

SUIVI STATIONNEL DES HERBIERS À *Zostera noltei*

dans la masse d'eau de transition
FRGT03-Le Trieux (Le Trieux)

-Bassin Loire-Bretagne-

2018



Fiche documentaire

Titre du rapport : Suivi stationnel des herbiers à <i>Zostera noltei</i> dans la masse d'eau de transition FRGT03-Le Trieux (Le Trieux) - 2018	
Référence interne : Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-20-005 Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) – date de levée d'embargo : AAA/MM/JJ <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ	Date de publication : Version : 1.0.0 Référence de l'illustration de couverture LERBN Langue(s) : Français
Résumé / Abstract : Dans le cadre du suivi stationnel des herbiers de <i>Zostera noltei</i> sur les côtes françaises, ce rapport rend compte des résultats obtenus sur l'herbier de l'estuaire du Trieux en 2018, selon les protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) <i>Zostera marina</i> – <i>Zostera noltei</i> (Auby <i>et al.</i> , 2014). As part of the monitoring of <i>Zostera noltei</i> beds on the French coast, this report gives an account of the results obtained in the Trieux estuary in 2018, according to the protocols for eelgrass beds monitoring of the European Water Framework Directive (Auby <i>et al.</i> , 2014).	
Mots-clés / Key words : Directive Cadre sur l'Eau, estuaire du Trieux, état écologique, herbiers, masse d'eau, suivi stationnel, <i>Zostera noltei</i> . Water Framework directive, Trieux estuary, ecological state, eelgrass beds, water body, site monitoring, <i>Zostera noltei</i>	
Comment citer ce document : Lejolviet A. (2020). Suivi stationnel des herbiers à <i>Zostera noltei</i> dans la masse d'eau de transition FRGT03-Le Trieux (Le Trieux). 2018 Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-20-005, 28 pages + annexes	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Lejolviet Aurore / aurore.lejolviet@ifremer.fr	Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN
Collaborateur(s)	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Aulanier Fanny Pallud Marie Rollet Claire	Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN
Validé par : Julien Chev�, responsable du Laboratoire Environnement Ressources Bretagne Nord	

Table des matières

Introduction	8
1 Protocole.....	9
2 Localisation de l’herbier étudié	11
3 Résultats et interprétations.....	13
3.1 Densité de l’herbier.....	13
3.2 Biomasse de macroalgues.....	16
3.3 Granulométrie et teneur en matière organique.....	18
4 Indicateur « angiospermes »	20
4.1 Calcul de l’indicateur.....	20
4.2 Etat écologique de la masse d’eau FRGT03-Le Trieux selon l’indicateur « angiospermes »...	23
Conclusion.....	25
Perspectives	25
Bibliographie.....	26
Annexes.....	27

Liste des illustrations

Figure 1 : Grille d'échantillonnage représentant les 30 points définis pour chaque station DCE.	9
Figure 2: Localisation des herbiers à <i>Zostera noltei</i> dans l'estuaire du Trieux. La flèche rouge indique l'herbier à <i>Z. noltei</i> suivi dans le cadre de la DCE pour la masse d'eau de transition « FRGT03 – Le Trieux »	11
Figure 3 : Positionnement de la grille d'échantillonnage pour le suivi stationnel de l'herbier à <i>Zostera noltei</i>	12
Figure 4 : Quadrat pris lors de la campagne 2014 sur l'herbier du Trieux au point A3.	13
Figure 5 : Traitement avec Image J de la partie intérieure du quadrat LTR-2014-A3 (Figure 4).....	13
Figure 6 : Évolution de la surface végétalisée et des recouvrements moyens de 2012 à 2018	14
Figure 7 : Évolution et répartition du taux de recouvrement des zostères sur la station du Trieux de 2012 à 2018.	15
Figure 8 : Évolution du poids sec moyen (PSmoy) des macroalgues sur l'herbier du Trieux de 2012 à 2018.	16
Figure 9 : Répartition des macroalgues vertes sur l'emprise de la station Le Trieux de 2012 à 2018...	17
Figure 10 : Évolution des proportions des classes granulométriques (selon Wentworth)	18
Figure 11 : Évolution de la teneur en matière organique sur l'herbier du Trieux de 2012 à 2018.....	19
Figure 12 : Évolution de la métrique « composition taxonomique » de 2012 à 2018.....	23
Figure 13 : Évolution de la métrique « abondance » de 2012 à 2018.....	24
Figure 14 : Évolution de l'indicateur « angiospermes » de 2012 à 2018.	24

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classe de taux de recouvrement.....	9
Tableau 2 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'Ecological Quality Ratio (EQR) pour la métrique « composition taxonomique».....	20
Tableau 3 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'Ecological Quality Ratio (EQR) pour la métrique « extension ».....	21
Tableau 4 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'Ecological Quality Ratio (EQR) pour la métrique « abondance ».....	21
Tableau 5 : Grille pour l'indicateur « angiospermes ».....	22

Introduction

Les zostères sont des phanérogames marines se développant dans l'hémisphère nord, sur des sédiments sablo-vaseux des étages intertidal et subtidal supérieur. Elles forment des herbiers plus ou moins denses dont la surface varie de quelques dizaines de m² à plusieurs hectares. De nombreux travaux ont démontré leur intérêt écologique (réservoir de biodiversité, zones de reproduction et de nourricerie). Elles contribuent également, par leur réseau racinaire (rhizomes), à stabiliser le sédiment et limiter l'action de l'érosion (Hily, 2003).

Sur les côtes atlantiques européennes, deux espèces sont recensées :

- La zostère marine (*Zostera marina*) présente des feuilles larges (0,5 à 1 cm) dont la longueur peut atteindre plus d'un mètre. Elle se développe sur les fonds subtidaux peu profonds avec des remontées dans la partie basse de l'estran. Elle peut présenter un écotype à feuille fine, autrefois appelé *Zostera angustifolia*, souvent localisé sur la partie haute des herbiers à *Zostera marina*.
- La zostère naine (*Zostera noltei*) possède des feuilles fines (1 à 2 mm de large) ne dépassant pas les 40 cm de long. Elle vit à des niveaux plus hauts sur l'estran, généralement situés autour des niveaux de mi-marée (Gerla, 2006).

La DCE (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 d'atteindre à l'horizon 2027 un bon état écologique et chimique des masses d'eau souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières et les eaux de transition (Auby *et al.*, 2015).

C'est dans ce contexte qu'a été initié un suivi des herbiers de *Zostera noltei* sur les côtes françaises. Sur le territoire couvert par le Laboratoire Environnement Ressources Bretagne Nord (LER/BN) de la baie du Mont-Saint-Michel à la baie de Lannion, ce suivi porte sur deux herbiers situés dans deux masses d'eau différentes :

- l'herbier de la plage des Haas, à Saint-Jacut-de-la-mer (Côtes d'Armor), suivi depuis 2007 pour la masse d'eau côtière FRGC03-Rance Fresnaye ;
- l'herbier du Ledano, situé dans l'estuaire du Trieux (Côtes d'Armor), en amont du pont de Lézardrieux, suivi depuis 2012 pour la masse d'eau de transition FRGT03-Le Trieux.

Ce rapport rend compte des résultats obtenus sur l'herbier de l'estuaire du Trieux en 2018 selon les protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) *Zostera marina* – *Zostera noltei* (Auby *et al.*, 2014).

1 Protocole

Les campagnes de mesures/prélèvements ont lieu au mois de septembre, à une période où la biomasse est maximale.

L'échantillonnage s'appuie sur une grille de 30 points espacés de 20 mètres les uns des autres (6 colonnes de 5 lignes). Cet ensemble de 30 points constitue une station géographiquement référencée (Figure 1).

