

Ifremer – ODE Unité Littoral LER

Laboratoire Environnement Ressources Arcachon/Anglet
I. Auby, H. Oger-Jeanneret, G. Trut, F. Ganthy, L. Rigouin, M.-N. de Casamajor, F. Sanchez, M. Lissardy

Laboratoire Environnement Ressources Morbihan-Pays de Loire
M. Fortune, S. Manach, L. Bizzozero

Laboratoire Environnement Ressources de Bretagne Nord
C. Rollet, A. Lejolvivet, N. Desroy, A. Foveau, P. Le Mao

LIENSs - Université de La Rochelle – CNRS

P.-G. Sauriau, A. Aubert, P. Cajeri, C. Curti, A. Duvard, L. Latry, N. Lachaussée, P. Pineau, C. Plumejeaud-Perreau

MNHN - Station marine de Dinard

L. Latry, S. Aubin, G. Droual, J. Fournier (CNRS), A. Garcia, J. Guillaudeau, C. Hubert, S. Humbert, A-L. Janson, C. Massé, A. C. Panizza

Université de Bretagne Occidentale - IUEM

J. Grall, M. Maguer, C. Hily

GEMEL - Normandie

A. Garcia, P. Hacquebart, Y. Joncourt, A. Baffreau, O. Timsit

Février 2018 – ODE/UL/LER/AR/18.002

Classement des masses d'eau du littoral Manche-Atlantique sur la base de l'indicateur DCE « Angiospermes » (2012-2016)



© Gilles Trut – Ifremer LER Arcachon



Classement des masses d'eau
du littoral Manche-Atlantique
sur la base de l'indicateur DCE
« Angiospermes » (2012-2016)

sommaire

1. Le contexte	7
2. Les masses d'eau et les stations suivies via l'indicateur angiospermes	8
3. L'indicateur angiospermes	10
3.1. Les conditions de référence	10
3.2. Les métriques	10
3.2.1. Composition taxinomique	10
3.2.2. Extension	11
3.2.3. Abondance	12
3.3. Le calcul de l'indicateur	13
3.4. Les autres paramètres suivis	13
3.5. La stratégie d'échantillonnage et les problèmes posés par le suivi des herbiers de <i>Z. marina</i> en zone intertidale	14
4. État des masses d'eau vis-à-vis de l'indicateur « angiospermes » ...	17
4.1. Classement des masses d'eau	18
4.2. FRFT08 – Estuaire de la Bidassoa	19
4.3. FRFC09 – Lac d'Hossegor	21
4.4. FRFC06 – Arcachon amont	22
4.5. FRFC02 – Pertuis charentais	24
4.6. FRGC53 – Pertuis breton	26
4.7. FRGT30 – Estuaire du Lay	28
4.8. FRGC48 – Baie de Bourgneuf	29
4.9. FRGC39 – Golfe du Morbihan	31
4.10. FRGC28 – Concarneau large	34
4.11. FRGC18 – Iroise (large)	35
4.12. FRGC16 – Rade de Brest	36
4.13. FRGC13 – Les Abers (large)	37
4.14. FRGC11 – Baie de Morlaix	38
4.15. FRGC08 – Perros Guirec (large)	39
4.16. FRGC07 – Paimpol - Perros Guirec	40
4.17. FRGT03 – Le Trieux	42
4.18. FRGC03 – Rance Fresnaye	43
4.19. FRHC01 – Archipel Chausey	44
4.20. FRHC03 – Ouest Cotentin	46
4.21. FRHC09 – Anse de Saint-Vaast la Hougue	49
4.22. FRHT06 – Baie des Veys (fond)	50
5. Synthèse	52
6. Conclusion	55
Bibliographie	56

1. Le contexte

Les herbiers de zostères constituent l'un des éléments de qualité biologique du programme de surveillance de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) sur les côtes de Manche-Atlantique. A ce titre, certaines de leurs caractéristiques (notamment leur abondance) sont suivies depuis 2007 sur une vingtaine de masses d'eau (plus précocement -en 2004- pour les herbiers pris en compte dans le Reben Bretagne) dans lesquelles il existe ou non des données historiques plus anciennes, relatives à leur emprise spatiale.

Un indicateur français « angiospermes », résultant d'un travail collégial, a été établi au début des années 2010 (Auby *et al.*, 2010) et récemment intercalibré avec les autres états-membres (Neto et Salas Herrero, 2016). L'application de cet indicateur aux résultats acquis a permis de classer les masses d'eau suivies vis-à-vis de cet élément de qualité.

Certaines masses d'eau s'avérant parfois déclassées par cet élément de qualité, le groupe de travail DCE « Eaux Littorales » a sollicité de la part des scientifiques une réflexion sur les raisons de ce mauvais classement et les éventuelles actions de restauration ou d'amélioration de connaissances relatives aux herbiers de ces zones. L'objectif de cette expertise, soutenue par l'Agence Française pour la Biodiversité, et réalisée en collaboration avec les acteurs concernés par l'indicateur « angiospermes » sur les façades Manche-Atlantique, est d'identifier les pressions potentiellement responsables de cette situation (Tableau 1) en prenant également en compte l'effet des différentes métriques de l'indicateur sur les résultats obtenus.

Tableau 1 : Types de pressions s'exerçant sur les herbiers et pouvant limiter leur extension, leur survie ou leur croissance

Facteur / Pression	Causes anthropiques	Causes naturelles
Anomalie de température	Rejets d'eau chaude.	Canicules, hivers rigoureux.
Anomalie de salinité	Rejets d'eau douce, retenue des apports d'eau douce.	Anomalies d'origine climatique du débit des cours d'eau alimentant les zones côtières.
Modifications bathymétriques et/ou sédimentaires	Dragages, réensablement, artificialisation, destruction d'habitats structurants connexes	Comblement ou érosion naturels.
Destruction mécanique	Pêche à pied - Pêche à la drague. Ancrages et hélices des bateaux. Accélération des courants dus à une évolution bathymétrique d'origine anthropique.	Accélération des courants dus à une évolution bathymétrique naturelle. Tempêtes. Broutage par les oiseaux herbivores.
Eutrophisation favorisant des blooms de microalgues et/ou macroalgues opportunistes) et générant des anoxies ou une diminution de l'éclairement au fond.	Épandages d'engrais sur le bassin versant, rejet d'eaux usées.	
Augmentation de la turbidité par remise en suspension de particules fines et générant des anoxies ou une diminution de l'éclairement au fond	Remise en suspension des particules fines par dragages ou piétinements des herbiers sur sols vaseux Agitation de l'eau due à la navigation.	Très fortes dessalures (crues des fleuves côtiers). Tempêtes.
Teneurs en herbicides préjudiciables à la survie/croissance	Épandages sur le bassin versant (agricoles et non agricoles). Peintures anti-salissures.	

2. Les masses d'eau et les stations suivies *via* l'indicateur angiospermes

En 2016, les herbiers de 21 masses d'eau ont été suivis dans le cadre du contrôle de surveillance DCE (Tableau 2 et Figure 1).

Tableau 2 : Masses d'eau faisant l'objet d'un suivi des angiospermes dans le cadre de la DCE et de Rebert Bretagne et stations de mesure des abondances.

Carte	Masse d'eau		Espèce(s) échantillonnée(s) et Nom des stations suivies	
	n°	nom	<i>Zostera marina</i>	<i>Zostera noltei</i>
1	FRFT08	Estuaire Bidassoa		Bidassoa int HZN
2	FRFC09	Hossegor		Hossegor int HZN
3	FRFC06	Arcachon amont	Courbey_sub_ZM	Afrique int HZN
				Estey Tort int HZN
				Hautebelle int HZN
4	FRFC02	Pertuis charentais		Les Doux int HZN
				Perrotine Bellevue- int HZN
				Le Château d'Oléron int HZN
5	FRGC53	Pertuis breton		Ars en Ré int HZN
				Plage de la Charge Neuve
6	FRGT30	Estuaire du Lay		Lay crochon1982 int HZN
7	FRGC48	Baie de Bourgneuf		La Berche
8	FRGC39	Golfe du Morbihan	Arradon HZM	Kerlevenan-Sarzeau int HZN
9	FRGC28	Concarneau (large)	Glénan HZM	
10	FRGC16	Rade de Brest	Roscanvel HZM	
11	FRGC18	Iroise (large)	Molène HZM	
12	FRGC13	Les Abers (large)	Sainte-Marguerite HZM	
13	FRGC11	Baie de Morlaix	Callot HZM	
14	FRGC08	Perros-Guirec (large)	Les Sept Iles HZM	
15	FRGC07	Paimpol – Perros-Guirec	L'Arcouest HZM	
16	FRGT03	Le Trieux		Le Trieux Kergrist HZN
17	FRGC03	Rance Fresnaye	Saint Malo Petit Bé HZM	Saint-Jacut de la mer int HZN
18	FRHC01	Archipel Chausey	Chausey HZM	
19	FRHC03	Ouest Cotentin	Saint-Martin-de-Bréhal HZM	
			Gouville-sur-Mer HZM	
20	FRHC09	Anse de St-Vaast la Hougue		Saint Vaast
21	FRHT06	Baie des Veys (fond)		Brévands sud-est HZN

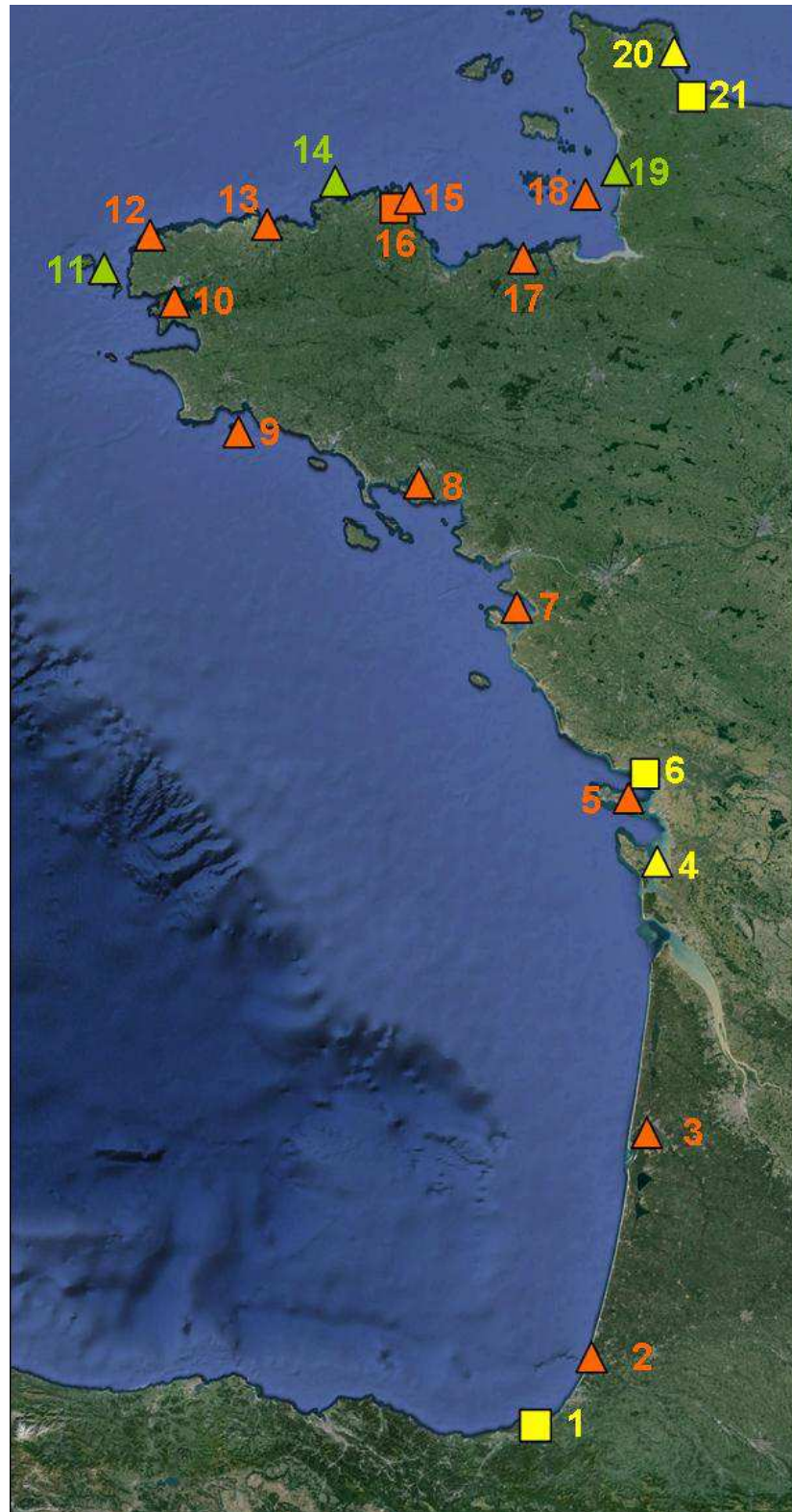


Figure 1: Localisation des zones d'herbières de zostères suivies dans le cadre de la DCE et du Rebet Bretagne (carré : masses d'eau de transition – triangle : masses d'eau côtières - Jaune : seule *Z. noltei* présente dans la masse d'eau – Vert : seule *Z. marina* présente dans la masse d'eau – orange : les deux espèces présentes dans la masse d'eau.
 La correspondance entre les numéros et les masses d'eau suivies se trouve dans le tableau 2.

La position précise des stations d'herbiers suivies en termes d'abondance peut être visualisée sur les atlas DCE consultables aux adresses suivantes :

- **Bassin Adour Garonne :**
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/scripts/site/carte.php?map=AG
- **Bassin Loire Bretagne :**
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/scripts/site/carte.php?map=LB
- **Bassin Seine Normandie :**
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/scripts/site/carte.php?map=SN

3. L'indicateur angiospermes

3.1. Les conditions de référence

Afin d'établir le classement des masses d'eau, la DCE prévoit, pour chaque élément de qualité, de définir, par type de masse d'eau, des sites et des conditions de référence qui correspondent au « très bon état ».

Toutefois, comme évoqué également par les scientifiques des autres pays de l'union européenne au cours des discussions relatives à l'intercalibration, il est hasardeux d'identifier des **sites de référence** pour les herbiers de zostères. En effet, ceux-ci sont naturellement variables en extension, densité, biomasse et composition, et ces métriques dépendent de différents facteurs : géographique, nature du substrat, régime hydrodynamique.

Pour la même raison, les **conditions de référence** (qui s'appliquent aux métriques utilisées) doivent être déterminées pour les herbiers de chaque masse d'eau, sur la base de données historiques quand elles existent, ou du dire d'expert dans le cas contraire. Ces conditions de référence correspondent *a priori* au meilleur état possible des herbiers au cours de la période historique pendant laquelle on dispose d'information sur leur état. Ce point sera discuté par la suite.

NB : L'état « de référence », correspondant au meilleur état connu des herbiers pour l'une ou l'autre des métriques prises en compte, peut avoir été observé avant la mise en œuvre de la DCE ou être survenu depuis le début du suivi (2007 en général). Dans ce second cas, les anciens classements ne seront pas modifiés mais on évaluera les classements suivants en utilisant comme état de référence cette valeur de la (ou des) métrique(s).

3.2. Les métriques

Dans tous les cas, les changements observés entre les conditions de référence et celles d'une année donnée sont transformés en Ecological Quality Ratio (EQR), selon les correspondances présentées dans les trois tableaux suivants (Tableaux 3, 4 et 5).

3.2.1. Composition taxinomique

Cette métrique s'appuie sur l'évolution du nombre d'espèces de zostères observées dans les masses d'eau (Tableau 3).

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, Figure 2).

Dans le bas de l'étage intertidal, et dans les flaques de l'estran, existe une forme intermédiaire entre ces deux espèces du point de vue de la longueur et de la largeur des limbes, longtemps considérée comme une troisième espèce : *Zostera angustifolia*. Les travaux de Becheler *et al.* (2010), relatant les résultats de l'analyse génétique de plusieurs populations bretonnes de zostères, semblent confirmer qu'il ne s'agit pas d'une espèce distincte mais d'un écotype parvozostéride (à petite feuilles) de *Zostera marina* mieux adapté au stress (dont celui généré par l'émersion) que la forme magnozostéride. (à grandes feuilles).



Zostera noltei, © Ifremer Arcachon



Zostera marina, © Ifremer Arcachon

Figure 2 : Les deux espèces de zostères prises en compte dans l'indicateur « angiospermes »

Tableau 3 : 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

Globalement, il s'agit d'une information facile à collecter dans les masses d'eau suivies. On dispose, *a priori*, d'indications annuelles sur la valeur de cette métrique.

3.2.2. Extension

Cette métrique s'appuie sur la (ou les) surface(s) occupée(s) par l'espèce (ou les espèces) de zostères présentes dans les masses d'eau (Tableau 4). La collecte de ces informations requiert des moyens différents selon qu'il s'agit de peuplements intertidaux ou subtidaux. Dans les masses d'eau où l'on dispose de données sur l'emprise des deux espèces, les calculs d'EQR sont réalisés pour chaque espèce, puis moyennés.

En intertidal, ces informations sont relativement faciles à collecter lorsque les herbiers sont de petite taille (cheminement autour des taches avec un GPS) ou dans des zones côtières dépourvues de champs de macroalgues vertes (utilisation d'imagerie aérienne); ces données s'avèrent beaucoup plus compliquées à recueillir dans les grands herbiers, surtout lorsqu'ils sont également colonisés par des ulves, monostromes ou entéromorphes. Dans ce dernier cas, des sessions importantes de vérité-terrain doivent être entreprises, à pied, pour vérifier la bonne interprétation des images.

Dans l'étage subtidal, des moyens acoustiques (sondeur et sonar latéral) s'avèrent efficaces mais doivent être validés par des opérations de vérité-terrain utilisant une caméra tractée (Dalloyau *et al.*, 2009). Dans les eaux peu profondes ou très claires, la délimitation de l'emprise des herbiers peut se faire sur des images aériennes comme en intertidal.

En raison de ces difficultés, dans de nombreuses masses d'eau, cette métrique n'est pas renseignée avec une fréquence adéquate (une observation par plan de gestion). De plus,

dans certaines masses d'eau, l'ensemble des herbiers n'a été cartographié qu'à une seule période, ce qui ne permet pas de calculer l'EQR pour la métrique extension.

Tableau 4 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'Ecological Quality Ratio pour la métrique « extension »

Perturbation	Modification de l'extension 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... 17% perte = 0,66
Altérations modérées	18% perte = 0,64, 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 = 0,00

3.2.3. Abondance

Cette métrique s'appuie sur des mesures de l'abondance des zostères, soit la densité des pieds pour *Zostera marina*, et le pourcentage de recouvrement des feuilles dans des quadrats pour *Zostera noltei*, selon les méthodes décrites dans Auby *et al.* (2014) (Tableau 5). Ces données d'abondance sont maintenant récoltées à une fréquence annuelle dans toutes les masses d'eau suivies.

Tableau 5 : Grille de correspondance entre les changements observés et la valeur de l'Ecological Quality Ratio pour la métrique « abondance »

Perturbation	Modification de l'abondance 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... 17% perte = 0,66
Altérations modérées	18% perte = 0,64, 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 = 0,00

Dans les masses d'eau où l'on dispose de données sur l'abondance des deux espèces et éventuellement sur plusieurs stations, les EQR sont calculés pour chaque station, puis moyennés pour *Zostera noltei* d'une part et pour *Zostera marina* d'autre part. L'EQR final correspond à la moyenne des EQR obtenus pour les deux espèces.

Exemple d'Arcachon amont

<i>Zostera marina</i>		<i>Zostera noltei</i>			
Station (s)	EQR ZM	Station (s)	EQR	EQR ZN	EQR masse d'eau
Courbey_sub_ZM	A	Afrique int HZN	B	E = (B+C+D) / 3	F = (A+E) / 2
		Estey Tort int HZN	C		
		Hautebelle int HZN	D		

3.3. Le calcul de l'indicateur

L'indicateur est calculé en moyennant les EQR obtenus pour les trois métriques et en les confrontant aux seuils rapportés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Grille pour l'indicateur « angiospermes »

Statut écologique	EQR « angiospermes »
Très bon état	0,8–1,0
Bon état	0,65–0,79
Etat moyen	0,40–0,64
Etat médiocre	0,20–0,39
Mauvais état	0,0–0,19

Il faut souligner qu'à l'issue de l'intercalibration européenne de cet indicateur, le seuil moyen/bon état a récemment été modifié, passant de 0,6 à 0,645.

Lorsqu'on ne dispose pas des résultats pour les trois métriques, on se contente de moyenner les deux calculables.

3.4. Les autres paramètres suivis

Outre ceux utilisés pour le calcul des métriques, un certain nombre de paramètres « complémentaires » sont mesurés lors des campagnes de surveillance. Ces données sont destinées à participer à l'explication de la variabilité de l'abondance ou de l'extension des herbiers :

- Granulométrie et teneur en matière organique du sédiment ;
- Biomasse de macroalgues présentes sur les herbiers, en distinguant les algues vertes, rouges et brunes ;
- Pour *Zostera marina* uniquement : biomasses épigées (feuilles et gaines) et souterraines (rhizomes et racines), longueur et largeur des limbes, indice d'atteinte par la maladie du dépérissement (« wasting disease »).

Le suivi des paramètres sédimentaires donne une indication sur la nature du substrat sur lequel se développent les plantes et permet d'apprécier les forçages hydrodynamiques (et leur variation inter annuelle) auxquels sont soumis les herbiers. Les macroalgues sont prises en compte en tant que compétiteurs (notamment pour l'espace et pour la lumière) pour les zostères. Dans les masses d'eau les plus exposées à l'eutrophisation, ces données sont complétées par le suivi DCE des macroalgues opportunistes. Les paramètres supplémentaires mesurés dans les populations de zostères marines permettent de mieux caractériser l'état des populations.

3.5. La stratégie d'échantillonnage et les problèmes posés par le suivi des herbiers de *Z. marina* en zone intertidale

De par leur position s'étendant sur l'ensemble de l'étage intertidal, l'échantillonnage des herbiers de *Zostera noltei* est *a priori* indépendant des conditions de surcote lors des forts coefficients de marée basse. Ceci permet de respecter facilement les préconisations de date d'échantillonnage pour cette espèce, soit entre les mois d'août et de septembre, période pendant laquelle la végétalisation des herbiers présente sa valeur maximale (Auby *et al.*, 2014).

Il est également facile de respecter les préconisations de période de prélèvement (fin d'été pour Arcachon, fin d'hiver à début de printemps en Bretagne et Normandie) lorsque l'échantillonnage des herbiers subtidaux de *Zostera marina* peut être réalisé en plongée. C'est le cas dans la masse d'eau « Arcachon amont », où la station de suivi est abritée de la houle et soumise à de faibles courants en morte eau.

Le problème est beaucoup plus complexe pour les herbiers de zostères marines localisés dans l'infra-littoral exondable lorsqu'ils sont échantillonnés à pied. En effet, les opérateurs ne peuvent échantillonner que lors des forts coefficients de marée et par temps calme (pas de surcote). De plus, pour les stations situées dans les îles, ils sont dépendants des moyens de transport publics ou associatifs, qui ne sont pas obligatoirement disponibles les jours où ces conditions sont réunies. C'est notamment le cas pour les herbiers échantillonnés dans le cadre du Rebent Bretagne. Pour cette raison, comme cela est présenté sur la figure 3, les dates de prélèvement sur une station donnée présentent une dispersion selon les années parfois assez importante.

Dans ces conditions, il s'est avéré nécessaire de faire un tri dans les données, afin de pouvoir comparer les résultats acquis au cours des différentes années en s'affranchissant d'une potentielle augmentation de la variabilité liée à aux variations saisonnières. Ainsi, il a été décidé de retenir, pour chaque station, les valeurs associées à un triplet de mois, en l'occurrence, février-mars-avril ou mars-avril-mai, et de ne pas prendre en compte les autres dates (tableau 7).

Tableau 7 : Règles de choix des données du Rebent Bretagne retenues ou exclues pour le calcul de l'indicateur.

Mois retenus	Masses d'eau	Années exclues
Février-Mars-Avril	FRGC03 - Rance Fresnaye FRGC07 - Paimpol – Perros-Guirec FRGC11 - Baie de Morlaix FRGC13 - Les Abers (large) FRGC16 - Rade de Brest FRGC18 - Iroise (large)	2014-2015 2008 2008 2012
Mars-Avril-Mai	FRGC08 - Perros-Guirec (large) FRGC28 - Concarneau (large) FRGC39 - Golfe du Morbihan	2008-2014 2013

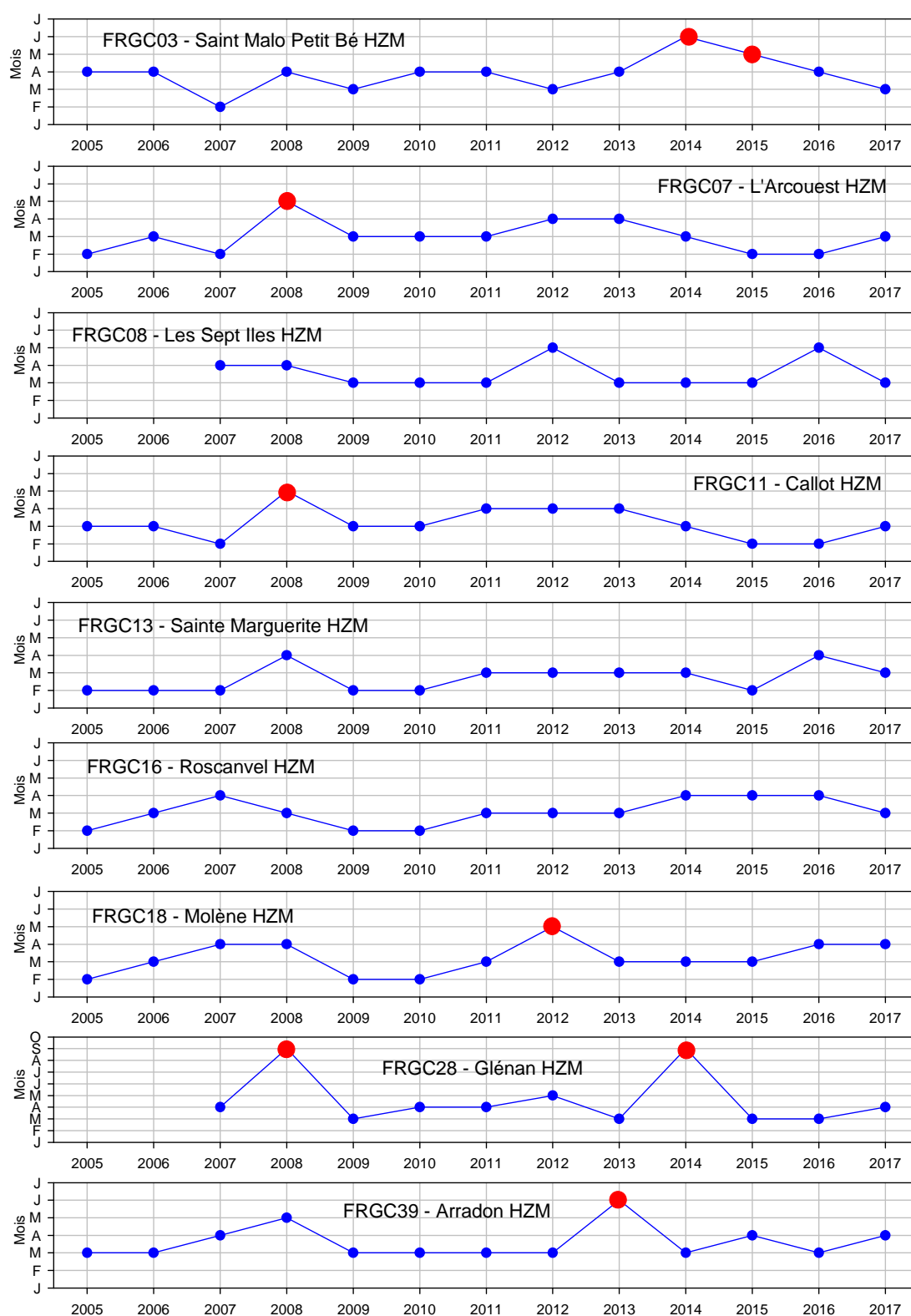


Figure 3 : Mois de prélèvement des herbiers de zostères marines échantillonnées dans le cadre du Rebet Bretagne. Les points rouges indiquent les années non prises en compte pour le calcul de l'indicateur. Attention échelle différente pour la masse d'eau FRGC28.

