « Hossegor int HZN », notamment en 2019 (Figure 5).



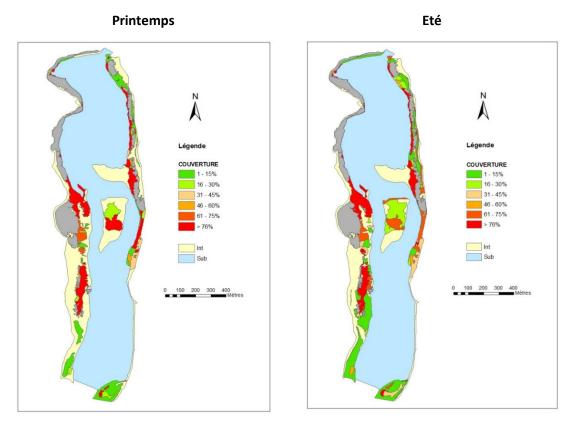


Figure 5: Localisation des dépôts de macroalgues opportunistes sur l'estran du Lac marin d'Hossegor en 2019. La couverture algale (pourcentage de la surface recouverte par les macroalgues) de chaque polygone est indiquée (*in* Lucia *et al.*, 2020).

Cette caractéristique est illustrée par la photo 4, qui montre les dépôts d'algues sur l'herbier de cette zone au mois de juillet 2019.



Photo 4: L'herbier de la station Hossegor int HZN en juillet 2019 (© Benoit Gouillieux)

Depuis 2016, cette masse d'eau est d'ailleurs classée en « état moyen » vis-à-vis de l'indicateur « macroalgues opportunistes ».



3.2.2 Les macroalgues sur la station d'herbier au mois de septembre

En septembre 2019, comme c'était souvent le cas au cours des années précédentes, les algues sont présentes sur la majorité des quadrats (Figure 6).

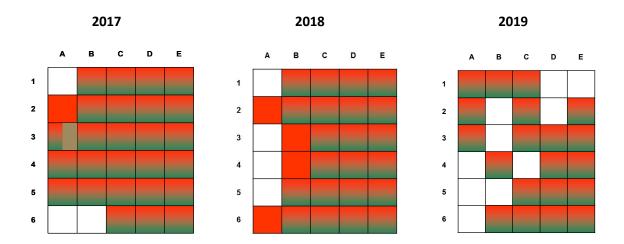


Figure 6: Répartition des macroalgues (Chlorophyta, Rhodophyta, Ochrophyta) vertes, rouges et brunes dans les quadrats de la station Hossegor int HZN au mois de septembre des trois dernières années.

Le peuplement macroalgal est pondéralement dominé par les algues vertes ou, plus rarement, par les algues rouges. La présence des algues brunes (Ochrophyta – *Fucus*) est beaucoup plus occasionnelle. En 2019, les algues vertes (ulves et monostromes principalement) sont plus abondantes que les rouges sur cet herbier (Tableau 2).

Tableau 2 : Évolution temporelle de la biomasse des macroalgues dans l'herbier de *Zostera noltei* de la station Hossegor int HZN.

	Biomasse (g PS.m ⁻²) – Moyenne ± ET				
	Chlorophyta	Rhodophyta	Ochrophyta	Total	
2007	20,76 ± 2,83	2,69 ± 1,04	0	23,45	
2008	158,25 ± 13,95	8,94 ± 0,57	0	167,19	
2009	48,95 ± 10,42	1,27 ± 0,23	0	50,22	
2012	104,35 ± 47,99	3,03 ± 2,78	0	107,38	
2013	45,58 ± 46,17	11,91 ± 14,79	0	57,49	
2014	17,75 ± 42,37	6,53 ± 5,71	0	24,28	
2015	29,96 ± 45,99	54,49 ± 64,05	0,85*	85,30	
2016	39,66 ± 19,18	20,84 ± 22,57	0	60,50	
2017	53,09 ± 40,22	26,23 ± 32,18	0,01*	79,33	
2018	4,36 ± 4,39	12,69 ± 18,91	0	17,05	
2019	12 ,64 ± 15,32	6,06 ± 5,62	0	18,70	

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



Les biomasses de macroalgales mesurées à Hossegor au mois de septembre sont, d'une façon générale, plus fortes que celles qui sont observées sur les autres herbiers du bassin Adour-Garonne, mais s'avèrent très variables d'une année à l'autre (Tableau 2 et Figure 7) ; le mois de septembre 2019 a présenté, comme 2014 et 2018, des biomasses faibles par rapport à la série.

