



Direction du Centre de Nantes/Département Océanographie et Dynamique des Écosystèmes

Unité Littoral/LER AR

Sanchez Florence • Lissardy Muriel • de Casamajor Marie-Noëlle

Cellule COHABYS

Aubert Fabien

Mars 2021 - R.ODE/LITTORAL/LER AR 21.002

SUIVI STATIONNEL ET SURFACIQUE DE L'HERBIER A *ZOSTERA NOLTEI* DE LA MASSE D'EAU FRFT08 BIDASSOA - 2020

- BASSIN HYDROGRAPHIQUE ADOUR-GARONNE -



Fiche documentaire

Titre du rapport : Suivi stationnel et surfacique de l'herbier à <i>Zostera noltei</i> de la masse d'eau FRFT08 Bidassoa - 2020 - Bassin Hydrographique Adour-Garonne -	
Référence interne : R.ODE/LITTORAL/LER AR 21.002 Diffusion : ☒ libre (internet) ☐ restreinte (intranet) ☐ interdite (confidentielle)	Date de publication : 29/03/2021 Version : 1.0.0 Référence de l'illustration de couverture Lissardy Muriel/Baie de Txingudi/17-09-2020 Langue(s) : français
Résumé : En 2020, l'herbier de <i>Zostera noltei</i> localisé sur la masse d'eau de transition FRFT08 Bidassoa (Baie de Txingudi, Hendaye – Pyrénées Atlantiques), a fait l'objet d'un suivi « stationnel » (échantillonnage de 30 points) et d'un suivi « surfacique » (cartographie) dans le cadre de la DCE. L'indicateur « angiospermes » établi sur cette masse d'eau est basé sur le suivi de 3 métriques (composition, extension et abondance). En 2020, le calcul de cet indicateur classe la masse d'eau en « Très bon état ». Ce résultat s'explique à la fois par une augmentation importante de la superficie de l'herbier, passée de 1,9 ha en 2018 à 4,5 ha en 2020 et aussi d'un bon taux de recouvrement de l'herbier. Abstract: In 2020, the <i>Zostera noltei</i> seagrass bed monitoring, located on the transitional water body FRFT08 Bidassoa (Txingudi Bay, Hendaye - Pyrénées Atlantiques), was carried out from a grid of 30 sample points ("stationary" monitoring) and from a mapping within the framework of the WFD. The "angiosperms" indicator established on this water body is based on 3 metrics (composition, extent and abundance). In 2020, the calculation of this indicator classifies the water body in "Very good condition". This result is explained both by a significant increase in the seagrass bed surface area, from 1.9 ha in 2018 to 4.5 ha in 2020 and by a good abundance.	
Mots-clés : Directive Cadre sur l'Eau, Herbier <i>Zostera noltei</i>, Côte basque, Baie de Txingudi, Hendaye. Key words: Water Framework Directive, seagrass bed <i>Zostera noltei</i>, Basque coast, Txingudi Bay, Hendaye.	
Comment citer ce document : Sanchez F., Lissardy M., de Casamajor M.N., Aubert F. (2021). Suivi stationnel et surfacique de l'herbier à <i>Zostera noltei</i> de la masse d'eau FRFT08 Bidassoa - 2020 - Bassin Hydrographique Adour-Garonne. Rapport R.ODE/LITTORAL/LER AR 21-002, 26 p.	
Disponibilité des données de la recherche : Quadrigé²	
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 (programme européen, campagne, etc.) :

P305-0008-11 AEAG Benthos

Auteur(s) / adresse mail

**Affiliation / Direction /
Service, laboratoire**

Florence Sanchez / florence.sanchez@ifremer.fr

ODE/LITTORAL/LER AR

Muriel Lissardy / muriel.lissardy@ifremer.fr

ODE/LITTORAL/LER AR

Marie-Noëlle de Casamajor / marie.noelle.de.casamajor@ifremer.fr

ODE/LITTORAL/LER AR

Fabien Aubert / fabien.aubert@univ-lr.fr

Cellule COHABYS/ADERA

Encadrement(s) : Elvire Antajan

Destinataire : Agence de l'eau, Ifremer, public

Validé par : Isabelle Auby et Gilles Trut

Remerciements

Nous remercions nos collègues d'Arcachon pour les mesures de matière organique dans le sédiment, la relecture de ce rapport, et l'aide apportée sur la correction des données GPS pour le suivi surfacique.

Nos remerciements s'adressent également à Eider Graner Urtizberea qui nous a prêté main forte pour l'échantillonnage, ancienne stagiaire à l'OFB à Brest sur la gestion transfrontalière des sites marins du projet Life intégré MarHa.

Merci à Joxe Mikel Garmendia de l'AZTI Tecnalia pour nous avoir permis d'utiliser leurs résultats des cartographies d'emprise des herbiers de zostères naines dans la baie (juillet 2016 et août 2018).

Nous remercions également la mairie d'Hendaye pour l'autorisation accordée à l'accès au site d'échantillonnage dans la baie.

Nos remerciements vont aussi à l'Agence de l'Eau Adour Garonne pour le pilotage administratif et financier de ce suivi.

Sommaire

1	Introduction	1
2	Présentation de la masse d'eau FRFT08 - Bidassoa herbier à <i>Zostera noltei</i>	3
3	Suivi stationnel	7
3.1	Protocole	7
3.1.1	Station et date de prélèvement	7
3.1.2	Prélèvements et analyse du sédiment	9
3.1.3	Prélèvements et analyse des macroalgues	9
3.1.4	Prélèvements et analyse des zostères	10
3.1.5	Autres paramètres	10
3.2	Résultats	10
3.2.1	Le sédiment	10
3.2.2	Les macroalgues	11
3.2.3	Les zostères	11
3.2.4	Les oiseaux présents sur le site de Txingudi	12
4	Calcul de l'indicateur « angiospermes » sur la masse d'eau FRFT08 - Bidassoa	13
4.1	Composition taxinomique	13
4.2	Extension	14
4.3	Abondance	15
4.4	L'indicateur « angiospermes »	16
5	Conclusion	17
6	Bibliographie	19

1 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. Sur la côte basque, les masses d'eau concernées par la DCE sont : FRFT08 - Bidassoa - Type T03, petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité et FRFC11- Côte basque - Type C14, côte rocheuse mésotidale peu profonde à faible turbidité.

