

Direction des infrastructures et des Opérations
Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon

TRUT Gilles
DALLOYAU Sébastien
AUBY Isabelle

Novembre 2009 - RST/LER/AR/09-008

ifremer

**Caractérisation de la qualité biologique
des Masses d'Eau Côtières :
Cartographie des herbiers à *Zostera noltii* et *Zostera
marina* du Lac d'Hossegor
MEC FRFC09**



Agence de l'Eau
Adour Garonne

**Caractérisation de la qualité biologique
des Masses d'Eau Côtières :
Cartographie des herbiers à *Zostera noltii* et *Zostera
marina* du Lac d'Hossegor
MEC FRFC09**

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : RST/LER/AR/09-008. Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte: <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Xavier de Montaudouin, Université Bordeaux I, Station Marine d'Arcachon	Date de publication : Novembre 2009 Nombre de pages : 21 Bibliographie: non Illustration(s): oui Langue du rapport : Français
Titre et sous-titre du rapport : Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières : Cartographie des herbiers à <i>Zostera noltii</i> et <i>Zostera marina</i> du Lac d'Hossegor MEC FRFC09	
Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>	
Auteur(s) principal (aux) : Gilles TRUT, Sébastien DALLOYAU, Isabelle AUBY,	Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER - LER/Arcachon
Cadre de la recherche : Cartographie végétation en Adour Garonne, contrat 07/1216700/NF Programme : PGB03 – Programme Surveillance et évaluation de l'état des eaux littorales Projet : B0303 – DCE Action : B030205 – DCE Adour Garonne	

Sommaire

1. Introduction	1
2. Cadre et contexte de l'étude	2
2.1. L'approche "Zones homogènes" de la DCE	2
2.2. Le site d'étude : le Lac marin d'Hossegor	3
2.3. Rappel sur les zostères	3
2.4. Objectifs de l'étude	4
3. Matériel et méthodes	4
3.1. Carte de 2004	4
3.2. Carte de 2008	4
4. Résultats	7
4.1. Observations anciennes	7
4.2. Carte de 2004	7
4.3. Carte de 2008	8
4.4. Evolution des surfaces d'herbier entre 2004 et 2008	9
5. Conclusion	12
Bibliographie	13

1. Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE établit un nouveau cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe comme objectif général pour les Etats Membres, l'atteinte, à l'horizon 2015, d'un bon état écologique et chimique des masses d'eau souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières et de transition.

Pour cela, un découpage des eaux en unités géographiques homogènes dénommées Masses d'Eau (ME) a été défini. La masse d'eau représente l'unité de classification et de gestion de la DCE et se trouve rattachée à un district hydro géographique (Agence de Bassin). Ainsi, un réseau de sites pérennes, réparti sur l'ensemble du territoire national a été mis en place, de façon à disposer d'un suivi des eaux littorales effectif sur le long terme.

Afin d'évaluer **l'état écologique** d'une Masse d'Eau, la DCE introduit la notion d'écart par rapport à une situation de référence.

Les valeurs de référence, que l'on peut considérer comme niveau étalon du très bon état écologique, doivent être établies par type de Masse d'Eau et par élément de qualité biologique : macroinvertébrés, phytoplancton, macrophytes (dont macroalgues et herbiers à angiospermes) ¹. Pour ce dernier compartiment, deux types d'actions sont menés pour en caractériser la qualité : un suivi stationnel et un suivi surfacique.

La masse d'eau "Lac d'Hossegor" du type « C9 - Lac marin », (FRFC09), dans les Landes présente sur sa rive orientale des herbiers de zostères (*Zostera noltii* - Zostère naine et *Zostera marina* – Zostère marine) de faible superficie.

Depuis 2007, l'herbier à *Zostera noltii* de ce lac fait l'objet d'un **suivi stationnel** annuel. Les résultats acquis sont présentés dans un rapport récemment publié (Auby *et al.*, 2009).

Le présent rapport concerne le **suivi surfacique** des herbiers du Lac (emprise maximale colonisée par les deux espèces), qui doit être effectué une fois par plan de gestion (soit tous les 6 ans). Dans ce cadre, une cartographie des herbiers a été réalisée en 2008. En outre, ce rapport présente des données cartographiques anciennes (2004) qui nous ont été fournies par le syndicat mixte de rivière Bourret-Boudigau. La fiabilité de cette cartographie au 1/85 000 est cependant difficile à estimer, du fait qu'elle est assortie de très peu de métadonnées.

Malgré ces incertitudes, nous avons tenté d'établir, à partir d'une analyse spatiale SIG, une première tendance d'évolution de l'emprise maximale des herbiers, en comparant deux séries de données espacées de 4 ans (2004-2008). Ces résultats doivent néanmoins être interprétés avec beaucoup de prudence.