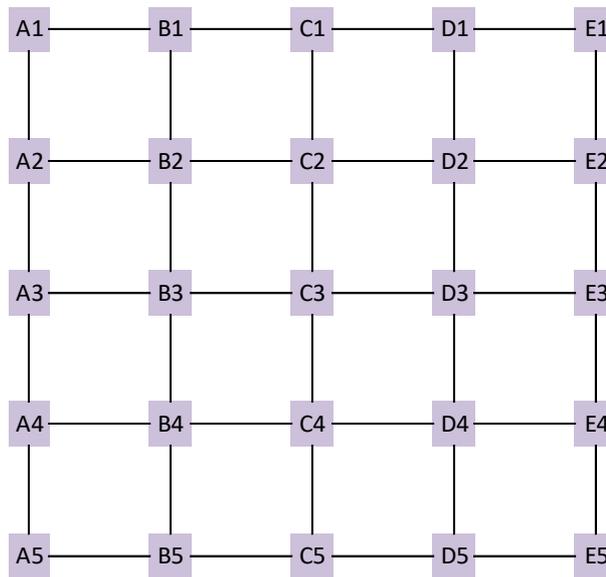


Figure 1 : Grille d'échantillonnage représentant les 30 points définis pour chaque station DCE.

Chaque année, les mêmes paramètres sont étudiés sur chacun des sites suivis sur le littoral Manche-Atlantique.

- **Paramètres biologiques** (densité de l'herbier et biomasse de macroalgues en échouage) :

- La densité de l'herbier est estimée par le taux de recouvrement (Tableau 1). Sur chacun des 30 points de la station, le taux de recouvrement est dans un premier temps estimé sur le terrain à l'intérieur d'un quadrat de 50x50 cm pris en photo. Dans un second temps, il est confirmé/ajusté par photo-interprétation à l'aide du logiciel Image J. La valeur retenue est celle obtenue après analyse d'image. Lorsque le traitement de la photo est impossible, c'est la valeur estimée sur le terrain qui est retenue.

Tableau 1 : Classe de taux de recouvrement.

En %	0	1-25	26-50	51-75	76-99	100
Valeur médiane	0	0,125	0,375	0,625	0,875	1

- La biomasse de macroalgues est calculée à partir de prélèvements réalisés sur chacun des 30 points de la station au sein de toute la surface du quadrat. La biomasse est calculée à partir du poids sec de macroalgues et exprimée par phylum [*Chlorophyta* (algues vertes), *Rhodophyta* (algues rouges) et *Ochrophyta* (algues brunes)]. Le séchage se fait à l'étuve durant 48 h minimum à 60°C.

- **Sédiment** (granulométrie et teneur en matière organique) :

- La granulométrie est estimée à partir de trois carottes (9 cm de diamètre - 5 cm de profondeur) prélevées aléatoirement sur l'emprise de la station puis regroupées pour ne former qu'un échantillon.

La granulométrie est réalisée sur colonne sèche : après tamisage en phase aqueuse de la fraction <63 µm, le reste de l'échantillon est séché 48h à 60°C. Il est ensuite passé sur une colonne de tamis AFNOR allant de 63 µm à 12,5 mm et chaque fraction est pesée à 0,01 g.

- La teneur en matière organique est calculée sur fraction totale à partir de neuf carottes (3 cm de diamètre - 5 cm de profondeur) prélevées sur l'emprise de la station. Chaque échantillon est ensuite séché 48 h à 60°C puis brûlé durant 4 h à 450°C.

2 Localisation de l'herbier étudié

Le Trieux, petit fleuve côtier, prend sa source à Kerpert (Côtes d'Armor). L'estuaire est étroit jusqu'au niveau de Pleudaniel, où il s'élargit brusquement pour former une vaste plaine sédimentaire (1,5 x 2 km), appelée Ledano et colonisée par *Zostera noltei* (Figure 2).

Le Ledano se compose d'un lit mineur, encaissé, et de plateaux latéraux sablo-vaseux, situés de part et d'autre. Celui de la rive droite, plus étendu, supporte la quasi-totalité des herbiers qui couvraient en 2006 une superficie de 23,7 ha et qui se développent sur des substrats plus cohésifs et à des niveaux bathymétriques assez hauts (Gerla, 2006).



Figure 2: Localisation des herbiers à *Zostera noltei* dans l'estuaire du Trieux. La flèche rouge indique l'herbier à *Z. noltei* suivi dans le cadre de la DCE pour la masse d'eau de transition « FRGT03–Le Trieux » (Source : Corbeau et Rollet, 2008).

L'herbier de *Zostera noltei* suivi dans le cadre de la DCE pour la masse d'eau de transition « FRGT03–Le Trieux » se situe sur la rive droite du Ledano, à proximité au sud du pont de Lézardrieux. La grille d'échantillonnage y est positionnée au centre (Figure 3). La station de suivi DCE « Le Trieux » est codée « LTR ».



Figure 3 : Positionnement de la grille d'échantillonnage pour le suivi stationnel de l'herbier à *Zostera noltei* dans l'estuaire du Trieux.

3 Résultats et interprétations

3.1 Densité de l'herbier

Comme mentionné précédemment, la densité de l'herbier est évaluée grâce au taux de recouvrement estimé sur le terrain puis calculé depuis les photos prises sur chaque point de la grille d'échantillonnage à l'aide du logiciel de traitement et d'analyse d'images Image J (Figure 4 et Figure 5).

Il est alors possible de calculer :

- le **pourcentage de quadrats végétalisés sur la station** (nombre de quadrats dont le recouvrement est non nul x 100/30) ;
- le **recouvrement moyen dans les quadrats végétalisés** (moyenne des recouvrements non nuls) ;
- le **recouvrement moyen sur l'ensemble de la station** (moyenne des 30 recouvrements).



Figure 4 : Quadrat pris lors de la campagne 2014 sur l'herbier du Trieux au point A3.

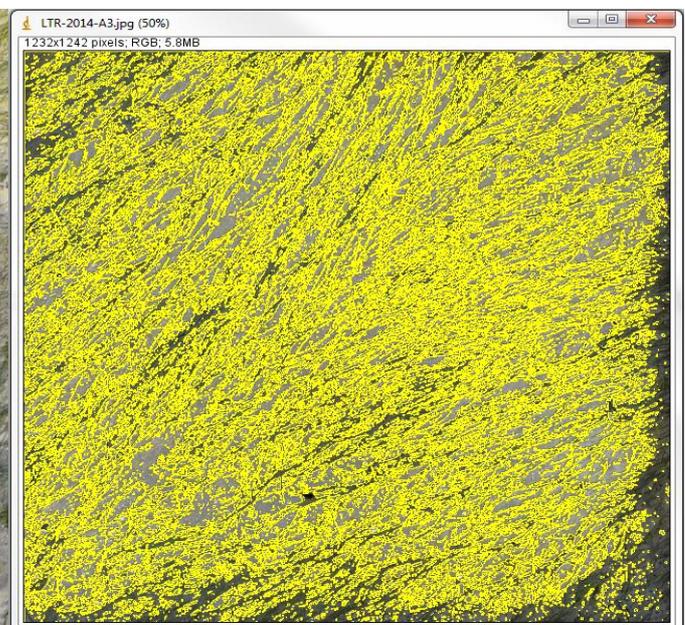


Figure 5 : Traitement avec Image J de la partie intérieure du quadrat LTR-2014-A3 (Figure 4).