Comme décrit dans le chapitre 4.20, la période d'échantillonnage des herbiers de zostères marines de la masse d'eau « Ouest Cotentin » a également varié d'une année sur l'autre depuis le début du suivi et n'est stabilisée que depuis 2015. Pour ces points, il a été décidé de présenter l'ensemble des données, mais l'interprétation des résultats est relativisée en conséquence.

Quand des données sont écartées pour une année, deux cas se présentent :

- Soit *Z. noltei* est également suivie dans la masse d'eau ; l'indice d'abondance est alors calculé sur la seule base de cette espèce et l'indicateur est calculé pour cette année-là.
- Soit *Z. marina* est la seule suivie dans la masse d'eau et l'indicateur n'est pas calculé pour cette année-là.

4. État des masses d'eau vis-à-vis de l'indicateur « angiospermes »

Dans ce chapitre, pour chaque masse d'eau dans laquelle les herbiers sont suivis, sont représentés **l'évolution temporelle des métriques** sur l'ensemble des années et les **classements obtenus depuis 2012**. En effet, le nouveau protocole (Auby *et al.*, 2014), appliqué au suivi de l'abondance des herbiers de *Zostera noltei* n'ayant été mis en œuvre qu'à partir de cette année 2012, il nous a paru opportun de ne prendre en compte que les classements établis depuis lors pour interpréter les résultats. Des commentaires sur les pressions identifiées et le classement vis-à-vis des éléments de qualité relatifs aux macroalgues sont rapportés pour chaque masse d'eau.

Pour qualifier l'état de la masse d'eau vis-à-vis de l'indicateur « angiospermes », il a été décidé de moyenniser les indices et l'indicateur sur les 5 dernières années (2012-2016). Par la suite, cette période pourra être étendue d'un an, de manière à établir, comme pour le phytoplancton, le classement sur une période de 6 ans, qui correspond à la durée d'un plan de gestion DCE. Toutefois, les valeurs obtenues annuellement et leur évolution temporelle doivent également être prises en compte, notamment pour déceler d'éventuelles tendances de la qualité des herbiers.

NB : Des informations concernant les autres éléments de qualité biologique (notamment « macroalgues intertidales », « macroalgues subtidales » et « macroalgues opportunistes » sont tirées des fiches des atlas DCE établis dans les différents bassins hydrographiques (cf. adresses internet à la fin de la bibliographie). De même, les documents annuels « Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance » (cf. bibliographie) ont été utilisés pour recueillir des informations sur les contaminations microbiologiques et chimiques potentielles.

4.1. Classement des masses d'eau

La figure 4 présente le résultat des moyennes des indices et de l'indicateur « angiospermes » sur les 5 (parfois moins, pour les raisons précédemment énoncées) dernières années.

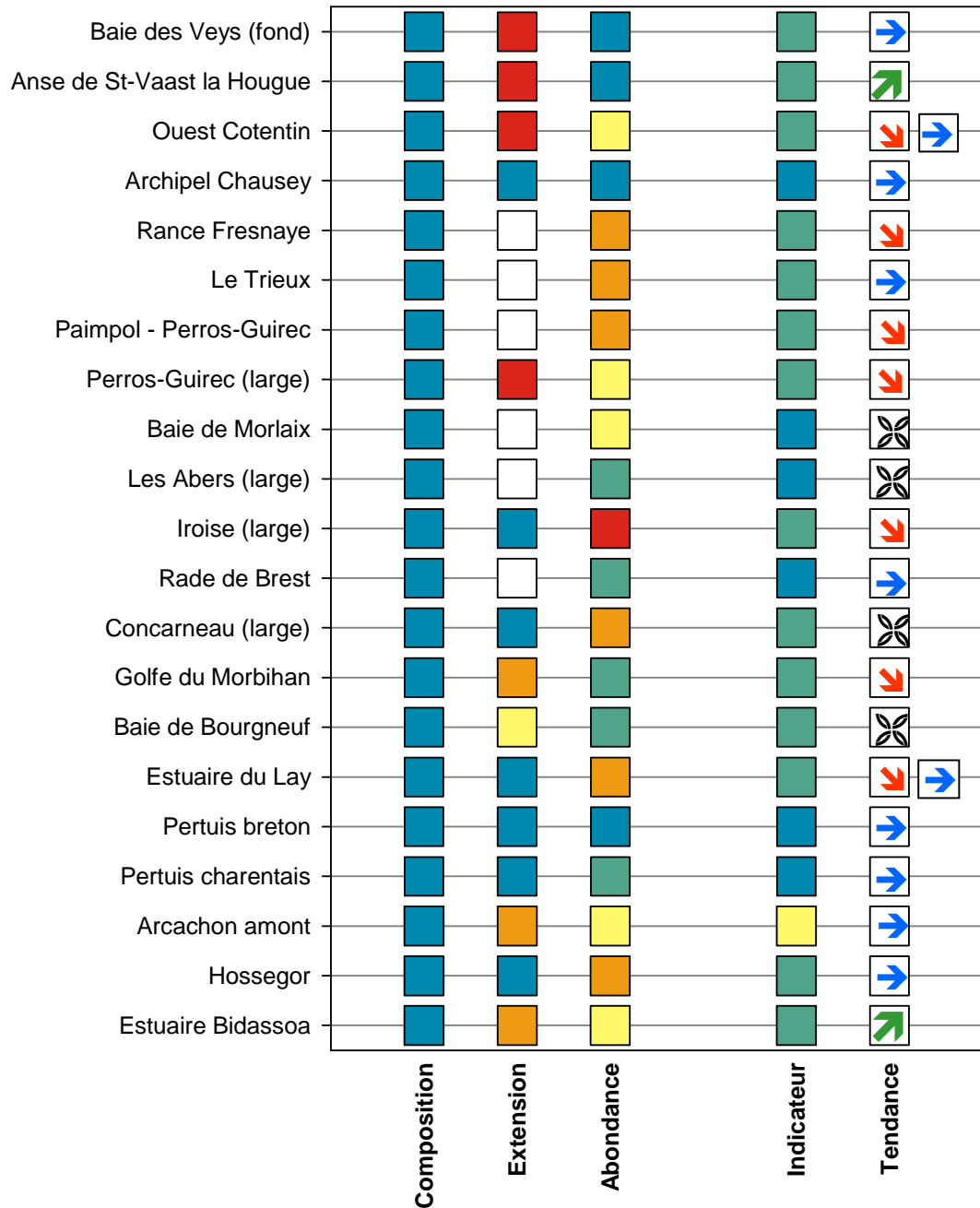
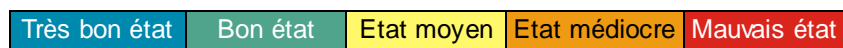


Figure 4 : Représentation graphique de la moyenne 2012-2016 des indices (carré blanc : calcul impossible), de l'indicateur « angiospermes » (codes couleur ci dessous) et de sa variabilité pendant la période considérée (stable →, en baisse ↘, en hausse ↗, variable aléatoirement ✂, double icône : changement de tendance pendant la période).



Seule une des 21 masses d'eau présente un état moyen (moins que « bon ») sur la base de ces calculs : **Arcachon amont**.

Ce résultat global, relativement bon, doit être relativisé par le fait que l'indice extension n'a pas pu être calculé pour 7 masses d'eau.

Par ailleurs, parmi les masses d'eau présentant un état global « bon » ou « très bon », si l'indice « composition » n'indique d'altération dans aucune masse d'eau, il apparaît qu'un certain nombre d'entre elles présentent des altérations majeures (2 pour l'extension, 6 pour l'abondance) ou sévères (4 pour l'extension, 1 pour l'abondance). Ces différents cas méritent donc d'être discutés dans les paragraphes suivants.

NB : Sur les graphes présentés dans les paragraphes suivants, toutes les données d'extension et d'abondance disponibles dans la littérature (références rassemblées dans la seconde partie du chapitre « Bibliographie ») sont figurées, afin de donner une vision historique de l'évolution des paramètres.

4.2. FRFT08 – Estuaire de la Bidassoa

Cet estuaire abrite une seule espèce de zostères, *Zostera noltei*, qui trouve ici des conditions abritées propices à son développement (Figure 5).



Figure 5 : Vue générale de l'herbier dans l'estuaire de la Bidassoa en 2016, © Ifremer/Anglet

Cette baie est le siège d'évolutions morphologiques assez marquées, dont certaines d'origine anthropique, qui peuvent en partie expliquer la constante évolution temporelle de la position et de l'extension des herbiers. Les différents aménagements opérés entre 1973 et 1980 dans la baie (dragages, construction du port, édification de l'Île aux Oiseaux) 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 est plus juste de prendre comme année de référence l'année 1980¹. Pour les années postérieures à cette date, il pourrait être utile de confronter cette évolution de l'emprise des herbiers à celle de la bathymétrie des estrans.

Les pressions chimiques (Gouriou *et al.*, 2018) et microbiologiques qui s'exercent sur cette masse d'eau sont assez importantes, liées à des rejets ponctuels des stations d'épuration et d'industries non raccordées au réseau.

Après une forte diminution entre 2012 et 2013, probablement due à des conditions météorologiques particulièrement mauvaises au printemps 2013, l'abondance des

¹ Données historiques connues pour l'extension : 1976 (8,7 ha), 1978 (3,5 ha) et 1980 (2,2 ha)

zostères présente une constante augmentation, depuis cette date, ce qui pourrait résulter en partie d'une diminution des pressions mais également de conditions hydro-sédimentaires favorables (Figure 6).

En moyenne, l'indicateur « angiospermes » indique un « bon état » pour cette masse d'eau, mais ce classement est assez fragile (proche de la limite entre le bon et le moyen état).

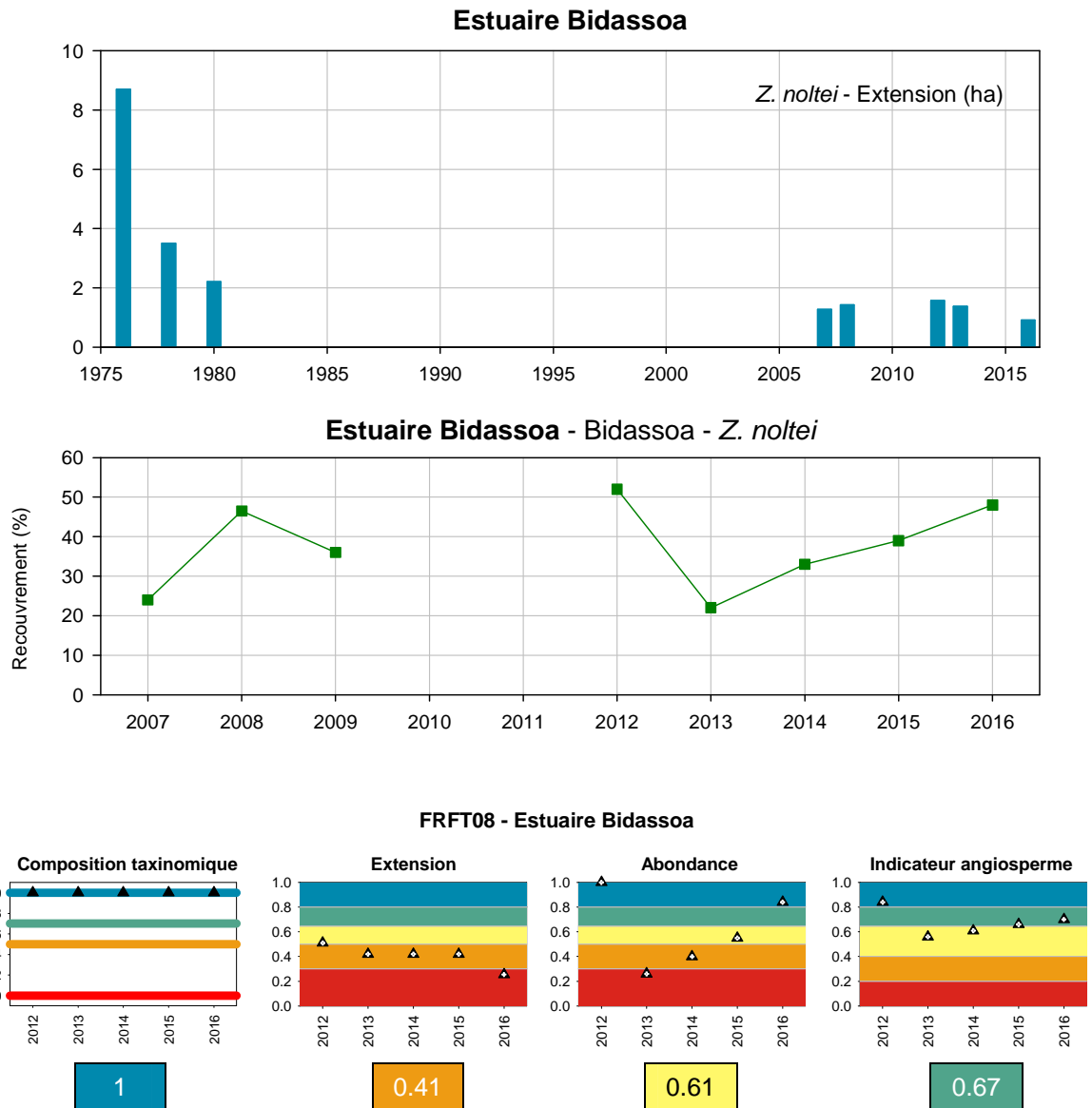


Figure 6 : FRFT08 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur (les valeurs rapportées sous les graphes sont les moyennes de chaque indice et de l'indicateur sur la période 2012-2016).

4.3. FRFC09 – Lac d’Hossegor

Ce lac marin abrite les deux espèces de zostères qui s’y sont installées relativement récemment (années 1970). Seule *Z. noltei* y est suivie en termes d’abondance.

Cette masse d’eau est soumise à des pressions chimiques (HAP : Gouriou *et al.*, 2018), microbiologiques (classement en « B » des mollusques filtreurs et en « C » des non filtreurs : Méteigner, 2017), subit des blooms d’algues opportunistes (Blanchet *et al.*, 2017) et une forte fréquentation touristique. L’ensemble de ces pressions explique probablement les faibles abondances mesurées depuis quelques années (Figure 7). Néanmoins, sans doute pour des raisons hydrodynamiques et bathymétriques, l’extension des deux types d’herbiers a récemment augmenté.

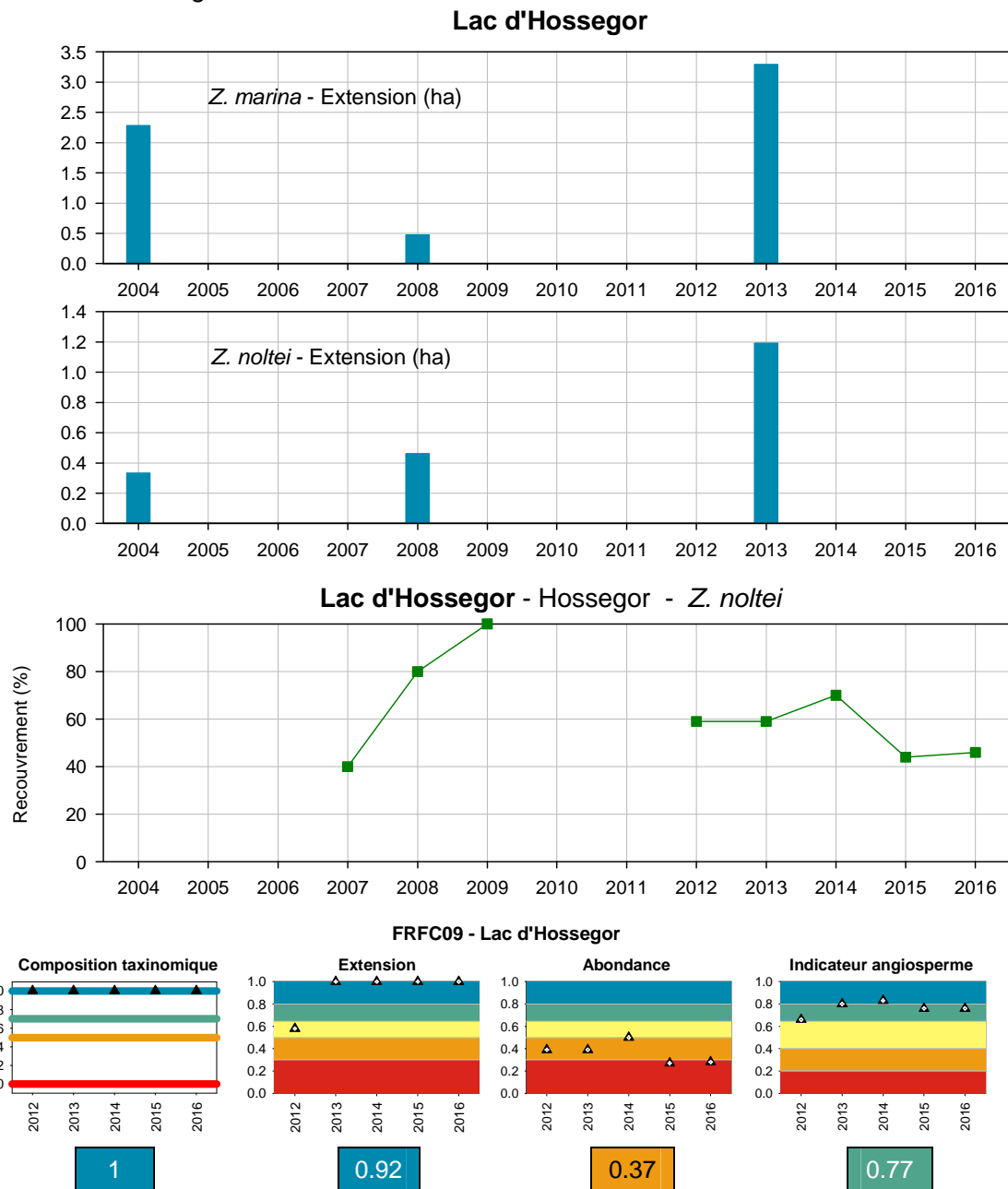


Figure 7 : FRFC09 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

L'état global de cette masse d'eau fluctue ainsi entre le bon et le très bon état.

4.4. FRFC06 – Arcachon amont

Les deux espèces de zostères colonisent cette masse d'eau et sont suivies en termes d'abondance et d'extension.

Cette masse d'eau est peu soumise à des rejets industriels ou d'eaux usées. Elle est le siège d'activités de pêche professionnelle et récréative (en bateau et à pied), d'ostréiculture, et de navigation de plaisance et subit une forte urbanisation sur ses pourtours.

Cette masse d'eau est par ailleurs marquée par une assez forte contamination en HAP et en cuivre (Gouriou et al., 2018) et par la présence dans ses eaux de certains herbicides d'origine agricole (métolachlore) ainsi que des biocides d'origine nautique (notamment irgarol provenant des peintures antisalissures appliquées sur les coques de bateau) (Résultats du réseau REPAR²).

Il s'agit de la seule masse d'eau Manche-Atlantique où l'indicateur « angiospermes » sur la période 2012 - 2016 indique une qualité moyenne.

Ce mauvais classement est fortement influencé par la régression des surfaces d'herbiers qui a entraîné une forte baisse de l'indice **extension** (Figure 8).

Indubitablement, l'emprise des herbiers de zostères (surtout *Zostera marina*) dans la Baie a fortement diminué entre la fin des années 1980 et la fin des années 2000.

Il semble que le processus de régression ait débuté par *Zostera marina* (au début des années 2000), qui aurait d'abord disparu des zones les plus orientales du bassin (Auby et al., 2011). Pour expliquer ce déclin concentré dans les chenaux les moins profonds (donc les plus fortement soumis aux températures extrêmes), il semble que l'on puisse mettre en cause l'effet délétère des canicules au cours des étés 2003 puis 2006 sur cette espèce à affinité septentrionale. La contamination des eaux par le cuivre et certains herbicides/biocides (notamment irgarol), particulièrement concentrés dans le fond du bassin (Auby et al., 2007), peut également être mise en cause. La nocivité de la combinaison des effets des hautes températures et des contaminants a été démontrée expérimentalement sur *Zostera noltei* (Gamain et al., 2017).

Zostera noltei aurait ensuite régressé, principalement dans les parties basses des estrans qui n'étaient plus protégées par *Zostera marina*, probablement en raison d'une augmentation des courants s'appliquant sur le fond, comme le laissent suspecter les figures d'érosion et de déchaussement des herbiers intertidaux qui ont été observés dans la seconde moitié des années 2000.

La régression de ces herbiers, dont l'une des fonctions principales est de stocker les sédiments fins et de stabiliser les fonds, a généré une augmentation de la turbidité des eaux dans le fond du bassin (résultats du réseau hydrologique ARCHYD). Ces conditions de turbidité sont un frein à la recolonisation des herbiers de *Zostera marina* dans les zones orientales du bassin (Paolin, 2012), dont l'extension s'est encore réduite entre la fin des années 2000 et 2016 (Trut et al., 2018). Elles pourraient également affecter la reprise de *Zostera noltei* dans les zones basses de certains estrans.

Ces hypothèses sont actuellement testées dans le cadre du programme ZODARSED, utilisant notamment des outils de modélisation numérique (hydrodynamique, sédimentologie, croissance des herbiers). Ces résultats permettront de mieux comprendre les mécanismes à l'origine du déclin des herbiers et ceux intervenant dans la rétroaction négative entravant leur recolonisation.

² <https://www.siba-bassin-arcachon.fr/actions-environnementales/les-reseaux-de-surveillance-repar-et-rempar/repar>

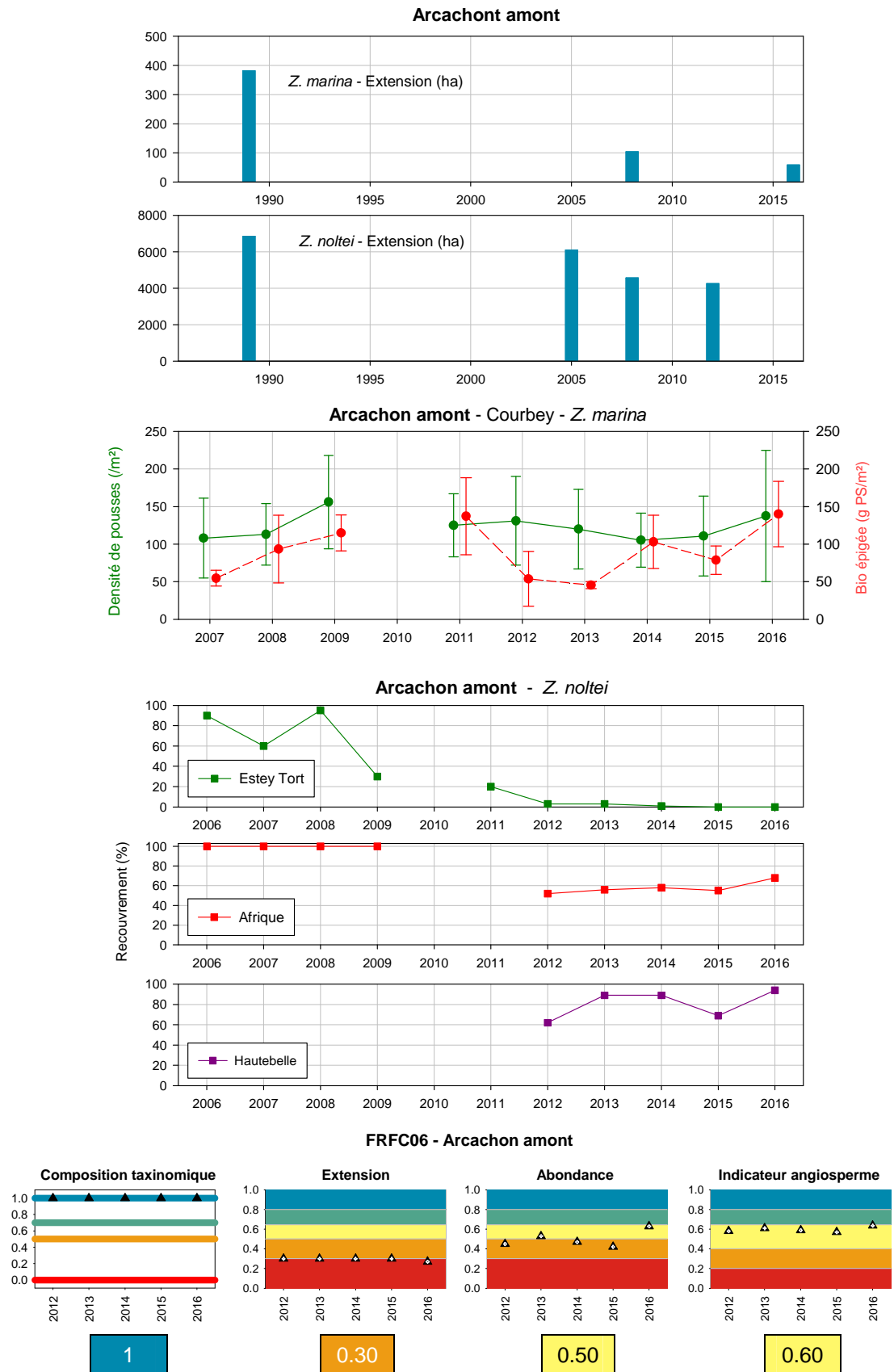


Figure 9 : FRFC06 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

La métrique « **abondance** » indique une assez mauvaise qualité mais qui s'améliore en 2016.

Cette métrique est fortement tirée vers le bas par une station (« Estey Tort ») située dans le fond du Bassin, où l'herbier de *Z. noltei*, dense en début de suivi, a brutalement diminué entre 2008 et 2009, et a fini par disparaître en 2012 (Figure 9). On peut remarquer que cette station est représentative de l'ensemble de ce platier, situé dans la partie orientale de la baie.



Figure 9 : Évolution de la station « Estey Tort » entre 2007 et 2015, © Ifremer Arcachon

Les deux autres stations de *Z. noltei* indiquent un bon état des abondances.

Les densités de *Zostera marina* évoluent peu au cours du temps (beaucoup moins que dans les masses d'eau bretonnes), tandis que les biomasses épigées au mois de septembre semblent fortement déterminées par la température de l'eau moyenne du printemps à l'été (Auby *et al.*, 2017).

Au vu des résultats récents (2016 : Trut *et al.*, *in prep.*) concernant l'extension de *Zostera marina* dans le bassin d'Arcachon, indiquant encore une déprise des herbiers de zostères marines, le mauvais classement de cette masse d'eau vis-à-vis de l'indicateur « angiospermes » est confirmé.

