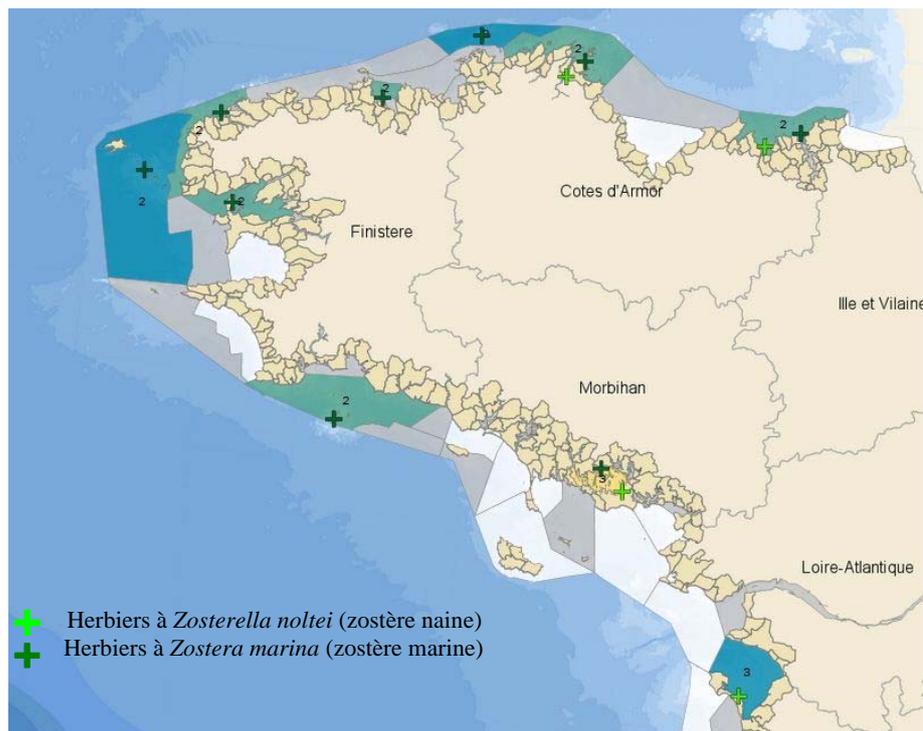


Qualité biologique des masses d'eau littorales pour la DCE en Loire - Bretagne

Elément de qualité « angiospermes » :
 les herbiers de zostères – bilan 2015



Qualité biologique des masses d'eau littorales pour la DCE en Loire - Bretagne

Elément de qualité angiospermes : les herbiers de
zostères – bilan 2015

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		date de publication : 07/2015
Validé par : Nathalie Cochenec - Laureau Adresse électronique : littoral.lermpl@ifremer.fr		nombre de pages : 23p bibliographie : OUI illustration(s) : langue du rapport : français
Titre de l'article : Qualité biologique des masses d'eau littorales pour la DCE en Loire – Bretagne. Élément de qualité « angiospermes » : les herbiers de zostères – bilan 2015		
Contrat n° Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
Auteur(s) principal(aux) : PELLOUIN – GROUHEL Anne FORTUNE Mireille MANACH Soazig RETHO Mickaël ALLENOU Jean-Pierre LEJOLIVET Aurore		Organisme / Direction / Service, laboratoire Unité Littoral – LER MPL Unité Littoral – LER BN
Encadrement(s) :		
Cadre de la recherche : PJ0504 Surveillance des peuplements benthiques A050406 REBENT bassin Loire - Bretagne		
Destinataire :		
Résumé Les herbiers de zostères forment des écosystèmes particuliers, sensibles aux variations de leur environnement. Ils ont été intégrés au dispositif d'évaluation de la qualité biologique des eaux littorales pour la DCE. Les 9 herbiers de zostères marines et les 7 herbiers de zostères naines retenus pour le suivi de la qualité biologique des eaux littorales de Loire – Bretagne depuis 2007 sont, depuis plusieurs années, dans un état majoritairement bon. Seule l'abondance (ou densité) montre une grande variabilité d'un site à l'autre et d'une année à l'autre.		
Abstract		
Mots-clés Zostères, qualité biologique, DCE, Loire – Bretagne.		
Words keys		

