

Direction du Centre de Nantes/Département Ressources Biologiques et
Environnement/Unité Halieutique Gascogne Sud
Laboratoire Ressources Halieutiques Aquitaine - Anglet

Florence Sanchez
Marie-Noëlle de Casamajor
Muriel Lissardy

Juin 2014 - R.INT.RBE/HGS/LRHA 14-002

ifremer

Suivis stationnel et surfacique de l'herbier à *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa – 2013

- Bassin Hydrographique Adour-Garonne -



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

**Suivis stationnel et surfacique de
l'herbier à *Zostera noltei* de la masse
d'eau FRFT8 Bidassoa - 2013**
- Bassin Hydrographique Adour-Garonne -

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : DCN/RBE/HGS/LRHA 14-002 Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		date de publication : Mai 2014 nombre de pages : 23 pages bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : français
Validé par : Isabelle Auby et Gilles Trut Adresse électronique : isabelle.auby@ifremer.fr		
Titre de l'article Suivis stationnel et surfacique de l'herbier à <i>Zostera noltei</i> de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa – 2013 - Bassin Hydrographique Adour-Garonne -		
Contrat n° Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
Auteur(s) principal(aux) : Florence Sanchez De Casamajor Marie-Noëlle Muriel Lissardy	Organisme / Direction / Service, laboratoire DCN/RBE/HGS/LRHA	
Encadrement(s) : Isabelle Auby et Gilles Trut	DCN/ODE/LER Arcachon	
Cadre de la recherche : PJ0504 Surveillance des peuplements benthiques A050404 REBENT Gascogne		
Résumé L'année 2013 constitue la 2 ^{ème} année d'application du nouveau protocole mis en place par Auby <i>et al.</i> (2012) pour le suivi stationnel DCE de l'herbier à <i>Zostera noltei</i> en baie de Txingudi. Les 3 métriques (« taxinomie », « extension » et « densité ») de l'indicateur angiosperme conduisent à un classement de la masse d'eau en « état moyen », alors que celle-ci était en « bon état » en 2012. Ces résultats s'expliquent par une forte baisse de la densité observée sur la station de suivi. La cartographie réalisée également en 2013, montre que sur la partie sud de la vasière, où se situe la station de suivi, l'herbier a fortement régressé au profit de la spartine. En revanche, plus au nord, de petites tâches intertidales de zostères sont apparues. Les conditions climatiques atypiques de 2013 caractérisées par un printemps particulièrement pluvieux, froid et peu ensoleillé, conjuguées à l'ensablement de la zone, pourraient expliquer cette situation.		
Abstract The new protocol, established by Auby <i>et al.</i> (2012) to the seagrass monitoring under the Water Framework Directive, was used in Txingudi bay (Hendaye, France). Based on 3 metrics ("taxonomy", "extension" and "density"), the quality index of the water body for the angiosperm indicator, was "medium", while it was in "good condition" in 2012. These results are explained by a sharp drop in the density observed on the monitoring station. The cartography of the species distribution showed a decrease of the total area of seagrass, particularly in the southern part of the mudflat. However, further north, small intertidal seagrass spots appeared. Atypical weather conditions in 2013 (cold, heavy spring rain) with silting of this area, could explain this situation.		
Mots-clés Herbier <i>Zostera noltei</i> , Directive Cadre sur l'eau, Côte basque, Baie de Txingudi, Hendaye		
Words keys Seagrass <i>Zostera noltei</i> , Water Framework Directive, Basque country, Txingudi Bay, Hendaye		

sommaire

1. PRÉSENTATION DE LA MASSE D'EAU FRFT8 – BIDASSOA HERBIER À ZOSTERA NOLTEI	3
2. SUIVI SURFACIQUE : CARTOGRAPHIE DES HERBIERS	3
2.1. MÉTHODES	3
2.2. RÉSULTATS	4
3. SUIVI STATIONNEL	8
3.1. PROTOCOLE	8
3.1.1. Station et date de prélèvement	8
3.1.2. Prélèvements et analyse du sédiment	10
3.1.3. Prélèvements et analyse des macroalgues	10
3.1.4. Prélèvements et analyse des zostères	11
3.2. AUTRES PARAMÈTRES	11
3.3. RÉSULTATS	12
3.3.1. Le sédiment	12
3.3.2. Les macroalgues	13
3.3.3. Les zostères	13
4. CALCUL DE L'INDICATEUR « ANGIOSPERMES » SUR LA MASSE D'EAU FRFT8 BIDASSOA	15
4.1. COMPOSITION TAXINOMIQUE	15
4.2. EXTENSION	15
4.3. DENSITÉ	16
4.4. LES OISEAUX PRÉSENTS SUR LE SITE DE TXINGUDI	18

Remerciements

Nous remercions les collègues du LER d'Arcachon (Isabelle Auby, Gilles Trut et Loïc Rigouin) pour le prêt du GPS Trimble et leur aide dans sa manipulation ainsi que pour la relecture de ce rapport.

Nos remerciements vont également à l'Agence de l'Eau Adour Garonne pour le financement de cette étude.

Introduction

La mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) s'appuie sur un réseau de points de contrôle pour l'évaluation de l'état écologique des Masses d'eau côtières et de transition, l'objectif final étant l'atteinte du bon état écologique en 2015. Sur la côte basque, les masses d'eau concernées par la DCE sont : FRFT8 – Bidassoa - Type T03, petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité et FRFC11- Côte basque – Type C14, côte rocheuse mésotidale peu profonde.

Sur le bassin Adour-Garonne, les réseaux de surveillance DCE ont été définis par le groupe de travail « DCE littoral Adour-Garonne » piloté par l'Agence de l'Eau Adour Garonne (AEAG), qui réunit des représentants de la DREAL Aquitaine, de l'IRSTEA, du CNRS et de l'Université, de l'Ifremer, et des cellules de qualité des eaux littorales (CQEL). Le contrôle de surveillance a démarré en 2007. Les paramètres suivis au titre du contrôle de surveillance sont les paramètres hydrologiques (température, salinité, turbidité, oxygène dissous et nutriments), les contaminants chimiques (dans l'eau, le sédiment et les mollusques) et les éléments de qualité biologique (phytoplancton, herbiers *Zostera marina* et *Zostera noltei*, macroalgues benthiques en zones intertidale et subtidale, invertébrés benthiques de substrat meuble en zones intertidale et subtidale et les poissons dans les eaux de transition) (Auby *et al.*, 2013).

Pour la masse d'eau FRFC11, une partie de la surveillance biologique concerne les macroalgues (intertidales et subtidales fixées) (De Casamajor *et al.*, 2010 ; De Casamajor et Lissardy, 2012 ; De Casamajor *et al.*, 2012, De Casamajor *et al.*, 2014), le phytoplancton (Auby *et al.*, 2013), un suivi hydrologique et des contaminants chimiques (Auby *et al.*, 2013) et la faune invertébrée benthique (Blanchet *et al.*, 2013).