Cette situation reflète sans aucun doute l'effet des nombreuses pressions, climatiques et anthropiques, qui s'exercent sur un milieu (au moins dans sa partie orientale) que sa configuration confinée et peu profonde rend très sensible aux perturbations.

Les effets ici particulièrement délétères du tributylétain sur les larves d'huîtres dans les années 1980, ou ceux spectaculaires d'une faible augmentation des teneurs en nitrates sur la prolifération des monostromes dans les années 1990, en sont des illustrations riches d'enseignement.

Le déclin des herbiers n'est pas le seul indice de dégradation de ce milieu. On peut citer par exemple la disparition du groupe de dauphins souffleurs au cours des années 2000, ou la modification de la relation entre la température de l'eau pendant la maturation des huîtres et leur date de ponte depuis une quinzaine d'années (Maurer *et al.*, 2016).

Il est essentiel que les utilisateurs, gestionnaires et aménageurs de ce milieu (dont le nouveau Parc Marin) prennent pleinement conscience de cette sensibilité particulière et agissent de manière à favoriser la restauration des herbiers, dont l'importance en termes d'habitat et de garant de la qualité des eaux n'est plus à démontrer.

4.5. FRFC02 – Pertuis charentais

Une seule espèce de zostère (*Zostera noltei*) colonise cette masse d'eau et les trois métriques y sont correctement renseignées (dernière extension mesurée en 2014).

Certains de ces herbiers intertidaux (hors ceux situés dans la Réserve naturelle) sont soumis à une pêche à pied professionnelle et de loisir (coque et palourde), parfois très

intense (Sauriau *et al.*, 2017). Une expérimentation destinée à caractériser l'impact des pratiques de pêche à pied professionnelle sur les herbiers a été menée en 2013-2014 de mars à octobre de façon expérimentale en contrôlant la nature et la répétition des pressions. Elle a permis de montrer que grattages avec outils et piétinements répétitifs sont significativement délétères pour l'herbier de *Zostera noltei* uniquement en période estivale lorsque l'herbier a atteint sa pleine période de végétation. En hiver et au printemps, la variabilité naturelle de la végétation mesurée par les taux de recouvrement ne permet pas d'extraire d'impact négatif significatif des activités de pêche à pied. La pêche au trou associée à son piétinement ne génère pas d'impact négatif significatif sur les herbiers de *Zostera noltei* en regard de la variabilité naturelle de la végétation. Des observations complémentaires ont permis de montrer que les impacts négatifs des grattages étaient toujours visibles une année après l'arrêt des expérimentations générant sur les herbiers impactés des taux de recouvrement significativement inférieurs aux herbiers témoin (Sauriau *et al.*, com. pers.).

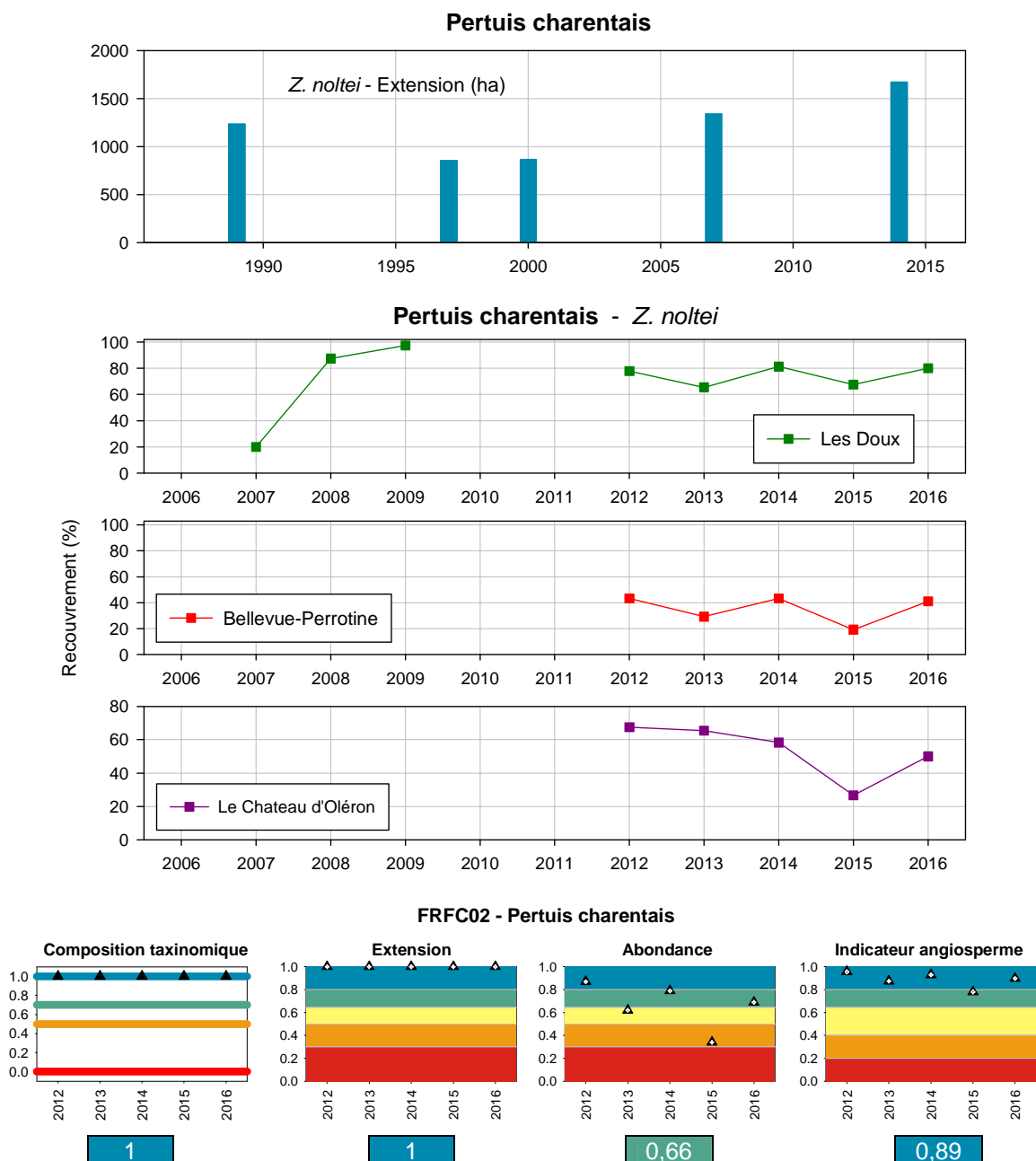


Figure 10 : FRFC02 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

La frange riveraine de cette masse d'eau est caractérisée par une densité de population estivale élevée avec une activité de pêche à pied estivale très forte. Elle est soumise à des apports urbains (stations d'épuration) et industriels, à une influence forte des panaches fluviaux (principalement Gironde et Charente), ainsi qu'à une pression polluante relative au nautisme et à l'agriculture.

Toutefois, globalement, l'**emprise** des herbiers s'y accroît depuis 2000, générant une note maximale pour cette métrique. Leur **abondance** varie fortement d'une année sur l'autre, montrant des fluctuations relativement parallèles sur les trois sites, qui pourraient refléter l'effet de pressions globales (sans doute liées à la météorologie) s'appliquant sur l'ensemble des herbiers de la zone (Figure 10). En revanche la dynamique de l'herbier du Château d'Oléron est directement impactée par les activités de pêche à pied estivale (Figure 11) qui se concentrent sur cette masse d'eau en dehors des zones de réserve naturelle (du Château à St Trojan et de Marennes à l'Embelie).

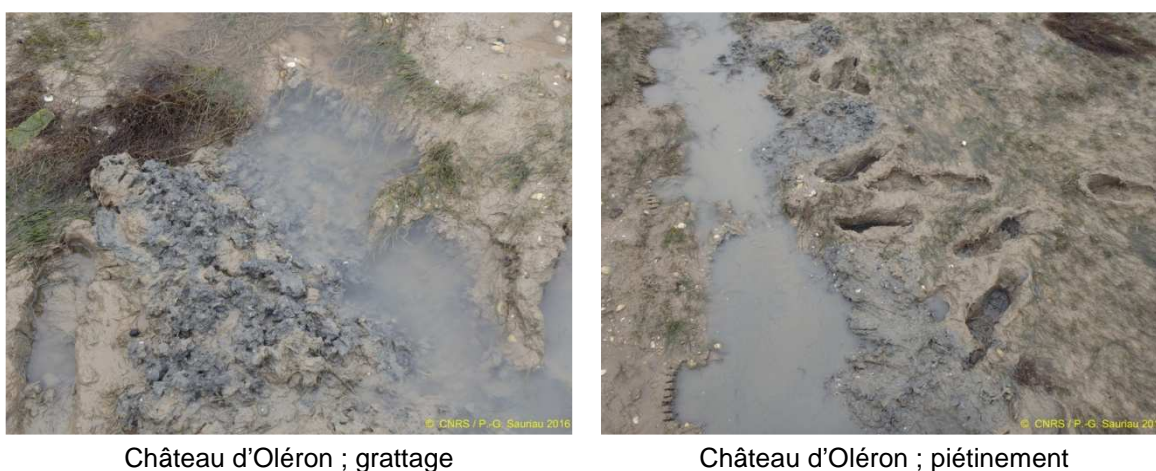


Figure 11 : Aspect de l'herbier échantillonné dans la masse d'eau FRFC02 (© P.G. Sauriau).

Globalement, l'état de cette masse d'eau est « très bon » vis-à-vis de l'indicateur « angiospermes ».

4.6. FRGC53 – Pertuis breton

Les deux espèces de zostères colonisent cette masse d'eau, mais *Zostera marina* y a quasiment disparu pendant l'épisode de mortalité des années 1930 et ne présente plus aujourd'hui qu'une population relictuelle située en médio-littoral moyen dans une large flaque au sein de la zone ostréicole. Pour cette raison, seule *Z. noltei* fait l'objet d'un suivi dans cette zone.

Grâce aux mesures régulières de l'emprise des herbiers depuis les années 1980, les trois métriques y sont correctement renseignées (dernière extension mesurée en 2014).

D'après la synthèse réalisée par Chiffolleau (2017), cette masse d'eau est modérément contaminée par certains métaux (cuivre et argent), par le fluoranthène (HAP) et certains PCB, mais la contamination en cadmium et mercure y présente une tendance décroissante depuis 20 ans.

Le suivi des macroalgues intertidales indique ici un bon état, tandis que l'indicateur « macroalgues subtidales » révèle un état moyen, en raison de la faible extension en profondeur des ceintures algales, de la quasi absence des espèces structurantes et de la forte présence des espèces opportunistes. Toutefois, l'indicateur dédié aux macroalgues opportunistes y a toujours indiqué un bon ou un très bon état.

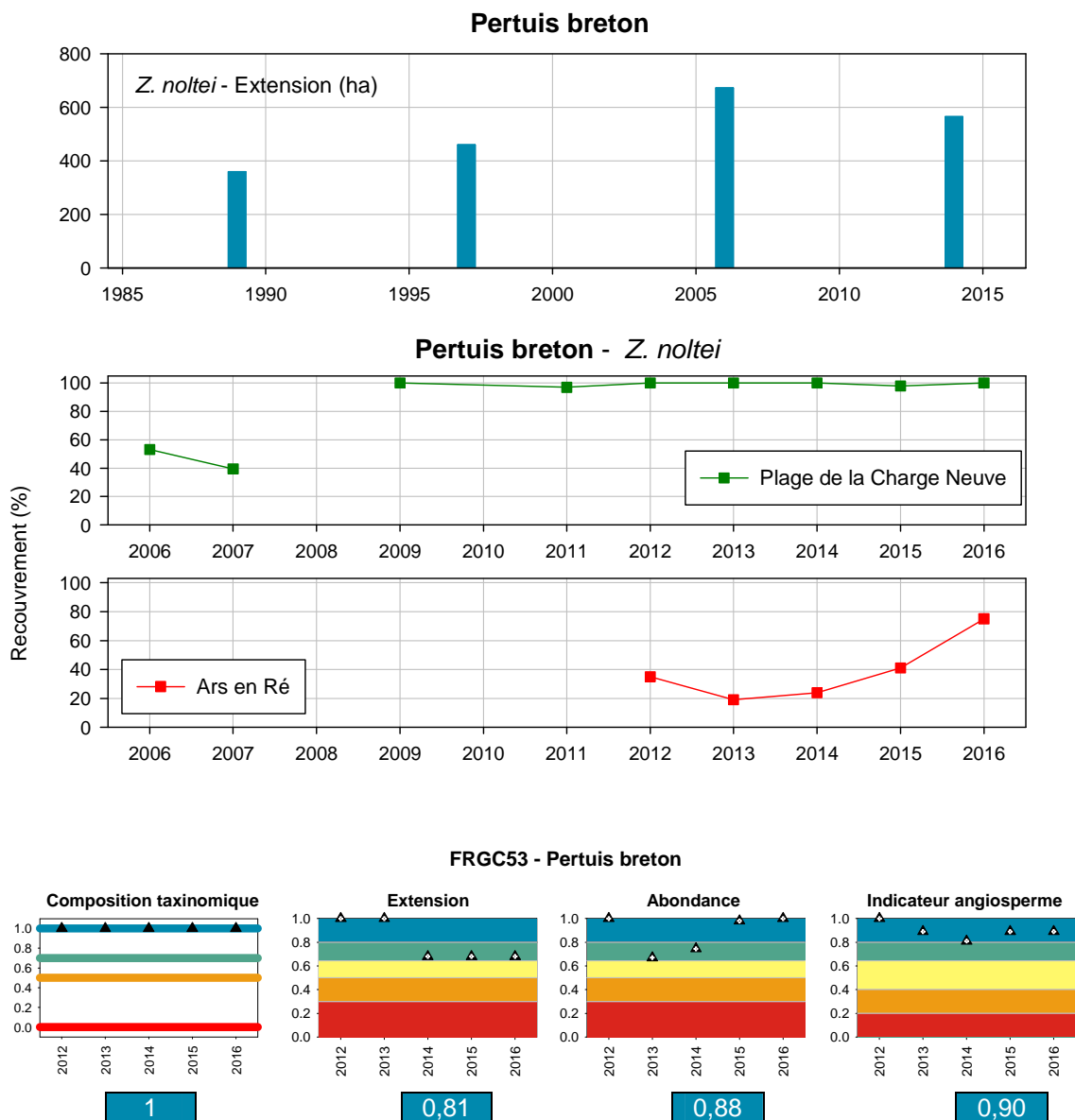


Figure 12 : FRGC53 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

Cette zone est le siège d'une activité mytilicole importante, et ostréicole à une moins large échelle. Par ailleurs, certains des herbiers de cette zone sont soumis à une pêche aux coquillages (palourdes notamment) assez destructrice (Ars en Ré, Figure 13), mais d'intensité assez variable d'une année sur l'autre, ce qui semble pouvoir y expliquer les variations inter annuelles du **recouvrement** des zostères (Figure 13) (Sauriau *et al.*, 2017). D'autres zones, beaucoup plus délicates à arpenter à pied, ne sont pas exploitées par les pêcheurs, mais présentent, localement, des sillons générés par des moteurs de bateaux (Plage charge neuve, figure 13).



Plage charge neuve

Ars en Ré

Figure 13 : Aspect des deux herbiers échantillonnés dans la masse d'eau FRGC53 (© P.G. Sauriau).

L'**extension** des herbiers intertidaux a augmenté entre la fin des années 1980 et le milieu des années 2000. Plus récemment, leur emprise a présenté une légère diminution dont la faible intensité ne traduit pas de modification visible pour cette métrique.

Globalement, **l'état de cette masse d'eau est « très bon » vis-à-vis de l'indicateur « angiospermes »**.

4.7. FRGT30 – Estuaire du Lay

Seule *Zostera noltei* colonise cette masse d'eau. Bien que suivie depuis une date relativement récente, les trois métriques y sont correctement renseignées, avec notamment deux mesures d'extension depuis 2010. Entre les deux dates de mesure, l'extension des herbiers n'a pas varié, conférant à cette métrique une valeur maximale (Figure 14).

Les quelques données relatives à la contamination chimique de cette zone ne montrent pas de contamination particulière des sédiments ou des mollusques (Chiffolleau, 2017). Elle est, d'autre part, peu affectée par le développement d'algues opportunistes.

Les herbiers de cette masse d'eau sont soumis à une activité de pêche à pied, mais qui semble être spatialement limitée à la bordure des chenaux (Sauriau *et al.*, 2017). Le site suivi pour les mesures **d'abondance** semble être soumis à une forte dynamique sédimentaire, avec une alternance de phases d'envasement et d'ensablement. Ces conditions physiques pourraient expliquer la diminution des taux de recouvrement observés depuis 2012.

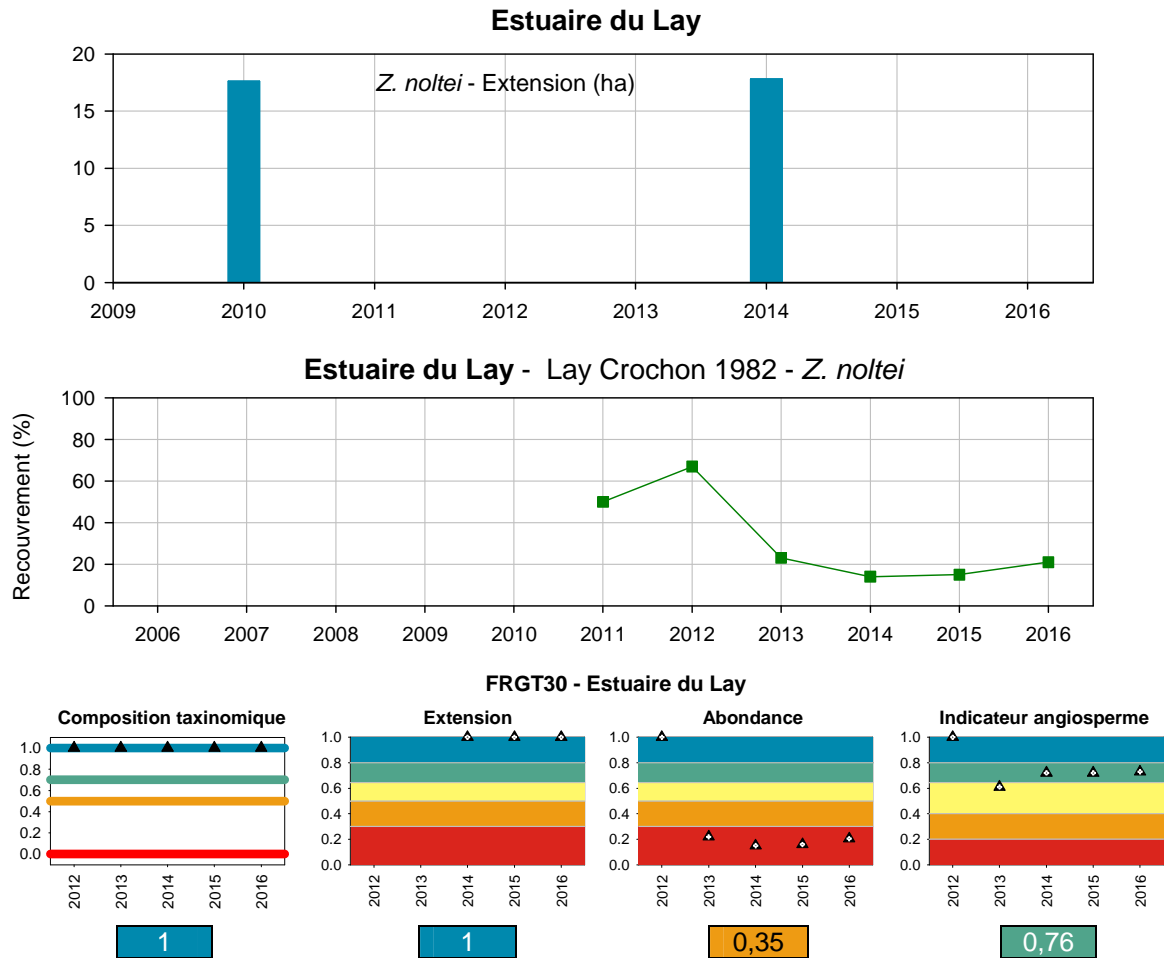


Figure 14 : FRFGT30 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

Globalement, grâce au maintien de son **emprise**, l'**indicateur « angiospermes »** indique une **bonne qualité pour cette masse d'eau**.

4.8. FRGC48 – Baie de Bourgneuf

Zostera marina est signalée dans cette masse d'eau depuis le milieu des années 1970 mais n'y a toujours colonisé que des superficies très limitées (Bargain, 2013). *Zostera noltei* y constitue par contre des herbiers bien développés. Pour cette raison, seule cette seconde espèce est suivie dans cette masse d'eau. Les trois métriques y sont correctement renseignées, avec notamment des mesures régulières d'extension depuis les années 1990.

Les apports en particules par la Loire génèrent de forts niveaux de turbidité dans l'eau de la Baie, et un envasement important de ses sédiments.

Les données relatives à la contamination chimique de cette zone (ROCCH) montrent une contamination modérée des mollusques par l'argent, le cuivre, le fluoranthène et quelques PCB, et des teneurs globalement décroissantes pour le cadmium, le mercure et certains PCB (Chiffolleau, 2017).

Cette baie est le siège d'une forte activité conchylicole et d'une très importante pêche à pied (palourdes et coques), professionnelle et de loisir, pratiquée notamment sur les herbiers (Bargain, 2013).

Le suivi des macroalgues intertidales indique une dégradation de la masse d'eau entre 2010 (bon état) et 2013-2014 (état moyen), à cause d'un moindre recouvrement de certaines ceintures algales ou de la forte abondance d'espèces opportunistes.

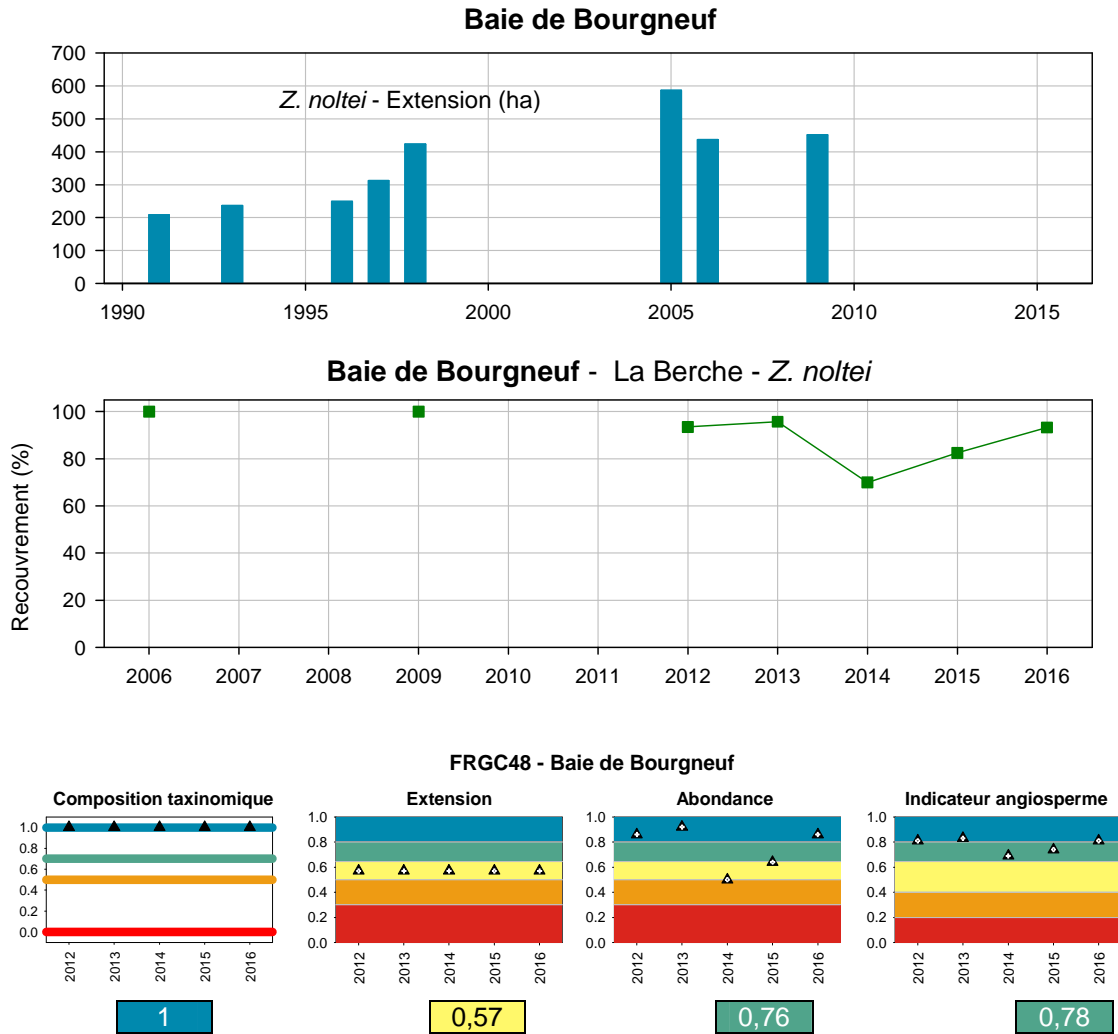


Figure 15 : FRGC48 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

L'emprise des herbiers a augmenté dans cette masse d'eau au cours des trente dernières années, avec une courte période de déprise difficilement explicable par des causes naturelles ou anthropiques (Bargain, 2013). **L'abondance** de *Zostera noltei* y est généralement assez élevée, avec une valeur plus faible mesurée en 2014 (Figure 15).

Globalement, l'indicateur « angiospermes » indique une bonne qualité pour cette masse d'eau.

4.9. FRGC39 – Golfe du Morbihan

Les deux espèces de zostères colonisent cette masse d'eau. Les deux sont suivies en termes d'abondance (année 2013 exclue, voir tableau 7) et d'extension (Figure 17). Les trois métriques sont ainsi correctement renseignées, même si la dernière mesure d'emprise est un peu ancienne. Il convient de signaler que plusieurs campagnes d'acquisition de données surfaciques, mettant en œuvre des techniques différentes ont été réalisées depuis 2013. Les données acquises sont toujours en cours de traitement et leur rendu devrait être finalisé en 2018.

D'après le rapport de synthèse des données ROCCH (Chiffolleau, 2017), les sédiments et les mollusques de cette masse d'eau présentent un faible niveau de contamination, et ce en dépit d'une urbanisation importante sur ses pourtours et d'une fréquentation touristique estivale soutenue.

Par contre, cette baie est soumise à d'importantes et récurrentes proliférations de macroalgues opportunistes, qui occasionnent son classement en « état moyen » pour ce paramètre (CEVA, 2015). Par rapport aux autres herbiers suivis dans le cadre du Rebet Bretagne, le site d'Arradon apparaît en effet très marqué par ces dépôts d'ulves et d'entéromorphes (Figure 16). Par ailleurs, d'après Roger Mahéo (com. pers.), le fond des petites baies abritées serait un site d'échouage d'algues rouges poussées par les vents.



Figure 16 : Algues vertes sur un herbier du Golfe du Morbihan (© C. Hily).

La qualité indiquée par les macroalgues intertidales s'est légèrement dégradée entre 2008 et 2011-2014, passant de très bonne à bonne.