Pour exemple, en 2014 pour le point A3 de la station Le Trieux (LTR-2014-A3, Figure 4), sur le terrain, le recouvrement est estimé entre 26 et 50 % soit une valeur médiane de 0,375 (Tableau 1). Le traitement avec Image J, de la partie intérieure du quadrat LTR-2014-A3 (Figure 5) définit un taux de recouvrement à 47%. Cela confirme la classe de recouvrement 0,375 estimé à l'œil nu sur le terrain.

Depuis 2013, où un échouage massif de macroalgues avait affaibli l'herbier, la *Zostera noltei* regagne peu à peu du terrain (cf. % de quadrats végétalisés) avec cependant des densités bien inférieures à celle de 2012 comme le montre la Figure 6.

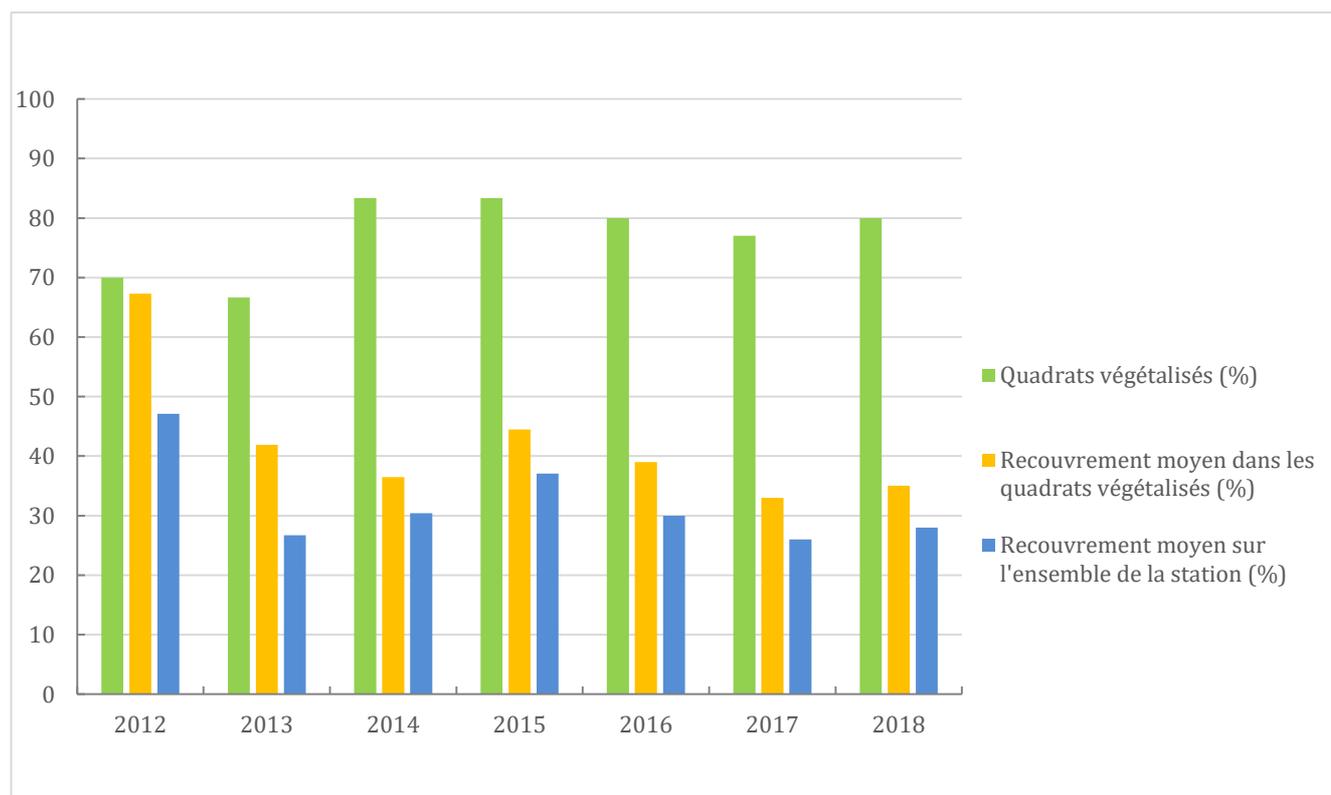
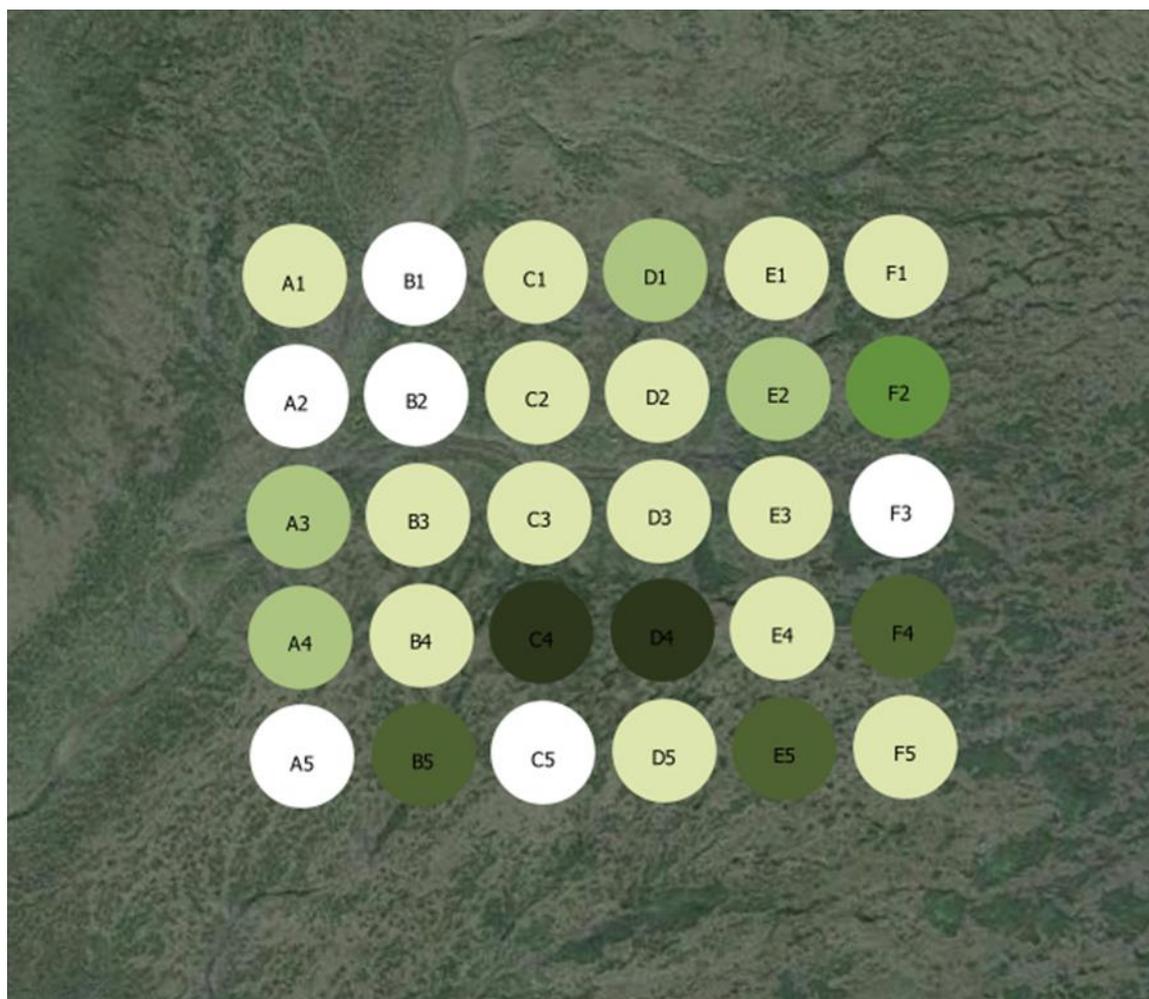


Figure 6 : Évolution de la surface végétalisée et des recouvrements moyens de 2012 à 2018 pour la station de suivi de l'herbier du Trieux.