¹ et poissons, uniquement dans les masses d'eau de transition.

2. Cadre et contexte de l'étude

2.1. L'approche "Zones homogènes" de la DCE

Au sens de la Directive cadre sur l'Eau, une Masse d'Eau est définie comme une entité fonctionnelle et homogène des points de vue physique (hydrodynamique, nature du substrat marin) et biologique (faune et flore). La délimitation des Masses d'Eau consiste donc à scinder le domaine d'étude en unités géographiques cohérentes dont les caractéristiques sont identiques ou très proches. Pour les habitats marins, deux groupes de Masses d'Eau ont été distingués :

- Les Masses d'Eau Côtières (MEC) regroupent les habitats littoraux compris entre la ligne de base à terre servant pour la délimitation des eaux territoriales et sa projection à un mille marin vers le large.
- Les Masses d'Eau de Transition (MET) englobent les habitats présents aux embouchures des rivières et des fleuves qui sont partiellement salines en raison de leur proximité des eaux côtières mais qui restent fondamentalement influencées par des courants d'eau douce.

La Masse d'Eau Côtière « Lac marin d'Hossegor » englobe le lac lui-même ainsi que le chenal d'amenée à la mer (Figure 1).

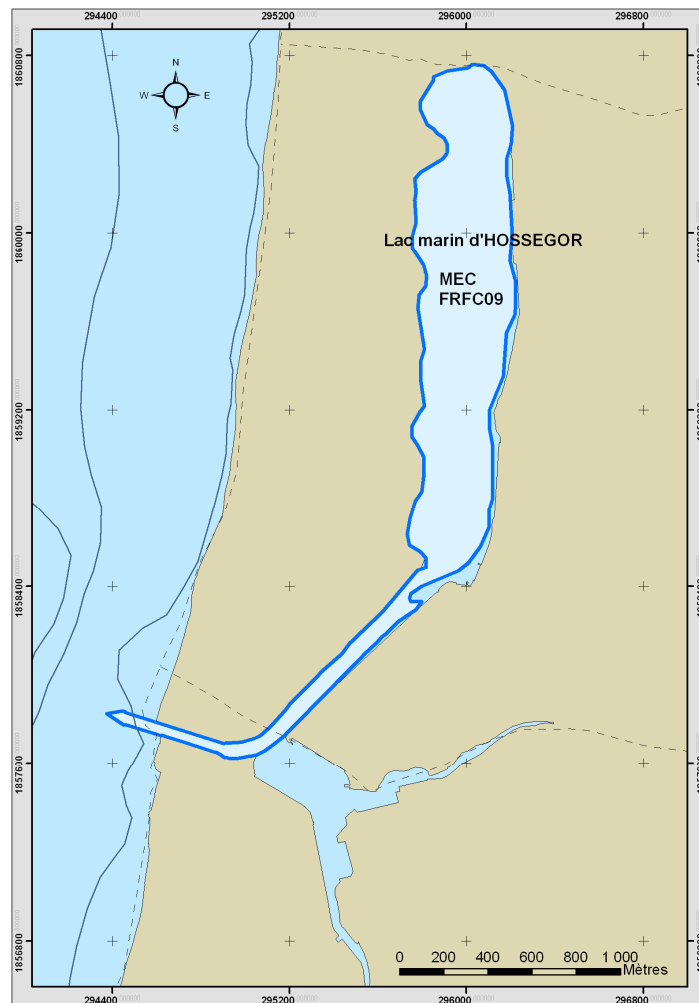


Figure 1 : Limite géographique de la MEC « Lac marin d'Hossegor »

2.2. Le site d'étude : le Lac marin d'Hossegor

Le Lac d'Hossegor (Figure 1) est une lagune arrière dunaire de forme allongée, parallèle au linéaire côtier, située sur le littoral aquitain en bordure du Golfe de Gascogne par 43°40 N de latitude et 1°25 W de longitude. Il s'agit d'une trace de l'ancien lit de l'Adour.

D'une longueur de 2 km et d'une largeur 0,35 km (en moyenne), sa superficie avoisine 90 Ha.

Il est intégré dans un complexe hydrologique qui comprend, au sud-est, la rivière du Bourret, et au sud, la rivière du Boudigau. Ces trois entités se jettent à l'océan par le canal du Boucaret. Cette configuration confère au Lac d'Hossegor un caractère de lagune salée à saumâtre. En 2007 par exemple, la salinité en surface mesurée mensuellement dans le cadre de la DCE a varié entre 24 et 35 (Auby *et al.*, 2009).