Pour la masse d'eau FRFT8, la surveillance biologique concerne les angiospermes, le phytoplancton et le suivi hydrologique (Sanchez *et al.*, 2013 ; Auby *et al.*, 2013 ;). Le point de surveillance retenu pour évaluer l'état de l'herbier à *Zostera noltei* est positionné sur la commune d'Hendaye sur le site dit « des vasières de Beltzenia » au niveau de la baie de Txingudi. La caractérisation de l'herbier a débuté en 2007 sur 3 ans et a été définie sur la base d'un premier protocole mis en place par Hily *et al.* (2007) (Sanchez *et al.*, 2010). En parallèle, l'espèce *Zostera noltei*, fait l'objet de travaux de restauration au pays basque espagnol réalisés par l'AZTI-Tecnalia pour le compte de l'Agence de l'eau basque (« Agencia Vasca del Agua URA ») car cette espèce est inscrite dans le catalogue des espèces menacées (« Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina » (BOPV n° 37, del 23 de febrero de 2011)) (Garmendia *et al.*, 2013).

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 des surfaces d'herbiers. Il est appliqué à tous les herbiers de la façade suivis dans le cadre de la DCE. Le nouveau protocole du suivi stationnel des herbiers de *Zostera noltei*, établi en 2011 par Auby *et al.* (2012), a été appliqué pour la première fois en 2012 dans la baie de Txingudi et sera appliqué annuellement. Ce protocole a été mis à jour en 2014 (Auby *et al.*, 2014).

Ce rapport présente les résultats du suivi stationnel de l'herbier à *Zostera noltei* de la baie de Txingudi pour l'année 2013 qui constitue la 2^{ème} année d'application du nouveau protocole mis en place par Auby *et al.* (2012). Il inclut également les résultats du suivi surfacique de l'herbier qui rend compte de sa distribution spatiale.

1. Présentation de la masse d'eau FRFT8 – Bidassoa herbier à *Zostera noltei*

La zone d'étude se situe dans la baie de Txingudi, à l'embouchure de la Bidassoa, entre la France et l'Espagne, sur la vasière de Beltzenia sur la commune d'Hendaye (Figure 1). Cette vasière constitue un lieu de repos pour de nombreux oiseaux qui viennent se nourrir (hérons, aigrettes, bécasseaux...) (Gorospe Rombouts *et al.*, 1992). La baie a obtenu le statut « Zone de grand Intérêt pour la Conservation des Oiseaux sauvages dans la Communauté Européenne » (ZICO) en 1992 et le statut « Zone de Protection Spéciale » (ZPS) Natura 2000 en 2006 (Arrêté du 24 mars 2006).



Figure 1 : Localisation de la station « Zostères » en baie de Txingudi à Hendaye.

2. Suivi surfacique : cartographie des herbiers

2.1. Méthodes

La cartographie a été renouvelée sur ce site en 2013, 6 ans après la première en 2007 dans le cadre de la DCE (Lissardy *et al.*, 2007). Elle a été réalisée par cheminement terrestre à l'aide d'un DGPS Trimble d'une précision comprise entre 0,3 et 1 mètre (geoXT©Trimble 2005). Les données collectées sous forme de polygones, sont ensuite 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 10.2 (Figure 2) (Trut *et al.*, 2014).

2.2. Résultats

En 2013, plusieurs zones d'herbiers sont observées dans la Baie : un herbier principal constitué de plusieurs tâches, situé au niveau de l'Île aux Oiseaux et un herbier localisé plus au sud au niveau du Port de Caneta à Hendaye (Figure 2).

La surface de l'herbier est estimée à 1,62 ha dont 1,37 ha au niveau de l'Île aux Oiseaux et 0,25 ha au Port de Caneta (Tableau 1, Figure 2).

Tableau 1 : Surface de l'herbier estimée en 2013 et en 2007 en hectare (ha) dans le cadre DCE.

Localisation	2013	2007
Île aux Oiseaux	1,37	1,27
Port de Caneta	0,25	Présent mais non cartographié
Total	1,62	



Figure 2 : Cartographie de l'herbier à *Zostera noltei* dans la baie de Txingudi en 2013.

L'emprise des herbiers sur la vasière de Beltzenia, au niveau de l'Île aux Oiseaux, a considérablement évolué depuis les 30 dernières années, avec une extension qui est passée de 8,7 ha en 1976 (Bachelet et Labourg, 1983 ; Etcheverria, 1992), à 1,27 ha en 2007 (Lissardy *et al.*, 2007), soit une régression de 80 %. Les observations de 1976 et de 1978 montrent que l'herbier à *Zostera noltei* a fortement régressé alors que les spartines se sont considérablement étendues entre ces deux années (Labourg, 1976 ; Anonyme, 1978). Cette évolution s'explique probablement par la remise en suspension continue des sédiments au cours des dragages de 1973-1975. Ces extractions de sable ont permis la construction du port de pêche et l'édification des digues de ce même port et de l'île aux Oiseaux en 1979-1980 sur la vasière (Etcheverria, 1992). Les différentes études (Labourg, 1983 ; Etcheverria, 1992) témoignent d'un ensablement accompagné d'un déplacement de l'île aux Oiseaux et d'un exhaussement du niveau des sédiments intertidaux influant sur la répartition de la flore (Annexe 1). La baie était draguée tous les ans jusqu'en 1997. En 2008, un relevé bathymétrique et une analyse des sédiments ont montré un envasement général de la baie et un comblement du chenal à plusieurs endroits (Benoit-Bonnemason, 2008).

Une cartographie des herbiers dans les estuaires basques (Oka, Bidassoa et Lea) a été réalisée en 2008 et 2012 par Garmendia *et al.* (2013) pour visualiser les changements de la distribution des zostères. En effet, l'espèce *Zostera noltei*, la seule espèce présente au Pays basque espagnol, est localisée seulement sur 3 estuaires sur 12 dans cette région. Elle est inscrite dans le catalogue des espèces menacées au Pays basque. Sa rareté et sa vulnérabilité expliquent l'intérêt de son étude et de sa conservation au Pays basque espagnol (Garmendia *et al.*, 2013).

Pour l'estuaire de la Bidassoa - qui comprend plusieurs zones de présence de *Z. noltei* : la vasière de Beltzenia dans la baie de Txingudi au niveau de l'Île aux Oiseaux (Figure 3, zones D et E en France), le Port de Caneta à Hendaye (Figure 3, zone C, en France), une petite zone à l'Ouest de l'aéroport (Figure 3, zone A, en Espagne) et les vasières de Itzaberri à Plaiaundi (Figure 3, zone B, en Espagne) – Garmendia *et al.* (2013) reportent une augmentation de la surface des herbiers de 0,13 ha entre 2008 et 2012 (1,84 ha en 2008 et 1,97 ha en 2012). Néanmoins, ils signalent que l'herbier a régressé à certains endroits, alors qu'il s'est étendu sur d'autres. Pour l'herbier localisé en zones D et E (correspondant à notre zone d'étude dans le cadre de la DCE), sa surface était de 1,42 ha en 2008 et de 1,57 ha en 2012 (Garmendia, comm.pers.) (Tableau 2).