sommaire

1. Introduction	9
2. Suivis des herbiers de Loire - Bretagne : matériel et méthode.....	11
2.1. Les herbiers de <i>Zostera marina</i> en Bretagne	11
2.1.1. Echantillonnage	11
2.1.2. Analyses	12
2.2. Les herbiers de <i>Zostera noltei</i>	13
2.2.1. Echantillonnage	13
Masse d'eau.....	13
Site	13
Dates d'échantillonnage.....	13
2.2.2. Analyses	14
3. Résultats et valeurs de l'indicateur DCE pour les herbiers	16
3.1. Composition spécifique des herbiers.....	16
3.2. Vitalité des herbiers	17
3.2.1. Pour les herbiers de zostères marines.....	17
3.2.2. Pour les herbiers de zostères naines.....	18
3.2.3. Indicateur de perte de densité	20
3.3. Indicateur de perte de superficie	21
3.4. Indicateur global pour les angiospermes	22
4. Conclusion	24
5. Bibliographie.....	25
6. Annexes.....	25

1. Introduction

La DCE prévoit la prise en compte des angiospermes dans son annexe V pour la caractérisation des eaux de surface, parmi les éléments de qualité pour la classification de l'état écologique (extrait L 327 FR Journal officiel des Communautés européennes 22.12.2000) - Figure 1.

« 1.1.4. Eaux côtières
Paramètres biologiques
Composition, abondance et biomasse du phytoplancton
Composition et abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton)
Composition et abondance de la faune benthique invertébrée
...
1.2.4. Définitions des états écologiques « très bon », « bon » et « moyen » en ce qui concerne les eaux côtières
Éléments de qualité biologique

Élément	Très bon état	Bon état	État moyen
Phytoplancton	...		
Algues macroscopiques et angiospermes	Tous les taxa d'algues macroscopiques et d'angiospermes sensibles aux perturbations et associés aux conditions non perturbées sont présents. Les niveaux de couverture d'algues macroscopiques et l'abondance d'angiospermes correspondent aux conditions non perturbées.	La plupart des taxa d'algues macroscopiques et d'angiospermes sensibles aux perturbations et associés aux conditions non perturbées sont présents. Le niveau de couverture d'algues macroscopiques et l'abondance d'angiospermes montrent de légers signes de perturbation.	Un nombre modéré de taxa d'algues macroscopiques et d'angiospermes sensibles aux perturbations et associés aux conditions non perturbées sont absents. La couverture d'algues macroscopiques et l'abondance d'angiospermes sont modérément perturbées et peuvent être de nature à entraîner une perturbation indésirable de l'équilibre des organismes présents dans la masse d'eau.
Faune benthique invertébrée	...		

Figure 1 : extrait de l'annexe V de la directive 2000/60/CE

Pour le bassin Loire-Bretagne, l'élément de qualité « angiospermes » correspond aux zostères, phanérogames marines présentes sur les sédiments vaseux et sablo-vaseux des zones intertidales pour la zostère naine (*Zostera noltii*) à infralittorales pour la zostère marine (*Zostera marina*). Ces plantes forment des herbiers plus ou moins denses et plus ou moins étendus, classés au niveau international et européen en tant qu'habitats remarquables, sensibles à la pression anthropique. Ils constituent de ce fait de bons indicateurs de la qualité écologique des masses d'eau.

Afin d'évaluer l'état écologique des herbiers de zostères, deux types de descripteurs sont utilisés (Auby et coll 2010) :

- l'extension des herbiers ;
- les caractéristiques démographiques des populations (biomasses, densité, hauteur des pieds ...).

Pour renseigner ces deux descripteurs, le contrôle de surveillance de la DCE comprend deux volets :

- l'estimation des surfaces occupées par les herbiers (suivi surfacique, encore en phase de mise au point et d'harmonisation des protocoles de cartographie) ;
- le suivi de la vitalité des populations constitutives des herbiers (suivi stationnel de la densité, de la biomasse et de l'épiphytisme).

Pour le suivi stationnel, le protocole français utilisé depuis 2007 a été revu en 2012 (Auby et coll. 2012).