Bien que l'herbier soit présent sur 80% de la zone étudiée (Figure 7), le taux de recouvrement moyen sur l'ensemble de la station reste faible avec 28% (Figure 6).



Classe de taux de recouvrement (%)		Médiane
0		0
1-25		0,125
26-50		0,375
51-75		0,625
76-99		0,875
100		1

Figure 7 : Évolution et répartition du taux de recouvrement des zostères sur la station du Trieux de 2012 à 2018.

3.2 Biomasse de macroalgues

Les algues vertes en échouage dans le Ledano sont majoritairement présentes à chaque campagne sur ce site avec, en 2018, un poids moyen sec de 71,19 g, contre 0,20 g pour les algues brunes et 0,29 g pour les algues rouges.

Malgré des quantités de macroalgues bien inférieures à celle de 2013 (Figure 8), qui avait particulièrement affaibli l'herbier, les échouages de macroalgues ont un rôle important sur la santé de l'herbier du Trieux de par leur présence sur l'ensemble de la station (Figure 9).

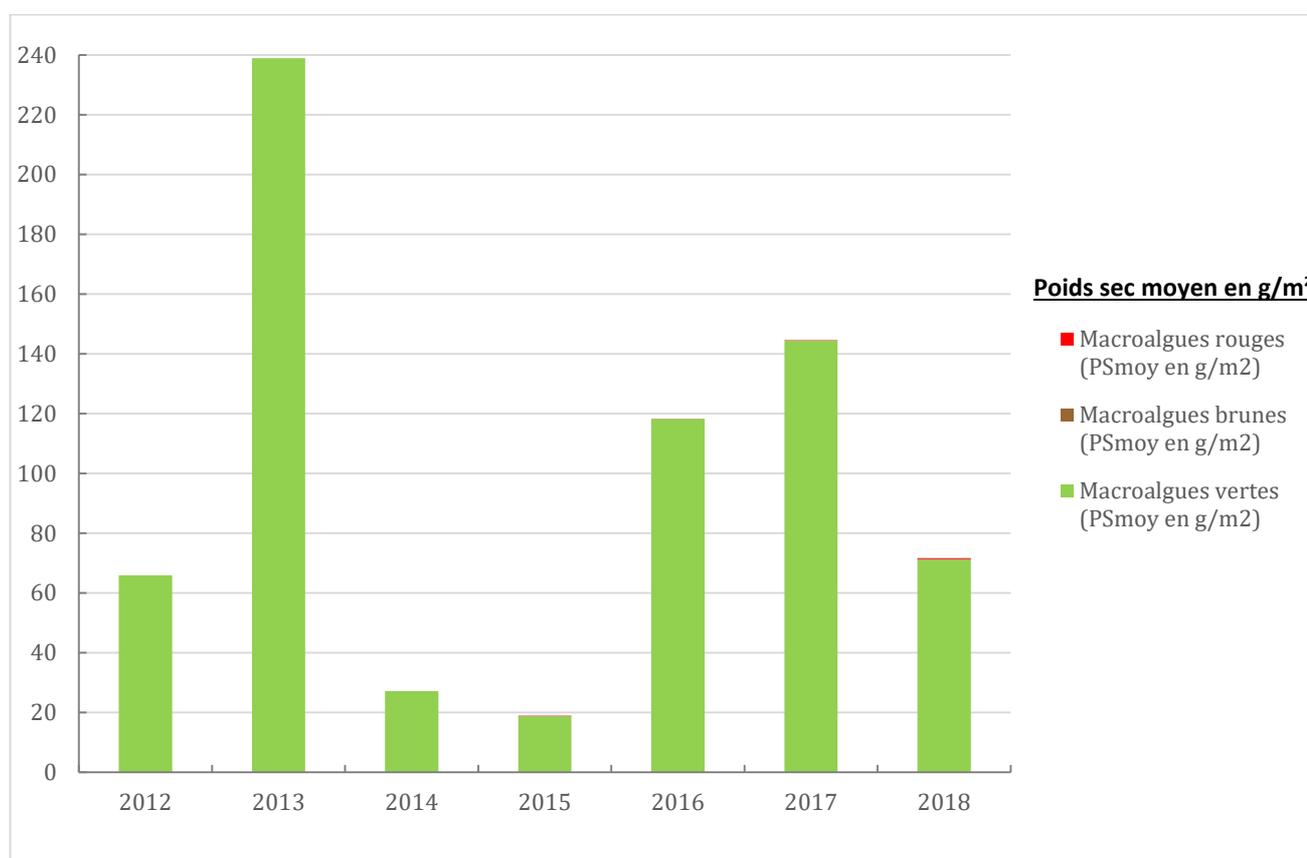


Figure 8 : Évolution du poids sec moyen (PSmoy) des macroalgues sur l'herbier du Trieux de 2012 à 2018.

La Figure 9 représente la répartition des macroalgues vertes en poids sec/m² sur l'emprise de la station suivie.

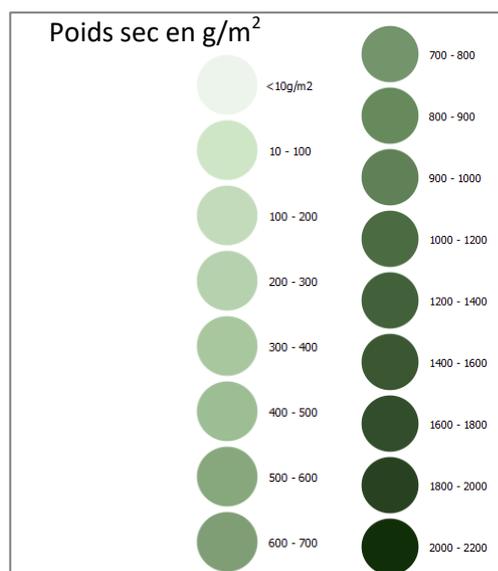
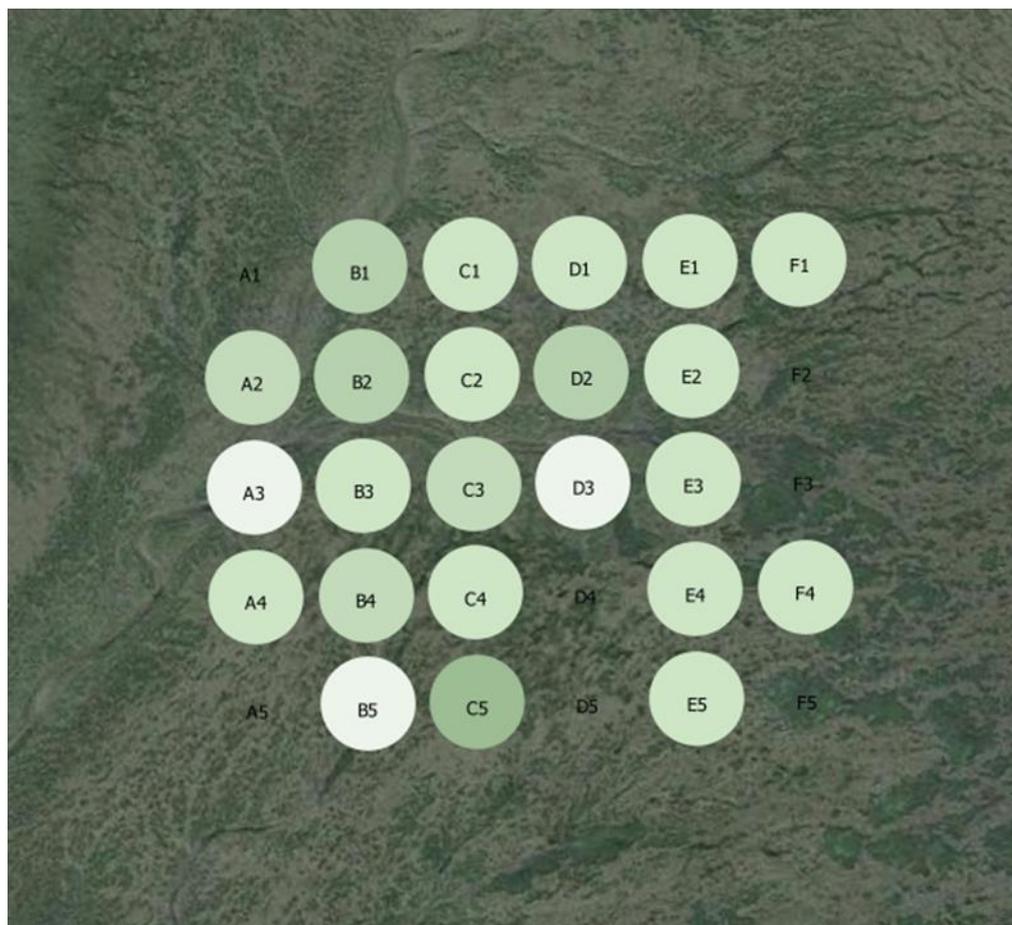