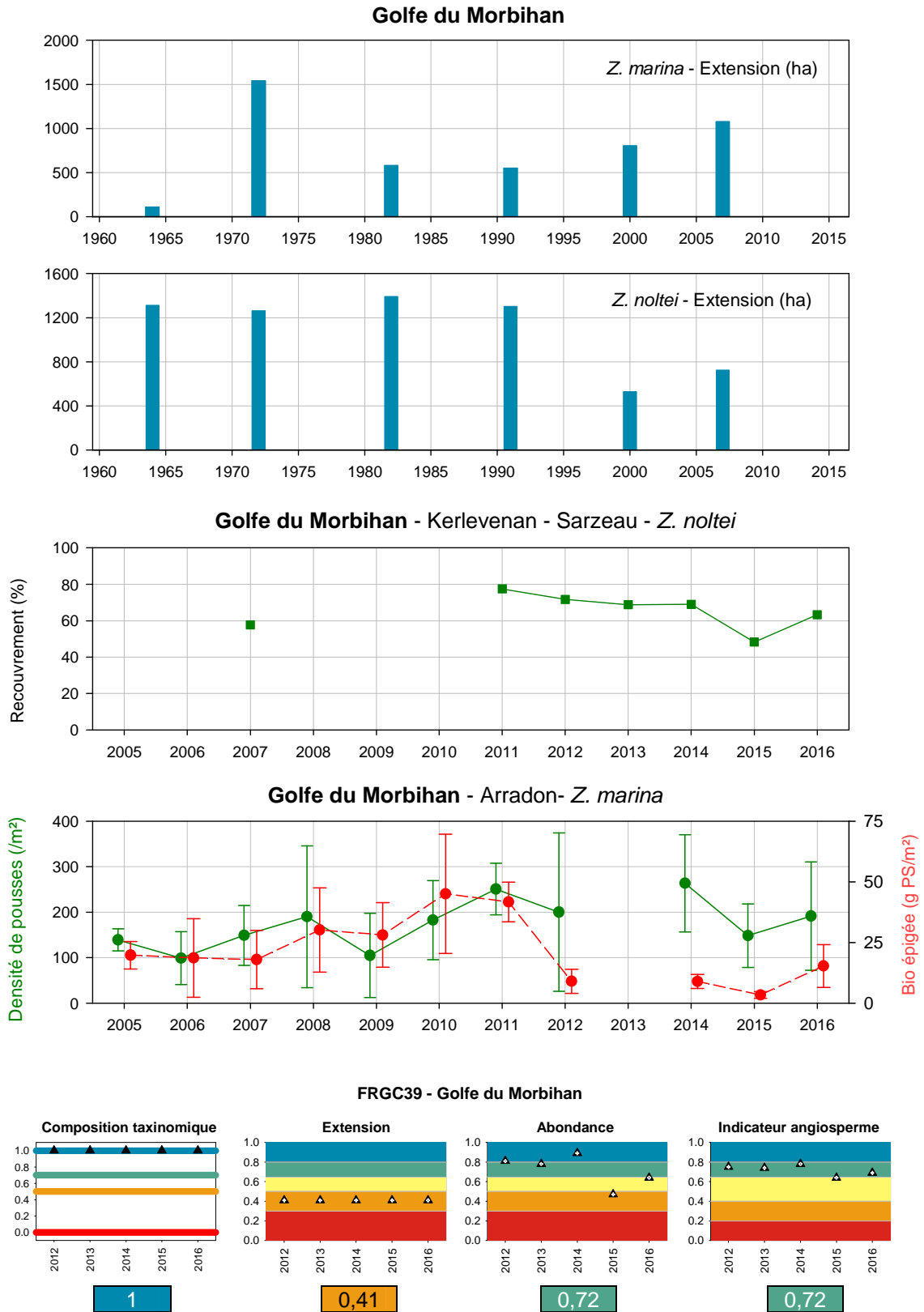


Figure 17 : FRGC39 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

L'ostréiculture occupe ici d'importantes surfaces, dont la grande majorité sur des zones qui pourraient être colonisées par des zostères ; les tables ostréicoles couvriraient actuellement 33 % des estrans et 15 % des chenaux (résultats du programme VALMER³).

Les herbiers du Golfe sont le siège d'une intense activité de pêche à pied, principalement axée sur la palourde, depuis la fin des années 1980 (Figure 18).



Figure 18 : Pêche à pied dans un herbier du Golfe du Morbihan (© PNR Golfe du Morbihan).

Les **abondances** de zostères varient au cours du temps sans présenter de tendance particulière. L'indice associé à cette métrique traduit l'existence de faibles perturbations. Par contre, en ce qui concerne *Zostera marina*, les biomasses mesurées depuis 2012 sont assez faibles et ce phénomène semble être associé à de plus fortes quantités d'algues vertes observées sur les herbiers.

L'indice moyen **d'extension** calculé sur la période 2012-2016 correspond à des altérations majeures, avec une diminution des surfaces occupées survenant toutefois à des périodes différentes pour les deux espèces. L'impact de la pêche à pied, l'étouffement sous les matras d'algues accumulées et la prolifération des huîtres sauvages peuvent participer à expliquer ces phénomènes. Un travail cartographique important a été réalisé par le PNR Golfe du Morbihan (Angst *et al.*, 2014) et avait notamment pour objet de déterminer les zones de stabilité et d'évolution des herbiers au cours du temps. Le croisement de ces données avec les données de pression permettrait de mieux comprendre ces évolutions.

Toutefois on peut noter qu'entre les deux dernières mesures d'emprise, la surface des herbiers du Golfe a eu tendance à augmenter, alors que les pressions citées plus haut n'ont probablement pas diminué. Par exemple, depuis une dizaine d'années, les zostères colonisent les sols ostréicoles sous les tables.

Les prochains résultats permettront de savoir si cette recolonisation se poursuit.

Globalement, l'indicateur « angiospermes » indique une bonne qualité pour cette masse d'eau.

³ <http://www.parc-golfe-morbihan.bzh/medias/2016/10/Livret-2-Les-herbiers-de-zoste%CC%80res-des-habitats-en-mouvement.pdf>

4.10. FRGC28 – Concarneau large

Bien que les deux espèces de zostères soient présentes dans cette masse d'eau, seule *Zostera marina* y constitue des populations suffisamment développées pour justifier un suivi d'abondance (années 2008 et 2014 exclues, voir tableau 7) et d'emprise.

Cette masse d'eau n'est soumise à aucune pression industrielle ou urbaine, comme l'indiquent les résultats de teneurs en contaminants dans les sédiments analysés dans le cadre du ROCCH (Chiffolleau, 2017). Elle fait par contre l'objet d'une fréquentation nautique et touristique assez intense pendant l'été. Tous les indicateurs relatifs aux macroalgues traduisent un bon ou très bon état de cette masse d'eau.

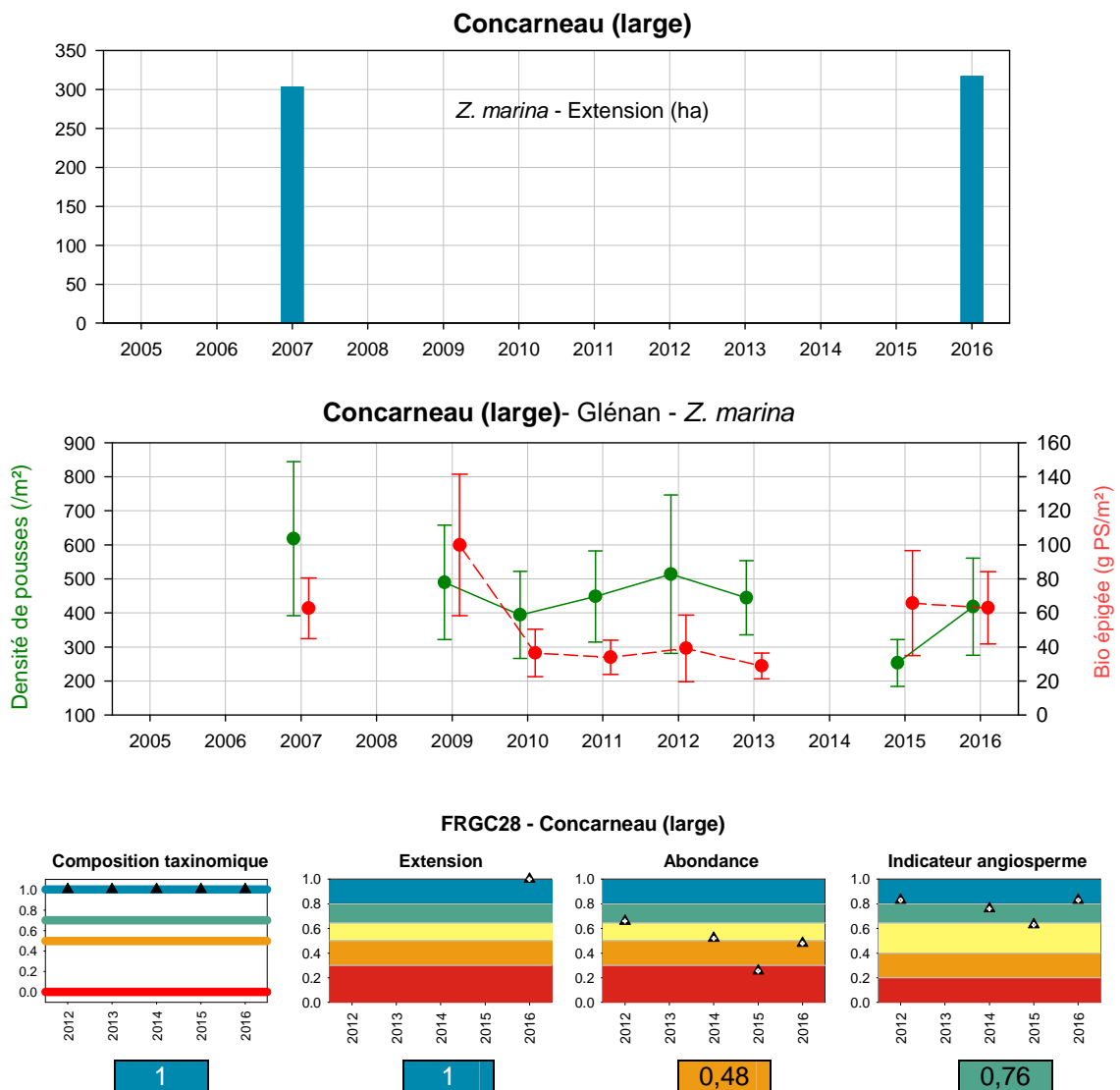


Figure 19 : FRGC28 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

L'abondance (hormis en 2015) et l'extension des herbiers y présentent des valeurs assez stables dans le temps (Figure 19), et la qualité estimée par l'indicateur est « bonne ».

4.11. FRGC18 – Iroise (large)

Seule *Zostera marina* est présente dans cette masse d'eau. Les trois métriques y sont correctement renseignées (année 2012 exclue pour l'abondance, voir tableau 7). Comme la masse d'eau précédente, cette zone est exempte de pressions contaminantes mais soumise à une fréquentation nautique estivale. Les indicateurs de qualité relatifs aux macroalgues de substrat dur y révèlent un très bon état.

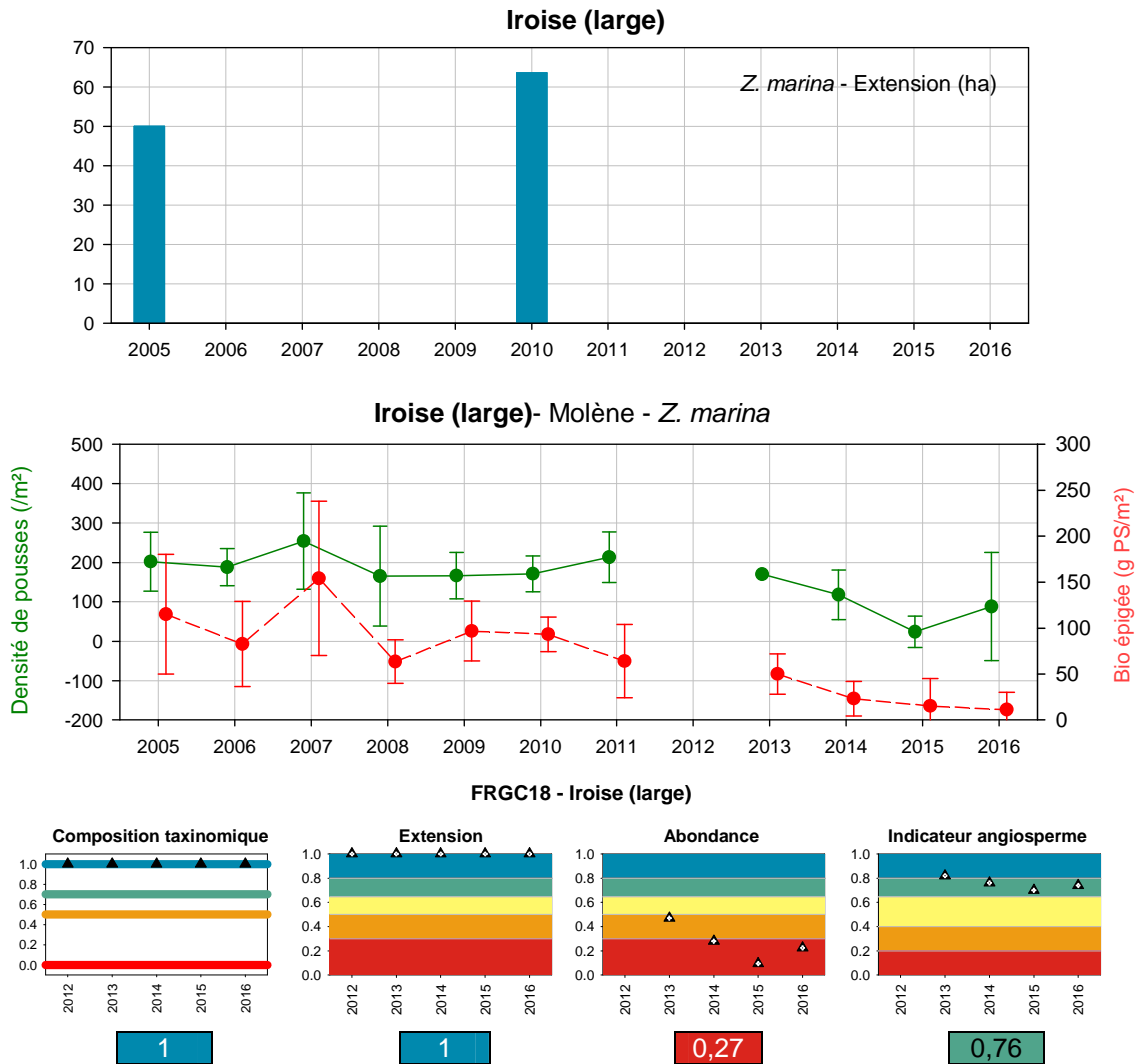


Figure 20 : FRGC18 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

Globalement, l'indicateur « angiospermes » indique une bonne qualité pour cette masse d'eau. Néanmoins, l'absence de données récentes d'extension et la diminution des biomasses épigées et des densités sur la station suivie portent à considérer ce classement avec circonspection.

4.12. FRGC16 – Rade de Brest

Cette masse d'eau abrite les deux espèces de zostères, mais d'après les données d'extension récoltées vers le milieu des années 2000, *Z. marina* y occupe une plus grande emprise (64 ha) que *Z. noltei* (17 ha). Depuis cette époque, aucune cartographie des herbiers n'a été réalisée, ce qui empêche de calculer l'indice correspondant à la métrique extension.

Les deux autres métriques sont correctement renseignées et seule *Z. marina* est suivie en termes d'abondance.

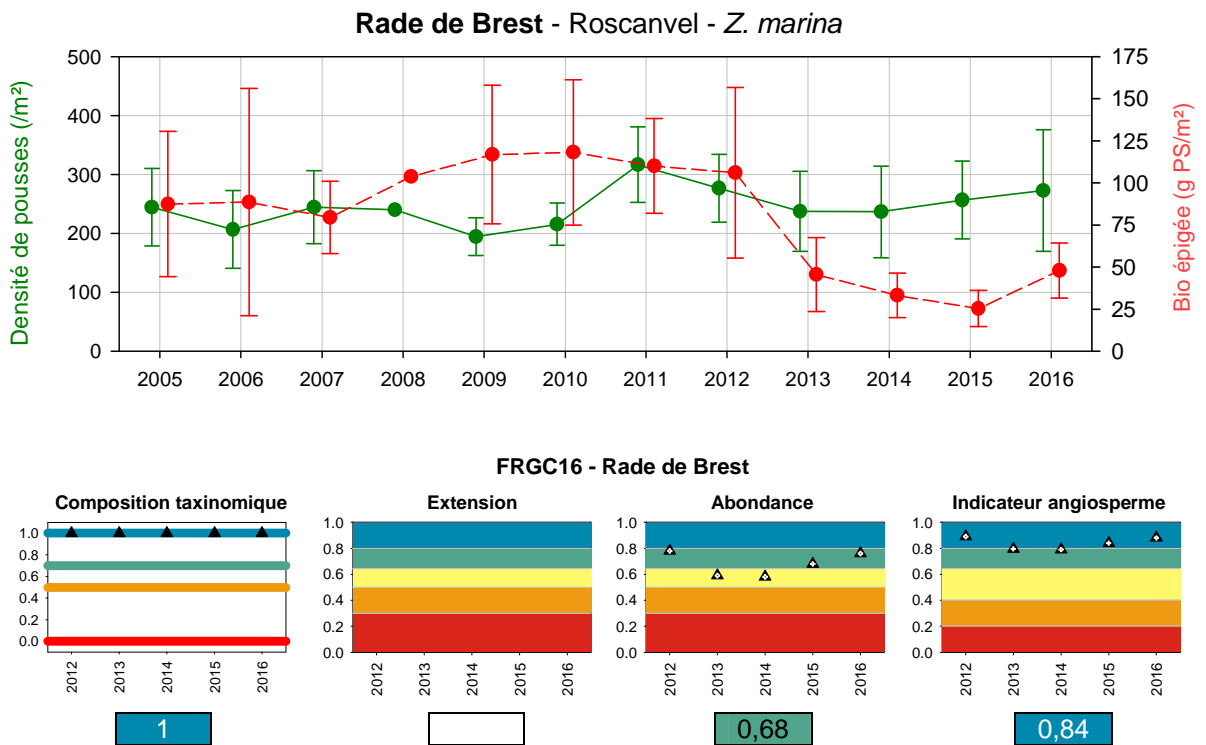


Figure 21 : FRGC16 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

Les sédiments et les mollusques de la rade de Brest sont très contaminés par les métaux, les HAP et, pour les mollusques, par les PCB et le TBT⁴ (Chiffolleau, 2017). Certaines zones d'herbier sont par ailleurs soumises à une pêche à pied de loisir relativement intense. Cette masse d'eau est également le siège d'une activité conchylicole et des bancs d'huîtres sauvages s'y développent depuis quelques années. En dépit de ces pressions, les macroalgues inter et subtidales y indiquent un bon ou un très bon état. Des échouages d'algues vertes opportunistes, d'importance variable selon les années, sont observés dans certaines zones enclavées

Les **abondances** mesurées à la station « Roscanvel » varient assez peu dans le temps, la métrique associée y traduisant de faibles signes de perturbation. Il faut toutefois remarquer que les biomasses épigées (et la longueur moyenne des feuilles) sont sensiblement plus faibles depuis 2013 (Figure 21). Cette évolution mériterait d'être confrontée à la variabilité des contraintes naturelles s'exerçant sur ce site.

⁴ Provenant des peintures anti salissures des navires militaires, pour lesquels cette molécule a été autorisée jusqu'à une période plus récente que pour les bateaux de plaisance.

L'absence de cartographie récente des herbiers ne permet pas de savoir si l'ensemble de ces pressions a impacté défavorablement l'**extension** des herbiers dans la rade. Il serait donc nécessaire de prévoir une nouvelle cartographie dans les prochaines années.

En conclusion, bien que l'**indicateur « angiospermes » indique un très bon état pour cette masse d'eau**, l'absence de données récentes d'extension et la diminution des biomasses épigées sur la station suivie portent à considérer ce classement avec circonspection.

4.13. FRGC13 – Les Abers (large)

Comme la précédente, cette masse d'eau abrite les deux espèces de zostères, mais d'après les données d'extension récoltées vers le milieu des années 2000, *Z. marina* y occupe une beaucoup plus grande emprise (194 ha) que *Z. noltei* (4 ha). Depuis cette époque, aucune cartographie des herbiers n'a été réalisée, ce qui empêche de calculer l'indice correspondant à la métrique extension.

Les deux autres métriques sont correctement renseignées et seule *Z. marina* est suivie en termes d'abondance.

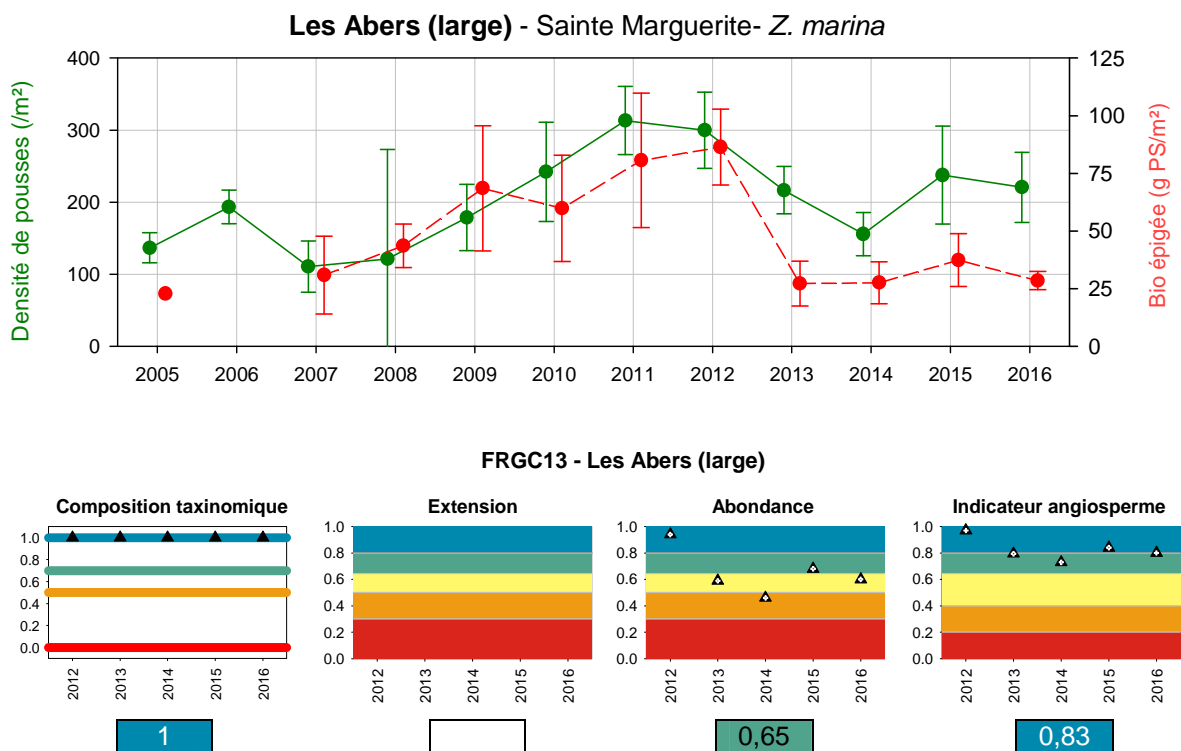


Figure 22 : FRGC13 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

Cette masse d'eau fait l'objet d'une exploitation ostréicole et de pêche à pied. Comme dans la rade de Brest, les mollusques y sont contaminés par le TBT, et les sédiments par les HAP (Chiffolleau, 2017). Les macroalgues intertidales et subtidales y indiquent un très bon état et les blooms d'espèces algales opportunistes y sont très limités.

Les **abondances** mesurées à la station « Sainte Marguerite » varient assez fortement dans le temps, mais les zostères présentent des densités assez élevées au cours des dernières années pour obtenir une bonne note pour cette métrique (Figure 22). Toutefois, comme dans la rade de Brest, les biomasses épigées sont sensiblement plus faibles depuis 2013.

La réalisation d'une nouvelle campagne de cartographie serait nécessaire pour calculer l'indice **d'extension** et ne semble pas poser de problème majeur dans cette masse d'eau.

Globalement, l'indicateur « angiospermes » indique un très bon état pour cette masse d'eau. Néanmoins, l'absence de données récentes d'extension et la diminution des biomasses épigées sur la station suivie portent à considérer ce classement avec circonspection.

4.14. FRGC11 – Baie de Morlaix

Comme la précédente, cette masse d'eau abrite les deux espèces de zostères, mais d'après les données d'extension récoltées vers le milieu des années 2000, *Z. marina* y occupe une beaucoup plus grande emprise (234 ha) que *Z. noltei* (6 ha). Depuis cette époque, aucune cartographie complète des herbiers n'a été réalisée, ce qui empêche de calculer l'indice correspondant à la métrique extension.

Les deux autres métriques sont correctement renseignées (sauf l'année 2008 pour l'abondance, voir tableau 7) et seule *Z. marina* est suivie en termes d'abondance.

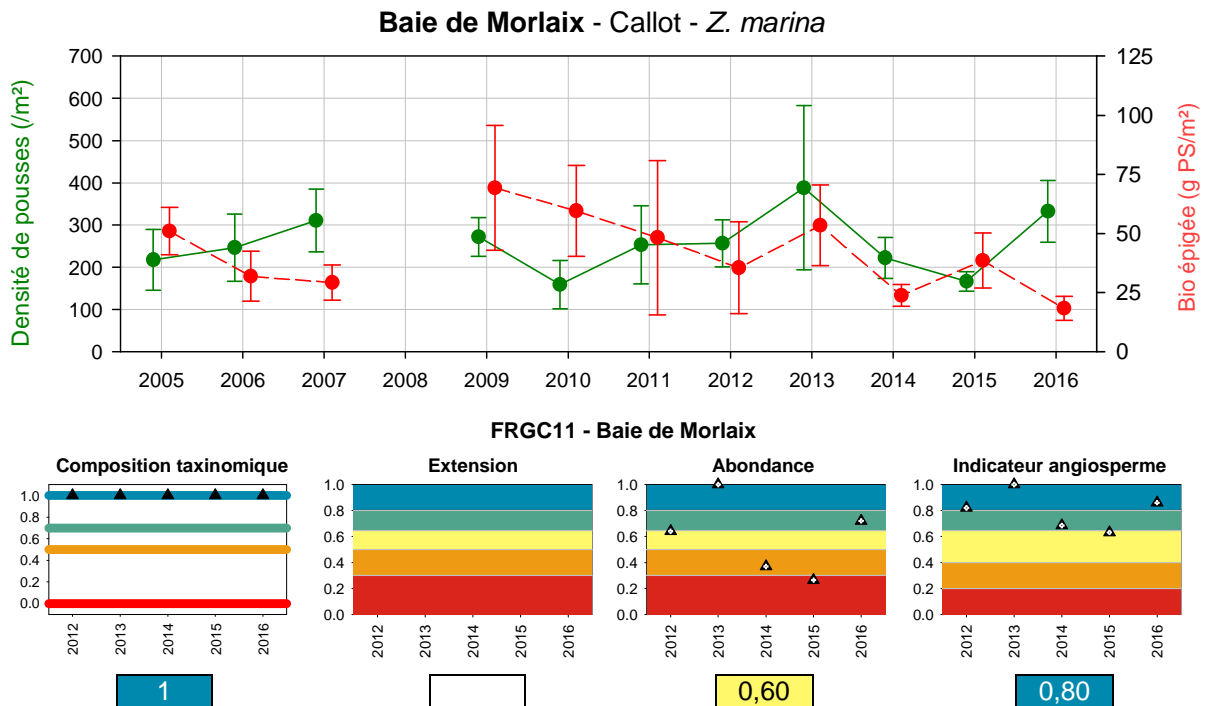


Figure 23 : FRGC11 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

Cette baie est le siège d'une activité conchylicole importante, comportant des parcs en surélevé, parfois mis en place sur des herbiers, mais également des parcs à plat, dans lesquels les huîtres sont récoltées à la drague. Les coquilles Saint Jacques y sont pêchées avec le même type d'engin, mais, *a priori*, pas dans les zones d'herbiers. Ce site fait également l'objet de culture d'algues brunes et d'une pêche à pied de loisir assez intense.