Le Lac d'Hossegor est alimenté par des apports d'eau de mer lors de chaque marée. Toutefois, le renouvellement de la masse d'eau est limité par la présence d'un seuil.

En partie à cause de ce confinement, le lac est régulièrement soumis à des proliférations de macroalgues opportunistes, telles que les ulves, les monostromes et les entéromorphes.

Ses estrans sableux à sablo-vaseux sont colonisés, sur la partie haute, par les plantes du schorre et par *Zostera noltii* dans certaines parties basses. Par ailleurs, *Zostera marina* colonise certaines parties de l'étage subtidal.

2.3. Rappel sur les zostères

Les zostères sont des phanérogames marines qui se développent sur les sédiments sableux et sablo-vaseux des côtes de la Manche et de l'Atlantique, et dans les lagunes méditerranéennes. Elles forment des herbiers parfois denses, comparables aux prairies terrestres. Ces herbiers peuvent être constitués de deux espèces de tailles différentes : la plus grande, *Zostera marina* se développe principalement en limite inférieure d'estran (forme parvozostéride, à limbes étroits et courts) ainsi qu'en zone subtidale peu profonde (forme magnozostéride, à limbes plus larges et plus longs), alors que *Zostera noltii*, de taille inférieure, se rencontre surtout en haut de l'estran.



Zostères naines



Zostères marines

Les herbiers de zostères présentent un fort intérêt écologique, patrimonial et économique, en constituant des écosystèmes remarquables (Larkum *et al.*, 2006). Ces herbiers abritent une biodiversité importante, et jouent un rôle majeur dans la reproduction et l'alimentation d'un grand nombre d'espèces (poissons, crustacés, oiseaux) dont certaines (avifaune migratrice) bénéficient d'un statut de protection (Fiche technique REBENT, 2004).

Les herbiers contribuent en outre à la stabilisation du substrat en piégeant les particules sédimentaires par la réduction des contraintes d'érosion. Les parties endogées (réseaux de rhizomes et de racines) modifient de plus les propriétés biogéochimiques des sédiments colonisés.

Les herbiers de zostères bénéficient de statuts de protection en tant qu'**habitats** et **habitats d'espèces** (EUNIS, Directive Habitat 92/43, Loi Littoral 86-2). Ils sont aussi répertoriés par OSPAR (2004) parmi les habitats menacés. En outre, *Zostera marina* est répertoriée en tant qu'espèce protégée.

Les herbiers sont d'excellents indicateurs biologiques des pressions s'exerçant sur l'écosystème, depuis l'échelle locale jusqu'à l'échelle globale (pêche à pied, activités nautiques, broutage par l'avifaune, eutrophisation, changement climatiques, ...).

2.4. Objectifs de l'étude

L'objectif de ce travail est d'établir une cartographie actualisée (2008) des herbiers de zostères présents sur la MEC du Lac d'Hossegor et de la comparer aux données antérieures (2004).

3. Matériel et méthodes

Dans ce document, les informations méthodologiques et les résultats concernant les herbiers intertidaux de *Zostera noltii* et les herbiers infratidaux de *Zostera marina* sont regroupés.

Les cartes présentées dans ce rapport sont géo-référencées dans le référentiel géographique Datum NTF en Lambert II étendu. Le cas échéant, certaines données ont été exploitées dans le système Datum GCS WGS84 (méridien d'origine : Greenwich) en degrés minutes décimales, mais transformées par la suite en Lambert II étendu.

Les analyses spatiales relatives à la cartographie *stricto sensu* ont été réalisées par géotraitement sous logiciel SIG ArcGis 9.2.

3.1. Carte de 2004

Cette carte a été élaborée par le syndicat mixte de rivière Bourret-Boudigau qui l'a mise à notre disposition, sous format numérique. Ce document ne comporte aucun renseignement sur les métadonnées. Pour cette raison, sa fiabilité est difficile à estimer.

Compte tenu des faibles emprises concernées, on peut penser que le contourage des herbiers a été réalisé *in situ* à l'aide d'un GPS portable, mais il n'est pas non plus exclu qu'il provienne d'une photo-interprétation.

3.2. Carte de 2008

Compte tenu de la faible superficie de la masse d'eau côtière « Lac d'Hossegor », il a été possible d'établir la limite de l'enveloppe maximale des zones colonisées directement par cheminement à l'aide d'un GPS sans avoir recours à une approche par photo-interprétation.

Ces données peuvent ainsi être assorties d'un indice de confiance maximal.