Sur le bassin Adour-Garonne, les réseaux de surveillance DCE, définis par le groupe de travail « DCE littoral Adour-Garonne » et piloté par l'Agence de l'Eau Adour Garonne (AEAG), réunit des représentants des universités, de la DREAL Aquitaine, de l'INRAe, du CNRS, de l'Ifremer, et des Services Police de l'Eau Littorale (SPEL). Le contrôle de surveillance a démarré en 2007. Les paramètres suivis 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 biologiques (phytoplancton, herbiers de *Zostera marina* et *Zostera noltei*, macroalgues benthiques en zones intertidale et subtidale, invertébrés benthiques de substrat meuble en zones intertidale et subtidale et poissons dans les eaux de transition).

Pour la masse d'eau de transition FRFT08 Bidassoa, la surveillance concerne les angiospermes (Sanchez *et al.*, 2018), les paramètres hydrologiques et le phytoplancton (Auby *et al.*, 2020), la faune invertébrée benthique (Blanchet *et al.*, 2018) et les contaminants (Gouriou *et al.*, 2018). Le point de surveillance retenu pour évaluer l'état de l'herbier à *Zostera noltei* est localisé dans la baie de Txingudi (Hendaye, Pyrénées Atlantiques) sur le site dit « vasières de Beltzenia ».

L'herbier de Txingudi fait l'objet d'un suivi « stationnel » (suivi d'une station de 30 points) réalisé tous les ans comme dans tous les sites de la façade Manche-Atlantique où les herbiers sont surveillés. Le suivi stationnel, débuté en 2007 utilise le protocole mis en place par Hily *et al.* (2007). Ce protocole a ensuite évolué à deux reprises (Auby *et al.*, 2014 ; Auby *et al.*, 2018). Les métriques à prendre en compte et les règles de calcul de l'indicateur de l'élément de qualité « angiospermes » ont été définies en 2010 (Auby *et al.*, 2010). Cet indicateur est basé sur l'évolution de trois métriques : i) la composition taxinomique, ii) l'extension spatiale de l'herbier et iii) le développement de l'herbier en terme de taux de recouvrement.

L'herbier fait également l'objet d'une cartographie (suivi « surfacique ») réalisée tous les 6 ans (soit une fois par plan de gestion). Le dernier suivi surfacique de l'herbier à Txingudi date de 2013 (Sanchez *et al.*, 2014). En 2020, une nouvelle cartographie a été opérée sur ce site.

Par ailleurs, au pays basque espagnol, l'espèce *Zostera noltei* fait l'objet de travaux de recherche 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). Ces travaux de recherche sont variés : transplantations de plants de *Zostera noltei* pour aider cette espèce à recoloniser certains estuaires basques ; évaluation des facteurs influençant

sa survie et sa croissance (Garmendia *et al.*, 2013 ; Valle *et al.*, 2015) ; impacts de la pêche à pied (piétinement, creusement...) sur l'état des herbiers (Garmendia *et al.*, 2017).

Ce rapport présente les résultats du suivi stationnel et surfacique en 2020 de l'herbier à *Zostera noltei* de la baie de Txingudi pour la masse d'eau FRFT08 - Bidassoa.

2 Présentation de la masse d'eau FRFT08 - Bidassoa herbier à *Zostera noltei*

La zone d'étude se situe dans la baie de Txingudi, à l'embouchure de la Bidassoa, sur la rive droite côté français (Figure 1). La baie a obtenu le statut de « 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). Elle constitue, en effet, un lieu de repos pour de nombreux oiseaux.



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

Depuis quelques années, les herbiers de cette zone font l'objet de cartographies régulières réalisées par l'Ifremer (2007, 2013) et par l'AZTI Tecnalia (2012, 2016, 2018), qui permettent de caractériser finement l'évolution de leur emprise. En 2020, une nouvelle cartographie a été élaborée à partir d'observations réalisées les 17 et 18 septembre (Figure 2) durant les basses mers de vive-eau (coefficients 104 et 112). Les limites d'herbier ont été enregistrées à l'aide d'un DGPS (geoXT©Trimble) par cheminement pédestre sur l'estran. Les levées de terrain ont été par la suite ajustées, en post-traitement, dans un référentiel de balises fixes, afin de réduire la marge d'erreur potentielle et d'obtenir une précision comprise entre 0,30 m et 1 m. Les données sont ensuite représentées à l'aide du logiciel QGIS 3.10.12 (A coruña).

En 2013, les herbiers de zostères naines couvraient une surface de 1,62 ha avec un herbier principal de 1,37 ha au niveau de l'Île aux Oiseaux et un second herbier de 0,25 ha localisé au Port de Caneta.

En juillet 2016, l'herbier principal occupait une superficie de 0,91 ha et le second herbier une surface de 0,23 ha (Garmendia, comm. Pers).

En 2018, la superficie des herbiers s'élevait à 1,93 ha, l'herbier principal s'étendant sur 1,59 ha et le second sur 0,34 ha au port de Caneta (Garmendia, comm. Pers).

En 2020, l'herbier s'est considérablement étendu, surtout dans la partie Nord-Est de l'Île aux Oiseaux. Il totalise une superficie de 4,5 ha avec un herbier principal de 4,25 ha au niveau de l'Île aux Oiseaux et un second de 0,29 ha à Caneta (Figures 2, 3, 4 et tableau 1).



Figure 2 : Cartographie de l'herbier réalisée à partir des levés terrain des 17 et 18 septembre 2020. Les différents secteurs de l'herbier (1 à 6) sont photographiés ci-dessous.

Tableau 1 : Superficie des différents secteurs de l'herbier en 2020.

	1	2	3	4	5	6
Superficie Ha	0,73	1,78	1,61	0,09	0,04	0,29

1



2



3



4



5



6



Figure 3 : Photographies des différents secteurs de l'herbier. Leur localisation est visualisée par leur numéro sur la carte de la figure 2 (crédit photos : M.N. de Casamajor, F. Sanchez/Ifremer).