Autrefois touchée par des marées vertes, et déclassée par l'indicateur « macroalgues subtidales », cette masse d'eau présente un meilleur état vis-à-vis de ces éléments de qualité depuis quelques années.

Les contaminants suivis dans le cadre du ROCCH y présentent des valeurs élevées pour certains HAP dans les sédiments, et pour le zinc et le cadmium dans les mollusques.

Les valeurs **d'abondance** sont ici très variables, entraînant des fluctuations importantes pour cette métrique, sans tendance évidente (Figure 23). L'indice calculé traduit globalement des altérations modérées, qui pourraient traduire l'effet des différentes pressions s'appliquant sur la zone.

Comme déjà évoqué, l'absence d'un second jeu de données de surface interdit d'affecter une valeur à la métrique **extension**. La réalisation d'une nouvelle campagne de cartographie serait nécessaire et ne semble pas poser de problème majeur dans cette masse d'eau où les herbiers sont intertidaux ou peu profonds.

En conclusion, bien que l'**indicateur « angiospermes » indique un très bon état pour cette masse d'eau**, l'absence de données récentes d'extension et la diminution des biomasses épigées sur la station suivie portent à considérer ce classement avec circonspection.

4.15. FRGC08 – Perros Guirec (large)

Dans cette masse d'eau, seule *Zostera marina* est présente. Les trois métriques y sont correctement renseignées.

Cette zone est située à l'écart des pressions urbaines et industrielles et n'a donc pas de raison de présenter une contamination chimique marquée.

Les roches en mode battu dominant dans ce secteur, très exposé aux vagues et au vent. Les herbiers de zostères y sont cantonnés à quelques secteurs sableux dans la partie basse de l'estran et en zone subtidale. La récolte des algues (fuciales, laminaires) est une activité traditionnelle du secteur. La pêche à pied professionnelle et de loisir (palourdes, coques), ainsi que le mouillage des bateaux de plaisance constituent des menaces potentielles pour certains herbiers du secteur.

Dans cette masse d'eau, les indicateurs relatifs aux macroalgues de substrat dur indiquent un très bon état et les algues opportunistes n'y prolifèrent pas.

La forte régression de l'**extension** des herbiers entre les deux années de mesure génère un indice très faible indiquant une altération sévère (Figure 24). Il convient néanmoins de relativiser cette évolution en prenant en compte la possible surestimation de la première emprise. De plus, si cette réduction est réelle, elle pourrait être due à la seule modification des contraintes hydrodynamiques sur cette zone agitée. Pour cette raison, il semble inutile de s'interroger plus avant sur l'éventualité que des causes anthropiques expliquent ce déclin.



Figure 24 : FRGC08 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

Après une longue période de relative stabilité, les **abondances** ont présenté des valeurs faibles en 2014 et 2015, pour augmenter ensuite en 2016. L'indice moyen reflète une altération modérée pour cette métrique. Il faut souligner que les biomasses épigées, comme en Rade de Brest en Iroise, semblent décroître graduellement sur la station suivie.

Globalement, l'indicateur « angiospermes » indique une bonne qualité pour cette masse d'eau, mais avec une valeur proche du seuil entre le moyen et le bon état. Par ailleurs, l'absence de données récentes d'extension et la diminution des biomasses épigées sur la station suivie portent à considérer ce classement avec circonspection.

4.16. FRGC07 – Paimpol - Perros Guirec

Cette masse d'eau abrite les deux espèces de zostères, qui ont été cartographiées vers le milieu des années 2000. A cette époque, *Zostera marina* occupait une plus grande surface (672 ha) que *Zostera noltei* (157 ha). Aucune nouvelle cartographie n'a été réalisée depuis cette époque, ce qui ne permet pas de renseigner la métrique

extension. D'autre part, seule *Zostera marina* est suivie en termes d'abondance (année 2008 exclue, voir tableau 7).

D'après les données du ROCCH dont on dispose, les sédiments et les mollusques de cette masse d'eau ne sont pas marqués par une contamination chimique importante (Chiffolleau, 2017). Cette zone est le siège d'une importante activité conchylicole, de pêche à la drague (coquille Saint Jacques et praire), et d'une pêche à pied de loisir très intense.

Classée en très bon état pour les macroalgues subtidales et intertidales, et peu touchée par les proliférations de macroalgues opportunistes, cette masse d'eau révèle des altérations majeures en ce qui concerne l'**abondance** des zostères sur la station suivie dans le cadre de Rebent Bretagne, notamment à cause de faibles valeurs d'abondances de *Z. marina*, en 2015 et 2016, à la station de l'Arcouest (Figure 25). En raison de la grande superficie des herbiers dans cette masse d'eau, notamment au milieu de la Baie et autour de l'île de Bréhat, on peut toutefois se demander si cette station peut être considérée comme représentative de l'ensemble de la zone. Dès lors, il serait utile de réfléchir à créer un second point de suivi de l'abondance de l'herbier dans cette masse d'eau.

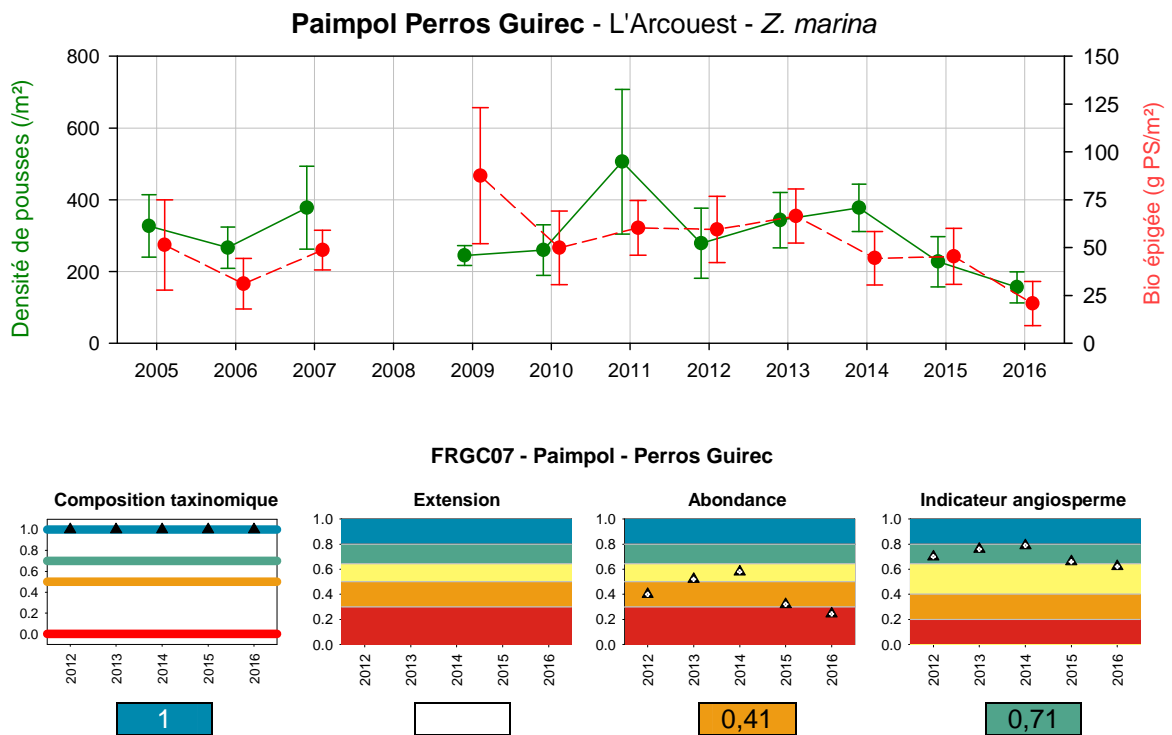


Figure 25 : FRGC07 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

En raison de cette grande étendue et du fait qu'il existe une forte interpénétration entre les herbiers et les parcs à huîtres, une nouvelle **cartographie** des herbiers dans cette masse d'eau nécessiterait un travail colossal, requérant d'importantes campagnes de vérité terrain, dans des zones pas toujours très accessibles. Des herbiers spécifiques, dispersés dans la masse d'eau, pourraient être choisis et faire l'objet d'un suivi surfacique moins compliqué et moins coûteux à mettre en œuvre.

Globalement, l'indicateur « angiospermes » indique une bonne qualité pour cette masse d'eau. Néanmoins, l'absence de données récentes d'extension et la diminution

des biomasses épigées depuis 2014 sur la station suivie portent à considérer ce classement avec circonspection.

4.17. FRGT03 – Le Trieux

Les deux espèces colonisent cette masse d'eau. Au milieu des années 2000, *Zostera marina* y colonisait une très faible surface sur la rive sud de la partie aval de l'estuaire *Zostera noltei* a fait l'objet d'une mesure de son emprise à une seule occasion (2006 : 23,7 ha). C'est la seule espèce dont l'abondance est suivie.

L'estuaire abrite une activité conchylicole. Par ailleurs, cette masse d'eau de transition a un bassin versant à dominante agricole et plusieurs piscicultures y sont installées. Cette masse d'eau est particulièrement touchée par les proliférations d'algues vertes opportunistes, qui affectent notamment la vasière du Lédano où se développent les zostères.

D'après les résultats du ROCCH synthétisés par Chiffolleau (2017), les sédiments d'un point de l'estuaire sont très fortement contaminés par l'ensemble des HAP recherchés, l'autre station étant plutôt marquée par une contamination métallique (cadmium et cuivre).

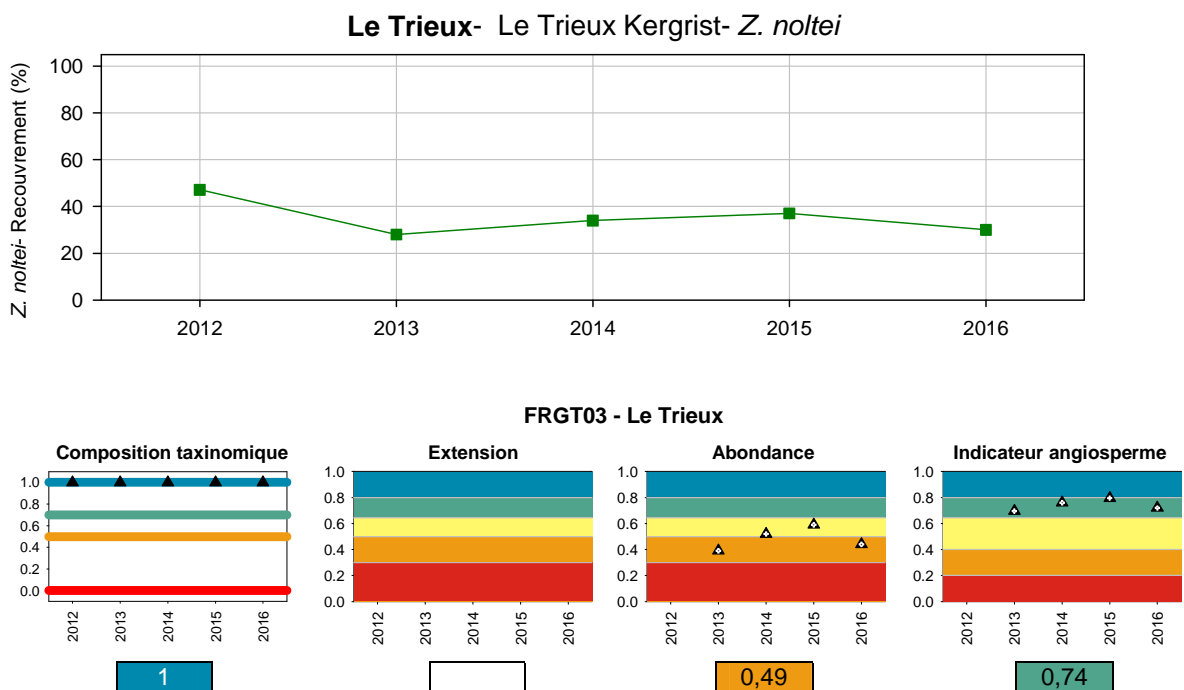


Figure 26 : FRGT03 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

Les pourcentages de **recouvrement** des herbiers sont ici assez faibles, peut être en raison de la présence des algues vertes, et varient d'une année sur l'autre sans présenter de tendance particulière (Figure 26). En moyenne, la métrique abondance révèle l'existence d'altérations majeures.

Une nouvelle cartographie des herbiers serait nécessaire (et sans doute assez facile à réaliser), permettant de calculer la métrique **extension**.

Dans cette masse d'eau, apparemment soumise à de fortes pressions (proliférations algales, contamination chimique, dont probablement pesticides provenant de l'agriculture), l'**indicateur « angiospermes » révèle une bonne qualité**. Cette appréciation doit être relativisée par l'absence de prise en compte des variations d'extension.

4.18. FRGC03 – Rance Fresnaye

Cette masse d'eau abrite les deux espèces de zostères, qui ont été cartographiées vers le milieu des années 2000. A cette époque, *Zostera marina* occupait une plus grande surface (284 ha) que *Zostera noltei* (57 ha). Aucune nouvelle cartographie complète n'a été réalisée depuis cette époque, ce qui ne permet pas de renseigner la métrique extension. Les deux espèces sont suivies en termes d'abondance.

Auparavant soumise à des blooms d'algues vertes opportunistes, cette zone est maintenant le siège d'efflorescences de l'algue brune *Pylaiella littoralis*, espèce qui ne traduit pas un fort niveau d'eutrophisation mais qui peut perturber les herbiers en cas de forte accumulation à leur surface. Les résultats des indicateurs « macroalgues intertidales » et « macroalgues subtidales » y traduisent un très bon état.

Les résultats du ROCCH font état d'une contamination par quelques métaux dans les sédiments (cadmium et cuivre) et les mollusques (cadmium et zinc) et des teneurs remarquables en PCB dans les deux matrices (Chiffolleau, 2017).

D'après les données dont on dispose (années 2014 et 2015 exclues pour *Zostera marina*, voir tableau 7), l'**abondance** des deux espèces de zostères semble décroître dans cette masse d'eau (Figure 27), générant une faible valeur pour cette métrique, et témoignant d'altérations majeures. Pour *Zostera noltei*, il semble que cette diminution du recouvrement puisse être mise en relation avec l'augmentation des biomasses de macroalgues présentes sur la station suivie dans le cadre de la surveillance.

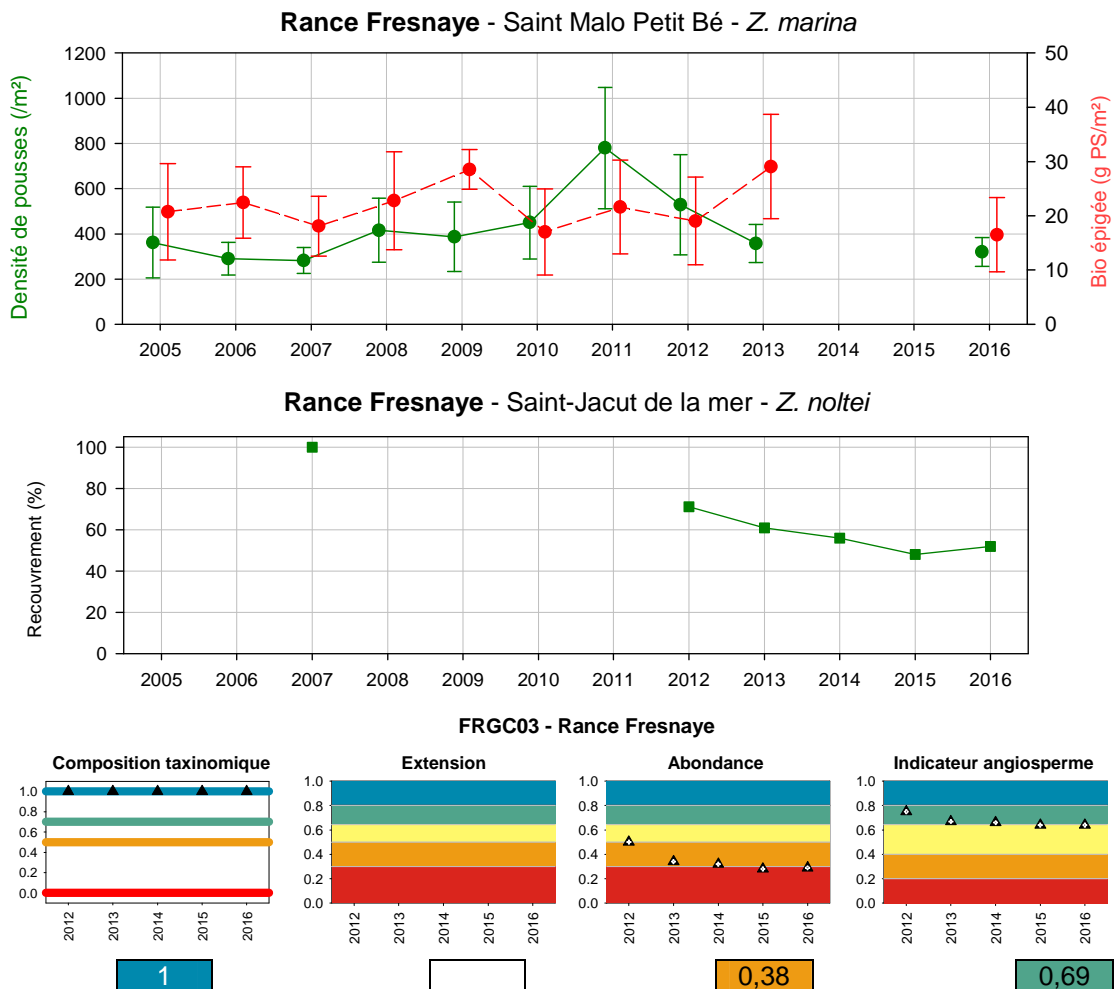


Figure 27 : FRGC03 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

Comme évoqué plus haut, l'**emprise** globale des herbiers de la masse d'eau n'est connue qu'à une seule époque (milieu des années 2000 : *Z. marina* : 284 ha – *Z. noltei* : 57 ha). Toutefois, certains des herbiers de la zone ont été cartographiés à plusieurs reprises. Pour *Zostera marina*, on dispose de séries de données historiques depuis 1952 à Dinard (plage de l'écluse et baie du Prieuré). Sur ces deux secteurs, on note une extension des herbiers entre 1982 et 2002.

L'extension de l'herbier de *Zostera noltei* de la plage des Haas à Saint-Jacut est connue depuis 1926 grâce à un jeu de photographies aériennes qui a fait l'objet d'une photo-interprétation. On observe une extension régulière de cet herbier depuis 1982, confirmée par les derniers relevés effectués en 2008.

A priori, cette métrique devrait de ce fait être affectée d'une bonne note, même si une cartographie complète s'avère nécessaire (et semble possible à réaliser).

Globalement, l'indicateur « angiospermes » indique une bonne qualité pour cette masse d'eau.

4.19. FRHC01 – Archipel Chausey

L'Archipel de Chausey s'étend sur environ 6,5 km de largeur (nord-sud) et 12 km de longueur (est-ouest). Les deux espèces de zostères sont présentes dans cette masse d'eau mais *Z. noltei* y est très discrète. Pour cette raison, cette dernière n'est pas suivie du point de vue des abondances et son extension n'a été mesurée qu'à une occasion, vers la fin des années 1980 (environ, 1,7 ha). *Zostera marina*, qui est quant à elle répartie sur pratiquement l'ensemble de l'Archipel fait l'objet d'un suivi dans le cadre de la DCE benthos et l'extension des herbiers qu'elle constitue est régulièrement mesurée depuis le début des années 1980. Comme décidé lors de la construction de l'indicateur (Auby *et al.*, 2010), l'extension la plus ancienne (années 1920) n'est pas prise en compte pour le calcul de l'indice parce qu'elle est antérieure à l'épisode de maladie du dépérissement (années 1930) qui dévasta la plupart des herbiers de zostères marines sur nos côtes.

Pour ce plan de gestion 2012-2016, la superficie de l'emprise des herbiers a été calculée à partir d'orthophotographies réalisées par survols aériens.

Les trois métriques sont ici correctement renseignées.

Cette masse d'eau est *a priori* exempte de pressions chimiques mais les résultats d'analyses dans les mollusques (Réseau REMI) révèlent des épisodes de contaminations microbiologiques parfois assez importantes. Certaines zones de l'archipel sont soumises à des activités nautiques, conchylicoles et de pêche à pied (moules, coques, palourdes).

Cette masse d'eau est par ailleurs classée en bon état pour les macroalgues intertidales et subtidales.

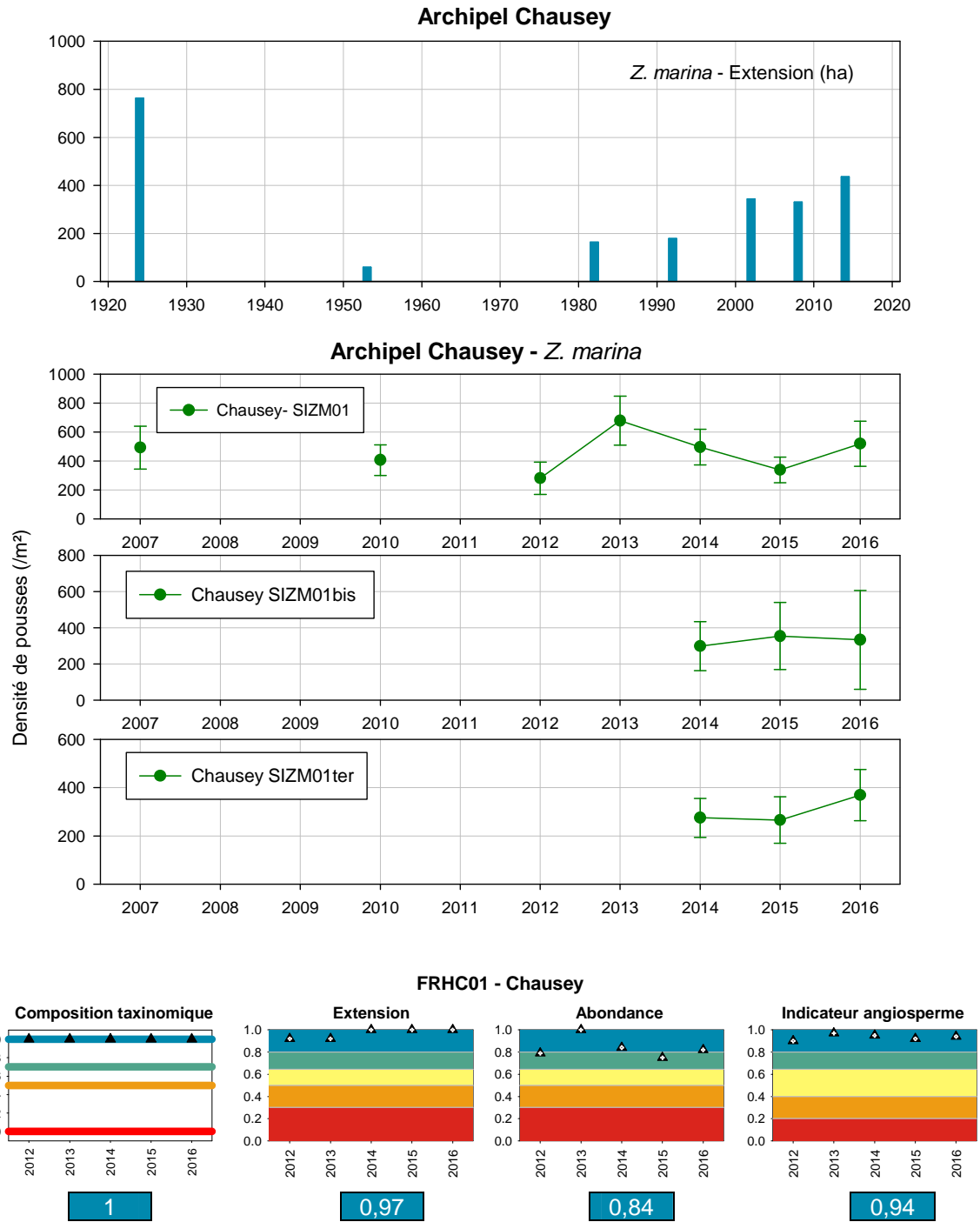


Figure 28 : FRFC02 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

De même, en moyenne, les trois indices indiquent une absence (ou de faibles signes) de perturbation (Figure 28) et l'indicateur « **angiospermes** » révèle un très bon état pour cette masse d'eau.

4.20. FRHC03 – Ouest Cotentin

Seule *Zostera marina* est présente dans cette masse d'eau. Plusieurs mesures d'extension des herbiers y ont été réalisées au cours de l'histoire, ce qui permet de renseigner correctement les trois métriques.

D'après les résultats de la surveillance, cette masse d'eau ne présente pas une contamination chimique importante mais est soumise à une contamination microbiologique assez marquée (Réseau REMI).

Cette zone fait l'objet d'une exploitation conchylicole et d'une forte activité de pêche à pied de loisir qui s'exerce notamment dans le secteur des deux points de suivi d'abondance des zostères (Figure 29), à Saint-Martin-de-Bréhal et à Gouville-sur-Mer.



Figure 29 : Pêche à pied dans la zone de Saint-Martin-de-Bréhal. © Ifremer LERBN.

Les pratiques ostréicoles ont des effets divergents sur les herbiers : certaines zones sont abîmées par le passage des tracteurs sur l'estran, alors que la présence des tables ostréicoles semble favoriser le maintien des zostères (absence de pêche à pied, conditions hydrodynamiques abritées). Toutefois, sous les tables ostréicoles, le manque de luminosité induit par les poches à huîtres rend leur présence très limitée (Ravache, 2016).

Les contraintes physiques s'appliquant sur les herbiers de cette masse d'eau sont importantes. D'une part, les eaux sont très turbides, ce déficit en lumière sub-aquatique limitant probablement l'extension des herbiers dans les zones les plus profondes. D'autre part, les sédiments meubles des étages tidaux propices au développement des phanérogames sont majoritairement grossiers (gravier, cailloutis), donc peu favorables à l'installation des zostères.

La forte dynamique sédimentaire de cette zone est illustrée par les ensablements périodiques auxquels sont soumis les platiers rocheux, justifiant de ne pas prendre en compte les macroalgues intertidales pour évaluer la qualité de cette masse d'eau. Les indicateurs « macroalgues subtidales » et « macroalgues opportunistes » révèlent pour leurs parts un très bon état.