La méthode présentée s'inspire des recommandations mises en œuvre pour la région Bretagne dans le cadre du REBENT (Réseau de surveillance des biocénoses benthiques) coordonné par l'IFREMER. Ces recommandations sont disponibles sur le site du REBENT (www.rebent.org), rubrique « Documentation », section "Fiches techniques et référentiels" » (fiche FT14 : Cartographie des herbiers de zostères)

Elle prend également en compte l'expérience terrain acquise dans le cadre du travail réalisé en baie de St Malo (Gerla, 2004).

Cette validation terrain repose sur la numérisation des limites d'herbier à l'aide d'un DGPS (geoXT©Trimble 2005) par cheminement pédestre sur l'estran. Ce GPS sub-métrique permet d'obtenir des levées de terrain qui seront par la suite ajustées, en post-traitement, dans un référentiel de balises fixes, afin de réduire la marge d'erreur potentielle (*i.e.* Differential) et d'obtenir une précision de l'ordre du mètre (Figure 2).

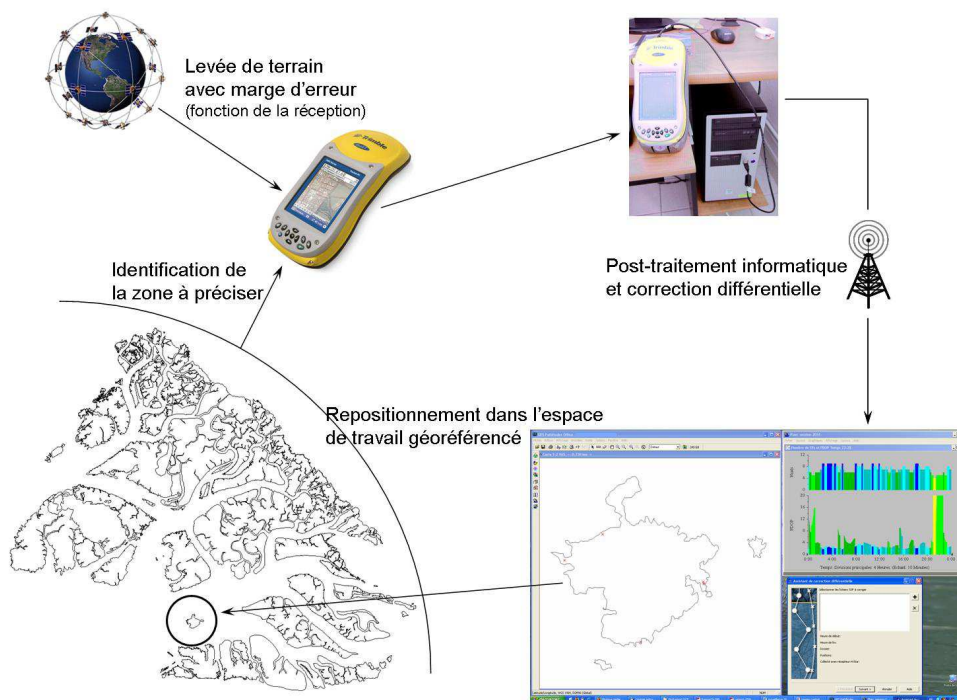





Figure 2 : Processus de l'acquisition numérique de terrain par DGPS et post-traitement

Le DGPS utilisé permet de définir un carnet de terrain qui comporte pour chaque classe d'objet à créer (point, ligne, polygone) un certain nombre d'attributs prédéfinis (liste de choix). Sur le terrain, ces attributs doivent être renseignés avant de démarrer l'acquisition des positions géographiques de l'objet. Les données ainsi collectées, sont transférées sur ordinateur et post-traitées à l'aide du logiciel GPS Pathfinder 3.1x© sous environnement Windows©. Elles sont ensuite directement exportées en fichiers de forme pour un géoréférencement sous ArcGis 9.2.

- Pour *Zostera noltii*, outre l'acquisition des limites de l'emprise globale de l'herbier, la caractérisation du taux de recouvrement des herbiers a été effectuée selon la nomenclature reposant sur le pourcentage de recouvrement foliaire des plantes (Tableau 1) et s'inspirant des travaux de de Jong (2004). La calibration de l'interprétation a été réalisée à partir de photos de quadrats (30x30cm) disposés sur l'herbier.

Les taux de recouvrement sont déclinés en trois catégories, comme suit :

Tableau. 1 : Classification des types d'herbiers selon leur pourcentage de recouvrement
(Adapté de Alloncle *et al.*, 2005, de Jong, 2004)

Herbier à Zostère			
% de recouvrement	< 25%	25 à 75%	> 75%
Signification	Herbiers discontinus et très souvent hétérogènes avec des taches disséminées ou des pieds dispersés en faible densité	Herbiers discontinus, présentant une alternance de taches recouvertes et de zones de substrat nu	Herbiers continus et homogènes présentant une forte couverture foliaire
Illustration			

Chaque polygone est renseigné dans une table attributaire associée. Celle-ci précise la date, le site, la méthode employée (photo-interprétation ou contournage terrain), l'auteur à l'origine de la numérisation, la validation ou non du contour sur le terrain, et le taux de recouvrement.