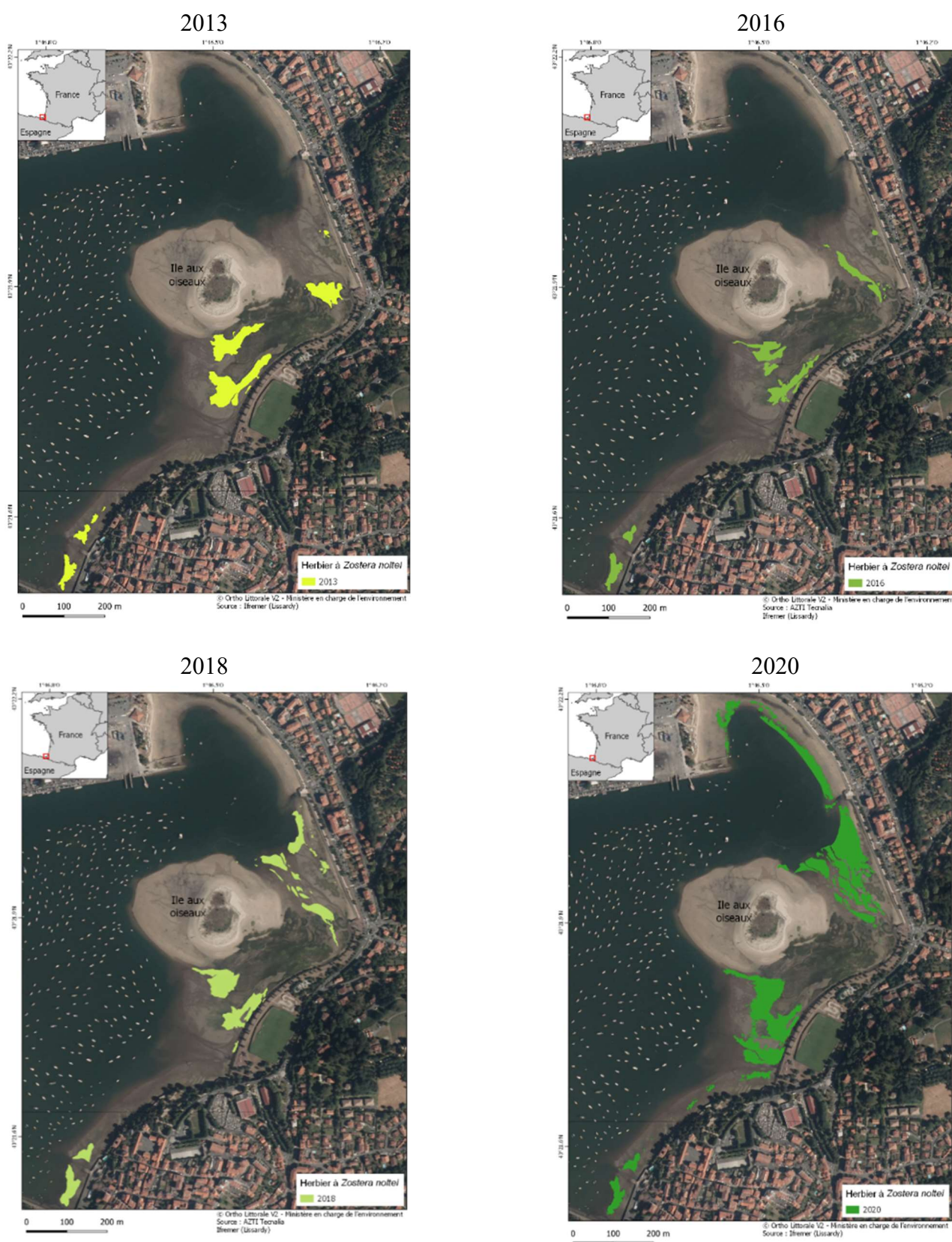


Figure 4 : Évolution de l'emprise des herbiers de zostères naines dans la baie de Txingudi : 2013 et 2020 (Ifremer) ; 2016 et 2018 (AZTI Tecnalia).

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 43,3629° N et -1,773° W (WGS 84 degré décimal) (Figure 5). Le taux de recouvrement observé correspond à un herbier discontinu, présentant une alternance de taches couvertes et de zones de substrat nu (Lissardy *et al.*, 2007).

La station est constituée d'une grille qui compte 30 points d'échantillonnage (Figure 6), situés à l'intersection de 6 colonnes et de 5 lignes (Auby *et al.*, 2018). Les points sont codifiés par un ensemble de lettre-chiffre et leurs coordonnées géographiques sont saisies dans le GPS. Pour les herbiers de 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 (grille rectangle de 20 x 25 m). En 2020, le positionnement de la grille est le même que celui de 2019 et de 2018. L'échantillonnage a été réalisé le 17 septembre 2020 au moment de la basse mer (BM à 11h06) par coefficient de marée de 104. Les relevés ont été effectués à l'aide d'un GPS à main Garmin Montana 680t, configuré en WGS84 (degré minute décimal). Compte tenu de la précision du GPS (2-3 m) et de l'espacement entre chaque point de la grille (5 m), il a été fait le choix de matérialiser la grille avec une corde pour se positionner au plus juste sur les points (Figure 5).



Figure 5 : Matérialisation de la grille à l'aide d'une corde posée sur le sol – crédit photo : M.N. de Casamajor/Ifremer.



Figure 6 : Localisation de la grille de points sur la station en baie de Txingudi en 2020 (M. Lissardy/Ifremer).

3.1.2 Prélèvements et analyse du sédiment

Le sédiment est échantillonné et analysé selon les protocoles rapportés ci-dessous (Auby et al., 2018).

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 63 µm) - 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 et analysées 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.
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

Estimation du recouvrement de *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



Prise de vue à l'aide d'un quadrat et d'un appareil photo.

3.1.5 Autres paramètres

Lorsque des observations sont possibles, le nombre et la localisation des oiseaux herbivores consommateurs de *Zostera noltei* sont des informations à renseigner.

3.2 Résultats

3.2.1 Le sédiment

En 2020, les sédiments sont composés à 85 % de sables (majoritairement des sables fins) et 15 % de vases (Annexe 1). La distribution en taille est unimodale avec une médiane granulométrique à 172 µm et un mode à 225 µm (Tableau 2 et figure 7). En comparaison avec les échantillons des autres années, l'année 2012 est marquée par un pourcentage de vase plus important (32 %) alors que depuis 2015, il oscille entre 10 et 22 % (Figure 7).