Figure 9 : Répartition des macroalgues vertes sur l'emprise de la station Le Trieux de 2012 à 2018.

3.3 Granulométrie et teneur en matière organique

Les vases, sables très fins et sables fins, qui caractérisent le sédiment où se développe l'herbier du Trieux, représentent 67% de l'échantillonnage de 2018. Nous pouvons cependant observer, depuis 2016, une augmentation de la proportion des sables moyens, grossiers et des graviers (33% en 2018, contre en moyenne 10% avant 2016) (Figure 10).

Comme les précédentes années, l'analyse granulométrique via Gradistat (annexes 1 et 2) montre une distribution des tailles de grain très faiblement triés.

Cela révèle que nous sommes toujours dans une zone où les courants de transport des particules sédimentaires sont faibles et irréguliers.

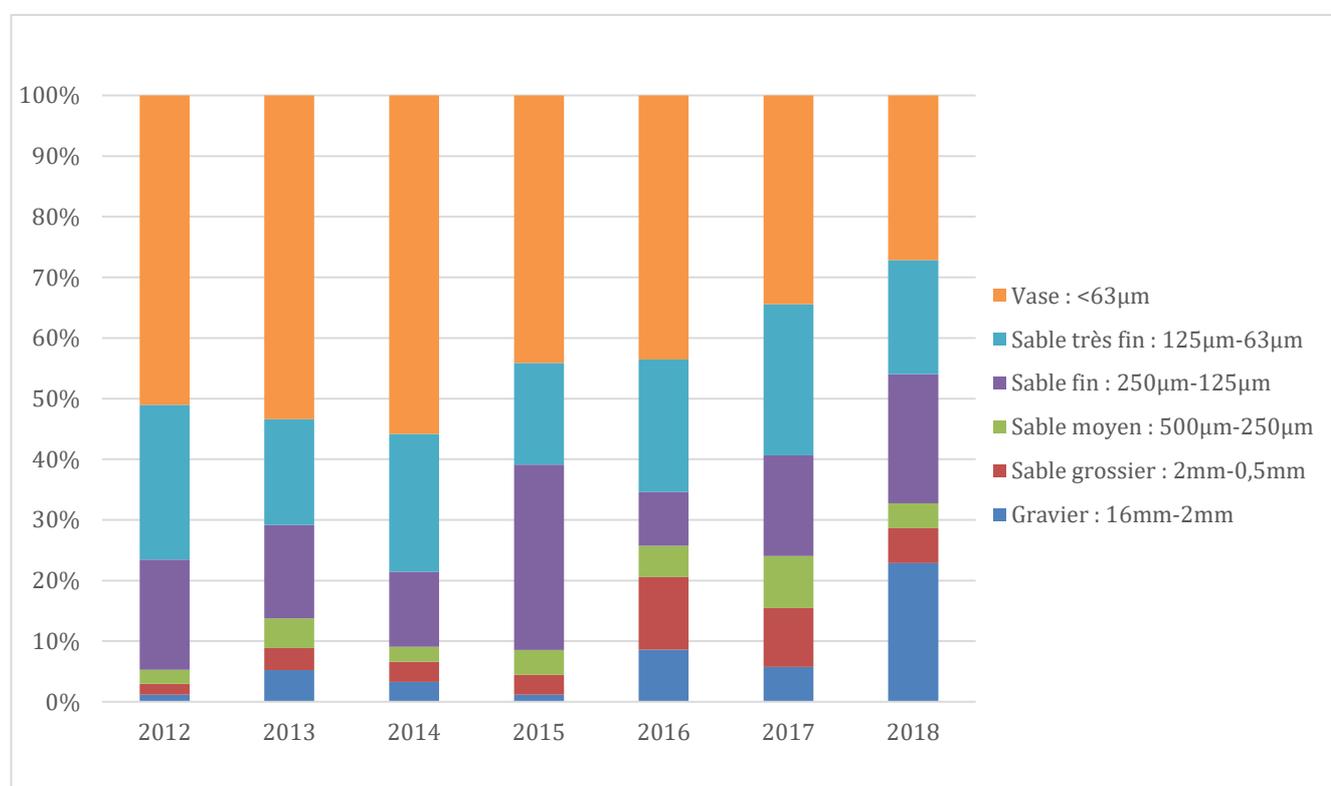


Figure 10 : Évolution des proportions des classes granulométriques (selon Wentworth) sur le site du Trieux de 2012 à 2018.

Le taux de matière organique en 2018 sur l'herbier du Trieux est de 1,42. La valeur interquartile une fois de plus inférieure à celle du début du suivi (2012 et 2013) confirme une répartition plus homogène de la matière organique sur l'ensemble de la station depuis 2014 (**Erreur ! Source du envoi introuvable.**).

Le pourcentage de matière organique contenue dans les sédiments est généralement compris entre 1 et 5%, nous pouvons donc dire qu'en 2018 la teneur en matière organique sur le site du Trieux reste faible. Outre son rôle physique dans la structuration des sols, la matière organique constitue le substrat de base pour le réseau trophique détritivore et un réservoir d'éléments nutritifs. Ce décrochage débuté en 2016 peut révéler un appauvrissement de l'activité biologique.