- Pour *Zostera marina*, le taux de recouvrement n'a pas été déterminé avec précision mais estimé visuellement.

Comme pour *Zostera noltii* et compte tenu de la faible superficie à prospecter, il n'a pas été nécessaire de recourir à l'utilisation d'une orthophotographie.

L'emprise maximale des herbiers de zostères marines a été obtenue par contournage direct, le cheminement DGPS ayant été réalisé à l'aide d'une embarcation légère.

4. Résultats

4.1. Observations anciennes

Il semble que l'apparition des zostères dans le Lac d'Hossegor soit relativement récente. En effet, une exploration botanique détaillée du lac réalisée au milieu des années 1960 (Dulau, 1967) décrit très précisément les peuplements de macroalgues et des plantes du schorre mais ne fait pas état de la présence de zostères dans le lac.

D'après un ostréiculteur d'Hossegor (Monsieur Labarthe, com. pers.), les zostères seraient apparues dans le lac au début de années 1970, peut être à la faveur de transferts d'huîtres ou de transport de graines sous les pattes d'oiseaux. A cet égard, on peut remarquer que *Zostera marina* est assez rapidement apparue après le creusement du Lac marin de Port d'Albret (Vieux Boucau, Landes), au début des années 1980.

4.2. Carte de 2004

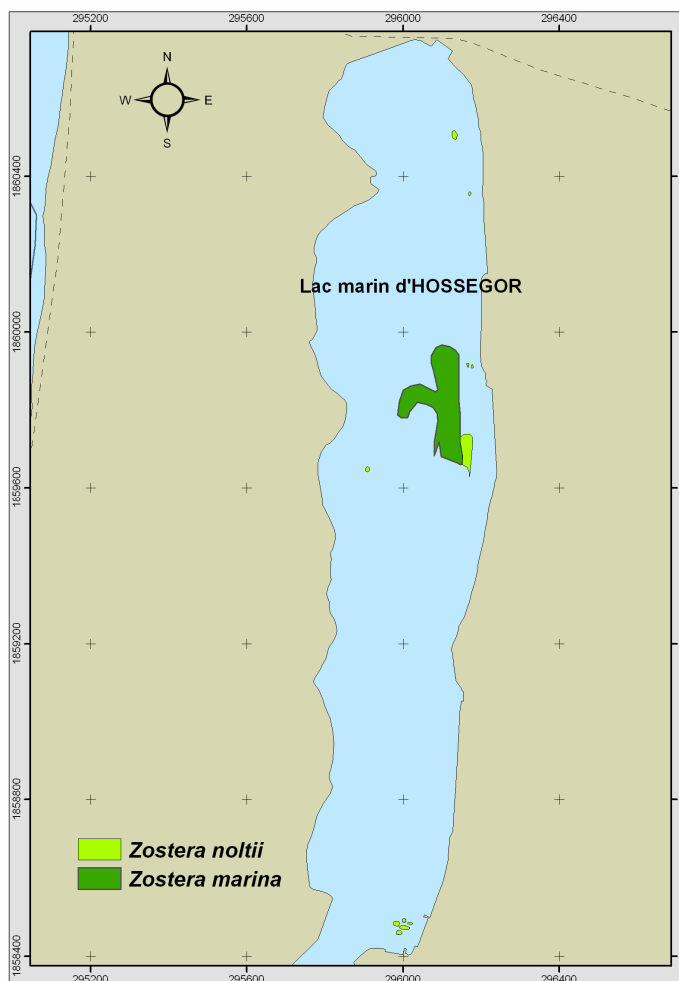


Figure 3 : Carte des herbiers à *Zostera marina* et à *Zostera noltii* établie en 2004 par le syndicat mixte de rivière Bourret-Boudigau

La figure 3 présente l'emprise des herbiers de *Zostera marina* et *Zostera noltii* en 2004 dans le Lac marin d'Hossegor.

A cette époque, *Zostera marina* recouvrait une plus grande superficie (2,28 ha) que *Zostera noltii* (0,33 ha). On ignore cependant si l'emprise attribuée aux zostères marines prend ou non en compte l'extension de sa forme intertidale, dans la mesure où ces deux espèces sont en mélange dans le bas de l'estran.