Tableau 2 : Analyse granulométrique de la station « Txingudi » en 2020.

Sédiment	2020
Txingudi	Moyenne
Taux de pélites < 63 µm (%)	15
Taux de sables 63 µm à 2 mm (%)	85
Taux de graviers > 2 mm (%)	0
D10 (µm)	23,5
D50 ou médiane (µm)	171,9
D90 (µm)	295,7
Mode (µm)	225

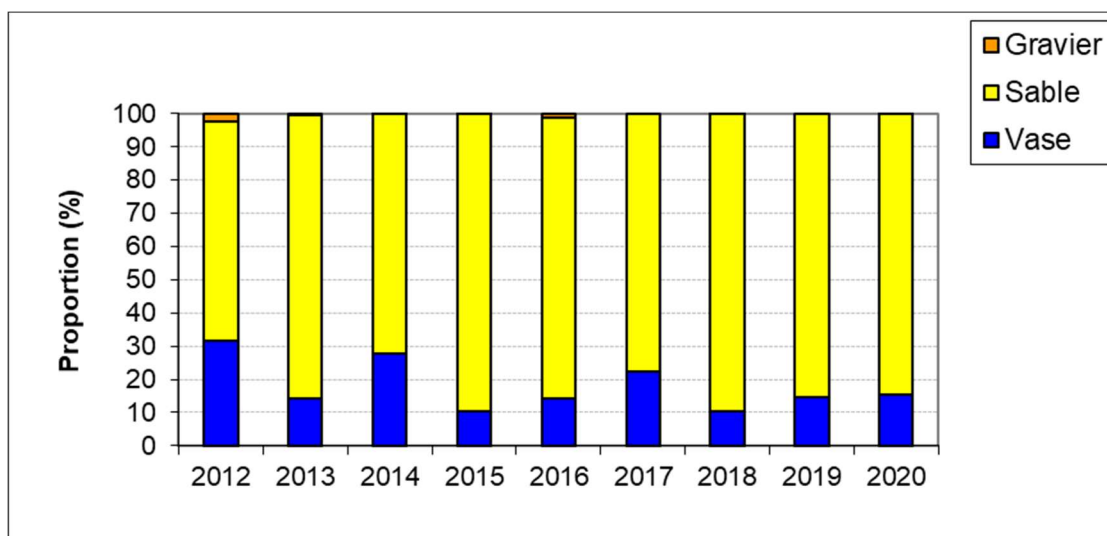


Figure 7 : Analyse granulométrique du sédiment entre 2012 et 2020.

En 2020, le taux de matière organique moyen est de 2,9 % (Tableau 3), avec des valeurs comprises entre 1,9 et 4,3 % selon les points de prélèvement.

Tableau 3 : Teneurs en matière organique (%) et écarts type.

2012	1,67 (1,12)
2013	2,19 (1,35)
2014	3,21 (1,21)
2015	2,84 (0,76)
2016	2,18 (0,99)
2017	2,62 (0,96)
2018	1,77 (0,66)
2019	1,96 (0,58)
2020	2,87 (0,94)

3.2.2 Les macroalgues

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

3.2.3 Les zostères

L'herbier se présente toujours sous la forme d'un tapis clairsemé avec une surface végétalisée estimée en 2020 à 100 % (nombre de quadrats avec présence de zostères / nombre total de quadrats * 100).

En 2020, le recouvrement moyen sur la station est estimé à 60 % $\pm$ 4 % (Annexe 2) avec des classes de recouvrement majoritairement comprises dans la classe [51-75] % (Figure 8). En 2019, le recouvrement moyen sur la station était estimé à 61 % (Annexe 3).

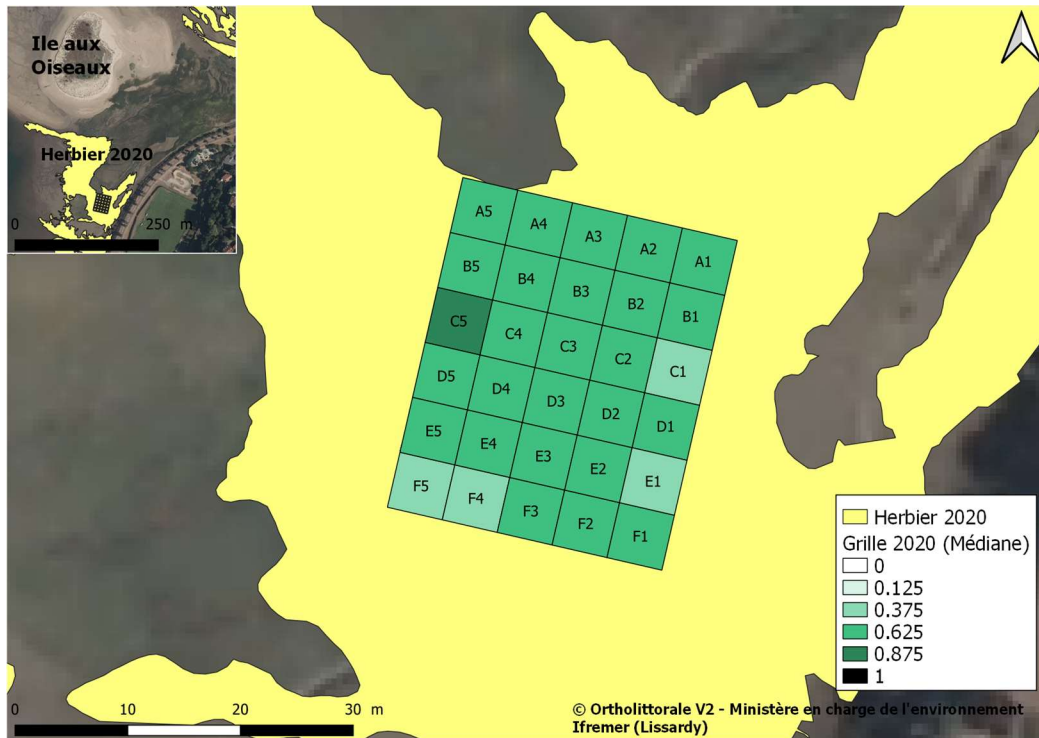


Figure 8 : Taux de recouvrement (médiane) des zostères sur les 30 points de la station de Txingudi en 2020.