- Pour les herbiers de zostères naines, il prévoit désormais un suivi annuel pour déterminer :
 - la composition taxonomique de l'herbier avec recensement éventuel de *Zostera marina* var. *angustifolia* sur la station suivie – surtout si cette espèce avait précédemment été répertoriée dans la masse d'eau ;
 - la densité des herbiers à *Zostera noltii* avec une estimation du taux de recouvrement et de l'abondance des macroalgues ;
- Pour les herbiers de zostères marines, il prévoit également le suivi annuel
 - de la densité de l'herbier (nombre de pieds dans 0.1 m²),
 - de la biométrie foliaire
 - de l'état sanitaire (épiphytisme et mesure du Wasting Disease Index¹).

Des paramètres accompagnateurs portant sur le support sédimentaire, les macroalgues présentes ou la présence de prédateurs (oiseaux herbivores) sont systématiquement relevés afin de compléter l'analyse de l'évolution des herbiers.

¹ Wasting Disease Index : plages de nécrose présentes sur les feuilles de zostère marine attribuée à un micro-organisme [Labyrinthula zosterae](#)

2. Suivis des herbiers de Loire - Bretagne : matériel et méthode

Les suivis en Bretagne avaient commencé avant l'entrée en vigueur de la surveillance DCE, dans le cadre du programme REBENT Bretagne. Bénéficiant de cette antériorité, les experts ont retenus pour le contrôle de surveillance :

- 9 sites de suivi des zostères marines en Bretagne
- 4 sites de suivi des zostères naines en Bretagne et Pays de la Loire
- 3 sites de suivi des zostères naines dans le pertuis breton.

2.1. Les herbiers de *Zostera marina* en Bretagne

Depuis l'entrée en phase opérationnelle du contrôle de surveillance de la DCE dans les eaux littorales en 2007, le suivi des herbiers de *Zostera marina* sur les côtes bretonnes est assuré par l'IUEM – LEMAR unité mixte de recherche CNRS - Université de Bretagne Occidentale dans le cadre d'un partenariat avec l'Ifremer.

2.1.1. Echantillonnage

L'échantillonnage est réalisé au printemps, période de biomasse maximale.

Masse d'eau	Site	Dates d'échantillonnage							
GC03	Saint-Malo	20/02/07	8/04/08	28/03/09	01/04/10	18/04/2011	08/03/2012	26/4/2013	03/06/14
GC07	Arcouest	19/02/07	5/05/08	12/03/09	01/03/10	22/03/2011	04/04/2012	27/4/2013	01/03/14
GC08	Sept-Iles	18/04/07	7/04/08	10/03/09	01/03/10	21/03/2011	07/05/2012	29/3/2013	31/03/14
GC11	Callot	21/02/07	6/05/08	11/03/09	02/03/10	19/04/2011	08/04/2012	28/4/2013	04/03/14
GC13	Sainte-Marguerite	20/02/07	8/04/08	12/02/09	03/02/10	19/03/2011	09/03/2012	12/3/2013	01/03/14
GC16	Roscanvel	17/04/07	8/03/08	10/02/09	01/02/10	21/03/2011	08/03/2012	28/3/2013	02/04/14
GC18	Molène	18/04/07	7/04/08	11/02/09	02/02/10	22/03/2011	08/05/2012	29/3/2013	04/03/14
GC28	Glénan	17/04/07	17/09/08	11/03/09	20/04/10	18/04/2011	07/05/2012	28/3/2013	09/09/14
GC39	Arradon	19/04/07	6/05/08	12/03/09	02/03/10	20/03/2011	09/03/2012	26/6/2013	03/03/14

Les conditions météorologiques au printemps n'ont pas permis l'échantillonnage de cet herbier, d'où un report en septembre.

Tableau 1 : calendrier des échantillonnages des herbiers de *Zostera marina* dans le bassin Loire – Bretagne

L'échantillonnage sur site (Grall et Maguer 2015) est réalisé en 3 points, répartis sur l'ensemble du site, conformément au protocole établi pour le REBENT Bretagne par Hily et coll. (2006) révisé en 2012 (Auby et coll. 2012).

Les prélèvements effectués sur chaque point sont les suivants :

- 1 prélèvement de sédiment au carottier ;
- 1 prélèvement d'une dizaine de pieds de *Zostera marina* pour l'étude des épiphytes ;

- le prélèvement des pieds de *Zostera marina* présents dans 2 quadrats de 0,05 m² pour l'analyse de la vitalité de l'herbier (densité, biométrie foliaire...);
- le comptage *in situ* du nombre de pieds de *Zostera marina* dans 3 quadrats de 0,1 m² pour estimer la densité de l'herbier.