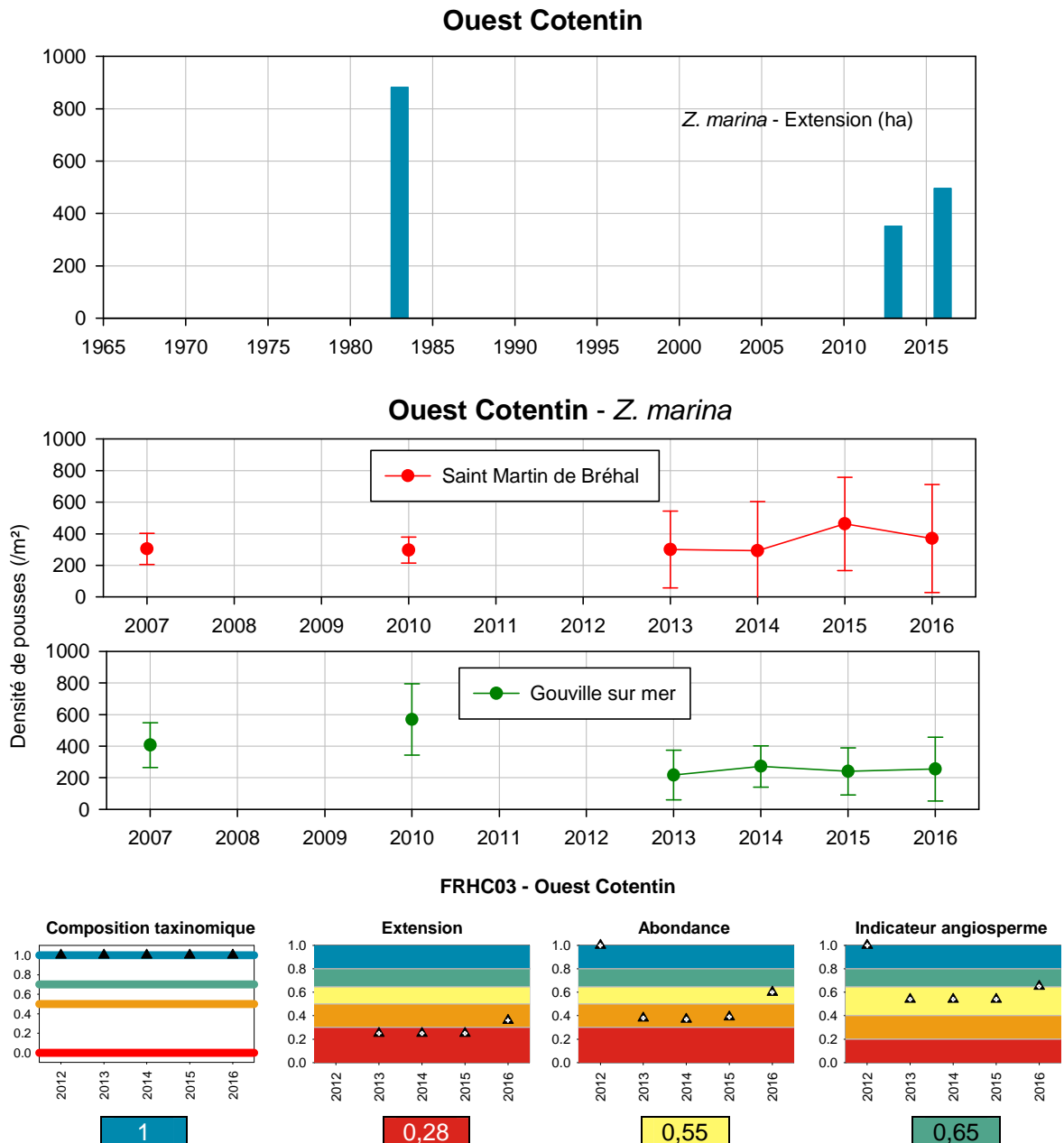


Figure 30 : FRHC03 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

L'extension des herbiers dans cette masse d'eau semble avoir très fortement décliné depuis les années 1980, générant un indice d'extension qui traduit des altérations sévères (Figure 30). De l'avis des scientifiques présents dans cette zone, la première mesure d'emprise des herbiers en 1983 (Guillaumont *et al.*, 1987), fabriquée à partir d'enveloppes grossières (incluant notamment des zones de roches) est très probablement surestimée. Les deux cartographies des herbiers de 2013 et 2016 ont été réalisées (MNHN) avec beaucoup plus de détails, en ne prenant en compte que les zones végétalisées visibles sur les orthophotographies à l'échelle du 1:2500^{ème} dans un premier temps (Aubin et Latry, 2017; Latry dans Goyot *et al.*, 2015). Pour les besoins de cohérence dans le calcul de l'indicateur, les deux cartographies récentes ont été retouchées en suivant les travaux pris comme référence de Guillaumont *et al.* (1987), qui s'est appuyée sur des photos aériennes prises au 1:8000^{ème} pour détourner les zones d'herbiers. En termes d'enveloppe globale, les deux zones présentent une évolution assez différente au cours du temps :

- Les herbiers de la zone de Gouville-sur-Mer ont moins régressé entre 1984 (598 ha) et 2013 (278,9 ha) et sont plutôt actuellement en extension (2016 : 414,3 ha) ;

- Les herbiers de la zone de Saint-Martin-de-Bréhal ont fortement régressé entre 1984 (283,4 ha) et le milieu des années 2010 (2013 : 71,2 – 2016 : 71,6) et cette régression a surtout concerné les zones hautes de l'estran, aussi bien dans les zones de parcs à huîtres qu'à l'extérieur. Une enquête réalisée auprès des professionnels confirme cette information (Ravache, 2016).

Plusieurs motifs peuvent expliquer cette diminution d'extension entre les années 80 et 2010. Les estrans de Gouville-sur-Mer et de Saint-Martin-de-Bréhal subissent une pression anthropique constante liée aux activités ostréicoles et à la pêche à pied de loisir (Bajjouk *et al.*, 2015), particulièrement exercées sur cette zone du Cotentin (Ravache, 2016). De plus, la côte Ouest du Cotentin, de par son orientation, est une zone très exposée aux perturbations météorologiques et a été impactée par plusieurs grosses tempêtes lors de ces 30 dernières années, comme lors de l'ouragan de 1987. Les herbiers de zostères, qui apparaissent vulnérables face aux fortes dépressions et courants importants (Bargain, 2013) ont potentiellement pu être ravagés par ces événements et peuvent alors mettre du temps à retrouver leur emprise spatiale d'origine.

Il faut néanmoins ajouter que la diminution qui apparaît entre 1982 et 2014 n'est pas forcément continue dans le temps puisqu'au cours de ces trois décennies la surface des herbiers a pu fluctuer. Il n'est alors pas possible de statuer sur une évolution linéaire lors de cette longue période.

L'évolution des **abondances** montre que les densités mesurées à Gouville-sur-Mer depuis quelques années sont plus faibles que par le passé, ce qui n'est pas le cas dans l'autre station.

Une cause potentielle pourrait venir une nouvelle fois d'un hydrodynamisme très marqué dans la zone. Néanmoins, les résultats granulométriques depuis 2012 ne semblent pas refléter de changement dans la structure du sol, le sable fin et les graviers étant les éléments majoritaires constitutifs du substrat des herbiers (Aubin et Latry, 2017).

Ce résultat doit cependant être relativisé puisque l'évolution stationnelle des herbiers depuis 2007 est biaisée par différents facteurs, rendant dès lors les interprétations soumises à de nombreuses incertitudes. En premier lieu, le choix des dates d'échantillonnage, qui est contraint par la durée d'accessibilité aux sites de prélèvement, très restreinte sur les estrans de l'Ouest Cotentin, a été fait sur des périodes très variables de 2007 à 2014 (avril 2007, août 2010, octobre 2012, juin 2013, juillet et août 2014). Cela implique des différences morphologiques des herbiers de *Zostera marina* liées au stade de développement. Depuis 2015, l'échantillonnage est fixé lors des marées de vives eaux de mars et avril. Même si la période de printemps ne semble pas correspondre pour l'Ouest Cotentin à la période de développement optimal pour les herbiers, cela permettra à terme de pouvoir effectuer des analyses statistiques plus robustes, s'appuyant sur des résultats obtenus à partir d'un même stade de développement des phanérogames. En second lieu, le protocole d'échantillonnage indique que les points de prélèvements doivent être choisis dans des secteurs homogènes et représentatifs de l'herbier. Ce choix subjectif peut s'avérer difficile en fonction de la superficie et de la morphologie des herbiers, le centre de l'herbier n'étant pas toujours facilement accessible. C'est également à partir de 2015 qu'a été décidé de conserver les coordonnées géographiques de chaque passage d'une année sur l'autre et ainsi permettre une analyse comparative plus représentative de l'évolution des herbiers au fil des années.

Globalement, en utilisant la règle de calcul définie pour l'ensemble des masses d'eau, **l'état de cette zone peut être qualifié de bon**, mais ce classement est très fragile,

dans la mesure où il n'est tiré vers le haut que par la première valeur (2012) qui n'est pas encore dégradée par la régression de l'extension.

4.21. FRHC09 – Anse de Saint-Vaast la Hougue

Seule *Zostera noltei* est présente dans cette masse d'eau, où elle est suivie depuis 2008 pour son emprise et depuis 2014 pour son abondance (Figure 31). Cette espèce colonise le fond de l'Anse du Cul-de-loup dans laquelle elle constituait, en 2008, deux herbiers situés au nord-ouest et au nord-est de la Baie. Ce dernier a disparu en 2014 et l'herbier nord-ouest a vu sa surface diminuer. Cette régression s'est poursuivie jusqu'en 2016. **L'emprise** des herbiers a donc fortement diminué dans ce secteur au cours du temps (Figure 31).

Cette masse d'eau semble assez peu soumise à des contaminations chimiques d'origine industrielle mais est marquée par une forte contamination microbiologique traduisant des apports d'origine urbaine. Les herbiers, en raison de leur accessibilité limitée (faible temps de découverte, substrat très vaseux) n'y font pas l'objet d'une activité de pêche à pied importante. On n'y observe pas de fortes proliférations de macroalgues opportunistes (même si la présence d'entéromorphes est signalée) mais l'indicateur « macroalgues intertidales » y révèle un état médiocre en raison de la disparition des algues brunes arbustives entre 2008 et 2014.

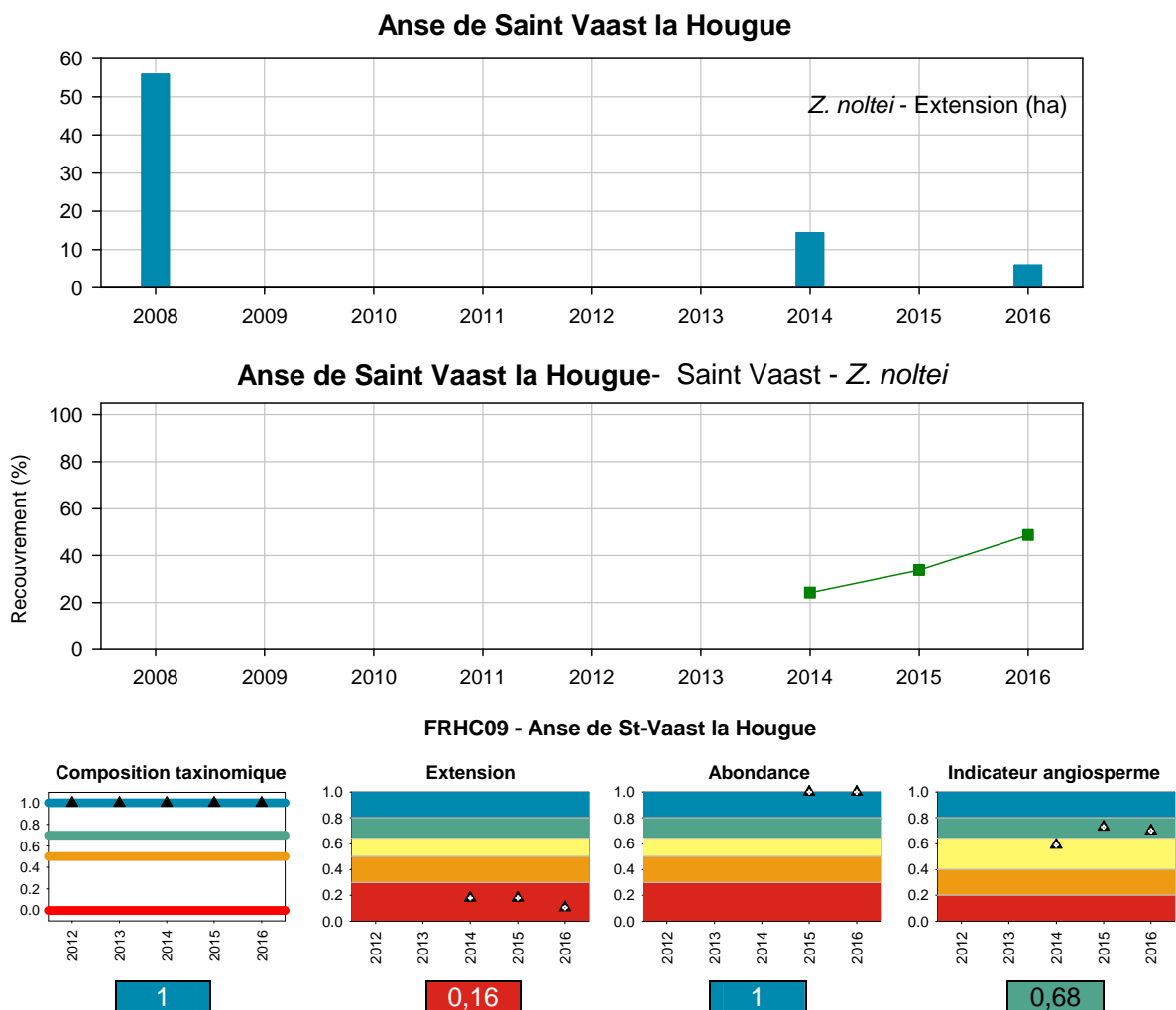


Figure 31 : FRHC09 – Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

On peut penser que cette diminution de l'emprise des zostères résulte ici principalement de la situation très abritée des herbiers qui favorise l'envasement et le développement d'algues vertes.

Depuis 2014, les **abondances** sont assez faibles, mais tendent à s'élever au cours du temps, permettant d'obtenir une note maximale pour cette métrique.

Grâce à cette forte valeur obtenue pour la métrique « abondance », cette masse d'eau apparaît classée en bon état vis-à-vis de l'indicateur « angiospermes », mais la forte régression de l'emprise des zostères nécessiterait d'étudier ses causes possibles de manière plus détaillée.

4.22. FRHT06 – Baie des Veys (fond)

Cette masse d'eau n'abrite qu'une espèce de zostères, *Zostera noltei*, dont les abondances ne sont mesurées que depuis 2013. Par contre, trois mesures d'emprise des herbiers ont été réalisées depuis 2008, ce qui permet de renseigner correctement les trois métriques.

Cette masse d'eau semble assez peu soumise à des contaminations chimiques d'origine industrielle mais bénéficie d'apports en nutriments relativement élevés, qui soutiennent des blooms printaniers et estivaux de macroalgues opportunistes (ulves). Comme la précédente, cette zone est marquée par une forte contamination microbiologique. Elle est le siège d'une importante activité conchylicole (moules et huîtres) et de pêche à pied (coques).

Il s'agit d'une zone très exposée sur le plan hydrodynamique, où les conditions de dépôt des particules fines sont très variables dans le temps.

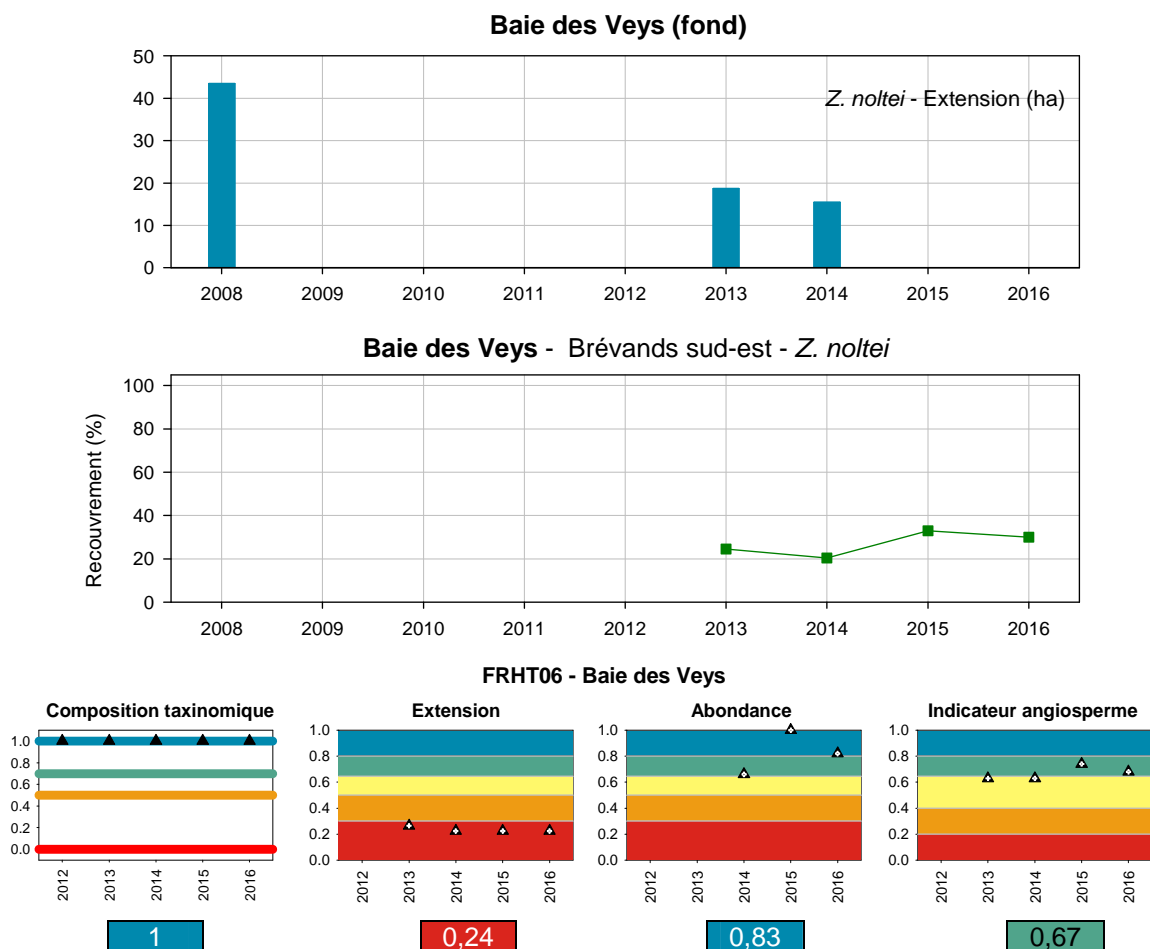


Figure 32 : FRHT06 - Évolution temporelle des métriques, des indices et de l'indicateur. Valeurs moyennes des indices et de l'indicateur.

Le **recouvrement** des zostères présente ici des valeurs assez faibles (mais peu variables depuis le début du suivi). Comme dans la masse d'eau précédente, la **surface** des herbiers s'y est fortement réduite depuis la fin des années 2000 (Figure 32), peut-être en réponse aux importants échouages d'ulves et/ou à la forte dynamique sédimentaire de cette zone.

Néanmoins, en moyenne, **cette masse d'eau peut être qualifiée en « bon état » vis-à-vis de l'indicateur « angiospermes »**.

5. Synthèse

L'examen des résultats présentés dans le chapitre précédent amène à faire un certain nombre de constatations :

- Si l'on considère la moyenne des résultats obtenus entre 2012 et 2016, l'indicateur « angiospermes » indique un bon état sur la quasi totalité des masses d'eau françaises de Manche-Atlantique, à l'exception d' « Arcachon amont ».
- Cependant, cette estimation est biaisée par le fait que des valeurs récentes d'extension des herbiers manquent dans plusieurs masses d'eau, et pourraient être (ou non) acquises relativement facilement dans le prochain plan de gestion, permettant de calculer l'indice d'extension dans les années futures. Le tableau 8 synthétise les situations des différentes masses d'eau de ce point de vue.

Tableau 8 : Bilan des mesures d'extension des herbiers dans les différentes masses d'eau.

Masse d'eau	Valeur Métrique extension	Dernière date mesure extension	Remarques
Estuaire Bidassoa	OUI	<i>Z. noltei</i> : 2016	Satisfaisant
Hossegor	OUI	<i>Z. noltei et marina</i> : 2013	Satisfaisant
Arcachon amont	OUI	<i>Z. noltei</i> : 2012 <i>Z. marina</i> : 2016	<i>Z. marina</i> : en cours de rédaction <i>Z. noltei</i> : serait à réactualiser mais il s'agit d'un gros travail ; en attente d'une méthodologie nationale
Pertuis charentais	OUI	<i>Z. noltei</i> : 2014	Satisfaisant
Pertuis breton	OUI	<i>Z. noltei</i> : 2014	Satisfaisant
Estuaire du Lay	OUI	<i>Z. noltei</i> : 2014	Satisfaisant
Baie de Bourgneuf	OUI	<i>Z. noltei</i> : 2008	Serait utile à réactualiser (télédétection ?)
Golfe du Morbihan	OUI	<i>Z. noltei et marina</i> : milieu années 2000	Campagnes d'acquisition de données réalisées en 2013. Rendu en cours de traitement.
Concarneau (large)	OUI	<i>Z. marina</i> : 2016	Satisfaisant
Rade de Brest	NON	<i>Z. noltei et marina</i> : milieu années 2000	Serait utile à réactualiser. Possible à réaliser sur l'ensemble de la masse d'eau
Iroise (large)	OUI	<i>Z. marina</i> : 2010	Serait utile à réactualiser. Possible à réaliser sur l'ensemble de la masse d'eau
Les Abers (large)	NON	<i>Z. noltei et marina</i> : milieu années 2000	Serait utile à réactualiser. Possible à réaliser sur l'ensemble de la masse d'eau
Baie de Morlaix	NON	<i>Z. noltei et marina</i> : milieu années 2000	Serait utile à réactualiser. Possible à réaliser sur l'ensemble de la masse d'eau
Perros-Guirec (large)	OUI	<i>Z. marina</i> : 2016	Satisfaisant
Paimpol – Perros-Guirec	NON	<i>Z. noltei et marina</i> : milieu années 2000	Serait utile à réactualiser. Très difficile à réaliser sur l'ensemble de la masse d'eau
Le Trieux	NON	<i>Z. noltei</i> : 2006	Serait utile à réactualiser. Possible à réaliser sur l'ensemble de la masse d'eau
Rance-Fresnaye	NON	<i>Z. noltei et marina</i> : milieu années 2000	Serait utile à réactualiser. Possible à réaliser sur l'ensemble de la masse d'eau
Archipel Chausey	OUI	<i>Z. noltei</i> : 2008 <i>Z. marina</i> : 2014	Satisfaisant
Ouest Cotentin	OUI	<i>Z. marina</i> : 2014	Satisfaisant
Anse de St-Vaast la Hougue	OUI	<i>Z. noltei</i> : 2016	Satisfaisant
Baie des Veys (fond)	OUI	<i>Z. noltei</i> : 2014	Satisfaisant

Comme évoqué dans le texte pour la masse d'eau Rance-Fresnaye (chapitre 4.18), les suivis temporels peuvent être limités à certains herbiers des masses d'eau. Cette solution avait déjà été préconisée par Alloncle (2005) et pourrait s'avérer utile notamment dans les masses d'eau où une cartographie complète s'avère compliquée.

Cette possibilité sera discutée dans le cadre du groupe de travail national traitant de la cartographie des herbiers (action AQUAREF) et des sites seront éventuellement choisis.

- Selon le mode de calcul adopté pour qualifier la qualité des masses d'eau sur la base de l'indicateur « angiospermes » (moyenne 2012-2016), seule « Arcachon amont » présente une qualité inférieure au bon état. Les causes possibles de ce déclassement sont recensées dans le texte (chapitre 4.4.). Néanmoins plusieurs masses d'eau présentent des résultats d'indices à la limite du bon état et de l'état moyen, indiquant des perturbations majeures ou sévères. Le tableau 9 synthétise les pressions identifiées pour ces masses d'eau et indique des pistes possibles pour la restauration de ces herbiers, lorsque la dégradation observée relève de causes anthropiques.

Tableau 9 : Masses d'eau révélant des perturbations sur l'une des métriques : pressions responsables suspectées (**A** : anthropique – **N** : naturel), propositions d'études complémentaires et de mesures potentielles à mettre en œuvre en vue d'une restauration.

Masse d'eau	Métrique affectée	Pressions en cause	Etudes complémentaires - Mesures potentielles
Estuaire de la Bidassoa	Extension	Modifications bathymétriques A (dragages)	Mesurer les impacts sur l'herbier des activités liées aux travaux de dragage dans l'estuaire afin d'orienter leur emprise et leur période de mise en œuvre.
Lac d'Hossegor	Abondance	Destruction mécanique A Eutrophisation A	Il sera difficile de limiter l'accès aux herbiers dans ce petit lac très touristique. Les conditions sont ici optimales pour le développement des macroalgues opportunistes : faibles profondeurs, teneurs en nutriments suffisantes apportées notamment par l'un des cours d'eau débouchant dans le port qui alimente le lac. Une meilleure gestion de ces effluents serait souhaitable
Arcachon amont	Extension	Anomalie de température N Teneurs en herbicides/biocides préjudiciables à la croissance A Modification de la courantologie N Augmentation de la turbidité N	Des efforts sont en cours (et doivent être poursuivis) pour limiter les apports d'herbicides provenant du bassin versant. Le problème posé par les biocides contenus dans les peintures antisalissures des bateaux reste entier. L'augmentation de la turbidité générée par la forte régression des zostères rend très difficile une reprise des herbiers subtidaux dans le fond de la Baie.
Estuaire du Lay	Abondance	Modifications bathymétriques et/ou sédimentaires N	On ne peut pas aller contre la dynamique de l'estuaire. L'incidence des travaux prévus sur la zone de culture des bouchots situés en aval de l'herbier serait à étudier
Golfe du Morbihan	Extension	Destruction mécanique (pêche à pied) A Eutrophisation A	Meilleure gestion des apports de nutriments. Faire respecter l'arrêté préfectoral interdisant la pêche à pied dans les herbiers bretons. ⁵

⁵ Arrêté préfectoral 2013-7456 du 21 octobre 2013

Masse d'eau	Métrieque affectée	Pressions en cause	Etudes complémentaires - Mesures potentielles
Concarneau (large)	Abondance	Destruction mécanique Net A (pêche à pied, mouillages)	Faire respecter l'arrêté préfectoral interdisant la pêche à pied dans les herbiers bretons
Iroise (large)	Abondance	Destruction mécanique N et A	Mise en place de mouillages sans impact sur les herbiers
Perros-Guirec (large)	Extension	Destruction mécanique N et A (pêche à pied, mouillages)	Faire respecter l'arrêté préfectoral interdisant la pêche à pied dans les herbiers bretons
Paimpol – Perros-Guirec	Abondance	Destruction mécanique A (pêche à pied)	Faire respecter l'arrêté préfectoral interdisant la pêche à pied dans les herbiers bretons
Le Trieux	Abondance	Eutrophisation A	Meilleure gestion des apports de nutriments
Rance Fresnaye	Abondance	Destruction mécanique A (pêche à pied, mouillages)	Faire respecter l'arrêté préfectoral interdisant la pêche à pied dans les herbiers bretons
Ouest Cotentin	Extension	Modifications bathymétriques et/ou sédimentologiques N ou A (parcs à huîtres) Destruction mécanique A (pêche à pied)	Difficile de limiter l'accès aux herbiers pour les pêcheurs à pied. Impossible d'y interdire l'ostréiculture
Anse de Saint-Vaast la Hougue	Extension	Modifications bathymétriques et/ou sédimentaires N ou A (parcs à huîtres) Eutrophisation ? A	
Baie des Veys (fond)	Extension	Modifications bathymétriques et/ou sédimentaires N et A Eutrophisation ? A	

6. Conclusion

Cette étude analyse le classement des masses d'eau des façades Manche Atlantique du contrôle de surveillance de la DCE vis à vis de l'indicateur « angiospermes ».