Figure 3 : Localisation des herbiers à *Zostera noltei* dans l'estuaire de la Bidassoa (source : Garmendia *et al.*, 2013).

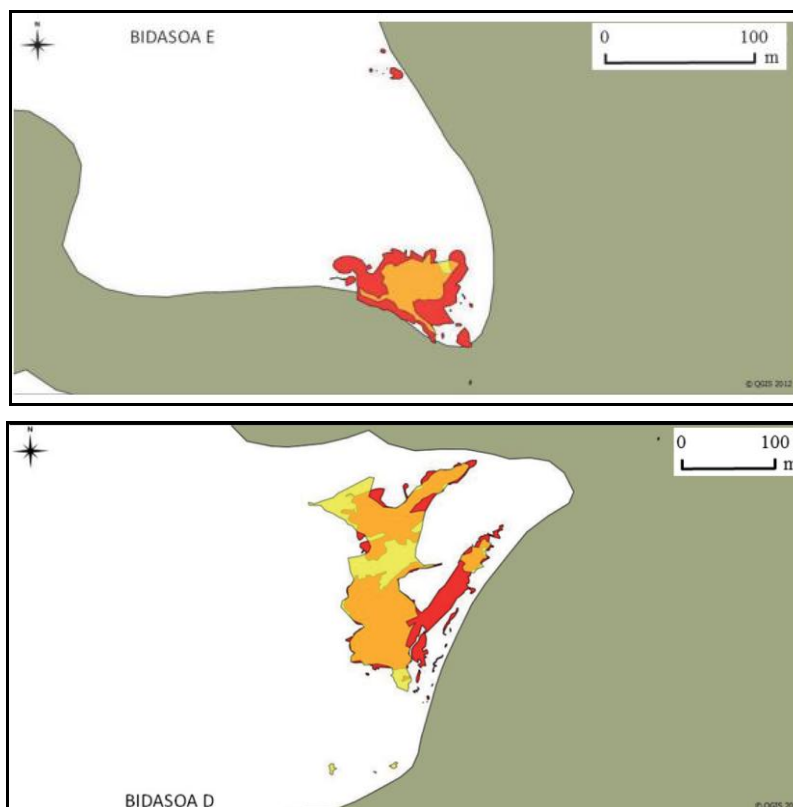


Figure 4 : Cartographie de l'herbier à *Zostera noltei* dans la baie de Txingudi au niveau de l'Île aux Oiseaux entre 2008 et 2012, réalisée par l'AZTI-Tecnalia. En jaune, l'extension de l'herbier en 2008, en rouge l'extension de 2012 et en orange le chevauchement des 2 cartographies (source : Garmendia *et al.*, 2013).

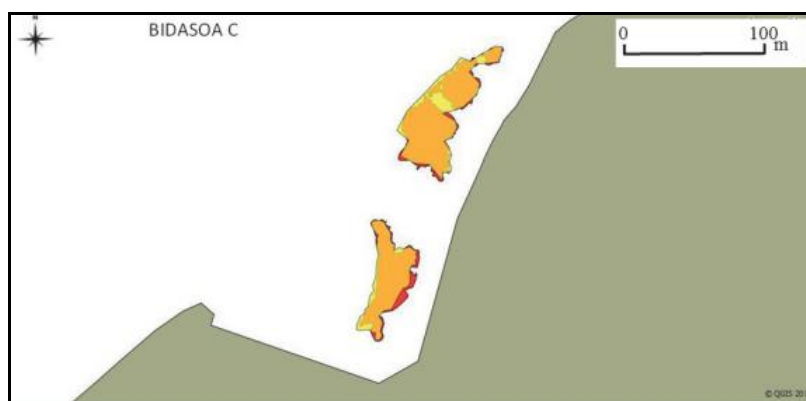


Figure 5 : Cartographie de l'herbier à *Zostera noltei* dans la baie de Txingudi au niveau du Port de Caneta à Hendaye entre 2008 et 2012, réalisée par l'AZTI-Tecnalia. En jaune, l'extension de l'herbier en 2008, en rouge l'extension de 2012 et en orange le chevauchement des 2 cartographies (source : Garmendia *et al.*, 2013).

La comparaison de l'emprise totale des herbiers localisés au niveau de l'Île aux Oiseaux en 2007 (1,27 ha) et 2013 (1,37 ha) montre une augmentation de 7% (Tableau 2, Figure 6). Toutefois, entre ces deux années, les herbiers se sont déplacés avec, au sud de l'Île aux Oiseaux, des zones où l'herbier a disparu alors qu'à l'Est de l'Île, des tâches se sont étendues, voire sont apparues.

Si l'on prend en compte les mesures de l'AZTI en 2012, année pendant laquelle l'emprise des herbiers de cette zone s'élevait à 1,57 ha, on observe que leur surface a régressé de 13% entre cette année et 2013.

Tableau 2 : Évolution récente de la superficie de l'herbier dans la Baie de Txingudi au niveau de l'Île aux Oiseaux (correspondant aux zones D et E de l'estuaire de la Bidassoa dans la cartographie de Garmendia *et al.*, 2013).

Année	Superficie (ha)	GPS utilisé	Source
2007	1,27	GPS à main (WAAS)	Lissardy <i>et al</i> (2007)
2008	1,42	DGPS Trimble	Garmendia (comm.pers)
2012	1,57	DGPS Trimble	Garmendia (comm.pers)
2013	1,37	DGPS Trimble	Sanchez <i>et al</i> (2014)