3.2.4 Les oiseaux présents sur le site de Txingudi

Ce site enclavé est une halte migratoire et d'hivernage pour de nombreux oiseaux d'eau (LPO, 2004). Les oiseaux marins (goélands, mouettes, cormorans...) viennent régulièrement s'abriter dans la baie et les tempêtes occasionnelles d'automne poussent d'autres espèces (sternes, aigrettes, bernaches cravants, spatules blanches etc. (www.abbadia.fr) à y trouver refuge.

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 (Desmonts, 2007 ; Aubert *et al.*, 2018 ; Auby *et al.*, 2020). Ils sont aussi observés dans la baie de Txingudi mais ne font pas l'objet d'inventaires précis (Figure 9).



Figure 9 : Avifaune présente sur l'herbier lors de l'échantillonnage du 17/09/2020 (crédit photos : F. Sanchez/Ifremer).

4 Calcul de l'indicateur « angiospermes » sur la masse d'eau FRFT08 - Bidassoa

Pour le classement des masses d'eau, la DCE prévoit, pour chaque élément de qualité, de définir des conditions de référence qui correspondent au « très bon état ». Ces conditions de référence (qui s'appliquent aux métriques utilisées) sont déterminées pour les herbiers sur la base de données historiques quand elles existent, ou à dire d'expert. Ces conditions de référence correspondent a priori au meilleur état possible des herbiers au cours de la période historique pendant laquelle on dispose d'informations sur leur état (Auby *et al.*, 2018).

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

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

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

4.1 Composition taxinomique

Pour la métrique « composition taxinomique », le calcul d'EQR est réalisé selon la grille présentée dans le tableau 4.

Tableau 4 : 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	État
Amélioration ou pas de modification visible	Espèces apparues ou aucune espèce disparue	1	Très bon
Altérations modérées	Disparition de <i>Zostera marina</i>	0,7	Bon
Altérations majeures	Disparition de <i>Zostera noltei</i>	0,5	Moyen
Altérations sévères	Perte des deux espèces	0	Médiocre/mauvais

Dans cette masse d'eau, la disparition de *Zostera marina* est mentionnée dans Aizpuru et Tamaio (2010). Ces auteurs se basent sur un ouvrage botanique de Gredilla datant de 1913 qui indique sa présence à Fontarabie (commune située en Espagne en face de la baie de Txingudi, Figure 10). 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. Compte tenu des profondes modifications de la zone au fil des années (aménagement du port, développement de l'aéroport de Saint-Sébastien), il est fait le choix de ne pas conserver l'année 1913 comme référence et de considérer que l'espèce n'est pas présente sur Txingudi.

76		COROGRAFÍA BOTÁNICA	
58.	<i>Z. macrostemon</i> Gay. En aguas estancadas y algo saladas; Bilbao (Lge.)		boide de sus glomérulos de frutos. Se halla en las orillas de los rios y lugares pantanosos ó encharcados. Vitoria (Gred.); Algorta, Zumaya (Laz.); Vertiz (Lacoiz.)
13. Familia ZOSTERACEAS			
59.	<i>Posidonia Caulini</i> Koen. En aguas litorales marinas; San Sebastián, Fuenterrabía (Laz.)	75.	<i>Tipha latifolia</i> L. Cast. espadaña ancha, bohordo; vas. <i>espata-iy-a</i> D.T., de <i>espata</i> , espada, <i>iy-a</i> , junco. En los lugares de la precedente: alrededores de Vitoria (Gred. y Mrz.); Algorta, Luchana (Laz.)
60.	<i>Zostera marina</i> L. Cast. setas de mar. Abra de Bilbao y Fuenterrabía (Laz.)		

Figure 10 : Extrait de l'ouvrage de Gredilla (1913) mentionnant la présence de *Zostera marina* à Fontarabie, commune du Guipuzcoa située dans la communauté autonome du Pays basque en Espagne.

👉 Amélioration ou pas de modification visible EQR = 1

4.2 Extension

Le calcul d'EQR pour la métrique « extension » est réalisé sur la base de la grille du tableau 5.

Tableau 5 : 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	État
Amélioration ou pas de modification visible	0 % perte = 1,0 ; 1 % perte = 0,98 ; 2 % perte = 0,96... 10 % perte = 0,80	Très bon
Faibles signes de perturbation	11 % perte = 0,78 ; 12 % perte = 0,76 ; 13 % perte = 0,74... 17 % perte = 0,66	Bon
Altérations modérées	18 % perte = 0,64 ; 22 % perte = 0,58 ; ... 30 % perte = 0,50	Moyen
Altérations majeures	31 % perte = 0,49 ; 32 % perte = 0,48 ; ... 50 % perte = 0,30	Médiocre
Altérations sévères	51 % perte = 0,295 ; 52 % perte = 0,290 ; ... 100 % perte = 0,00	Mauvais

Les données relatives à l'extension de l'herbier sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Évolution de l'extension de l'herbier *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT08 - Bidassoa, localisé sur la vasière de Beltzenia dans la Baie de Txingudi, au niveau de l'Ile aux Oiseaux (n'inclut pas l'herbier du Port de Caneta).

Année	Superficie de l'herbier (ha)	Source
1976	8,7	Bachelet et Labourg, 1983
1978	3,5	Bachelet et Labourg, 1983
1980	2,2	Bachelet et Labourg, 1983
2007	1,27	Lissardy et al., 2007
2008	1,42	Garmendia (comm. pers)
2012	1,57	Garmendia (comm. pers)
2013	1,37	Sanchez et al., 2014
2016	0,91	Garmendia (comm. pers)
2018	1,59	Garmendia (comm. pers)
2020	4,25	Ce rapport

En théorie, l'EQR est calculé par rapport à la plus grande extension connue dans une masse d'eau. Cependant, les différents aménagements opérés entre 1973 et 1980 dans la baie (dragages,

construction du port, création de l'Île aux Oiseaux) ont réduit l'habitat potentiel de cette espèce, si bien qu'il a été fait le choix de prendre 1980 comme année de référence.

La cartographie réalisée cette année montre une progression importante de l'emprise de l'herbier par rapport à 2018 qui passe de 1,59 ha à 4,25 ha (+167 %).