- L'herbier de zostères marines, d'un seul tenant, occupait une cuvette infratidale dans la zone orientale du Lac.
- Les zostères naines colonisaient l'estran de cette même partie du lac (0,29 ha) et de très petites taches d'herbier étaient également présentes au sud et au nord du Lac.

4.3. Carte de 2008

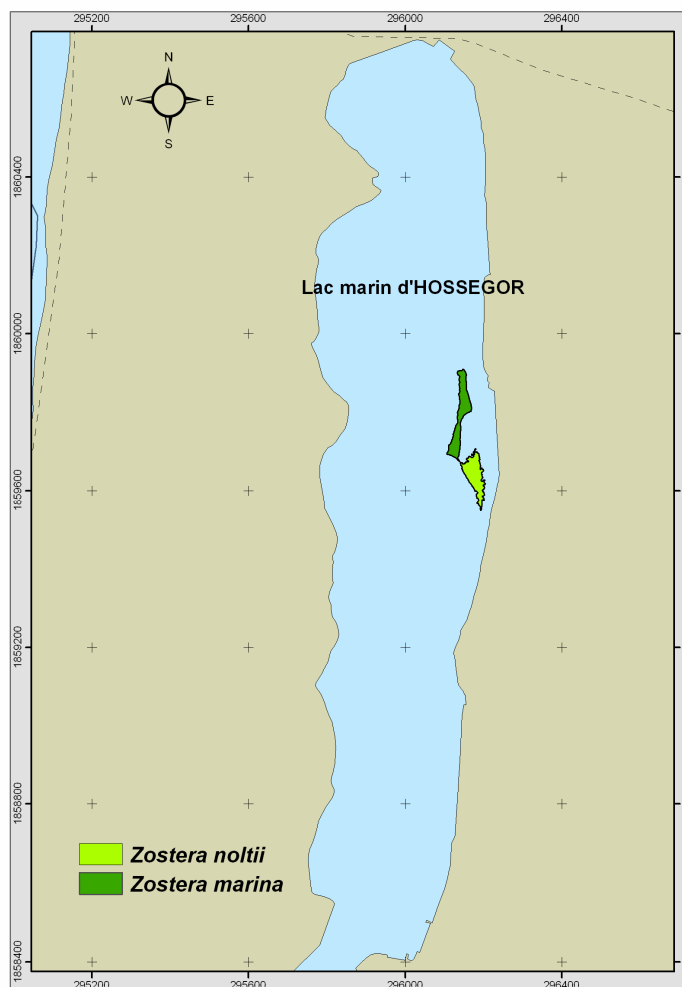


Figure 4 : Carte des herbiers à *Zostera noltii* et *Zostera marina* établie en 2008 par le laboratoire Ifremer d'Arcachon

En 2008, les herbiers de zostères ont également été observés dans la partie médiane de la rive orientale du lac (Figure 4).

- Les herbiers infralittoraux à *Zostera marina*, d'un seul tenant, occupent 0,47 Ha. Le taux de recouvrement de ces herbiers n'a pas été déterminé précisément, mais les opérateurs de terrain qualifient leur recouvrement d' « homogène clairsemé ».
- Les herbiers intertidaux à *Zostera noltii*, en mélange avec la forme parvozostéride de *Zostera marina* (dans les parties basses), recouvrent une surface de 0,46 ha. Cet herbier est relativement homogène et son taux de recouvrement correspond à la seconde catégorie de la classification précédemment décrite (Tableau 1) : compris entre 25 et 75 %. On observe dans cet herbier la présence d'algues vertes (ulves) et rouges (gracilaires) en quantité assez importante.

Les petites taches de zostères naines cartographiées en 2004 au nord et au sud du lac n'ont pas été retrouvées en 2008.

4.4. Evolution des surfaces d'herbier entre 2004 et 2008

Malgré les réserves déjà évoquées au sujet de la fiabilité de la carte de 2004, une analyse spatiale de l'évolution des herbiers entre 2004 et 2008 a été réalisée et fait l'objet de ce chapitre (Figure 5).