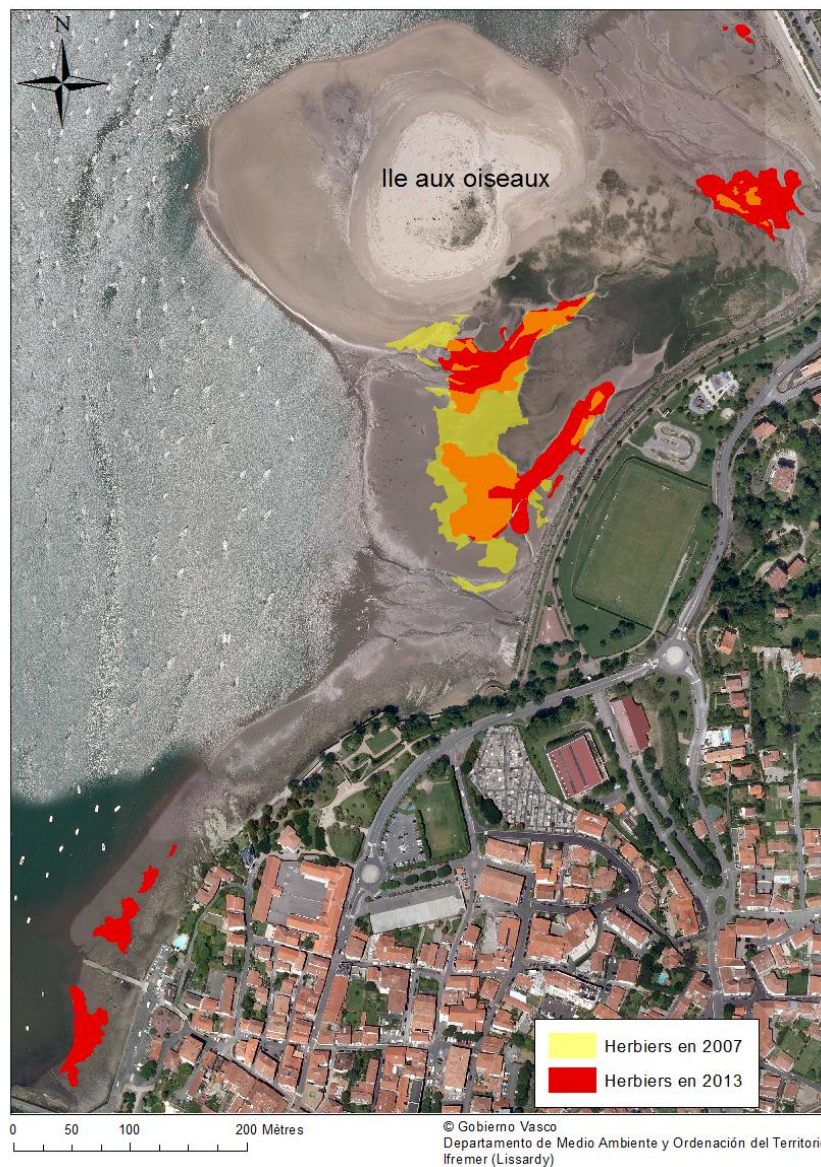


Figure 6 : Évolution de l'herbier entre 2007 et 2013 au niveau de l'Île aux Oiseaux. En jaune, l'extension de l'herbier en 2007, en rouge l'extension de 2013 et en orange le chevauchement des 2 cartographies.

3. Suivi stationnel

3.1. Protocole

3.1.1. Station et date de prélèvement

Pour le suivi stationnel, la station d'échantillonnage se situe sur une zone homogène représentative de l'herbier localisée à 43,3929 N et à -1,773 W (WGS 84 degré décimal). La majeure partie de l'herbier est caractérisée par un taux de recouvrement correspondant à des herbiers discontinus, présentant une alternance de taches couvertes et de zones de substrat nu avec une couverture comprise entre 25 et 75 % selon la classification retenue par Alloncle *et al.* (2005) (Lissardy *et al.*, 2007).

La station est constituée d'une grille qui compte 30 points d'échantillonnage (Figure 7), situés à l'intersection de 6 colonnes et de 5 lignes (Auby *et al.*, 2014). Les coordonnées géographiques des points sont codifiées par un code lettre-chiffre et saisies dans le GPS. Pour les herbiers à petite taille, comme celui de Txingudi, la taille de la maille a été réduite à 5 m de côté (au lieu de 10 m prévu initialement) et en adaptant la forme du rectangle à celle de l'herbier. Pour les herbiers plus grands, la grille rectangle est de 100 x 80 m avec une taille de la maille de 20 m de côté.

L'échantillonnage a été réalisé le 19/09/2013 à basse mer (10h58) par coefficient de marée de 101.



Figure 7 : Localisation de la station « Zostères » en baie de Txingudi.

3.1.2. Prélèvements et analyse du sédiment

Le sédiment a fait l'objet de deux types d'analyses (granulométrie et teneur en matière organique), selon les protocoles rapportés ci-dessous. Les analyses du sédiment de 2013 ont été réalisées par l'UMR Littoral ENvironnement et Sociétés (LIENSs) de l'Université de la Rochelle (Sauriau et Aubert, 2013).

Granulométrie

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier PVC à main
Dimensions échantillon	9 cm - 5 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons (stockage dans sachet plastique)
Retour terrain	Congélation - 20 °C
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 - Médiane obtenue par la procédure GRADISTAT développée par Blott et Pye (2001)

Matière organique

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier PVC à main
Dimensions échantillon	3 cm de diamètre - 5 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	9 échantillons (stockage dans sachet plastique)
Retour terrain	Congélation -20°C
Analyse	Perte au feu (4h - 450°C)

3.1.3. Prélèvements et analyse des macroalgues

Les macroalgues sont échantillonnées selon le protocole suivant :

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Observation directe sur le terrain et photographie verticale d'un cadre posé sur chaque point de la grille. Prélèvement des macroalgues, en collectant l'ensemble des algues ou en distinguant algues vertes, algues brunes et algues rouges. Dans les cas où les macroalgues sont très abondantes et réparties de façon homogène sur l'herbier, on effectue les prélèvements seulement sur un cadrat sur 3. On indique alors, sur la feuille terrain : prélèvement de macroalgues ou non.
Dimensions échantillon	0,50 m * 0,50 m = 0,25 m ²
Nombre d'échantillons	30 échantillons (stockage dans sachet plastique)
Retour terrain	Congélation -20°C
Analyse	Biomasse par phylum (poids sec : 48h - 60°C)

3.1.4. Prélèvements et analyse des zostères

La métrique « densité des herbiers » s'appuie sur la mesure du taux de recouvrement selon le protocole suivant :

Estimation du recouvrement : *Zostera noltei*

Méthode	
Mode d'acquisition de données	Observation directe sur le terrain et photographie verticale d'un cadre posé sur chaque point de la grille 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

3.2. Autres paramètres

Lorsque ces données sont disponibles, le nombre et la localisation des oiseaux herbivores, consommateurs de *Zostera noltei* sont des informations renseignées.

3.3. Résultats

3.3.1. Le sédiment

En 2013, les sédiments sont composés à 85 % de sables et à 14 % de vases avec une faible proportion de gravier (0,3 %) (Annexe 1). La distribution en taille est unimodale avec une médiane granulométrique à 160 μm (Tableau 3 et figure 8). En 2012, la médiane était de 130 μm . La proportion de sable était plus importante de 2007 à 2009 (Figure 8).

Tableau 3 : Variables sédimentaires pour les sédiments de la station « Txingudi » en 2013
(source : Sauriau et Aubert, 2013)

Sédiment	2013	
Txingudi	Moyenne	N
Taux de pélites < 63 μm (%)	14,4	1
Taux de sables 63 μm à 2 mm (%)	85,3	1
Taux de graviers > 2 mm (%)	0,3	1
Mode (μm)	180	1
D10 (μm)	26,1	1
D50 ou médiane (μm)	160,5	1
D90 (μm)	261,8	1