Fruit d'un travail collégial, elle a permis d'étudier les raisons du déclassement, d'identifier les pressions potentiellement responsables de cette situation et les possibles actions de restauration ou d'amélioration de connaissances relatives aux herbiers de 21 masses d'eau.

Elle montre qu'à l'échelle des 2 façades il existe également un déficit de données pour la métrique extension qui fragilise le classement et nécessitera un gros effort d'acquisition dans le prochain plan de gestion. Cet objectif devrait être plus facilement atteint grâce à l'analyse critique des méthodes de cartographie des herbiers en cours de réalisation à l'échelle nationale qui devrait permettre de proposer un guide méthodologique ad'hoc.

En terme d'action d'acquisitions de connaissances complémentaires différentes pistes peuvent être évoquées pour améliorer l'évaluation des pressions qui s'exercent dans les différents sites ainsi que sur leur variabilité inter annuelle, notamment :

- Recueillir et traiter les données bathymétriques et physico-chimiques (notamment température, turbidité, vitesses des courants, vents...) provenant de différentes sources (météorologie, réseau REPHY-Ifrermer et SOMLIT-Insu, satellites, modèles), participant à l'explication de la variabilité spatiale et temporelle de la distribution des herbiers et de l'abondance des zostères.
- Sur la base de ces données, bâtir des modèles d'habitat potentiel des herbiers (par exemple Van der Heide *et al.*, 2009 ; Valle *et al.*, 2011) et croiser les emprises théoriques obtenues avec des cartes de pression anthropique afin d'améliorer nos connaissances sur l'impact de l'homme vs celui de la nature sur l'extension des herbiers. Ce type d'action sera probablement entrepris dans le cadre du programme Life intégré sur les habitats naturels marins (MarHa), qui débute en 2018.
- En termes de contamination chimique, réaliser une ou des campagnes nationales visant à établir le niveau de contamination des herbiers par les polluants (herbicides, biocides, cuivre, voir bibliographie *in* Diepens *et al.*, 2017) suspectés de limiter leur croissance et leur survie ;
- En termes de caractérisation du stress auquel sont soumises les zostères des différents sites, réaliser une ou des campagnes nationales visant à caractériser les différences d'expression de gènes cibles impliqués dans les principales fonctions physiologiques des plantes (Gamain *et al.*, 2017).

Bibliographie

NB : La bibliographie de ce rapport est partagée en deux parties. La partie I rassemble les références citées dans le corpus du texte. La partie II contient les références des travaux dont les données ont été utilisées pour calculer l'indicateur dans les différentes masses d'eau.

Bibliographie - I

Alloncle N. (2005) Evolution récente des herbiers de *Zostera marina* en Bretagne, Approche Géomatique. Université de Perpignan, Master "Environnement et Développement durable, Biodiversité et Gestion des Ressources vivantes", LEMAR, CNRS/UBO UMR 6539. 39p. + annexe.

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. Publications électroniques Amure, Série Rapports R-37-2014, 141p. (http://www.umr-amure.fr/electro_rapports_amure/R_37_2014.pdf)

Aubin S., Latry L. (2017). Suivi des herbiers à *Zostera marina* du secteur Ouest-Cotentin dans le cadre du contrôle de surveillance de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (2000/60/CE). Rapport d'activité des campagnes de prélèvements 2016. MNHN

Auby I., Bocquené G., Quiniou F., Dreno J.P. (2007). Etat de la contamination du Bassin d'Arcachon par les insecticides et les herbicides sur la période 2005-2006. Impact environnemental. Rapport Ifremer RST/LER/AR/07.003, 33 p.

Auby I., Bost C-H., Budzinski H., Dalloyau S., Desternes A., Belles A., Trut G., Plus M., Pere C., Couzi L., Feigne C., Steinmetz J. (2011). Régression des herbiers de zostères dans le Bassin d'Arcachon : état des lieux et recherche des causes. Rapport Ifremer RST/ODE/LER/AR/11.007, 195 p.

Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P.-G., Hily C., Barillé L. (2010). Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité, 72 p + annexes.

Auby I., Rigouin L., Trut G., Oger-Jeanneret H., Ganthy F., Cognat M., Gouriou L., Bujan S., Devaux L., Dalloyau S., Feigne C., Pere C. (2017). Suivi stationnel (2006-2016) des herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2016) dans la masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - - Bassin Hydrographique Adour-Garonne. Rapport Ifremer RST /ODE/UL/LER/AR/17-010, 54 p.

Auby I., Sauriau P.G., Oger-Jeanneret H., Hily C., Dalloyau S., Rollet C., Trut G., Fortune M., Plus M., Rigouin L. (2014). Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) *Zostera marina* - *Zostera noltei*. Version 2. Rapport Ifremer RST/LER/AR/14.01, 42 p.

Bargain A. (2013). Etude de la structure et de la dynamique des herbiers de *Zostera noltii* par télédétection multi et hyperspectrale. Thèse doctorat, Université Nantes Angers Le Mans, 251 p.

Bajjouk T., Duchene J., Guillaumont B., Bernard M., Blanchard M., Derrien-Courtel S., Dubois S., Grall J., Hamon D., Hily C., Le Gal A., Rigolet C., Rossi N., Ledard M. (2015). Les fonds marins de Bretagne, un patrimoine remarquable : connaître pour mieux agir. Ifremer-DREAL Bretagne, 152 p.

Becheler R., Diekmann, O., Hily C., Moalic Y., Arnaud - Haond S. (2010). The concept of population in clonal organisms : mosaics of temporally colonized patches are forming highly diverse meadows of *Zostera marina* in Brittany. *Molecular Ecology*, 19(12), 2394-2407.

CEVA (2015). Contrôle de surveillance DCE 2014. Contrat Ifremer n° 14-5210249, 71 p.

Chiffolleau J-F. (2017). La contamination chimique sur le littoral Loire-Bretagne. Résultats de 35 années de suivi du Réseau d'Observation de la Contamination Chimique. Rapport Ifremer RST.RBE-BE/2017.02., 74 p.

- Dalloyau S., Trut G., Plus M., Auby I., Emery E.** (2009). Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières : Cartographie des herbiers de *Zostera noltei* et *Zostera marina* du Bassin d'Arcachon. Rapport Ifremer RST /LER/AR/09-003, 52 p.
- Diepens N-J., Buffan-Dubau E., Budzinski H., Kallerhoff J., Merlina G., Silvestre J., Auby I., Tapie N., Elger A.** (2017). Toxicity effects of an environmental realistic herbicide mixture on the seagrass *Zostera noltei*. *Environmental Pollution*, 222, 393-403.
- Gamain P., Feurtet-Mazel A., Maury-Brachet R., Auby I., Pierron F., Belles A., Gonzalez P.** (2017). Can pesticides, copper and seasonal water temperature explain the seagrass *Zostera noltei* decline in the Arcachon bay? *Marine pollution bulletin*. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.024>
- Goyot L., Garcia A., Desroy N., Le Mao P.** (2015). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume 2 : Flore autre que phytoplancton, année 2014. District Seine Normandie. Rapport Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-15-01, 207 p.
- Gouriou L., Trut G., Auby I., Rigouin L., Méteigner 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 Ifremer RST/LER/AR/18-03, 125 p.
- Guillaumont B., Hamon D., Lafond L-R., Le Rhun J., Levasseur J., Piriou, J-Y.** (1987). Cartographie biomorphosédimentaire du golfe normano-breton au 1/25000 sous forme de polygones. Produit numérique Rebert Ifremer-EPHE-Université, 2005
- Maurer D., Auby I., Hanrio E., Terrones H., Rigouin L., Metaigner C., Rumebe M., d'Amivco F. Tournaire M-P., Ganthly F., Trut G., Navarro R., Simonnet B., Mayer N.** (2016). Reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon Année 2015. Rapport Ifremer. RST/ODE/LITTORAL/LER/AR/16.004, 52 p.
- Méteigner C.** (2017). Evaluation de la qualité des zones de production conchylicole. Département des LANDES. Édition 2017. Rapport Ifremer, RST/LER/AR/17.006, 37 p.
- 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.
- Paolin Melina** (2012). Etude des facteurs contrôlant l'atténuation lumineuse dans une lagune semi-fermée. Calibration d'un modèle bio-optique pour le Bassin d'Arcachon. Rapport de stage ENSAIA, 49 p.
- Ravache M.** (2016). Cartographie des zostères sur la côte Ouest- Cotentin. Comment faire ? Rapport de stage Université de Bretagne Sud. Faculté des Sciences et Sciences de l'ingénieur. Organisme d'accueil : Synergie Mer Et Littoral (SMEL). 44p.
- Raynaud M., Blanchet H., Gouillieux B., Hankiez V., Devaux L., Bujan S.** (2017). Contrôle de surveillance 2016 – Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor ». Rapport Université de Bordeaux UMR EPOC-OASU. Contrat Ifremer n°16 5210564, 36 p.
- Sauriau P.-G., Aubert F. & Guenneteau S.** (2017). Contrôle de surveillance 2016 DCE de la masse d'eau côtière "Pertuis Charentais - FRFC02" pour les suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* : rapport final. Rapport CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne du contrat de prestation Ifremer 2016 n° 5 5152 2006, La Rochelle: 64 pp.
- Sauriau P.-G., Aubert F., Pineau P.** (2017). Contrôle de surveillance 2016 DCE de la masse d'eau côtière "Pertuis Breton - FRGC53" et de la masse d'eau de transition "Estuaire du Lay - FRGT30" pour les suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* : rapport final. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat de prestations Ifremer 2016 5 5052 8205, 78 pp.
- Valle, M., Borja, Á., Chust, G., Galparsoro, I., & Garmendia, J. M.** (2011). Modelling suitable estuarine habitats for *Zostera noltii*, using ecological niche factor analysis and bathymetric LiDAR. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 94(2), 144-154.
- Van der Heide, T., Peeters, E. T. H. M., Hermus, D. C. R., Van Katwijk, M. M., Roelofs, J. G. M., & Smolders, A. J. P.** (2009). Predicting habitat suitability in temperate seagrass ecosystems. *Limnology and Oceanography*, 54(6), 2018-2024.

Bibliographie – II

FRFT08 – Estuaire de la Bidassoa

Aizpuru I., Carreras J., Francisco (de) M., Feliu J., Galera A., Soto M. (2002). Estudio de la flora vascular amenazada de los estuarios la Comunidad Autónoma del País Vasco. 92 p + annexes

Bachelet G., Labourg P.J. (1983). Compte-rendus de missions sur la Baie de Chingoudy en 1976, 1978, 1980, 1982 et 1983. – Etat de la flore et de la macrofaune benthique. Rapport IUBM. *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*

de Casamajor M.N., Lissardy M., Sanchez F. (2008). Points de surveillance DCE en côte basque. Rapport Ifremer Laboratoire Ressources Halieutiques Aquitaine – Anglet, 38 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.

Lissardy M., de Casamajor M.N., Sanchez F. (2007). Cartographie de l'herbier de *Zostera noltii* dans la Baie de Txingudi. Rapport CERECA-ADERA, 12 p.

Sanchez F., de Casamajor M.N., Lissardy M. (2013). Suivi stationnel de l'herbier à zostères *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa – 2012.- Rapport Ifremer R.INT.DCN/HGS/LRHA 13-003, 20 p.

Sanchez F., de Casamajor M.-N., Lissardy M. (2007). Points de surveillance DCE en côte Basque : Macroalgues et Zostères. Rapport Cereca contrat Ifremer n°2007/5/53526134, 33 p.

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

Sanchez F., de Casamajor M.N., Lissardy M. (2016). Suivi stationnel de l'herbier à *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa – 2015 - Bassin Hydrographique Adour-Garonne. Rapport Ifremer R.INT.RBE/HGS/LRHA 16-002, 27 p.

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

Sanchez F., Lissardy M., de Casamajor M.N. (2015). Suivi stationnel de l'herbier à *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa – 2014 - Bassin Hydrographique Adour-Garonne. Rapport Ifremer R.INT.RBE/HGS/LRHA 15-001, 30 p.

Sanchez F., Lissardy M., de Casamajor M.N. (2017). Suivi stationnel de l'herbier à *Zostera noltei* de la masse d'eau FRFT8 Bidassoa. 2016 - Bassin Hydrographique Adour-Garonne - Rapport Ifremer R.INT.ODE/LITTORAL/LER/AR/17.003, 27p.

FRFC09 – Lac d'Hossegor

Auby I., Rigouin L., Ganthy F., Gouriou L. (2016). Suivi stationnel (2007-2015) de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2015) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor . RST/ODE/UL/LER/AR/16-005, 25 p.

Auby I., Rigouin L., Ganthy F., Héroin D. (2015). Suivi stationnel (2007-2014) de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2014) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor. Rapport Ifremer RST/ODE/UL/LER/AR/15-004, 25 p.

Auby I., Rigouin L., Trut G., Oger-Jeanneret H. (2017). Suivi stationnel (2007-2016) de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2016) dans la masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor . RST/ODE/UL/LER/AR/17-008, 27 p.

Auby I., Trut G., Dalloyau S. (2010). Suivi stationnel de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltii*) de la Masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor - - District Hydrographique Adour-Garonne - 2007-2008. Rapport Ifremer RST /LER/AR/10-001, 15 p

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. <http://dx.doi.org/10.13155/30651><http://archimer.ifremer.fr/doc/00193/30437/>

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

Auby Isabelle, Trut Gilles (2011). Suivi stationnel de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltii*) de la Masse d'eau côtière FRFC09 - Lac d'Hossegor - District Hydrographique Adour-Garonne - 2007-2008-2009. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14357/>

Auby Isabelle, Trut Gilles (2013). Suivi stationnel de l'herbier de zostères naines (*Zostera noltei*) de la Masse d'eau côtière FRFC09 – Lac d'Hossegor - Bassin Hydrographique Adour-Garonne - 2007-2012. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00148/25942/>

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

Trut G., Dalloyau S., Auby I. (2009). Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières : Cartographie des herbiers à *Zostera noltii* et *Zostera marina* du Lac d'Hossegor MEC FRFC09. Rapport Ifremer RST/LER/AR/09-008, 21 p.

Trut G., Rigouin L., Auby I., Ganthy F. , Oger-Jeanneret H., Gouilleux B. (2014).Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières. Cartographie des herbiers à *Zostera noltei* et *Zostera marina* du Lac d'Hossegor. MEC FRFC09 - année 2013. Rapport Ifremer RST/LER/AR/14.,006, 32 p. -

FRFC06 – Arcachon amont

Auby I. (1991). Contribution à l'étude des herbiers de *Zostera noltii* du Bassin d'Arcachon : Dynamique, production et dégradation; macrofaune associée. *Thèse de l'Université de Bordeaux I*, 234 p.

Auby I., Bost C-H., Budzinski H., Dalloyau S., Desternes A., Belles A., Trut G., Plus M., Pere C., Couzi L., Feigne C., Steinmetz J. (2011). Régression des herbiers de zostères dans le Bassin d'Arcachon : état des lieux et recherche des causes. Rapport Ifremer RST/ODE/LER/AR/11.007, 195 p.

Auby I., Rigouin L., Trut G., Oger-Jeanneret H., Ganthy F., Cognat M., Gouriou L., Bujan S., Devaux L., Dalloyau S., Feigne C., Pere C. (2017). Suivi stationnel (2006-2016) des herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2016) dans la masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - - Bassin Hydrographique Adour-Garonne. Rapport Ifremer RST /ODE/UL/LER/AR/17-010, 54 p.

Auby I., Rigouin L., Trut G., Oger-Jeanneret H., Ganthy F., Trut F., Gouriou L., Bujan S., Devaux L., Gouilleux B., Dalloyau S., Feigne C. (2016). Suivi stationnel (2006-2015) des herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) et calcul de l'indicateur « Angiospermes » (2015) dans la masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - Bassin Hydrographique Adour-Garonne. Rapport Ifremer RST /ODE/UL/LER/AR/16-006, 58 p.

Auby I., Trut G., Barbier C., Bujan S., Cordier M-A. (2011). Suivi stationnel des herbiers de zostères (*Zostera noltii* et *Zostera marina*) de la Masse d'eau côtière FRFC06 - Arcachon amont - District Hydrographique Adour-Garonne - 2006-2007-2008-2009. Rapport Ifremer RST /LER/AR/11-002, 40 p.

Auby I., Trut G., Blanchet H., Gouilleux B., Lavesque N., Pothier A. (2008). Echantillonnage des sites de référence DCE pour les paramètres "faune invertébrée benthique" et "végétation" – District hydrographique Adour-Garonne. Rapport Ifremer, RST/LER/AR/08-001, 33 p.

Auby I., Trut G., Plus M., Vignon A., Bujan S. (2009) Suivi stationnel des herbiers de zostères" *Zostera noltii* et *Zostera marina*) de la Masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon

amont - District Hydrographique Adour-Garonne -2007. Rapport Ifremer RST/LER/AR/09-001, 39 p.

Auby I., Trut G., Plus M., Vignon A., Bujan S. (2010). - Suivi stationnel des herbiers de zostères (*Zostera noltii* et *Zostera marina*) de la Masse d'eau côtière FRFC06 – Arcachon amont - District Hydrographique Adour-Garonne - 2006-2007-2008- District Hydrographique Adour-Garonne – 2006-2007-2008. – Rapport Ifremer RST /LER/AR/10-002, 40 p.

Auby I., Trut G., Rigouin L., Ganthy F., Oger-Jeanneret H., Héroin 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. Rapport Ifremer RST /ODE/UL/LER/AR/15-005, 58 p.

Auby I., Trut G., Rigouin L., Oger-Jeanneret H., D'Amico F., Duval M., Gouriou L., Rumebe M., Plus M., Bujan S. (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, 58 p.

Auby I., Trut G., Rigouin L., Oger-Jeanneret H., D'Amico F., Gouriou L., Trut F., Rumebe M., Bujan S., Gouilleux B. (2014). 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 - 2006-2013. Rapport Ifremer RST /ODE/UL/LER/AR/14-009, 56 p.

Dalloyau S., Trut G., Plus M., Auby I., Emery E. (2009). Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières : Cartographie des herbiers de *Zostera noltii* et *Zostera marina* du Bassin d'Arcachon. Rapport Ifremer RST /LER/AR/09-003, 52 p

Durieu de Maisonneuve M. (1855). Notes détachées sur quelques plantes de la flore de la Gironde, et description d'une nouvelle espèce d'*Avena*. *Actes Soc. linn. Bordeaux*, 20, 1-83.

Trut G., Rigouin L., Auby I., Oger Jeanneret H., Ganthy F., Cognat M., Noel C., Marchetti S., Bauer E. (en préparation). Caractérisation de la qualité biologique des Masses d'Eau Côtières : Cartographie des herbiers de *Zostera marina* du Bassin d'Arcachon. Rapport Ifremer

FRFC02 – Pertuis charentais

Callame B. (1958). Contribution à l'étude du milieu meuble intercotidal (Côtes Charentaises). Thèse de 3^{ème} Cycle, Université de Paris, 118 pp.

Callame B. (1961). Contribution à l'étude du milieu meuble intercotidal (Côtes Charentaises). *Travaux du Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques*, 6 : 1-118.

Callens L. (1994). Mise au point d'une procédure de cartographie des stocks annuellement exploitables en fucales. Exemples de deux sites : Pleubian-Bréhat (côtes d'Armor) et île d'Oléron-île de Ré (Charente-Maritime). Ecole Nationale Supérieure Agronomiques de Rennes : 150 pp.

Dalloyau S. (2008). Réponse fonctionnelle et stratégies d'hivernage chez un anséridé en lien avec la disponibilité de la ressource alimentaire. Cas de la Bernache cravant à ventre sombre (*Branta bernicla bernicla*) en hivernage sur le littoral atlantique (Île d'Oléron – Charente Maritime – 17). Ecole Pratique des Hautes Etudes : 118 pp + annexes.

de Montaudouin X. & Sauriau P.-G. (1999). The proliferating Gastropoda *Crepidula fornicata* may stimulate macrozoobenthic diversity. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79 : 1069-1077.

Faure G. (1967). Bionomie et écologie de la macrofaune des substrats meubles des côtes charentaise. Note sur l'écologie de *Tellina tenuis* da Costa. Thèse de 3^{ème} cycle, Marseille : 86 pp.

Faure G. (1969). Bionomie et écologie de la macrofaune des substrats meubles de la côte charentaise. *Tethys*, 1 : 751-778.

- Fournier J.** (2009). Dépêche Ministérielle du 13 mars 1933 : état des herbiers français. Com. Pers., Dinard : pp. 62.
- Godet L., Fournier J., van Katwijk M., Olivier F., Le Mao P. & Retière C.** (2008). Before and after wasting disease in common eelgrass *Zostera marina* along the French Atlantic coasts : a general overview and first accurate mapping. *Diseases of Aquatic Organisms*, 79 : 249-255.
- Guillaumont B.** (1991). Utilisation de l'imagerie satellitaire pour les comparaisons spatiales et temporelles en zone intertidale. In: *Estuaries and coasts: spatial and temporal intercomparisons. ECSA 19 Symposium*. University of Caen: Olsen & Olsen, Fredensborg. 63-68.
- Hily C.** (1976). Ecologie benthique des pertuis Charentais. Thèse de 3^{ème} Cycle, Université de Bretagne Occidentale : 236 pp.
- Lafon V., Dehouck A., Curti C.** (2014). Cartographie de l'herbier à *Zostera noltei* de la baie de Marennes-Oléron - masse d'eau FRFC02 - par télédétection spatiale. Rapport Geo-Transfert - Adera : 45 pp.
- Lafon V., Harin N. & Sauriau P.-G.** (2009). Dynamique temporelle (1989-2006) des herbiers intertidaux à *Zostera noltii* de la masse d'eau pertuis Charentais (FRFC02). G.E.O. Transfert, Université Bordeaux, Bordeaux, Rapport G.E.O. Transfert, EPOC : 34 pp.
- Lahondère C.** (1989). Compte rendu des sorties algologiques au Perré d'Antioche, île d'Oléron (Charente-Maritime) les 15 mai et 25 septembre 1988. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 20 : 485-490.
- Lancelot A.** (1945). Recherches biologiques et océanographiques sur les végétaux marins des côtes françaises entre la Loire et la Gironde Thèse de Doctorat, Université de Provence : 210 pp.
- Lancelot A.** (1961). Recherches biologiques et océanographiques sur les végétaux marins des côtes françaises entre la Loire et la Gironde *Revue Algologique*, Hors-Série 2 : 1-210.
- Lebreton B.** (2009). Analyse de la structure et du fonctionnement du réseau trophique d'un herbier par approche multi-traceurs : traçage isotopique naturel et profils acides gras. Cas de l'herbier intertidal de *Zostera noltii* du bassin de Marennes-Oléron, France. Université de La Rochelle : 219 pp.
- Perroi P.-Y.** (2003). Les déterminants de l'évolution de la distribution des Bernaches cravants à ventre sombre *Branta bernicla bernicla* en hivernage sur l'Île d'Oléron (17). Mémoire de D.E.A., Université Claude Bernard : pp.
- Pigeot J.** (2001). Approche écosystémique de la contamination métallique du compartiment biologique benthique des littoraux charentais : exemple du bassin de Marennes-Oléron. Thèse de Doctorat, Université de la Rochelle : 307 + 18 annexes pp.
- Pigeot J., Miramand P., Guyot T., Sauriau P.-G., Fichet D., Le Moine O. & Huet V.** (2006). Cadmium pathways in an exploited intertidal ecosystem with chronic Cd inputs (Marennes-Oléron, Atlantic coast, France). *Marine Ecology Progress Series*, 307 : 101-114.
- Sauriau P.-G. & Aubert F.** (2013). Contrôle de surveillance 2013 DCE de la flore benthique et de la faune benthique de substrat meuble de la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02 : Partie 1 : herbier de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2013 n° 5210053: 39 pp.
- Sauriau P.-G. & Aubert F.** (2016). Contrôle de surveillance 2015 DCE de la flore benthique et de la faune benthique de substrat meuble de la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02. Herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* : rapport final (partie 2). Rapport CNRS de contrat de prestation Agence de l'Eau Adour Garonne - Ifremer 2015 n° 5 5152 2020, La Rochelle: 65 pp.
- Sauriau P.-G. & Kang C.-K.** (2000). Stable isotope evidence of benthic microalgae-based growth and secondary production in the suspension feeder *Cerastoderma edule* (Mollusca, Bivalvia) in the Marennes-Oléron Bay. *Hydrobiologia*, 440 : 317-329.
- Sauriau P.-G.** (1992). Les mollusques benthiques du bassin de Marennes-Oléron : estimation et cartographie des stocks non cultivés, compétition spatiale et trophique, dynamique de

population de *Cerastoderma edule* (L.). Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale : 309 pp.

Sauriau P.-G. (2008). Surveillance 2007 faune et flore benthique DCE vitalité herbier de *Zostera noltii* masse d'eau FRFC02 Pertuis charentais. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour-Garonne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 53526172 : 22 pp.

Sauriau P.-G., Aubert F. & Duvard A. (2015). Contrôle de surveillance DCE 2014 de la masse d'eau côtière Pertuis Charentais FRFC02. Rapport final partie 1 : suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* Hornemann. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2014 n° 5 51522029: 49 pp.

Sauriau P.-G., Aubert F. & Guenneteau S. (2017). Contrôle de surveillance 2016 DCE de la masse d'eau côtière "Pertuis Charentais - FRFC02" pour les suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* : rapport final. Rapport CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne du contrat de prestation Ifremer 2016 n° 5 5152 2006, La Rochelle: 64 pp.

Sauriau P.-G., Aubert F., Bréret M., Ehlinger S., Sauriau F. & Sauriau M. (2009). Surveillance 2009 flore masses d'eau côtière DCE FRFC01 Nord-Est Oléron : macroalgues FRFC02 Pertuis charentais : herbier de *Zostera noltii* : Partie 2 : herbier de *Zostera noltii*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n° 2009 5 51522036 : 35 pp.

Sauriau P.-G., Aubert F., Cajeri P., Curti C., Latry L., Leguay D. & Pineau P. (2013). 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 : herbier de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2012 n° 5210890: 41 pp.

Sauriau P.-G., Ehlinger S. & Sauriau F. (2008). Surveillance 2008 faune et flore benthique DCE vitalité herbier de *Zostera noltii* masse d'eau FRFC02 Pertuis charentais. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour-Garonne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 53526172 : 27 pp.

FRGC53 – Pertuis breton

Callame B. (1958). Contribution à l'étude du milieu meuble intercotidal (Côtes Charentaises). Thèse de 3^{ème} Cycle, Université de Paris : 118 pp.

Callame, B., (1961). Contribution à l'étude du milieu meuble intercotidal (Côtes Charentaises). *Travaux du Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques*, 6 : 1-118.

de Beauchamp P. (1920). Recherches biogéographiques sur la zone des marées à l'île de Ré. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, 171 : 1233-1236.

de Beauchamp P. (1923). Etudes de bionomie intercotidale. Les îles de Ré et d'Yeu. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 61 : 455-520.

den Hartog C. (1997). Is *Sargassum muticum* a threat to eelgrass beds? *Aquatic Botany*, 58 : 37-41.

Faure G. (1967). Bionomie et écologie de la macrofaune des substrats meubles des côtes charentaise. Note sur l'écologie de *Tellina tenuis* da Costa. Thèse de 3^{ème} cycle, Marseille : 86 pp.