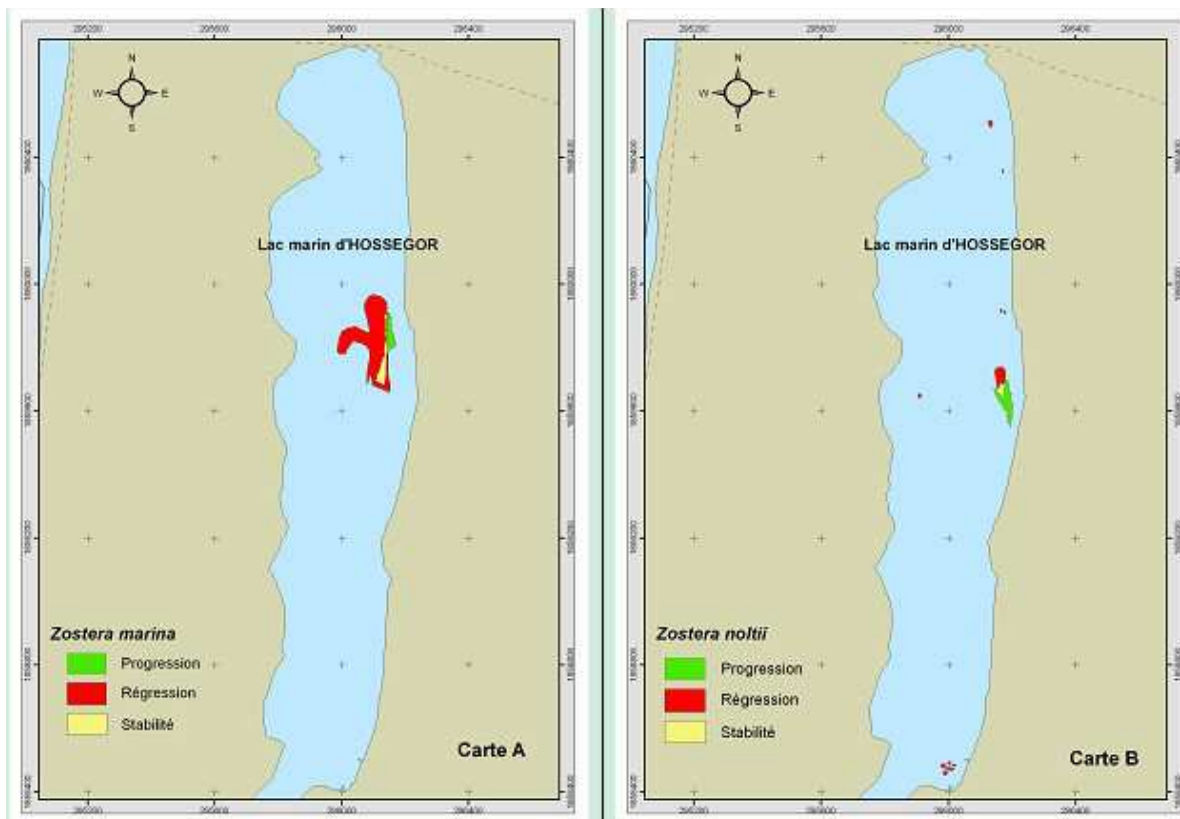


Figure 5 : Evolution de la surface de l'herbier de *Zostera marina* (carte A) et de *Zostera noltii* (carte B) entre 2004 et 2008 obtenue par croisement des couches cartographiques sous SIG.

• **Les herbiers infratidaux à *Zostera marina*** semblent avoir fortement régressé entre 2004 et 2008, perdant environ 80 % de leur surface (2 ha). Cette régression concernerait principalement la partie ouest de l'herbier. L'emprise des herbiers est restée stable sur une petite surface (0,27 ha) de leur zone sud-est et ils se sont légèrement étendus (0,2 ha) vers le nord de leur bordure orientale entre ces deux dates

Le recul observé s'explique probablement par une modification de la bathymétrie du lac à cet endroit entre les deux périodes. En effet, le sud du Lac d'Hossegor a tendance à s'ensabler régulièrement en raison d'apports de sable provenant de l'océan par le chenal. D'importants dragages de ces bancs (environ 250 000 m³) avaient été réalisés pendant l'hiver 1992-93. Quoiqu'on ne dispose pas de bathymétrie du lac à cette époque, on peut imaginer que ce creusement a permis aux herbiers infralittoraux de s'étendre vers l'ouest à cette époque.

Quelques années plus tard, les bancs de sable se sont reconstitués, comme l'indique l'image Google Earth datant de 2006 (Figure 6).



Figure 6 : Image du lac d'Hossegor en 2006 (Google Earth) et situation des bancs de sable.

Les herbiers infralittoraux de zostères marines se distribuent actuellement sur la bordure nord est de ces bancs de sable.

- L'emprise globale des herbiers intertidaux de *Zostera noltii* et de la forme parvozostéride de *Zostera marina* aurait légèrement progressé entre 2004 et 2008, passant de 0,33 à 0,47 ha.

Ces herbiers se seraient étendus vers le sud (0,33 ha) et auraient régressé dans le nord de l'ancienne emprise (0,1 ha). Les petites taches du nord et du sud du lac auraient disparu.