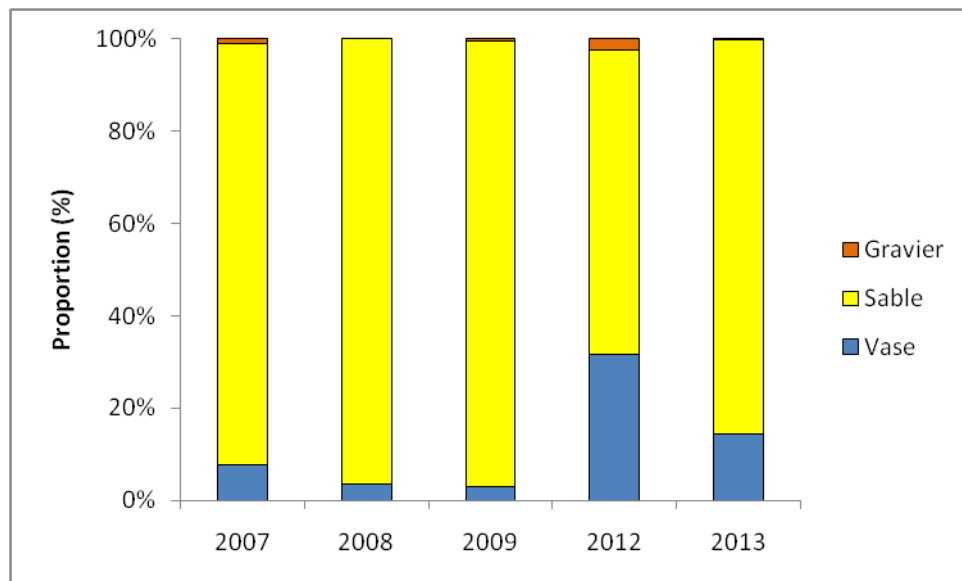


Figure 8 : Comparaison de l'analyse granulométrique du sédiment entre 2007 et 2013.

La teneur en matière organique reste faible avec des valeurs moyennes comprises entre 1,1 et 2,2 % selon les années. (Tableau 4).

Tableau 4 : Teneur en matière organique (%).

Teneur en matière organique (%)	
2007	1,23 (0,15)
2008	1,37 (0,26)
2009	1,14 (0,28)
2012	1,67 (1,12)
2013	2,19 (1,35)

3.3.2. Les macroalgues

Sur la grille échantillonnée sur cet herbier, aucune macroalgue n'a été observée, comme les années passées.

3.3.3. Les zostères

Sur cette station, aucun pied de la forme parvozostéride¹ de *Zostera marina* n'a été observé. Cette espèce est considérée comme disparue au pays basque (Aizpuru et Tamaio, 2010).

L'herbier se présente toujours sous la forme d'un tapis clairsemé avec une surface végétalisée estimée à 100 % (nombre de quadrats avec présence de zostère / nombre total de quadrats *100 ; avant 2012, la surface végétalisée était estimée visuellement sur une surface de 100 m x 100 m).

Le recouvrement moyen dans la zone végétalisée est estimé à 22 % (Annexe 2) avec des classes de recouvrement comprises entre [1-25] et [26-50] % (Figure 9). En 2012, le recouvrement moyen était estimé à 52 %.

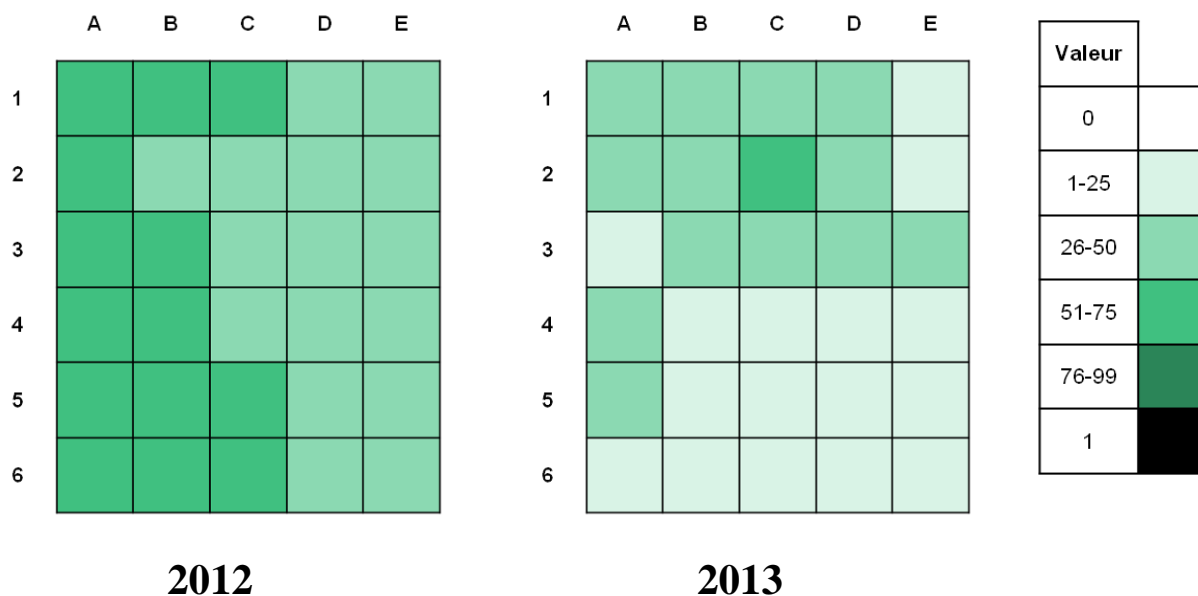


Figure 9 : Taux de recouvrement des zostères sur les 30 points de la station Txingudi en 2012 et 2013.

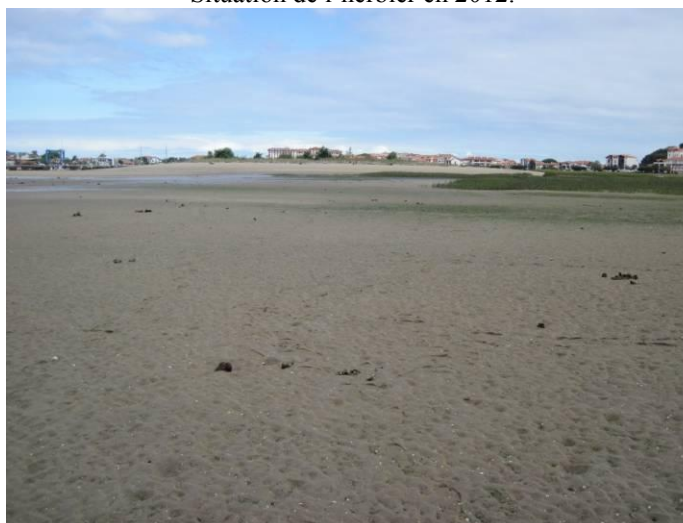
¹ Chez *Zostera marina*, on distingue deux formes : une forme de petites dimensions (longueur et largeur des limbes) dans l'étage intertidal, dite « parvozostéride », et une forme de plus grandes dimensions, dite « magnozostéride » dans l'étage infralittoral.



Situation de l'herbier en 2009.



Situation de l'herbier en 2012.



Situation de l'herbier en 2013.

4. Calcul de l'indicateur « angiospermes » sur la masse d'eau FRFT8 Bidassoa

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

- ✓ la composition taxinomique ;
- ✓ l'extension ;
- ✓ la densité.

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

4.1. Composition taxinomique

Pour la métrique « taxinomie », le calcul d'EQR est réalisé selon la grille présentée dans le tableau 5.

Tableau 5 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'Ecological Quality Ratio (EQR) pour la métrique « composition taxinomique ».