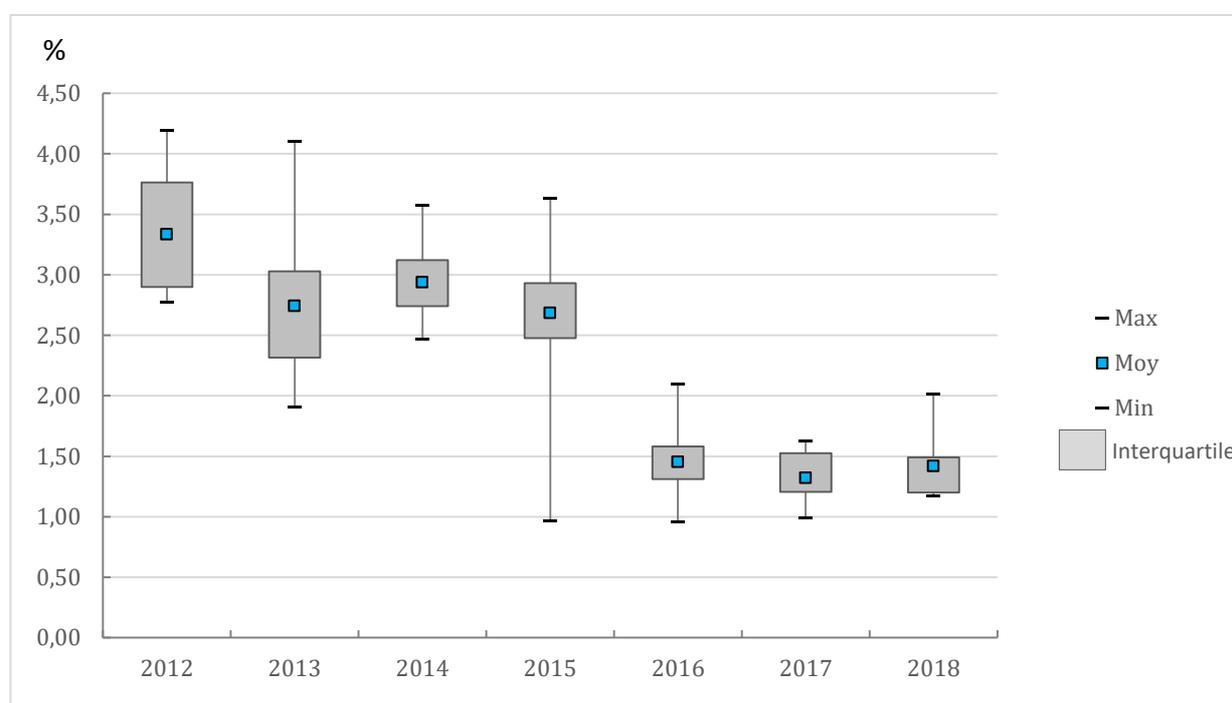


Figure 11 : Évolution de la teneur en matière organique sur l'herbier du Trieux de 2012 à 2018.

4 Indicateur « angiospermes »

4.1 Calcul de l'indicateur

L'état écologique des masses d'eau côtières et de transition est déterminé sur la base d'un certain nombre d'éléments biologiques de qualité dont les angiospermes.

Les experts ont défini trois métriques (paramètres pertinents à mesurer) pour calculer l'indicateur français « angiospermes » (Auby *et al.*, 2010) : la composition taxinomique, l'extension et l'abondance.

Pour chaque métrique, un ratio de qualité écologique ou Ecological Quality Ratio (EQR) est calculé. Aussi appelé écart à la référence, il s'agit du rapport entre un état observé et l'état que « devrait » avoir le milieu en l'absence de perturbation anthropique.

Compris entre 0 et 1, il est comparé à une grille définissant les différents états de qualité afin d'établir un classement en 'très bon', 'bon', 'moyen', 'médiocre' ou 'mauvais' état écologique.

Les modalités de représentation de la classification des états écologique et chimique utilisent une grille de couleurs.

- **Composition taxinomique** (Tableau 2) : s'appuie sur l'évolution du nombre d'espèces de zostères observées dans les masses d'eau. Deux espèces de zostères sont prises en compte : *Zostera noltei* (en position intertidale) et *Zostera marina* (dans l'infralittoral y compris la frange émergée aux basses mers de vives-eaux) (Auby *et al.*, 2018).

Tableau 2 : 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

- **Extension** (Tableau 3) : s'appuie sur la (ou les) surface(s) occupée(s) par l'espèce (ou les espèces) de zostères présentes dans les masses d'eau. Les experts français jugent cohérent d'utiliser les données historiques en notre possession et de considérer que les conditions de référence, pour chaque masse d'eau, sont constituées par l'extension maximale connue des herbiers dans cette masse d'eau (Auby *et al.*, 2018).

Tableau 3 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'Ecological Quality Ratio (EQR) pour la métrique « extension ».

Perturbation	Modification de l'extension (toutes espèces confondues) par rapport aux conditions de référence	EQR
Amélioration ou pas de modification visible	De 0% de perte à 10% de perte	0,8 – 1
Faibles signes de perturbation	De 11% de perte à 17% de perte	0,66 – 0,78
Altérations modérées	De 18% de perte à 30% de perte	0,5 – 0,64
Altérations majeures	De 31% de perte à 50% de perte	0,3 – 0,49
Altérations sévères	De 51% de perte à 100% de perte	0 – 0,295

- **Abondance (ou densité)** (Tableau 4) : s'appuie sur des mesures de l'abondance des zostères, soit la densité des pieds pour *Zostera marina*, et le pourcentage de recouvrement pour *Zostera noltei*, selon les méthodes décrites dans Auby *et al.* (2014). Les conditions de référence, pour chaque masse d'eau, sont constituées par l'abondance maximale connue des herbiers dans cette masse d'eau (Auby *et al.*, 2018).

Tableau 4 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'Ecological Quality Ratio (EQR) pour la métrique « abondance ».

Perturbation	Modification de l'abondance (toutes espèces confondues) par rapport aux conditions de référence	EQR
Amélioration ou pas de modification visible	De 0% de perte à 10% de perte	0,8 – 1
Faibles signes de perturbation	De 11% de perte à 17% de perte	0,66 – 0,78
Altérations modérées	De 18% de perte à 30% de perte	0,5 – 0,64
Altérations majeures	De 31% de perte à 50% de perte	0,3 – 0,49
Altérations sévères	De 51% de perte à 100% de perte	0 – 0,295

L'indicateur est calculé en moyennant les EQR obtenus pour les trois métriques et en les confrontant aux seuils rapportés dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Grille pour l'indicateur « 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

Soulignons qu'à l'issue de l'intercalibration européenne de cet indicateur (Neto et Salas Herrero, 2016), le seuil moyen/bon état a été modifié, passant de 0,6 à 0,64.

Lorsqu'on ne dispose pas des résultats pour les trois métriques, l'indicateur correspond à une moyenne des deux métriques évaluées.

4.2 Etat écologique de la masse d'eau FRGT03-Le Trieux selon l'indicateur « angiospermes »

Les deux espèces de zostères colonisent cette masse d'eau de transition. La présence de *Zostera noltei* est connue depuis le 19^{ème} siècle (de Quatrefages, 1854). Au milieu des années 2000, *Zostera marina* y colonisait une très faible surface sur la rive sud de la partie aval de l'estuaire. Seule *Zostera noltei* est suivie depuis 2012.

- **Composition taxonomique** (Figure 12) : depuis 2012 aucune espèce n'a disparu, l'EQR est donc de 1.

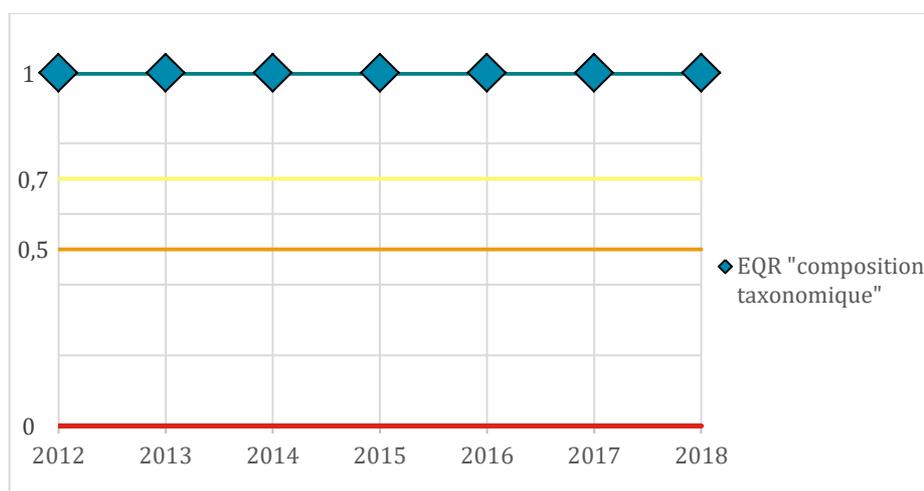


Figure 12 : Évolution de la métrique « composition taxonomique » de 2012 à 2018.