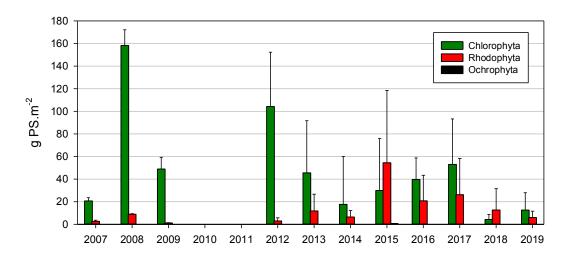


Figure 7 : Évolution temporelle de la biomasse (g PS.m⁻²) des macroalgues dans l'herbier de *Zostera noltei* de la station Hossegor int HZN au mois de septembre.

Ainsi, alors que les résultats des suivis dédiés aux macroalgues opportunistes montrent que leur biomasse sur les estrans du lac (y compris dans la zone de la station Hossegor int HZN) était élevée en 2018 et 2019, les observations réalisées au mois de septembre de ces deux mêmes années révèlent au contraire une assez faible occurrence de ces algues par rapport aux années antérieures. Cette contradiction révèle la difficulté à caractériser et à quantifier correctement les pressions s'appliquant sur un peuplement, notamment quand leur intensité présente de fortes variations saisonnières.

3.3 Les zostères

À cette station, la forme parvozostéride de *Zostera marina* est 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. Depuis 2016, avec le repositionnement de la station dans une zone non affectée par ce phénomène d'érosion, cette petite forme de zostère marine est à nouveau observée dans la partie basse de l'herbier

L'herbier de *Zostera noltei* de la station "Hossegor" présentait, en septembre 2007, un pourcentage de surface végétalisée assez faible, s'élevant à 40 % (Tableau 3 et figure 8), indiquant une assez forte fragmentation, qui pouvait être expliquée par une forte pression de la part de quelques pêcheurs à pied (photo 5).





Photo 5 : Septembre 2007 - État de l'herbier après le passage de pêcheurs de palourdes

Entre 2008 et 2017, cette zone d'herbier est apparue beaucoup moins fragmentée (tableau 3 et figure 8), suggérant peut être une diminution de cette pression.

Tableau 3 : Évolution des paramètres démographiques de l'herbier de zostères de la station Hossegor int HZN

Année	Surface végétalisée (%)*	Biomasse épigée moyenne dans zones végétalisées (g PS/m²)	Recouvrement moyen dans zones végétalisées (%)	Recouvrement moyen sur 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
2018	63		41	26
2019	73		23	17

^{*} Avant 2012, le pourcentage de surface végétalisée sur la station était estimé visuellement sur une surface d'environ 100 m x 100 m autour de la station. À 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. À partir de 2012, ce recouvrement est calculé directement en moyennant les recouvrements dans les 30 quadrats.



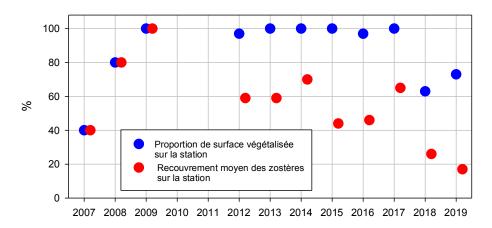


Figure 8 : Évolution des paramètres démographiques de l'herbier de zostères de la station Hossegor int HZN

Entre 2017 et 2018, le pourcentage de surface végétalisée ainsi que le taux de recouvrement des zostères ont très fortement diminué. Par rapport à la situation de 2017 (photo 6), où l'herbier était assez homogène, les observations de 2018 (photo 7) révèlent l'existence de larges zones dépourvues de zostères, ainsi qu'une forte abondance de feuilles brunes. En septembre 2019, les zostères étaient encore plus clairsemées dans ce secteur (photo 8).



Photo 6: Septembre 2017



Photo 7 : Septembre 2018



Photo 8: Septembre 2019



Cette dégradation est également illustrée par les graphes de la figure 9.

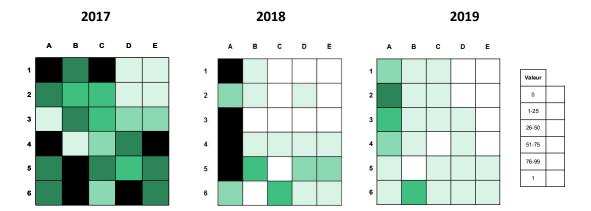


Figure 9: Taux de recouvrement des zostères sur les 30 points de la station Hossegor int HZN

En l'absence de traces humaines caractérisées et au vu des fortes biomasses de macroalgales observées sur les surfaces intertidales du lac (et notamment sur cet herbier) en 2018 et 2019 (Lucia *et al.*, 2020), on peut se demander si ces dépôts ne sont pas en grande partie responsables de cette dégradation des herbiers depuis 2017.