Un prélèvement supplémentaire d'une dizaine de pieds de *Zostera marina* pour l'étude des maladies de l'herbier est effectué une fois pour l'ensemble du site.

Les prélèvements sont congelés en attendant leur analyse, excepté le prélèvement pour l'étude des maladies car les feuilles doivent être analysées dès le retour au laboratoire pour éviter que le dessèchement et le stress de la plante ne biaisent le résultat.

2.1.2. Analyses

Les paramètres suivants sont évalués sur chaque site :

- densité des pieds de zostères évaluée *in situ* à partir des 3 quadrats X 3 points du site ;
- évaluation au laboratoire sur les zostères des 2 quadrats prélevés par point, de :
 - densité de pieds,
 - biométrie sur chaque pied : nombre de feuilles, largeur et longueur moyennes des feuilles (gaine et limbe) permettant le calcul de la surface totale des limbes,
 - mesure de la biomasse de l'ensemble :
 - poids sec des limbes et gaines (48h à l'étuve à 60°C)
 - poids sec des rhizomes et racines ;
- évaluation au laboratoire sur les 10 pieds prélevés, de :
 - biométrie sur chaque pied : nombre de feuilles, longueur et largeur du limbe de chaque feuille,
 - taux moyen de maladie par feuille : taux de plages noires ou blanches sur les feuilles apprécié visuellement à partir d'images de référence,
 - biomasse des algues épiphytes raclées sur les feuilles :
 - poids sec des épiphytes raclés à la surface des feuilles (48h à l'étuve à 60°C)
 - poids de cendre des épiphytes (4h au four à 450°C).

Les paramètres accompagnateurs mesurés sont :

- la granulométrie du sédiment (tamisage sur colonne humide),
- la teneur en matière organique (perte au feu à 450°C).

2.2. Les herbiers de *Zostera noltei*

Depuis 2007, les suivis des herbiers de zostères naines ont fait intervenir différents opérateurs, sur la base d'un protocole commun qui a été révisé en 2012 (Auby et coll. 2012).

Initialement triennal, le suivi est devenu annuel à compter de 2011. Il a été assuré par :

- le MNHN à Dinard (2007 et 2011) puis l'équipe de l'Ifremer LER Bretagne nord de Dinard à partir de 2012, pour l'herbier de Saint Jacut de la mer (GC03),
- l'Ifremer LER Bretagne nord de Dinard , à partir de 2012, pour l'herbier du Trieux (GT03),
- l'Ifremer LER Morbihan Pays de la Loire de Nantes et La Trinité sur mer pour l'herbier du golfe du Morbihan (GC39),
- l'Ifremer LER Morbihan Pays de la Loire de Nantes pour l'herbier de la baie de Bourgneuf – GC48 précédemment prospecté par Bio-Littoral en 2006 ;
- l'université de La Rochelle CNRS – LIENs pour les sites dans les herbiers du pertuis breton (GC53) et de l'estuaire du Lay (GT30).

2.2.1. Echantillonnage

L'échantillonnage est réalisé au début de l'automne, en période de biomasse maximale.

Masse d'eau	Site	– Dates d'échantillonnage					
GC03	St Jacut de la mer	25/09/2007		13/09/2011	20/09/2012	4/09/2013	24/09/2014
GT03	Le Trieux-Kergrist			-	13/09/2012	3/09/2013	23/09/2014
GC39	Kerlevenan-Sarzeau			15/09/2011	17/09/2012	8/10/2013	10/09/2014
GC48	La Berche		21/09/2009	12/09/2011	1/10/2012	23/09/2013	25/09/2014
GC53	Plage Charge neuve	26/08/2007	5/08/2009	17/09/2011	19/09/2012	9/9/2013	8/09/2014
	Ars en Ré				20/09/2012	10/09/2013	9/09/2014
GT30	Lay Crochon 1982			26/09/2011	5/9/2012	25/09/2013	24/09/2014

Tableau 2 : calendrier des échantillonnages d'herbiers de *Zostera noltei* dans le bassin Loire-Bretagne

L'échantillonnage sur site est réalisé en 30 points répartis dans chaque case d'une station rectangulaire de 100 m X 80 m, chaque point étant repéré au sein de la grille sur le terrain par ses coordonnées GPS précises (Figure 2).