Par rapport à la situation de référence de 1980 où la superficie était de 2,2 ha, l'herbier a fortement progressé, de 93 %. Ce résultat implique donc un EQR égal à 1 correspondant à un très bon état. En conséquence, l'emprise 2020 devient l'emprise maximale de référence pour cette masse d'eau.

Amélioration ou pas de modification visible, EQR = 1

4.3 Abondance

Pour la métrique « abondance », la grille du tableau 7 est utilisée.

Tableau 7 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'EQR pour la métrique « abondance ».

Perturbation	Changement de l'abondance par rapport aux conditions de référence et EQR	État
Amélioration ou pas de modification visible	0 % perte = 1,0 ; 1 % perte = 0,98 ; 2 % perte = 0,96... 10 % perte = 0,80	Très bon
Faibles signes de perturbation	11 % perte = 0,78 ; 12 % perte = 0,76 ; 13 % perte = 0,74... 17 % perte = 0,66	Bon
Altérations modérées	18 % perte = 0,64 ; 22 % perte = 0,58 ; ... 30 % perte = 0,50	Moyen
Altérations majeures	31 % perte = 0,49 ; 32 % perte = 0,48 ; ... 50 % perte = 0,30	Médiocre
Altérations sévères	51 % perte = 0,295 ; 52 % perte = 0,290 ; ... 100 % perte = 0,00	Mauvais

Le pourcentage de recouvrement de l'herbier en 2020 est de 60 %. Par rapport à la meilleure situation connue de l'herbier (recouvrement de 61 % en 2019), on observe donc une légère diminution de l'abondance (- 2 %) vis-à-vis de l'état de référence (Tableau 8), qui permet d'affecter à cet indice un EQR de 0,96.

Tableau 8 : Évolution temporelle des paramètres démographiques de l'herbier.

Année	Surface végétalisée (%)**	Biomasse épigée moyenne dans les zones végétalisées (g PS.m ⁻²)	Recouvrement moyen dans les 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
2014	93		35	33
2015	87		45	39
2016	90		53	48
2017	100		52	52
2018	97		38	36
2019	100		61	61
2020	100		60	60

* Calculé en utilisant la relation Biomasse épigée vs Recouvrement établie par Auby et al. (2018) : $Biom. \acute{e}pi = 0,6508 \times \text{recouvrement} (\%)$.

** Avant 2012, la surface végétalisée était estimée 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 : $(nb \text{ de quadrats avec présence de zostères} / nb \text{ total de quadrats}) \times 100$.

*** Le recouvrement moyen dans les zones végétalisées est calculé en effectuant la moyenne des recouvrements sur les quadrats présentant un recouvrement supérieur à 0 (cf. annexe 2).

**** Avant 2012, le recouvrement moyen sur toute la station était calculé de la façon suivante : $\text{surface végétalisée} \times \text{recouvrement moyen dans les zones végétalisées}$. À partir de 2012, ce recouvrement est calculé directement en moyennant les recouvrements dans les 30 quadrats.

👉 Amélioration ou pas de modification visible EQR = 0,96

4.4 L'indicateur « angiospermes »

L'EQR de l'indicateur « angiospermes » 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 9.

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

Statut écologique	EQR « angiospermes »
Très bon état	0,8-1,0
Bon état	0,65-0,79
État moyen	0,4-0,64
État médiocre	0,2-0,39
Mauvais état	0,0-0,19

Pour la masse d'eau FRFT08 - Bidassoa, en 2020, l'indicateur « angiospermes » indique un EQR de 0,99 qui permet de classer la masse d'eau en « Très bon état » vis-à-vis de cet élément de qualité biologique (Tableau 10).

Tableau 10 : Résultats pour l'élément de qualité « angiospermes » en 2020 dans la masse d'eau FRFT08 - Bidassoa.

	Indices			Indicateur
	Composition	Extension	Abondance	Angiosperme
EQR	1	1	0,96	0,99
État	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon état

5 Conclusion

En 2020, les valeurs atteintes par les 3 métriques de l'indicateur « angiospermes » conduisent à un classement de la masse d'eau en « Très bon état » pour cet élément de qualité biologique. Ces résultats s'expliquent par une forte progression de l'emprise de l'herbier par rapport à 2018 (+ 167 %) ainsi que par rapport à la situation de référence de 1980 (+ 93 %), la superficie de l'herbier atteignant une valeur de 4,25 ha en 2020. Le taux de recouvrement de l'herbier, proxy de l'abondance des zostères, est stable par rapport à 2019 (60 % vs 61 %).

Comme le montrent les résultats rassemblés sur le tableau 11, la variabilité de la valeur atteinte par l'indicateur repose principalement sur celle des abondances (*i.e.* recouvrement), ce qui est le cas dans beaucoup d'herbiers des côtes atlantiques, et de l'extension (*i.e.* superficie). 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 des masses d'eau vis-à-vis de cet indicateur en utilisant, comme c'est le cas pour d'autres paramètres (phytoplancton par exemple) la moyenne des six dernières années.

L'EQR moyen obtenu pour les 6 dernières années de suivi (2015 à 2020) s'élève à 0,77, indiquant un « bon état » de cette masse d'eau vis-à-vis de l'indicateur « angiospermes ».

L'évolution des herbiers s'explique par la combinaison de divers facteurs qu'ils soient naturels (déperissement, aléas météorologiques, modification sédimentaire, hydrologie, hydrodynamique) ...ou anthropiques (piétinement, pêche à pied...ou encore qualité du milieu : charges en nutriments, en contaminants) (Angst *et al.*, 2014 ; Garmendia *et al.*, 2017 ; Cognat *et al.*, 2018). Ces facteurs sont difficilement discriminables d'où les difficultés à expliquer et identifier exactement quels sont les facteurs qui influencent le recouvrement et/ou la superficie de l'herbier dans la masse d'eau FRFT08 Bidassoa entre 2012 et 2020.