Perturbation	Changement de la composition taxinomique par rapport aux conditions de référence	EQR
Amélioration ou pas de modification visible	Espèces apparues ou aucune espèce disparue	1
Altérations modérées	Disparition de <i>Zostera marina</i>	0,7
Altérations majeures	Disparition de <i>Zostera noltei</i>	0,5
Altérations sévères	Perte des deux espèces	0

Dans cette masse d'eau, la disparition de *Zostera marina* entre 1913 et la période actuelle a été observée (Aizpuru et Tamaio, 2010). Seule *Zostera noltei* est actuellement présente.

☞ **Altération modérée EQR = 0,7**

4.2. Extension

Le calcul d'EQR pour la métrique « extension » est réalisé sur la base de la grille du tableau 6.

Tableau 6 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'EQR pour la métrique « extension ».

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

Les données relatives à l'extension de l'herbier sont présentées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Évolution de l'extension de l'herbier *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa, localisé sur la vasière de Beltzenia dans la Baie de Txingudi, au niveau de l'Île aux Oiseaux (n'inclut pas l'herbier du Port de Caneta à Hendaye).

Année	Superficie de l'herbier (ha)	Source
1913	-	Gredilla A.F., 1913
1976	8,7	Bachelet G., Labourg P.J., 1983
1978	3,5	Bachelet G., Labourg P.J., 1983
1980	2,2	Bachelet G., Labourg P.J., 1983
2007	1,27	Lissardy et al., 2007
2008	1,42	Garmendia (comm.pers)
2012	1,57	Garmendia (comm.pers)
2013	1,37	Présente étude

En théorie, l'EQR est calculé par rapport à la meilleure situation connue, c'est-à-dire l'année 1976 avec une superficie de 8,7 ha. Si l'on prend 1976 comme année de référence, la superficie de l'herbier a régressé de 84 % ; l'EQR serait alors estimé à 0,13 (Altération sévère). Les différents aménagements opérés entre 1973 et 1980 dans la baie (dragages, construction du port, édification de l'Île aux Oiseaux, cf § 1.2) témoignent d'une forte modification de la masse d'eau. On peut donc considérer que la situation initiale de l'herbier ne pourra jamais être atteinte et qu'il semble plus juste de prendre comme année de référence l'année 1980. La régression de l'herbier serait alors de 38 %, soit un EQR de 0,42.

☞ **Altérations majeures, EQR = 0,42**

4.3. Densité

Pour la métrique « densité », la grille du tableau 8 est utilisée.

Tableau 8 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'EQR pour la métrique « densité ».

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

Tableau 9 : Évolution temporelle des paramètres démographiques de l'herbier.

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	50	31,46 (2,63)	48*	24
2008	50	60,34 (10,04)	93*	46,5
2009	50	46,88 (4,13)	72*	36
2012	100		52	52
2013	100		22	22

* Calculé en utilisant la relation Biomasse épigée vs Recouvrement établie par Auby *et al.* (2012) : Biom. Épi = 0,6508 x recouvrement (%)

** Avant 2012, la surface végétalisée était estimée visuellement sur une surface d'environ 100 m x 100 m autour de la station. A partir de 2012, ce paramètre est calculé de la façon suivante : (nb de quadrats avec présence de zostères / nb total de quadrats) x 100

*** Le recouvrement moyen sur toute la station est calculé de la façon suivante : surface végétalisée x recouvrement moyen dans les zones végétalisées.

La meilleure situation observée est 2012 avec un recouvrement de 52 % sur toute la station. En 2013, le recouvrement moyen sur toute la station est estimé à 22 %, soit une perte de 58 % (Tableau 9).

☞ Altérations sévères, EQR = 0,26

L'indicateur angiosperme

L'EQR de l'indicateur « angiosperme » est calculé en moyennant les EQR des 3 métriques retenues. Le classement de la masse d'eau pour cet indicateur est calculé à partir des équivalences définies dans le tableau 10.

Tableau 10 : Grille de classement pour l'élément de qualité « angiospermes ».

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

Pour la masse d'eau FRFT8 Bidassoa, en 2013, l'indicateur « angiosperme » indique un état moyen (Tableau 11).

Tableau 11 : Résultats pour l'élément de qualité « angiospermes » en 2012 dans la masse d'eau FRFT8 Bidassoa.

	Indices			Indicateur
	Composition	Extension	Densité	Angiosperme
EQR	0,7	0,42	0,26	0,46
État	Bon état	État moyen	État médiocre	État moyen

4.4. Les oiseaux présents sur le site de Txingudi

La baie est un site important de halte migratoire et d'hivernage pour de nombreux oiseaux d'eau (LPO, 2004). Les oiseaux marins viennent s'abriter également dans la baie (goélands, mouettes, cormorans...). Les tempêtes occasionnelles en automne poussent les oiseaux à trouver refuge dans la baie (sternes, aigrettes, bernaches cravants, spatules blanches etc (www.abbadia.fr). En arrivant sur le lieu, plusieurs espèces d'oiseaux étaient présents sur le site, mais pas sur l'herbier – canards colverts, mouettes rieuses, aigrettes.

Les espèces qui se nourrissent de zostères sont principalement les bernaches cravant (*Branta bernicla bernicla*), les cygnes tuberculés (*Cygnus olor*), les canards siffleurs (*Anas penelope*) ou encore les foulques macroules (*Fulica atra*), les cygnes noirs (*Cygnus atratus*) et les oies cendrées (*Anser anser*). Toutes ces espèces sont recensées sur les herbiers du bassin d'Arcachon, du golfe du Morbihan ou des pertuis charentais (Auby *et al.*, 2013 ; Sauriau *et al.*, 2012 ; Desmonts, 2007). Ils sont aussi observés dans la baie de Txingudi mais ne font pas l'objet d'inventaires précis.

Discussion et Conclusion

Pour le calcul de l'indicateur « angiospermes », l'EQR pour la métrique « taxinomie » est de 0,7 du fait de la disparition de *Zostera marina* sur le site, imputée à la pollution des estuaires basques (Aizpuru et Tamaio, 2010). Il est mentionné la présence de cette espèce dans un ouvrage botanique de Gredilla datant de 1913. Des contacts ont été pris avec le Muséum d'Histoire Naturelle de Bayonne et le conservatoire botanique national Sud-Atlantique pour savoir si l'espèce était répertoriée dans les collections et il n'y est fait mention nulle part. Elle n'a pas été observée depuis le début des investigations pour la DCE en 2007. Plus au nord, elle est encore présente, au niveau de la côte landaise sur le Lac d'Hossegor et le lac de Vieux-Boucau.

Pour la métrique « Extension », compte tenu d'une forte modification de la masse d'eau par les différents aménagements opérés dans la baie entre 1970 et 1980, il a été fait le choix de fixer comme année de référence, 1980 et non l'année 1976 qui présente la meilleure superficie de l'herbier avec 8,7 ha. Sur cette base, l'EQR calculé est moyen (0,42) classant le niveau de perturbation en « altérations majeures ». Malgré une évolution positive de la taille de l'herbier entre 2007 et 2012, la dernière cartographie réalisée en 2013, montre que l'herbier a régressé de 13 % par rapport à 2012 dans la baie de Txingudi. Le lac d'Hossegor sur la côte landaise abrite également des herbiers à zostères (*Z. marina* et *Z. noltei*). L'extension des herbiers de ces deux espèces a fortement progressé entre 2008 et 2013 (Trut *et al.*, 2014). Le suivi stationnel de ces herbiers montre un maintien des populations avec un classement du lac en « bon état » (Auby *et al.*, 2014).