La masse d'eau est considérée une fois encore **en très bon état** pour cette métrique en 2018.

- **Extension** : cette métrique ne peut pas être calculée sur cette masse d'eau car la mesure de l'emprise des herbiers à *Zostera noltei* n'a été effectuée qu'une seule fois en 2006. Une nouvelle cartographie serait nécessaire.

- **Abondance** (Figure 13) : l'année 2012 est considérée comme étant l'état de référence avec une abondance de 47,1%.

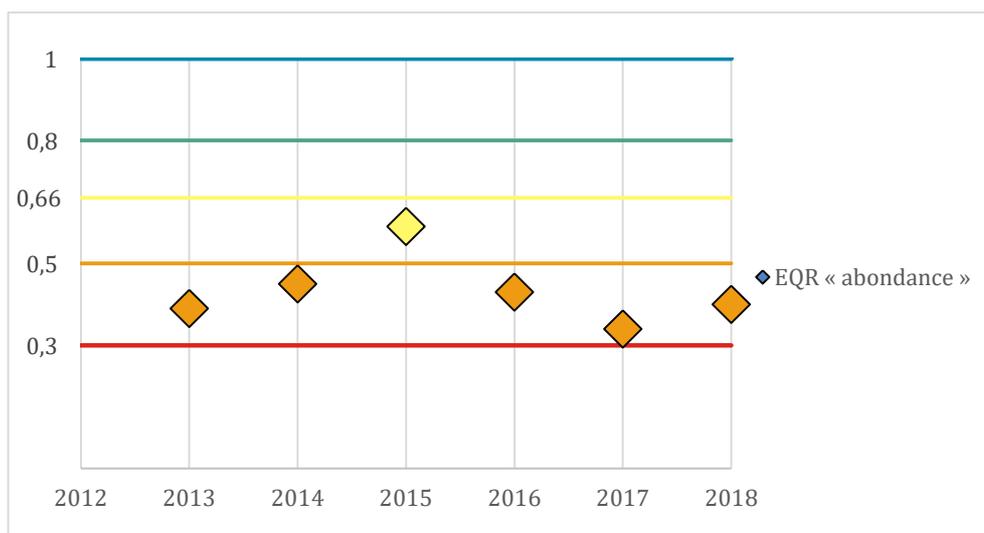


Figure 13 : Évolution de la métrique « abondance » de 2012 à 2018.

La masse d'eau FRGT03-Le Trieux est considérée en **état écologique médiocre** pour cette métrique en 2018. La présence constante d'algues vertes (Figure 8 et Figure 9) altère de façon majeure l'état de l'herbier.

- **Indicateur « angiospermes »** (Figure 14) : obtenu en moyennant les métriques « composition taxonomique » et « abondance ».

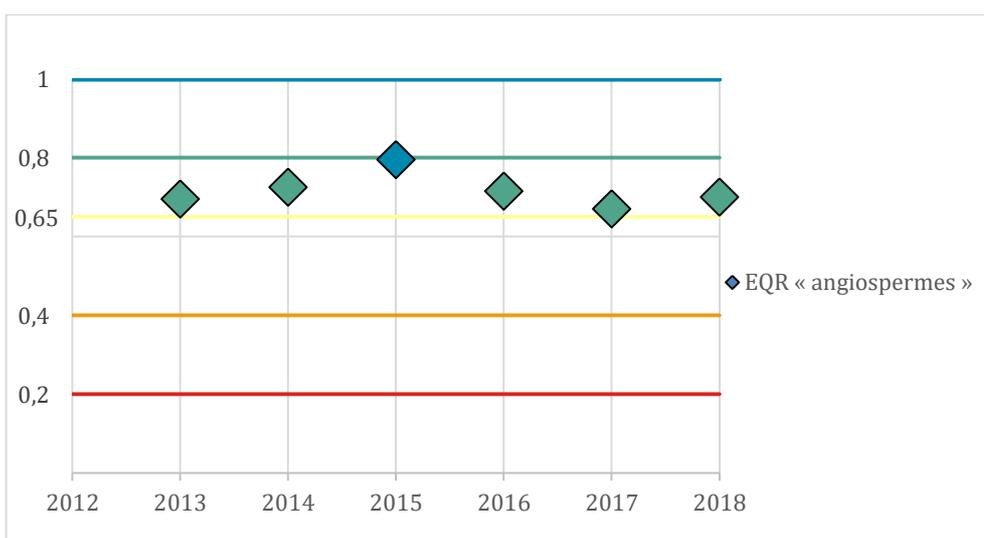


Figure 14 : Évolution de l'indicateur « angiospermes » de 2012 à 2018.

L'indicateur « angiospermes » indique que la masse d'eau FRGT03-Le Trieux est en **bon état écologique** pour l'année 2018.

Conclusion

Les résultats obtenus en 2018 classent la masse d'eau FRGT03-Le Trieux en **bon état écologique**.

Toutefois, plusieurs éléments doivent être considérés afin de relativiser ce classement.

En premier lieu, alors que l'indicateur DCE « angiospermes » est basé sur trois métriques : « composition taxinomique », « extension » et « abondance », cette dernière révèle une qualité médiocre de la masse d'eau (Figure 13) due notamment à la présence constante de macroalgues. En 2013, un important échouage de macroalgues vertes avait été observé (Figure 8) entraînant une forte baisse (20%) du taux de recouvrement moyen en zostère sur cette station. Depuis, aucune tendance notable à la hausse n'est observée sur l'herbier du Trieux (Figure 6 et Figure 7).

Par ailleurs, la métrique « composition taxinomique » conserve un EQR de 1 ne témoignant d'aucune disparition d'espèces. Sa pondération dans le calcul de l'indicateur « angiospermes » masque les altérations révélées par la métrique « abondance ».

Enfin, il est à noter que la métrique « extension » n'a pas pu être prise en compte faute de mesure de l'emprise des herbiers depuis 2006.

Perspectives

Comme indiqué précédemment, la métrique « extension » ne peut pas être calculée sur cette masse d'eau de transition car la mesure de l'emprise des herbiers à *Zostera noltei* n'a pas été effectuée depuis 2006. Il serait important de combler ce déficit de connaissances en programmant une campagne d'évaluation des surfaces colonisées par *Zostera noltei* et *Zostera marina* à l'échelle de la masse d'eau.

Malgré une diminution du taux de recouvrement en zostères, la surface végétalisée de l'herbier reste, en 2018, supérieure à ce qu'elle était avant 2013 (Figure 6 et Figure 7). Une nouvelle cartographie pourrait mettre en évidence un herbier moins dense mais plus étendu dans l'estuaire du Trieux, ce qui permettrait de confirmer ou non le classement du Trieux en bon état écologique pour l'indicateur « angiospermes ».