3.4 Calcul de l'indicateur « angiospermes »

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

- Évolution de la composition taxinomique.
- Évolution de l'extension.
- Évolution de l'abondance.

Les règles de calcul et les résultats du classement sont énoncés dans les paragraphes suivants. Les résultats présentés concernent le classement obtenu en 2019 pour ces métriques et cet indicateur dans le lac d'Hossegor.

3.4.1 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.

À 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 Écologique) pour la métrique « composition taxinomique » 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 2019.



Tableau 4 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur du Ratio de Qualité Écologique pour la métrique « composition taxinomique». Valeur du RQE en 2019

Changement de la composition taxonomique par rapport aux conditions de référence et RQE	RQE 2019	
Espèces apparues ou aucune espèce disparue (1)	1	
Disparition de Zostera marina (0,7)		
Disparition de Zostera noltei (0,5)		
Perte des deux espèces (0)		

Cette valeur (1) correspond au meilleur classement possible.

3.4.2 Extension

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

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

	Z. marina subtidale	Z. noltei et Z. marina 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 2019, le calcul de la métrique s'appuie sur les dernières données obtenues. Étant 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. Ceci sera vérifié lors de la prochaine campagne de cartographie des herbiers du lac.

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 Écologique pour la métrique « extension ». Valeur du RQE en 2019

Modification de l'extension par rapport aux conditions de référence et EQR	Z. marina subtidale RQE 2019	<i>Z. noltei</i> et <i>Z. marina</i> intertidale RQE 2019	Zostera spp RQE 2019
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.

3.4.3 Abondance

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

Tableau 7 : Évolution du recouvrement des herbiers de zostères intertidaux 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
2018	26
2019	17

À cette station, la meilleure situation observée (2009) fait état d'un recouvrement de 100%. En 2019, cette station présente un recouvrement moyen de 17 %, soit une perte de 83 % 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 Écologique pour la métrique « abondance ». Valeur du RQE en 2019

Modification de l'abondance par rapport aux conditions de référence et EQR	Z. noltei et Z. marina intertidale RQE 2019
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	
51% perte = 0,295, 52% perte = 0,290, 100% perte = 0,00	0,10

Conformément à la grille définie pour la métrique « abondance » de l'indicateur « angiospermes », le RQE s'élève à 0,10, témoignant d'une qualité « mauvaise » pour ce paramètre.

3.4.4 L'indicateur « angiospermes »

Le RQE de l'indicateur « angiosperme » est calculé en moyennant les RQE des trois métriques retenues. À 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
État moyen	0,40-0,64
État médiocre	0,20-0,39
Mauvais état	0,0-0,19

Dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor », l'indicateur « angiospermes » indique en 2019 un « bon état » (RQE = 0,70) (tableau 10), montrant une détérioration du classement pour cet élément de qualité (auparavant en « très bon état ») (Figure 10).

Tableau 10 : Résultats pour l'élément de qualité « angiospermes » en 2019 dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor »

Lac	Indices			Indicateur
d'Hossegor	Composition	Extension	Abondance	Angiospermes
RQE	1	Zostera noltei : 1 Zostera marina : 1 Zostères : 1	Zostera noltei : 0,10	0,70
État 2019				Bon état



FRFC09 - Lac d'Hossegor Composition taxinomique Extension Abondance Indicateur angiosperme 1.0 1.0 1.0 0.8 0.8 0.8 8.0 0.6 0.6 0.6 0.6 0.4 0.4 0.4 0.4 0.2 0.2 0.2 0.2 0.0 0.0 0.0 0.0 2018 2018 2019 2017 2016 2016 2019 2016 2017 2014 2014

Figure 10 : Évolution temporelle du RQE des 3 métriques et de l'indicateur

Comme le montre la figure 10, la variabilité de la valeur atteinte par l'indicateur repose principalement sur celle des abondances. Afin de réduire l'effet de cette variabilité inter annuelle sur la valeur atteinte par l'indicateur, il a été décidé de qualifier l'état de la masse d'eau en utilisant, comme c'est le cas pour d'autres paramètres (phytoplancton par exemple) la moyenne des six dernières années.

Le RQE moyen obtenu pour les 6 dernières années de suivi (2014 à 2019) s'élève à 0,76, indiquant un « bon état » de cette masse d'eau vis-à-vis de l'indicateur « angiospermes ».



4 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 ont été mis en œuvre en 2019.

Une nouvelle campagne de mesure de l'emprise de ces deux espèces est prévue en 2021 et permettra de préciser leur évolution récente, notamment en réponse aux dragages accomplis dans le lac depuis deux ans.