Enfin, pour la métrique « densité » qui inclut le taux de recouvrement, l'EQR calculé est très faible, en raison d'une forte baisse de la densité observée sur la station par rapport à 2012. Sur la partie sud de la vasière, où se situe la station de suivi, l'herbier a fortement régressé au profit de la spartine. En revanche, plus au nord, de petites tâches intertidales de zostères sont apparues. Ces observations confirment celles réalisées en 2012 par Garmendia *et al.* (2013) sur ce site.

Les 3 métriques de l'indicateur angiosperme conduisent à un classement de la masse d'eau en « état moyen », alors que celle-ci était en « bon état » en 2012 pour ce même indicateur. Les conditions climatiques atypiques de l'année 2013 caractérisées par un printemps particulièrement pluvieux, froid et peu ensoleillé (www.meteofrance.fr), conjuguées à l'ensablement pourraient expliquer cette situation. L'hiver 2013-2014, marqué par des températures douces, a également enregistré de longues périodes pluvieuses qui vont certainement encore impacter l'herbier. Il serait donc souhaitable de faire une prospection avant l'échantillonnage de la station pour visualiser son état et réajuster si besoin, la localisation de la grille en fonction de l'emprise de l'herbier.

Bibliographie

Aizpuru I., Tamaio I., 2010. Lista roja de la Flora Vasculare de la CAPV. Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, 350 p.

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

Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P-G., Hily C., Barille L., 2010. Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14358/>

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 noltii*. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00072/18368/>

Auby I., Trut G., Rigouin L., Oger-Jeanneret H., d'Amico F., Duval M., Gouriou L., Rumède M., Plus M., 2013. Suivi stationnel des herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) de la masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont- Bassin Hydrographique Adour-Garonne 2006-2012. Rapport Ifremer RST/ODE/UL/LER/AR/13-003, 48 p.

Auby I., d'Amico F., Barbier C., Maurer D., Gouriou L., Plus M., Rigouin L., Rumebe M., Tournaire M.P., Trut G., Oger-Jeanneret H., Derrien A., Genauzeau S., Schmitt A., Charpentier G., Seugnet J.L., Grizon J., Geairon P., Guilpain P., Thomas G., Guesdon S., Chabirand J.M., Soudant D., Lamoureux A., Llevot G., Beaugrand P., Michel V., Petrau C., Bariou J., Landier P., Miguel V., 2013. Suivi « hydrologie » et « phytoplancton » des masses d'eau du bassin hydrographique Adour-Garonne en 2007-2012. Rapport RST /LER/AR/13-007, 107 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. <http://dx.doi.org/10.13155/29685>

Auby I., Trut G., Rigouin L., Oger-Jeanneret H., Sanchez F., De Casamajor M.N., Lamouroux M., 2014. Suivi stationnel (2007-2013) de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2013) dans la Masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor. Rapport RST/ODE/UL/LER/AR/14-007, 25 p.

Bachelet G., Labourg P.J., 1983. Compte rendus de missions sur la Baie de Chingoudy en 1976, 1978, 1980, 1982 et 1983. – État de la flore et de la macrofaune benthique. *Surfaces calculées à partir des images géoréférencées à l'aide du module de géoréférencement d'ARCGIS.3 en se calant sur le trait de côte du SHOM.*

Blanchet H., Gouillieux B., Bachelet G., Leconte M., Lavesque N., Villedieu A., Prince F., 2013. Contrôle de surveillance DCE 2012. Échantillonnage DCE des Masses d'Eau Côtières du district hydrographique Adour-Garonne pour le paramètre « faune invertébrée benthique ». Rapport OASU/EPOC/Univ. Bordeaux 1, 46 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.

Benoit-Bonnemason, 2008. Caractérisation physico-chimique des sédiments de la Baie de Txingudi. Rapport de synthèse UT2A/UPPA/Adera, 22 p.

De Casamajor M.N., Lissardy M., 2010. Suivi DCE Macroalgue subtidale sur la masse d'eau « Côte Basque ». Rapport Ifremer R.INT.HGS/LRHA/ANGLET 10-002, 44 p.

De Casamajor M.N., Sanchez F., Lissardy M., 2010. Suivi DCE macroalgue intertidale sur la masse d'eau « côte basque ». Rapport Ifremer R.INT.HGS/LRHA/ANGLET 10-003, 33 p.

De Casamajor M.N., Lissardy M., 2012. Suivi DCE du paramètre macroalgue intertidal. FRFC11 côte basque - Année 2012. Rapport Ifremer R.INT.RBE/HGS/LRHAQ 12-003, 39 p.

De Casamajor M.N., Duval M., Plus M., Lissardy M., 2012. Suivi DCE du paramètre macroalgue subtidale (FRFC11 côte basque année 2011). Rapport Ifremer R.INT.RBE/HGS/LRHAQ 12-002, <http://archimer.ifremer.fr/doc/00083/19412/>

De Casamajor M.N., Popovsky J., Lissardy M., 2014. Suivi DCE du paramètre « macroalgues subtidales » - Masse d'eau FRFC11 côte basque – 2013. Rapport Ifremer RBE\HGS\LRHAQ\14-001, 55 p.

Desmonts D., 2007. Intégration du lien consommateur-ressource dans l'étude de l'influence des activités humaines sur l'hivernage des bernaches cravant dans un écosystème littoral fortement anthropisé, Thèse d'océanologie biologique - Université de Bretagne Occidentale, Brest, 183 p.

Etcheverria B., 1992. Quel devenir pour la baie de Chingoudy ?. Rapport de stage de maîtrise Biologie des organismes, Univ. Bordeaux I, 10 p.

Garmendia, J.M., Valle, M., Borja, Á., Chust, G. y Franco, J., 2013. Cartografía de *Zostera noltii* en la costa vasca: cambios recientes en su distribución (2008-2012). *Revista de Investigación Marina, AZTI-Tecnalia*, 20(1): 1-22.

Gredilla A.F., 1913. Corografía botánica en Carreras y Candi F., *Geografía general del País Vasco-Navarro*. Vol. País Vasco-Navarro, 459-567.

Gorospe Rombouts G., Saiz Elizondo R., Aginagalde M.E., Salaberria R., Sarcia Garcia D., Gortazar Schmidt C., 1992. L'estuaire de la Bidassoa. La baie de Txingudi. 22 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 noltii*. In *REBENT*, (ed. Ifremer), pp. 8. Plouzané: Ifremer.

Lissardy M., De Casamajor M.N., Sanchez F., 2007. Cartographie de l'herbier de *Zostera noltii* dans la baie de Txingudi. Rapport Adera/Cereca, 11 p.