	A	B	C	D	E	F
1	A1	B1	C1	D1	E1	F1

2	A2	B2	C2	D2	E2	F2
3	A3	B3	C3	D3	E3	F3
4	A4	B4	C4	D4	E4	F4
5	A5	B5	C5	D5	E5	F5

Figure 2 : répartition des points de prélèvement / observation au sein de la station. Les coordonnées du point D3 seront retenues comme coordonnées de l'herbier dans la base Quadrige.

Au sein de chaque case de la grille, l'opérateur relève :

- la présence de macroalgues avec identification des grands groupes algues vertes / algues rouges / algues brunes ;
- la classe du taux de recouvrement apprécié à l'œil nu au sein d'un quadrat de 50 cm de côté ; une évaluation plus précise sera faite à partir de la photographie du quadrat traitée par le logiciel ImageJ au laboratoire,

et prélève les algues présentes dans la surface du quadrat pour la mesure de la biomasse algale.

Sur chaque station rectangulaire, des échantillons sont prélevés :

- 1 échantillon composite de sédiment pour la granulométrie (mélange de trois carottes de 9 cm de diamètre et 5 cm de profondeur) ;
- 9 échantillons de sédiment pour la mesure de la teneur en matière organique (carottes de 3 cm de diamètre et 5 cm de profondeur).

Dans leur protocole de 2012 Auby et coll. prévoyaient le nombre de stations nécessaire pour l'évaluation des masses d'eau, soit pour le secteur Loire-Bretagne (Tableau 3) :

Masse d'eau	Superficie connue	Nb stations préconisé	Nb stations retenu
GC03	60 ha	1 (St Jacut de la mer)	1 (St Jacut de la mer)
GT03	24 ha		1 (Le Trieux – Kergrist)
GC39	720 ha	2 (Sarzeau + Auray ou Tascon)	1 (Kerlevenan – Sarzeau)
GC48	600 ha	2 (la Berche + Noirmoutier)	1 (la Berche)
GC53	400 ha	2 (Charge neuve + Fier d'Ars)	2 (Charge neuve + Fier d'Ars)
GT30	17.6 ha	1 (Lay crochon 1982)	1 (Lay crochon 1982)

Tableau 3 : plan d'échantillonnage des herbiers de *Zostera noltei* prévu dans le protocole Auby et coll. 2012.

2.2.2. Analyses

Depuis 2012, le protocole revu conserve le principe des trois métriques pour l'évaluation globale des herbiers de zostères naines (Auby et coll. 2012).

- La métrique « extension spatiale » de l'herbier » est renseignée une fois par période de 6 ans, soit par délimitation à pied sur le terrain soit, pour les herbiers de grande surface, par traitement d'image satellite.
- La métrique « composition taxinomique » repose sur la détection des deux espèces de *Zostera* par recherche de la présence éventuelle de *Zostera marina* var. *angustifolia* (variété à petites feuilles, souvent présente dans les cuvettes) dans l'herbier.
- La métrique « densité des herbiers à *Zostera noltii* » s'appuie sur la mesure du taux de recouvrement (par classe). L'appréciation visuelle sur le terrain est confortée en laboratoire par le traitement de l'orthophotographie du quadrat. C'est la valeur médiane de la classe du taux de recouvrement qui est retenue comme paramètre saisi dans la base de données Quadrigé pour chaque quadrat.

Ces deux dernières métriques sont renseignées chaque année dans le cadre du suivi stationnel.

Le protocole propose de conserver l'acquisition de 3 métriques supplémentaires :

- la granulométrie (tamisage sur colonne humide) et la teneur en matière organique (perte au feu à 450°C) ;
- la biomasse des macroalgues par grands groupes (algues vertes, rouges et brunes) évaluée après 48h d'étuvage à 60°C ;
- le nombre et la localisation des oiseaux herbivores consommateurs de *Zostera noltii* (bernaches, cygnes) quand ces données sont disponibles.

Les résultats sont saisis dans la base de données Quadrigé ² selon les consignes données.