Tableau 11 : Évolution des métriques et valeurs EQR de la masse d'eau FRFT08 - Bidassoa.

période	composition	extension	abondance	valeurs EQR
2012	1,00	0,51	1,00	0,84
2013	1,00	0,42	0,26	0,56
2014	1,00	0,42	0,40	0,61
2015	1,00	0,42	0,55	0,66
2016	1,00	0,25	0,84	0,70
2017	1,00	0,25	1,00	0,75
2018	1,00	0,52	0,49	0,67
2019	1,00	0,52	1,00	0,84
2020	1,00	1,00	0,96	0,99
moyenne 2012-2017				0,68
moyenne 2013-2018				0,67
Moyenne 2014-2019				0,70
Moyenne 2015-2020				0,77
état 2012-2016				Bon état
état 2012-2017				Bon état
état 2013-2018				Bon état
état 2014-2019				Bon état
état 2015-2020				Bon état

Une attention particulière doit être portée au cours des prochaines années sur le projet de dragage prévu en 2019-2025 pour approfondir le chenal de navigation de la baie et de son impact éventuel sur l'herbier.

6 Bibliographie

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

Angst B., Philippe M., Urien M., Herry J., Balle-beganton J., Pasco R., Casse M., Bailly D., 2014. Synthèse des connaissances sur les herbiers de zostères en appui à leur gestion dans le golfe du Morbihan. Rapport AMURE et SIAGM, 137 p.

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. 57 p.

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., 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., 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. ODE/UL/LER/AR/18.017. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00471/58250/>

Auby I., Rigouin L., Ganthy F., Trut G., Oger-Jeanneret H., Gouriou L., Devaux L., Gouillieux B., Aubert F., Dalloyau S., Pere C., 2020. Suivi stationnel (2006-2019) des herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) et calcul de l'indicateur DCE « Angiospermes » (2019) dans la masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - Bassin Hydrographique Adour- Garonne. RST/LER/AR/20.060. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00640/75241/>

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., Antajan E., Guesdon S., Chabirand J.M., Morin D., Genauzeau S., Piraud A., Geairon P., Grizon J., Seugnet J.L., Thomas G., Bruneau A., Soudant D., Gautier E., Michel V., Dupin M., 2020. Bassin Adour-Garonne : hydrologie et phytoplancton – Résultats 2015-2019. ODE/LITTORAL/LERAR/20.017. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00653/76529/>

Blanchet H., Gouillieux B., Bujan S., Devaux L., Fouet M., Lucia M., 2018. Contrôle de surveillance 2017. Echantillonnage DCE des Masses d'Eau de Transition du district hydrographique Adour-Garonne pour le paramètre « faune invertébrée benthique ». Rapport de contrat Ifremer n°17/5210701 AST2017-201, Université de Bordeaux-CNRS / UMR 5805 EPOC, 91 p.

Cognat M., Ganthy F., Auby I., Barraquand F., Rigouin L., Sottolichio A., 2018. Environmental factors controlling biomass development of seagrass meadows of *Zostera noltei* after a drastic decline (Arcachon Bay, France). *Journal of Sea Research*, 140: 87–104.

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.

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.

Garmendia J.M., Valle M., Borja A., Chust G., Lee D.J., Rodríguez J.G., Franco J., 2017. Effect of trampling and digging from shellfishing on *Zostera noltei* (Zosteraceae) intertidal seagrass beds. *Scientia Marina*, 81 (1) : 121-128.

Gouriou L., Trut G., Auby I., Rigouin L., Meteigner C., Oger-Jeanneret H., 2018. Valorisation des données de la surveillance chimique DCE dans les masses d'eau du bassin Adour- Garonne (2008 - 2015). Rapport R.INT.DCN/ODE/LITTORAL/LER/AR/18.03, 122 p.

Gredilla A.F., 1913. Geografia general del Pais Vasco-Navarro. Corografia botanica en Carreras y Candi F., Vol. Pais Vasco-Navarro, 459-567.

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.

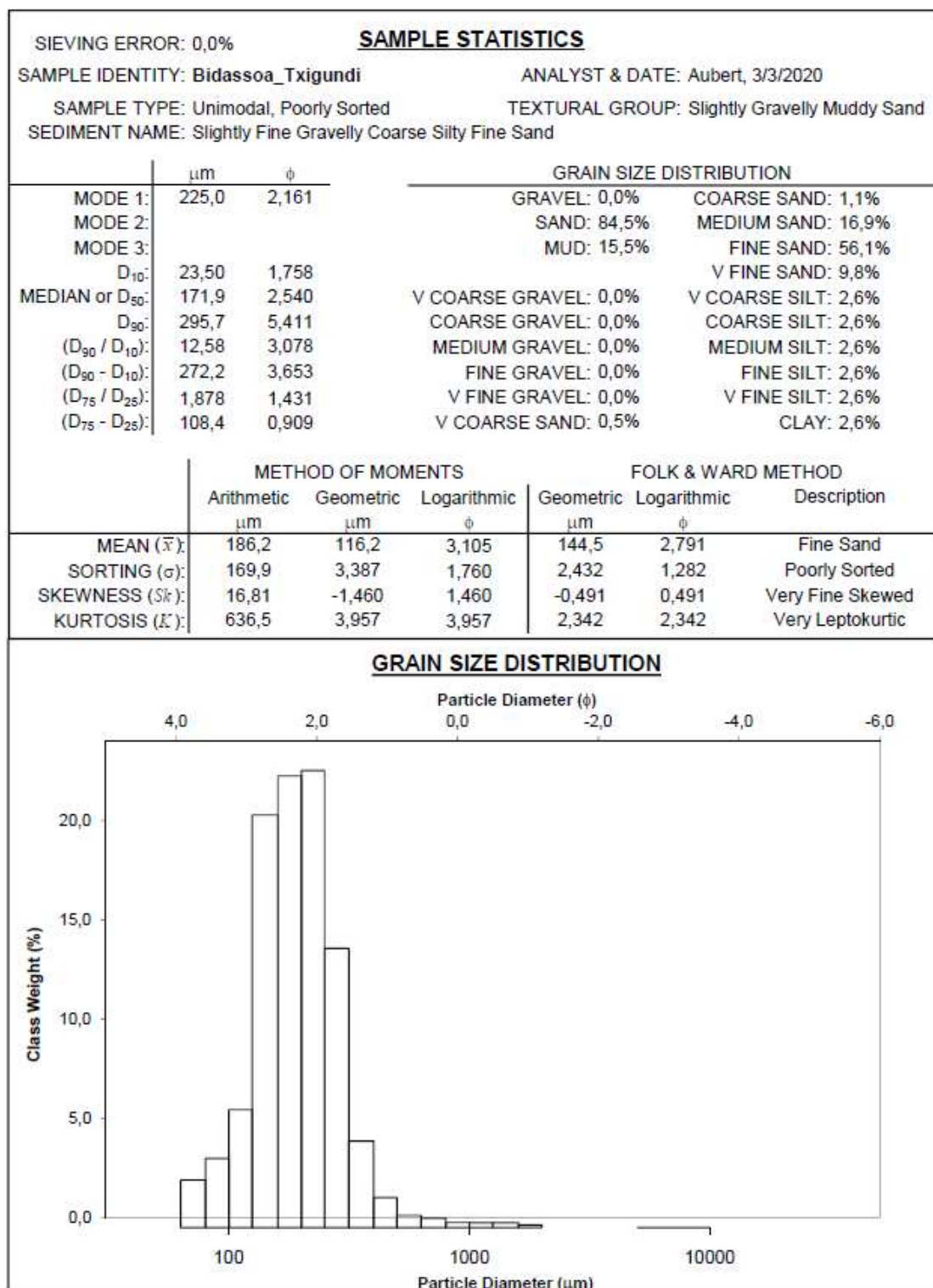
Sanchez F., de Casamajor M.N., Lissardy M., 2014. Suivis stationnel et surfacique de l'herbier à zostères *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa - 2013. Rapport R.INT.DCN/RBE/HGS/LRHA 14-002, 34 p.