La disparition des taches du sud pourrait être liée à des travaux de ré-ensablement de la plage principale du secteur touristique du Lac d'Hossegor.

Plus globalement, la migration vers le sud des herbiers intertidaux de la rive orientale du lac s'explique probablement par les modifications de substrat et de bathymétrie liés aux mouvements sédimentaires entre les deux périodes

5. Conclusion

D'apparition relativement récente (postérieure à 1970) dans le Lac d'Hossegor, les zostères (*Zostera marina*, en position infratidale - *Zostera marina* et *Zostera noltii* en position intertidale) constituent des herbiers de faible étendue localisés en position médiane à l'est de la masse d'eau.

Les herbiers de *Zostera noltii*, échantillonnés dans le cadre suivi stationnel du contrôle de surveillance, présentent une forte biomasse de feuilles par rapport à d'autres sites littoraux (environ 153 g poids sec/m² en août 2007) et ce malgré de fortes biomasses d'algues opportunistes (gracilaires et ulves) présentes à leur surface (Auby *et al.*, 2009).

Par ailleurs, la présence de ces herbiers favorise la biodiversité faunistique du lac. En effet, dans la zone intertidale, Blanchet *et al.* (2008) observent systématiquement de plus fortes abondances et un plus grand nombre d'espèces d'invertébrés benthiques dans les herbiers que dans les zones de sédiment nu.

Entre 2004 et 2008, la surface des herbiers infratidaux de *Zostera marina* semble avoir fortement régressé, passant de 2,28 à 0,47 ha. Outre les incertitudes liées à la carte de 2004, on peut penser que cette régression s'explique surtout par des modifications morpho-bathymétriques.

Les herbiers intertidaux auraient migré vers le sud mais leur emprise totale aurait légèrement augmenté (0,33 à 0,47 ha) entre ces deux dates.

Toutefois, en raison du caractère douteux de la validité de la cartographie de 2004, il est délicat d'affirmer que cette évolution est réelle.

La carte de 2008, entièrement établie à partir de données de terrain est d'une fiabilité maximale. Elle pourra donc être retenue comme état de référence incontestable et les données obtenues lors de la prochaine opération de suivi surfacique (2014) permettront de statuer réellement sur le sens des tendances évolutive de l'emprise de ces herbiers au cours du temps.

Bibliographie

Alloncle, N., Guillaumont, L., Levêque, L., 2005. Cartographie des herbiers de zostères. Fiche technique – Projet REBENT. FT14-2005-01.doc.

Auby I., d'Amico F., Duval M., Neaud Masson N., Plus M., Rumèbe M., Tournaire M.P., Trut G., Ryckaert M., Derrien A., Margat S., Schmidt A., Charpentier G., Seugnet J.L., Thomas G., Llevot G., Beaugrand P., Carrère C., Michel V., Petrau C., Bariou J., Debinski O., Le Mao, A. (2009). Suivi hydrologie et phytoplancton des masses d'eau du bassin hydrographique Adour-Garonne en 2007. Rapport Ifremer RST /LER/AR/09-003, 75 p.

Auby I., Trut G., Vignon A. (2009). Suivi stationnel de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltii*) de la Masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor - - District Hydrographique Adour-Garonne -2007. . Rapport Ifremer RST/LER/AR/09-002, 21 p.

Blanchet H., Gouillieux B., Bachelet G., Leconte M. (2008). Echantillonnage DCE des Masses d'Eau pour le paramètre « faune invertébrée benthique » - District Hydrographique Adour-Garonne - Année 2007. Rapport Université Bordeaux I, 73 p.

de Jong, D.J. (2004). Water Framework Directive: determination of the Reference condition and Potential-REF/Potential-GES and formulation of indices for plants in the coastal waters CW-NEA3 (K1), CW-NEA4 (K2), CW-NEA1 (K3), transitional waters, TW-NEA11 (O2), and large saline lakes, NEA26 (M32), in The Netherlands. Working document RIKZ/OS/2004, 832p.

Dulau J. (1967). Etude écologique de la flore algale de Capbreton-Hossegor (Landes). Bull. Cent. Etud. Rech. Sci., Biarritz, -(4), 769-875.

Fiche Technique REBENT n°4 (V2) : Suivi des Herbiers de Zostères (C. Hily, Déc. 2004). <http://www.ifremer.fr/rebent/>

Gerla, D. (2006). Inventaire des herbiers de zostères. Baies de Saint-Malo / Rance Haut estuaire du Trieux. In : Ifremer (Ed.). Ifremer, pp. 41.

Larkum, A., Orth, W.D., Robert J., Duarte, F., Carlos, M. (2006). Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. 1st ed. 2nd printing, 2007, 691 p.