Le recouvrement des zostères dans le grand herbier intertidal, où se situe la station de suivi, est très fluctuant d'une année à l'autre, variant de 17 à 100 %. Depuis 2017, ce recouvrement a fortement diminué.

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 importantes en 2018 et 2019. Cette situation s'explique par le caractère confiné et peu profond du lac (bon éclairement 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 apparemment en bonne santé, comme l'indique le classement du lac en « bon » ou « très bon état » vis à vis de cet élément de qualité, mais semblent avoir été localement affectées par la forte abondance de ces dépôts en 2018 et 2019.



5 Références bibliographiques

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.

Aubert F., Sauriau P.-G. (2019). Prospection du secteur Bonne Anse dans la masse d'eau FRFT09 « Estuaire gironde aval » pour la mise en place d'une nouvelle station de suivi DCE herbier à *Zostera noltei*. Rapport ADERA/Cellule COHABYS, Université La Rochelle/UMR LIENSS, 11 p.

Aubert F., Sauriau P.-G., Guenneteau S. (2019). Contrôle de surveillance DCE 2018 de la masse d'eau côtière «FRFC02 - Pertuis charentais » pour les herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* Hornemann : Rapport final. Rapport ADERA/Cellule COHABYS, Université La Rochelle/UMR LIENSs, 56 p.

Aubert F., Sauriau P.-G., Guenneteau S. (2020). Contrôle de surveillance DCE 2019 de la masse d'eau côtière «FRFC02 - Pertuis charentais » et de la masse d'eau de transition « FRFT09 - Estuaire de la Gironde » pour les herbiers de *Zostera* (*Zosterella*) *noltei* Hornemann: Rapport final. Rapport CNRS Cohabys- Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, 61 pp.

Auby I., Dalloyau S., Hily C., Oger-Jeanneret H., Plus M., Sauriau P.-G., Trut G. (2012). Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), *Zostera marina*, *Zostera noltei*. Rapport ifremer RST/LER/MPL/12.03, 24 p.

Auby I., D'Amico F., Meteigner C., Rumebe M., Tournaire M-P., Rigouin L., Gouriou L., Lissardy M., Sanchez F., de Casamajor M-N., Morandeau G., Ganthy F., Trut G., Trut F., Caill_Milly N., Oger-Jeanneret H., Guesdon S., Derrien A., Chabirand J-M., Genauzeau S., Morin D., Piraud A. Geairon P., Grizon J., Seugnet J-L., Thomas G., Bruneau A., Soudant D., Gautier E., Michel V., Dupin M. (2019). Bassin Adour-Garonne: hydrologie et phytoplancton – Résultats 2013-2018. ODE/LITTORAL/LERAR/19.013, 99 p.

Auby I., Oger-Jeanneret H., Gouillieux B., Grall J., Janson A-L., Maguer M., Rigouin L., Rollet C., Sauriau P-G., Trut G. (2018). Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). *Zostera marina - Zostera noltei*. Version 3 . Rapport Ifremer ODE/UL/LER/AR/18.017, 73 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., Lissardy M., Cognat M., Aubert F. (2019). Suivi stationnel (2007-2018) de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur DCE « Angiospermes » (2018) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor. RST/LER/AR/19.012, 28 p.

Auby I., Rigouin L., Oger-Jeanneret H., Ganthy F., Trut G., Trut F., D'Amico F., Méteigner C., Aubert F., Bujan S., Gouillieux B., Dalloyau S., Péré C. (2019). Suivi stationnel (2006-2018) des herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2018) dans la masse d'eau côtière FRFC06 — Arcachon amont - Bassin Hydrographique Adour-Garonne. RST/LER/AR/19.011, 58 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.



Aubert F., Rigouin L., Oger-Jeanneret H., Ganthy F., Trut G., Trut F., D'Amico F., Meteigner C., Aubert F., Bujan S., Gouillieux B., Dalloyau S., Pere C. (2019). Suivi stationnel (2006-2018) des herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) et calcul de l'indicateur DCE « Angiospermes » (2018) dans la masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - Bassin Hydrographique Adour- Garonne. RST/LER/AR/19.011, 58 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 GEOtransfert/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.

Lucia M., Maneux E., Romero A., Gouilleux B., Blanchet H., Menthonnex T., Bujan S., Devaux L. (2020) Contrôle de surveillance 2019. Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « lac d'Hossegor ». Rapport Université de Bordeaux/UMR EPOC, Geo-Transfert, ADERA, 43 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 (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, 30 p.

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. (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.

Sanchez F., Lissardy M., De Casamajor M.N. (2019). Suivi stationnel de l'herbier à *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT08 Bidassoa - 2018 - Bassin Hydrographique Adour-Garonne. Rapport Ifremer R.ODE/LITTORAL/LER AR 19-003, 27 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. (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.