Sanchez F., de Casamajor M.N., Lissardy M., 2018. Suivi stationnel de l'herbier à zostères *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa - 2017. Rapport R.ODE/LITTORAL/LER AR 18-005, 23 p.

Trut G., Gouriou L., Auby I., Rigouin L., Barbier C., Oger-Jeanneret H., 2013. Valorisation des données de la surveillance DCE. Synthèse des données du suivi chimique « Biote » (2008 - 2011). Masses d'eau côtières et de transition du bassin Adour-Garonne. RST/LER/AR/13-10, 91 p.

Valle M., Garmendia J. M., Chust G., Franco J., Borja A., 2015. Increasing the chance of a successful restoration of *Zostera noltii* meadows. Aquatic Botany, 127: 12-19.

Annexe 1 - Analyses granulométriques 2020



Annexe 2

Taux de recouvrement validé à l'aide du logiciel Image J et médianes correspondantes pour chaque quadrat en 2020.

Points	Recouvrement estimé %	Classe	Médiane
A1	73%	[51-75]	0,625
A2	70%	[51-75]	0,625
A3	65%	[51-75]	0,625
A4	71%	[51-75]	0,625
A5	62%	[51-75]	0,625
B1	68%	[51-75]	0,625
B2	68%	[51-75]	0,625
B3	57%	[51-75]	0,625
B4	63%	[51-75]	0,625
B5	59%	[51-75]	0,625
C1	50%	[26-50]	0,375
C2	64%	[51-75]	0,625
C3	71%	[51-75]	0,625
C4	61%	[51-75]	0,625
C5	77%	[76-99]	0,875
D1	62%	[51-75]	0,625
D2	56%	[51-75]	0,625
D3	62%	[51-75]	0,625
D4	58%	[51-75]	0,625
D5	69%	[51-75]	0,625
E1	50%	[26-50]	0,375
E2	59%	[51-75]	0,625
E3	51%	[51-75]	0,625
E4	56%	[51-75]	0,625
E5	61%	[51-75]	0,625
F1	58%	[51-75]	0,625
F2	58%	[51-75]	0,625
F3	61%	[51-75]	0,625
F4	48%	[26-50]	0,375
F5	48%	[26-50]	0,375
Moyenne			0,60
Écart-type			0,10
erreur type			0,018
1,96*erreur type			0,04
Borne inférieure			0,56
Borne supérieure			0,64

Annexe 3 – Évolution du recouvrement de l'herbier

Recouvrement de l'herbier en 2014

	A	B	C	D	E	F
1	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.125
2	0.625	0.625	0.125	0.375	0.375	0.125
3	0.625	0.625	0.375	0.125	0.375	0.125
4	0.625	0.375	0.125	0.125	0.375	0.375
5	0.625	0.375	0	0	0.125	0.125

Valeur	
0	
1-25	
26-50	
51-75	
76-99	
1	

Recouvrement de l'herbier en 2015

	A	B	C	D	E	F
1	0.625	0.625	0.375	0	0	0
2	0.625	0.375	0.375	0.125	0	0.375
3	0.625	0.625	0.625	0.125	0.625	0.625
4	0.375	0.625	0.375	0.625	0.375	0.375
5	0.375	0.625	0.375	0.125	0.375	0.375

Valeur	
0	
1-25	
26-50	
51-75	
76-99	
1	

Recouvrement de l'herbier en 2016

	A	B	C	D	E	F
1	0.625	0.625	0.625		0.125	
2	0.625	0.625	0.625	0.375		
3	0.625	0.625	0.625			0.375
4	0.625	0.375	0.625	0.375		0.375
5	0.625	0.625	0.375		0.375	0.375

Valeur	
0	
1-25	
26-50	
51-75	
76-99	
1	

Recouvrement de l'herbier en 2017

	A	B	C	D	E	F
1	0.625	0.625	0.625	0.375	0.375	0.375
2	0.625	0.625	0.625	0.625	0.375	0.625
3	0.625	0.625	0.625	0.375	0.375	0.625
4	0.625	0.625	0.625	0.625	0.375	0.375
5	0.625	0.625	0.375	0.375	0.375	0.375

Valeur	
0	
1-25	
26-50	
51-75	
76-99	
1	

Recouvrement de l'herbier en 2018

	A	B	C	D	E	F
1	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,125
2	0,625	0,625	0,375	0	0,125	0,125
3	0,625	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
4	0,625	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
5	0,375	0,625	0,125	0,375	0,375	0,125

Valeur	
0	
1-25	
26-50	
51-75	
76-99	
1	

Recouvrement de l'herbier en 2019

	A	B	C	D	E	F
1	0,875	0,875	0,875	0,625	0,625	0,375
2	0,875	0,625	0,875	0,625	0,375	0,125
3	0,625	0,625	0,625	0,625	0,375	0,375
4	0,875	0,875	0,625	0,375	0,625	0,375
5	0,375	0,875	0,875	0,625	0,375	0,375

Valeur	
0	
1-25	
26-50	
51-75	
76-99	
1	