L.P.O Aquitaine, 2004. Mise à jour des inventaires ZICO en Aquitaine. Rapport Ligue pour la Protection des Oiseaux, 25 p.

Sanchez F., Lissardy M., Casamajor (de) M.N., 2010. Points de surveillance DCE en Côte Basque : Masse d'eau FRFT8 Bidassoa – Bilan 2007/2008/2009. Rapport R.INT.DCN/HGS/LRHA 10-001, 31 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 R.INT.DCN/RBE/HGS/LRHA 13-003, 28 p.

Sauriau P.G., Aubert F., Cajeri P., Curti C., Latry L., Leguay D., Pineau Ph., 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 de contrat d'étude Ifremer n°5210890, 41 p.

Sauriau P.G. et Aubert F., 2013. Surveillance DCE 2013 Adour-Garonne : analyses granulométriques des herbiers de *Zostera*. Rapport de contrat LIENSs CNRS 2013 51522096, Université de la Rochelle, 27 p.

Trut G., Rigouin L., Auby I., Ganthy F., Oger-Jeanerret 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 RST/LER/AR/14.006, 32 p.

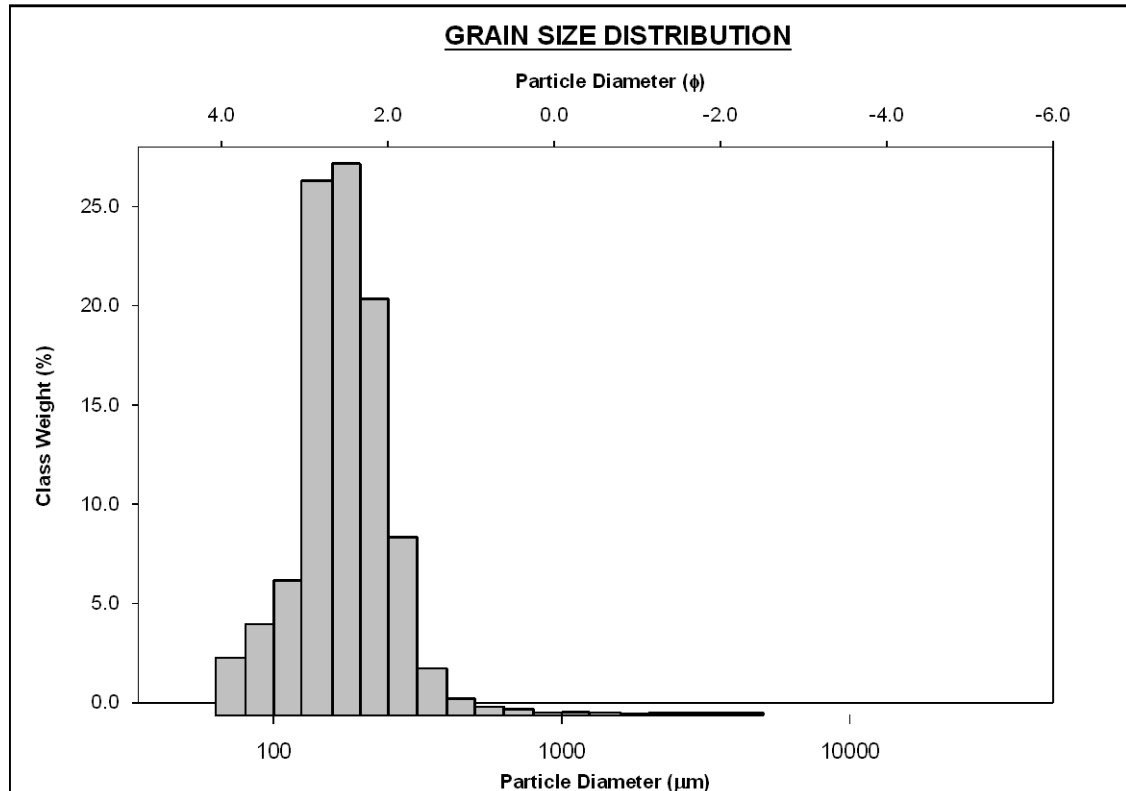
Sites visités

<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-furtur/bilans-climatiques/bilan-2013>

Annexe 1 – Analyses granulométriques 2013

(Source : Sauriau et Aubert, 2013)

SAMPLE STATISTICS						
SAMPLE IDENTITY: Bidassoa			ANALYST & DATE: LIENSs, 2013			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Muddy Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Silty Fine Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	180.0	2.483	GRAVEL: 0.4%	COARSE SAND: 0.7%		
MODE 2:			SAND: 85.3%	MEDIUM SAND: 10.1%		
MODE 3:			MUD: 14.4%	FINE SAND: 62.6%		
D ₁₀ :	26.92	1.933		V FINE SAND: 11.6%		
MEDIAN or D ₅₀ :	160.5	2.639	V COARSE GRAVEL: 0.0%	V COARSE SILT: 2.4%		
D ₉₀ :	261.8	5.215	COARSE GRAVEL: 0.0%	COARSE SILT: 2.4%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	9.726	2.698	MEDIUM GRAVEL: 0.0%	MEDIUM SILT: 2.4%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	234.9	3.282	FINE GRAVEL: 0.1%	FINE SILT: 2.4%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	1.736	1.352	V FINE GRAVEL: 0.3%	V FINE SILT: 2.4%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	88.47	0.796	V COARSE SAND: 0.3%	CLAY: 2.4%		
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN (\bar{x}):	179.3	112.5	3.151	140.6	2.831	Fine Sand
SORTING (σ):	227.7	3.197	1.677	2.238	1.162	Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	12.24	-1.477	1.477	-0.481	0.481	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	192.9	4.420	4.420	2.524	2.524	Very Leptokurtic



Annexe 2

Taux de recouvrement estimé à l'aide du logiciel Image J et médianes correspondantes pour chaque quadrat en 2013.

Points	ImageJ recouvrement %	Classe taux recouvrement en %	Médiane
A1	40	[26-50]	0,375
A2	40	[26-50]	0,375
A3	19	[1-25]	0,125
A4	33	[26-50]	0,375
A5	27	[26-50]	0,375
A6	18	[1-25]	0,125
B1	34	[26-50]	0,375
B2	33	[26-50]	0,375
B3	30	[26-50]	0,375
B4	14	[1-25]	0,125
B5	3	[1-25]	0,125
B6	1	[1-25]	0,125
C1	42	[26-50]	0,375
C2	52	[51-75]	0,625
C3	33	[26-50]	0,375
C4	3	[1-25]	0,125
C5	1	[1-25]	0,125
C6	1	[1-25]	0,125
D1	39	[26-50]	0,375
D2	34	[26-50]	0,375
D3	31	[26-50]	0,375
D4	15	[1-25]	0,125
D5	6	[1-25]	0,125
D6	1	[1-25]	0,125
E1	19	[1-25]	0,125
E2	22	[1-25]	0,125
E3	26	[26-50]	0,375
E4	22	[1-25]	0,125
E5	6	[1-25]	0,125
E6	2	[1-25]	0,125
Moyenne	22 ± 15		