Bibliographie

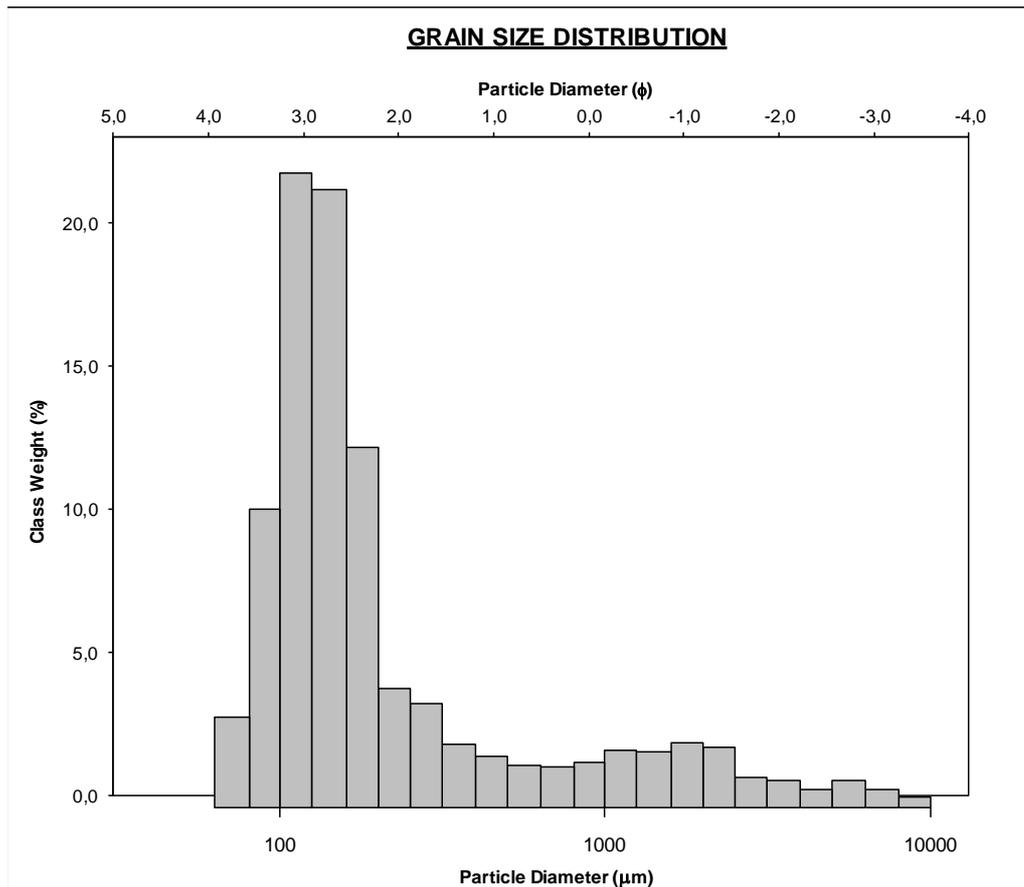
- Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P.-G., Hily C., Barillé L. (2010). **Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité.** RST/LER/MPL/10-15. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14358/> (2 documents)
- Auby I., Sauriau 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.** RST/LER/AR/14.01. <http://doi.org/10.13155/29685>
- Auby I., Trut G., Rigouin L., Ganthy F., Oger-Jeanneret H., Heroin D., Gouriou L., Bujan S., Devaux L. (2015). **Suivi stationnel des herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) et calcul de l'indicateur « angiospermes » de la Masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - Bassin Hydrographique Adour-Garonne - 2006-2014.** RST/ODE/UL/LER/AR/15-005. <http://doi.org/10.13155/38540>
- Auby I., Oger-Jeanneret H., Trut G., Ganthy F., Rigouin L., De Casamajor M.-N., Sanchez F., Lissardy M., Fortune M., Manach S., Bizzozero L., Rollet C., Lejolivet A., Desroy N., Foveau A., Le Mao P., Sauriau P.-G., Aubert A., Cajeri P., Curti C., Duvarid A., Latry L., Lachaussee N., Pineau P., Plumejeaud-Perreau C., Aubin S., Droual G., Fournier J., Garcia A, Guillaudeau J., Hubert C., Humbert S., Janson A.-L., Masse C., Panizza A.C., Grall J., Maguer M., Hily C., Hacquebart P., Joncourt Y., Baffreau A., Timsit O. (2018). **Classement des masses d'eau du littoral Manche-Atlantique sur la base de l'indicateur DCE «Angiospermes» (2012-2016).** ODE/UL/LER/AR/18.002. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00427/53868/>
- Blott S.-J., Pye K. (2001). **Gradstat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments.** Earth Surface processes and Landforms, 26, 1237-1248.
- Corbeau C. (conception et réalisation), Rollet C. (coordination) (2008) - **Atlas de répartition des herbiers de zostère (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de la région Bretagne, Inventaire 2007 des sites de localisation, 45 cartes. + annexes - RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-08/1/REBENT**
- de Quatrefages A. (1854). **Souvenirs d'un naturaliste**, 504p.
- Gerla D. (2006). **Inventaire des herbiers de zostères Baie de Saint-Malo / Rance Haut estuaire du Trieux.** RST.DOP-LER/SM/06.004. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00055/16596/>
- Hily C. (2003). **REBENT, Suivi des herbiers de zostères**, 5p.
- Neto J. M., Salas Herrero F. (2016). **Intercalibration report for the Biological Quality Element SEAGRASS of the North East Atlantic Geographical intercalibration group for Coastal Waters (NEA 1/26) and Transitional Waters (NEA 11).** IMAR-CMA, Université de Coimbra, - JRC European Commission, 35 p.

Annexes

Annexe 1: Analyses granulométriques sous Gradistat (Blott et Pye, 2001) : Le Trieux 2018	28
Annexe 2 : Diagramme triangulaire représentant les taux de gravier, sable et vase sur l'herbier à <i>Zostera noltei</i> du Trieux en 2018 après analyse sous Gradistats (Blott et Pye, 2001)	29

Annexe 1: Analyses granulométriques sous Gradistat (Blott et Pye, 2001) : Le Trieux 2018

SAMPLE STATISTICS						
SAMPLE IDENTITY: Le Trieux 2018			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Gravelly Muddy Sand			
SEDIMENT NAME: Medium Gravelly Coarse Silty Fine Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	112,5	3,161	GRAVEL: 22,9%		COARSE SAND: 2,4%	
MODE 2:			SAND: 50,0%		MEDIUM SAND: 4,1%	
MODE 3:			MUD: 27,1%		FINE SAND: 21,3%	
D ₁₀ :	10,89	-4,979	V FINE SAND: 18,9%			
MEDIAN or D ₅₀ :	135,3	2,886	V COARSE GRAVEL: 0,0%		V COARSE SILT: 4,5%	
D ₉₀ :	31545,5	6,521	COARSE GRAVEL: 0,0%		COARSE SILT: 4,5%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	2897,9	-1,310	MEDIUM GRAVEL: 19,6%		MEDIUM SILT: 4,5%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	31534,6	11,50	FINE GRAVEL: 1,2%		FINE SILT: 4,5%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	25,77	-11,208	V FINE GRAVEL: 2,2%		V FINE SILT: 4,5%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	1254,3	4,688	V COARSE SAND: 3,3%		CLAY: 4,5%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN (\bar{x}):	286,2	31,03	3,081	280,0	1,836	Medium Sand
SORTING (σ):	859,6	10,22	2,762	10,59	3,404	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	5,981	-0,014	0,187	0,149	-0,149	Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	45,57	2,057	1,917	0,717	0,717	Platykurtic



Annexe 2 : Diagramme triangulaire représentant les taux de gravier, sable et vase sur l'herbier à *Zostera noltei* du Trieux en 2018 après analyse sous Gradistats (Blott et Pye, 2001)