Faure G. (1969). Bionomie et écologie de la macrofaune des substrats meubles de la côte charentaise. *Tethys*, 1 : 751-778.

Faure G. (1972). Contribution à l'étude bionomique et écologique des peuplements des plages de l'île de Ré (côte atlantique française). *Tethys*, 3(3), 619-637.

Fournier J. (2009). Dépêche Ministérielle du 13 mars 1933 : état des herbiers français. Com. Pers., Dinard : pp. 62.

Godet L., Fournier J., van Katwijk M., Olivier F., Le Mao P. & Retière C. (2008). Before and after wasting disease in common eelgrass *Zostera marina* along the French Atlantic coasts : a general overview and first accurate mapping. *Diseases of Aquatic Organisms*, 79 : 249-255.

- Gouesbier C.** (2010). Inventaire et cartographie des herbiers de zostères. Mémoire Master 1 Pro EGEL, Université de Bretagne Occidentale : 42 + 18 annexes pp.
- Harin N., Lafon V. & Sauriau P.-G.** (2009). Dynamique temporelle (1989-2006) des herbiers intertidaux à *Zostera noltii* de la masse d'eau pertuis Breton (FRGC53) dans le cadre de la DCE. Bio-Littoral, Université de Nantes, Nantes, Rapport Bio-Littoral : 29 pp.
- Hily C.** (1976). Ecologie benthique des pertuis Charentais. Thèse de 3^{ème} Cycle, Université de Bretagne Occidentale : 236 pp.
- Lafon V., Dehouck A., Curti C.** (2014). Cartographie de l'herbier à *Zostera noltei* de l'île de ré - masse d'eau FRGC53 - par télédétection spatiale. Rapport Geo-Transfert - Adera : 37 pp.
- Lancelot A.** (1945). Recherches biologiques et océanographiques sur les végétaux marins des côtes françaises entre la Loire et la Gironde Thèse de Doctorat, Université de Provence : 210 pp.
- Lancelot A.** (1961). Recherches biologiques et océanographiques sur les végétaux marins des côtes françaises entre la Loire et la Gironde *Revue Algologique*, Hors-Série 2 : 1-210.
- Papy L.** (1941). La côte atlantique de la Loire à la Gironde. Tome II : l'homme et la mer. Etude de géographie humaine. Publications de l'Université de Bordeaux Vol. 4. Bordeaux, Editions Delmas : 528 pp.
- Sauriau P.-G.** (2006). Surveillance faune et flore benthique DCE vitalité herbier de *Zostera noltii* Masse d'Eau Côtière FRGC 53 Pertuis breton : prospection 2006. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, L'Houmeau, Contrat de prestation Ifremer n° 2006 5 50528219 : 26 pp.
- Sauriau P.-G.** (2007). Surveillance 2007 faune et flore benthique DCE vitalité herbier de *Zostera noltii* Masse d'Eau Côtière FRGC 53 Pertuis breton. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n° 2007 5 50528209 : 24 pp.
- Sauriau P.-G., Aubert F. & Grizon J.** (2014). Contrôle de surveillance 2013 de la masse d'eau côtière FRGC53 et de la masse d'eau de transition FRGT30. Partie 3 : herbier de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2013 n° 5210063: 46 pp.
- Sauriau P.-G., Aubert F. & Pineau P.** (2017). Contrôle de surveillance 2016 DCE de la masse d'eau côtière "Pertuis Breton - FRGC53" et de la masse d'eau de transition "Estuaire du Lay - FRGT30" pour les suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* : rapport final. Rapport CNRS du contrat de prestation Agence de l'Eau Loire-Bretagne - Ifremer 2015 n° 5 5052 8205, La Rochelle: 78 pp.
- Sauriau P.-G., Aubert F., Cajeri P., Curti C. & Grizon J.** (2013). Contrôle de surveillance 2012 herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton, masse d'eau de transition FRGT30 Estuaire du Lay. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2012 n° 783302: 35 pp.
- Sauriau P.-G., Aubert F., Duvard A., Pineau P. & Lachaussée N.** (2015). Contrôle de surveillance DCE 2014 de la masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton et de la masse d'eau de transition FRGT30 Estuaire du Lay. Rapport final : partie 2 : suivis stationnels et surfaciques des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat de prestations Ifremer 2014 n° 5 50528230: 62 pp.
- Sauriau P.-G., Aubert F., Pineau P. & Plumejeaud-Perreau C.** (2016). Contrôle de surveillance 2015 DCE de la masse d'eau côtière Pertuis Breton FRGC53 et de la masse d'eau de transition Estuaire du Lay FRGT30. Suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* : rapport final. Rapport CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire-Bretagne du contrat de prestation Ifremer 2015 n° 5 50528224, La Rochelle. Rapport CNRS du contrat de prestation Agence de l'Eau Loire-Bretagne - Ifremer 2015 n° 5 5052 8224, La Rochelle: 73 pp.
- Sauriau P.-G., Ehlinger S., Sauriau F. & Sauriau M.** (2009). Surveillance 2009 flore Masse d'Eau Côtière DCE FRGC53 Pertuis Breton : échantillonnage herbier *Zostera (Zosterella) noltii*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n° 2009 5 50528212 : 30 pp.
- Sauriau, P.-G., Aubert, F. & Grison, J.** (2011). Surveillance flore 2011 herbier de *Zostera noltii* masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton, masse d'eau de transition FRGT30 Estuaire du

Lay. La Rochelle: CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n°2012 783302 : 39 pp.

FRGT30 – Estuaire du Lay

Auby, I., Oger-Jeanneret, H., Sauriau, P.-G., Hily, C., Barillé, L. (2010). Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. Rapport Ifremer RST/LER/MPL/10-15, 72 p+ annexes, 152 p.

Bougault C., Hardegen M., Le Bail J., Magnanon S. & Quéré E. (2006). Etude de la flore et de la végétation de la réserve de chasse et de faune sauvage de la Pointe d'Arçay (Faute-sur-Mer, 85). Conservatoire Botanique National de Brest, Brest, Rapport Conservatoire Botanique National / Office national des Forêts: 94 pp.

Bournérias M., Pomerol C. & Turquier Y. (1987). La côte atlantique entre Loire et Gironde : Vendée - Aunis - Saintonge. Guides Naturalistes des côtes de France. Perret Y. & Perret D., (eds), Vol. 5. Neuchatel - Paris, Delachaux & Niestlé: 273 pp.

Fustec-Mathon E. & Mathon C.-C. (1960). Notes phytoécologiques sur les formations dunaires littorales du Pertuis Breton. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 107: 106-110.

Fustec-Mathon E. (1970). Contribution à l'étude écologique des milieux dunaires sur le littoral atlantique du Centre-Ouest de la France. Thèse Doctorat Es Sciences, Université de Poitiers: 204 pp.

Gouguet L. (2007). La Pointe d'Arçay : une réserve mouvante entre terre et mer. *Rendez-Vous techniques*, 17: 54-57.

Lahondère C. (1972). La végétation des vases salées sur le littoral du Centre-Ouest de la Pointe d'Arçay à la Gironde. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série*, 3: 1-61.

Sauriau P.-G. 1, Aubert F. , Grison J. (2014). Contrôle de surveillance 2013 de la masse d'eau côtière FRGC53 et le la masse d'eau de transition FRGT30. Partie 3 : herbier de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2013 n° 5210063: 46 pp.

Sauriau P.-G., Aubert F., Pineau P. (2017). Contrôle de surveillance 2016 DCE de la masse d'eau côtière "Pertuis Breton - FRGC53" et de la masse d'eau de transition "Estuaire du Lay - FRGT30" pour les suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei* : rapport final. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat de prestations Ifremer 2016 5 5052 8205, 78 pp.

Sauriau P.-G., Aubert F., Pineau P., Plumejeaud-Perreau C. (2016). Contrôle de surveillance DCE 2015 de la masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton et de la masse d'eau de transition FRGT30 estuaire du Lay. Rapport final : suivis stationnels des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat de prestations Ifremer 2015 5 5052 8224, 76 pp.

Sauriau P.-G., Aubert F., Duvard A., Pineau P., Lachaussée N. (2015). Contrôle de surveillance DCE 2014 de la masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton et de la masse d'eau de transition FRGT30 Estuaire du Lay. Rapport final : partie 2 : suivis stationnels et surfaciques des herbiers de *Zostera (Zosterella) noltei*. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat de prestations Ifremer 2014 n° 5 50528230: 62 pp.

Sauriau, P.-G., Aubert, F. & Grison, J. (2011). Surveillance flore 2011 herbier de *Zostera noltii* masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton, masse d'eau de transition FRGT30 Estuaire du Lay. La Rochelle: CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat de prestation Ifremer n°2012 783302 : 39 pp.

Sauriau, P.-G., Aubert, F., Cajeri, P., Curti, C., Grison, J. (2013). Contrôle de surveillance 2012 herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton, masse d'eau de transition FRGT30 Estuaire du Lay. CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne, La Rochelle, Contrat d'étude Ifremer 2012 n° 783302: 35 pp.

Verger F. (1968). Marais et wadden du littoral français. Etude de géomorphologie. Bordeaux, Biscaye Frères: 541 + 1 carte pp.

FRGC48 – Baie de Bourgneuf

Bargain A. (2013). Etude de la structure et de la dynamique des herbiers de *Zostera noltii* par télédétection multi et hyperspectrale. Thèse doctorat, Université Nantes Angers Le Mans, 251 p.

Barillé L., Robin M., Harin N., Bargain A., Launeau P. (2010). Increase in seagrass distribution at Bourgneuf bay (France) detected by spatial remote sensing, *Aquatic Botany* 92, 185–194.

Gruet Y. (1976). Répartition des herbiers de *Zostera* (Monocotylédones marines) sur l'estran des côtes de Loire-Atlantique et du nord de la Vendée, *Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest Fr.* **74** (1976), 86–90.

Oger-Jeanneret, H, Barillé, A.-L., Harin, N., Sauriau, P.-G., Truhaus, N. (2007). Mise en place de la DCE dans les masses d'eau côtières des Pays de la Loire. Prospection de la flore et de la faune benthiques et proposition d'un réseau de surveillance. Rapport Ifremer/AELB, convention 0320060592, 63 p + annexes.

NB : Pas de rapport concernant le suivi stationnel de *Zostera noltei*, mais données saisies dans la base Quadrige2.

FRGC39 – Golfe du Morbihan

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. Publications électroniques Amure, Série Rapports R-37-2014, 141p. (http://www.umr-amure.fr/electro_rapports_amure/R_37_2014.pdf)

Bernard N. & Chauvaud S. (2002). Cartographie des habitats d'intérêt européen et des milieux naturels et semi-naturels du Golfe du Morbihan et de la Rivière de Pénerf. Rapport DIREN Bretagne, 74pp.

Corbeau C. et Rollet C. (2008). Atlas des herbiers de zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de la région Bretagne. Inventaire 2007 des sites de localisation. RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-08/1/REBENT (V1) Edition 09/2008, 64 p.

Denis P. et Mahéo R. (1982). Etude de la réactivité des herbiers de zostères du Golfe du Morbihan aux concentrations du milieu en constituants chimiques exogènes (Nitrates et phosphates). Rapport Ministère de l'organisme et du logement, 58 p.

Grall J., Maguer M., Bouriat A., Huber M., Le Garrec V. (2017). Résultats suivi stationnel. Contrat UBO – Ifremer 2016. 2016 5 50528208. Rapport final 2016, 42 p.

Mahéo R. (1992). Site RAMSAR Golfe du Morbihan, délimitation des herbiers de Zostères. Rapport DIREN Bretagne / CREBS – Université de Rennes I. 4 pp.

Mahéo R. et Denis P. (1987). Les bernaches hivernant dans le golfe du Morbihan (sud Bretagne) et leur impact sur les herbiers de zostères : premiers résultats. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, Suppl. 4, pp 35-45.

Pas de rapport concernant le suivi stationnel de *Zostera noltei*, mais données saisies dans la base Quadrige2.

FRGC28 – Concarneau large

Alloncle N. (2005). Evolution récente des herbiers de *Zostera marina* en Bretagne, Approche Géomatique. Université de Perpignan, Master "Environnement et Développement durable, Biodiversité et Gestion des Ressources vivantes", LEMAR, CNRS/UBO UMR 6539. 39p. + annexe.

Corbeau C. et Rollet C. (2008). Atlas des herbiers de zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de la région Bretagne. Inventaire 2007 des sites de localisation. RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-08/1/REBENT (V1) Edition 09/2008, 64 p..

Grall J., Maguer M., Bouriat A., Huber M., Le Garrec V. (2017). Résultats suivi stationnel. Contrat UBO – Ifremer 2016. 2016 5 50528208. Rapport final 2016, 42 p.

Harin N., Barillé A-L, Truhaus N., Oriot M., 2016 - Caractérisation des herbiers de zostères et de leur évolution sur les secteurs : Côte de granit rose – Sept-Iles, Archipel des Glénan et Roches de Penmarc'h. Rapport Bio-Littoral pour AAMP marché 2015-37, 84p.

FRGC18 – Iroise large

Corbeau C. et Rollet C. (2008). Atlas des herbiers de zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de la région Bretagne. Inventaire 2007 des sites de localisation. RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-08/1/REBENT (V1) Edition 09/2008, 64 p..

Grall J., Maguer M., Bouriat A., Huber M., Le Garrec V. (2017). Résultats suivi stationnel. Contrat UBO – Ifremer 2016. 2016 5 50528208. Rapport final 2016, 42 p.

Lejart M., Larzillères, A., Hily C. (2010). Données collectées par : PNMI/AAMP, IUEM/UBO in « Cartographie et la caractérisation des herbiers et des champs de blocs du Parc naturel marin d'Iroise », 165 p

FRGC16 – Rade de Brest

Alloncle N. (2005). Evolution récente des herbiers de *Zostera marina* en Bretagne, Approche Géomatique. Université de Perpignan, Master "Environnement et Développement durable, Biodiversité et Gestion des Ressources vivantes", LEMAR, CNRS/UBO UMR 6539. 39p. + annexe.

Corbeau C., Rollet C. (2008). Atlas des herbiers de zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de la région Bretagne. Inventaire 2007 des sites de localisation. RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-08/1/REBENT (V1) Edition 09/2008, 64 p..

Grall J., Maguer M., Bouriat A., Huber M., Le Garrec V. (2017). Résultats suivi stationnel. Contrat UBO – Ifremer 2016. 2016 5 50528208. Rapport final 2016, 42 p.

FRGC13 – Les Abers (large)

Alloncle N. (2005). Evolution récente des herbiers de *Zostera marina* en Bretagne, Approche Géomatique. Université de Perpignan, Master "Environnement et Développement durable, Biodiversité et Gestion des Ressources vivantes", LEMAR, CNRS/UBO UMR 6539. 39p. + annexe.

Corbeau C. et Rollet C. (2008). Atlas des herbiers de zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de la région Bretagne. Inventaire 2007 des sites de localisation. RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-08/1/REBENT (V1) Edition 09/2008, 64 p.

Grall J., Maguer M., Bouriat A., Huber M., Le Garrec V. (2017). Résultats suivi stationnel. Contrat UBO – Ifremer 2016. 2016 5 50528208. Rapport final 2016, 42 p.

FRGC11 – Baie de Morlaix

Alloncle N. (2005). Evolution récente des herbiers de *Zostera marina* en Bretagne, Approche Géomatique. Université de Perpignan, Master "Environnement et Développement durable, Biodiversité et Gestion des Ressources vivantes", LEMAR, CNRS/UBO UMR 6539. 39p. + annexe.

Corbeau C. et Rollet C. (2008). Atlas des herbiers de zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de la région Bretagne. Inventaire 2007 des sites de localisation. RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-08/1/REBENT (V1) Edition 09/2008, 64 p..

Grall J., Maguer M., Bouriat A., Huber M., Le Garrec V. (2017). Résultats suivi stationnel. Contrat UBO – Ifremer 2016. 2016 5 50528208. Rapport final 2016, 42 p.

FRGC08 – Perros Guirec (large)

Direction Régionale de l'Environnement de Bretagne, 2006. Natura 2000, côte de granit rose, archipel des 7 îles, 2006. DOCUMENT d'OBJECTIFS - Tome I Etat des lieux et objectifs Site Natura 2000 FR 5300009 ZSC Côte de Granit Rose des îles Milliau à Tomé, Archipel des Sept Iles FR 5310011 Ile de Goulmédec, FR 5310051 Archipel des Sept-Iles, 169 p

Grall J., Maguer M., Bouriat A., Huber M., Le Garrec V. (2017). Résultats suivi stationnel. Contrat UBO – Ifremer 2016. 2016 5 50528208. Rapport final 2016, 42 p.

Harin N., Barillé A-L, Truhaus N., Oriot M., 2016 -Caractérisation des herbiers de zostères et de leur évolution sur les secteurs : Côte de granit rose – Sept-Iles, Archipel des Glénan et Roches de Penmarc'h. Rapport Bio-Littoral pour AAMP marché 2015-37, 84p.

FRGC07 – Paimpol - Perros Guirec

de Beauchamp P. et Lami R. (1921) – La bionomie intercotidale de l'île de Bréhat. Bull. biol. France et Belgique/, LV (2), 184-238.

Corbeau C. et Rollet C. (2008). Atlas des herbiers de zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de la région Bretagne. Inventaire 2007 des sites de localisation. RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-08/1/REBENT (V1) Edition 09/2008, 64 p..

Grall J., Maguer M., Bouriat A., Huber M., Le Garrec V. (2017). Résultats suivi stationnel. Contrat UBO – Ifremer 2016. 2016 5 50528208. Rapport final 2016, 42 p.

FRGC03 – Rance Fresnaye

Corbeau C. et Rollet C. (2008) .Atlas des herbiers de zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de la région Bretagne. Inventaire 2007 des sites de localisation. RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-08/1/REBENT (V1) Edition 09/2008, 64 p.

Dekindt K. (2003). Caractérisation de la biocénose littorale à *Zostera noltii* : évolution spatio-temporelle, environnement sédimentaire, inventaire faunistique et floristique et mesures de gestion - Application à la plage des Haas, Saint Jacut de la Mer. Laboratoire de Géomorphologie et Environnement Littoral. EPHE. UMR 85586 CNRS PRODIG. Rapport de DESS "Ressources Naturelles et Environnement", 49 p.

Gerla D. (2006). Inventaire des herbiers de zostères. Baie de Saint-Malo/Rance ; haut estuaire du Trieux. Rapport Ifremer RST.DOP-LER/SM/06.004, 41 p.

Grall J., Maguer M., Bouriat A., Huber M., Le Garrec V. (2017). Résultats suivi stationnel. Contrat UBO – Ifremer 2016. 2016 5 50528208. Rapport final 2016, 42 p.

Pellouin – Grouhel A.(coord.), Auby I., Belin C., Desroy N., Durand G., Guérin L., Jeanneret H., Le Mao P. (2008).- Conditions de référence biologiques pour la directive cadre européenne sur l'eau (2000/60/CE). Acquisition de données sur le réseau de référence en vue de la définition du bon état écologique. Façades Atlantique - Manche – Mer du Nord. - Ifremer, Rapport Ifremer R.INT.DYNECO/VIGIES/08-18, 96 p.

Pas encore de rapport concernant le suivi stationnel de *Zostera noltei*, mais en préparation pour la période 2012-2016. Données saisies dans la base Quadrige2.

FRGT03 – Le Trieux

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. Rapport Ifremer RST.DOP-LER/SM/06.004, 41 p.

Landre N. (1975). Fichier Technique des Estuaires Bretons - SEPNEB – 49 p.

Pas encore de rapport concernant le suivi stationnel de *Zostera noltei*, mais en préparation pour la période 201-2016. Données saisies dans la base Quadrige2.

FRHC01 – Chausey

Aubin S., Latry L. (2017). Suivi des herbiers à *Zostera marina* du secteur Ouest-Cotentin dans le cadre du contrôle de surveillance de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (2000/60/CE). Rapport d'activité des campagnes de prélèvements 2016. MNHN

Garcia A., Desroy N., Le Mao P. (2017). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume II : Flore autre que phytoplancton, année 2015. District Seine Normandie. Rapport Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-17-010, 147pp.

Godet L. (2008) L'évaluation des besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral marin. L'exemple des estrans meubles de l'archipel de Chausey.. Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS, 2008.

Godet L., Fournier J., van Katwijk M.M., Olivier F., Le Mao P., Retière C. (2008). Before and after wasting disease in common eelgrass *Zostera marina* along the French Atlantic coasts: a general overview and first accurate mapping. *Diseases of Aquatic Organisms* **79**, (3), 249-255.

Goyot L., Garcia A., Desroy N., Le Mao P. (2015). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume 2 : Flore autre que phytoplancton, année 2014. District Seine Normandie. Rapport Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-15-010, 207pp.

Nebout T., Godet L., Fournier J. (2008). Inventaire cartographique des herbiers de phanérogames marines de la côte d'Emeraude et de Chausey ; état en 2002 (d'Erquy à Granville). Rapport CNRS, MNHN, CRESCO Dinard, 9 p. + cartes.

Nebout, T., Olivier, F., Fournier, J. (2009). Rapport suivi DCE 2008. CNRS/MNHN, 43 pp.

Pellouin – Grouhel A.(coord.), Auby I., Belin C., Desroy N., Durand G., Guérin L., Jeanneret H., Le Mao P. (2008). Conditions de référence biologiques pour la directive cadre européenne sur l'eau (2000/60/CE). Acquisition de données sur le réseau de référence en vue de la définition du bon état écologique. Façades Atlantique - Manche – Mer du Nord. - Ifremer, R.INT.DYNECO/VIGIES/08-18, 96 p.

FRHC03 – Ouest Cotentin

Aubin S., Latry L. (2017). Suivi des herbiers à *Zostera marina* du secteur Ouest-Cotentin dans le cadre du contrôle de surveillance de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (2000/60/CE). Rapport d'activité des campagnes de prélèvements 2016. MNHN

Desroy N., Guérin L. et Le Mao P. (2008). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2007 - District Seine-Normandie. Rapport Ifremer RST.DOP-LER/FBN-08-009-sm, 27 p. + annexes (erratum : les valeurs de densités affichées dans ce rapport sont à multiplier par 10).

Garcia A., Desroy N., Le Mao P. (2017). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume II : Flore autre que phytoplancton, année 2015. District Seine Normandie. Rapport Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-17-010, 147pp.

Garcia Aurelie, Desroy Nicolas, Le Mao Patrick (2014). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2013. District Seine-Normandie. Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-14-011, 82 p.

Goyot L., Garcia A., Desroy N., Le Mao P. (2015). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume 2 : Flore autre que phytoplancton, année 2014. District Seine Normandie. Rapport Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-15-01, 207 p.

Guillaumont B., Hamon D., Lafond L-R., Le Rhun J., Levasseur J. et Piriou, J-Y. (1987). Cartographie biomorphosédimentaire du golfe normano-breton au 1/25000 sous forme de polygones. Produit numérique Rebert Ifremer-EPHE-Université, 2005

Nebout T., Olivier F., Fournier J. (2009). Rapport suivi DCE 2008, Rapport Ifremer, Dinard, 42 p.

Nebout Thibaut, Desroy Nicolas, Le Mao Patrick (2011). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2010 - District Seine-Normandie. RST.LER/FBN-11-008-DN, 109 p.

Ravache M. (2016). Cartographie des zostères sur la côte Ouest- Cotentin. Comment faire ? Rapport de stage Université de Bretagne Sud. Faculté des Sciences et Sciences de l'ingénieur. Organisme d'accueil : Synergie Mer Et Littoral (SMEL). 44p.

FRHC09 – Anse de Saint Vaast la Hougue

Garcia A., Desroy N., Le Mao P. (2017). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume II : Flore autre que phytoplancton, année 2015. District Seine Normandie. Rapport Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-17-010, 147pp.

Goyot L., Garcia A., Desroy N., Le Mao P. (2015). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume 2 : Flore autre que phytoplancton, année 2014. District Seine Normandie. Rapport Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-15-010, 207pp.

Hacquebart P. (2016). ZSC de Tahitou - Saint-Vaast la Hougue : caractérisation des habitats benthiques et de leur état de conservation. Rpport GEMEL-Normandie, 43p.

Nebout T., Desroy N., Le Mao P. (2009). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). District Seine Normandie. Rapport Ifremer RST.DOP-LER/FBN-09-015, 148 p.

Timsit O., Baffreau A., Garcia A., Hacquebart P., Joncourt Y. (2017) . Acquisition de données biologiques. Suivi de peuplements benthiques dans le cadre de la surveillance DCE-Benthos. Action 2016. Rapport GEMEL Normandie, 46 p.

FRHT06 – Baie des Veys (fond)

Garcia A., Desroy N., Le Mao P. (2017). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume II : Flore autre que phytoplancton, année 2015. District Seine Normandie. Rapport Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-17-010, 147pp.

Goyot L., Garcia A., Desroy N., Le Mao P. (2015). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). Volume 2 : Flore autre que phytoplancton, année 2014. District Seine Normandie. Rapport Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-15-010, 207pp.

Hacquebart P., Joncourt Y. (2013). Acquisition de données biologiques. Suivi de peuplements benthiques dans le cadre de la surveillance DCE. – Action 2013. Rapport GEMEL. Contrat de prestation n°13/2213380.

Nebout T., Desroy N., Le Mao P. (2009). Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE). District Seine Normandie. Rapport Ifremer RST.DOP-LER/FBN-09-015, 148 p.

Timsit O., Baffreau A., Garcia A., Hacquebart P., Joncourt Y. (2017). Acquisition de données biologiques. Suivi de peuplements benthiques dans le cadre de la surveillance DCE-Benthos. Action 2016. Rapport GEMEL Normandie, 46 p.

Atlas DCE

- **Bassin Adour Garonne :**
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/scripts/site/carte.php?map=AG
- **Bassin Loire Bretagne :**
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/scripts/site/carte.php?map=LB
- **Bassin Seine Normandie :**
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/scripts/site/carte.php?map=SN

Bulletins de la surveillance

Laboratoire Environnement Ressources d’Arcachon (2017). Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2016. Départements : Gironde, Landes, Pyrénées Atlantiques. ODE/LITTORAL/LERAR/17 - 004. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00388/49893/>

Laboratoire Environnement Ressources des Pertuis Charentais (2017). Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2016. Départements de Charente - Maritime et de Vendée (sud). ODE/LITTORAL/LERPC/17 - 02. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00388/49905/>

Laboratoire Environnement Ressources Morbihan Pays de Loire (2017). Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2016. Départements de Loire Atlantique et Vendée (partie nord). ODE/LITTORAL/LER MPL/17 - 08. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00387/49876/>

Laboratoire Environnement Ressources Morbihan Pays de Loire (2017). Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2016. Département du Morbihan. ODE/LITTORAL/LER - MPL/17 - 09. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00388/49907/>

Laboratoire Environnement Ressources de Concarneau (2017). Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2016. Département du Finistère. ODE/LITTORAL/LERBO/17 - 005. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00388/49888/>

Laboratoire Environnement Ressources Bretagne Nord (2017). Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2016. Départements d’Ille-et-Vilaine et des Côtes d’Armor. ODE/LITTORAL/ LERBN-17-004. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00388/49897/>

Laboratoire Environnement Ressources de Normandie (2017). Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2016. Départements : Seine Maritime, Eure, Calvados et Manche. ODE/LITTORAL/LERN/17 - 04. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00388/49908/>

Laboratoire Environnement Ressources Boulogne - sur - Mer (2017). Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2016. Départements du Nord, du Pas - de - Calais et de la Somme. ODE/LITTORAL/LERBL/17.03. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00387/49883/>