3. Résultats et valeurs de l'indicateur DCE pour les herbiers

La valeur de l'indicateur ou EQR (Ecological Quality Ratio) pour les herbiers est la moyenne des valeurs pour la composition, la densité et l'extension de l'herbier. Les valeurs ont été calculées de préférence à partir des données issues de la base Quadrigé lorsqu'elles étaient disponibles, à l'aide d'une feuille de calcul préparée par Isabelle Auby.

3.1. Composition spécifique des herbiers

Il repose sur la présence constatée d'espèce(s) de *Zostera*, qui détermine la note attribuée selon la règle (Auby et coll 2010 -Tableau 4) :

	EQR
Aucune espèce signalée précédemment n'a disparu	1
Disparition de <i>Zostera marina</i> (ZM)	0.7
Disparition de <i>Zostera noltei</i> (ZN)	0.5
Disparition des 2 espèces	0

Tableau 4 : grille de notation du critère « composition » pour l'élément de qualité herbier de zostère (Auby et coll. 2012).

ME	sites	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GC03	St Malo (ZM) et St – Jacut (ZN)	1	1	1	1	1	1	1	1
GC07	L'Arcouest (ZM)	1	1	1	1	1	1	1	1
GC08	Sept Iles (ZM)	1	1	1	1	1	1	1	1
GC11	Callot (ZM)	1	1	1	1	1	1	1	1
GC13	Sainte-Marguerite (ZM)	1	1	1	1	1	1	1	1
GC18	Molène (ZM)	1	1	1	1	1	1	1	1
GC16	Roscanvel (ZM)	1	1	1	1	1	1	1	1
GC28	Glénan (ZM)	1	1	1	1	1	1	1	1
GC39	Arradon (ZM) et Kerlevenan Sarzeau (ZN)	1	1	1	1	1	1	1	1
GC48	La Berche (ZN)	1	1	1	1	1*	1*	1*	1*
GT03	Le Trieux Kergrist (ZN)							1	
GC53	2 sites (ZN)			0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
GT30	Lay Crochon 1982 (ZN)				1	1	1	1	1

(*) la note a été conservée à 1 bien que formellement la présence de *Zostera marina* ne soit plus confirmée depuis 2011.

Tableau 5 : note attribuée pour la composition spécifique des angiospermes dans chaque masse d'eau.

Pour les masses d'eau Rance – Fresnaye (GC03) et golfe du Morbihan (GC39), les deux espèces de zostères sont présentes et forment des herbiers suivis séparément dans la masse d'eau.

Pour la plupart des herbiers une mention historique de la présence des deux espèces de zostères a permis de renseigner ce critère, au moins depuis la survenue du « wasting disease » qui a fait disparaître un certain nombre d'herbiers de zostères marines entre les années 1930 et 1960. L'EQR pour la composition spécifique est donc égal à 1 dans la très grande majorité des cas (Tableau 5).

3.2. Vitalité des herbiers

3.2.1. Pour les herbiers de zostères marines

Les résultats complets, avec les séries chronologiques (depuis 2004 par utilisation des données acquises dans le cadre du REBENT Bretagne), sont donnés dans le rapport 2014 (Grall J. et Maguer M. 2015). Ils permettent d'alimenter le tableau de résultats (Tableau 6) et la Figure 3.

Densité de *Zostera marina* :

	site	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GC03	Saint-Malo	282,2	415,6	386,7	450	780	529,2	357,5	391,7
GC07	Arcouest	377,8	673,3	244,4	260	505,8	278,9	343,3	377,5
GC08	Sept-Îles	724	574,4	667,5	575,8	619,2	676,7	865,8	330
GC11	Callot	311,1	710	272,2	158,9	253,3	256,7	388,3	222,5
GC13	Sainte-Marguerite	110,8	121,4	178,9	242,2	313,3	300	216,7	155,8
GC16	Roscanvel	244,4	240	194,4	215,6	316,7	276,7	237,5	236,7
GC18	Molène	254,4	165	166,7	171,1	213,3	181,1	170	118
GC28	Glénan	618,2		490	394,4	448,9	514,2	445	390
GC39	Arradon	148,9	190	105	182,5	250,8	200	146,7	263,3

Tableau 6 : densité moyenne des pieds de *Zostera marina* (nb.m⁻²) évaluée sur chaque site dans chaque masse d'eau.

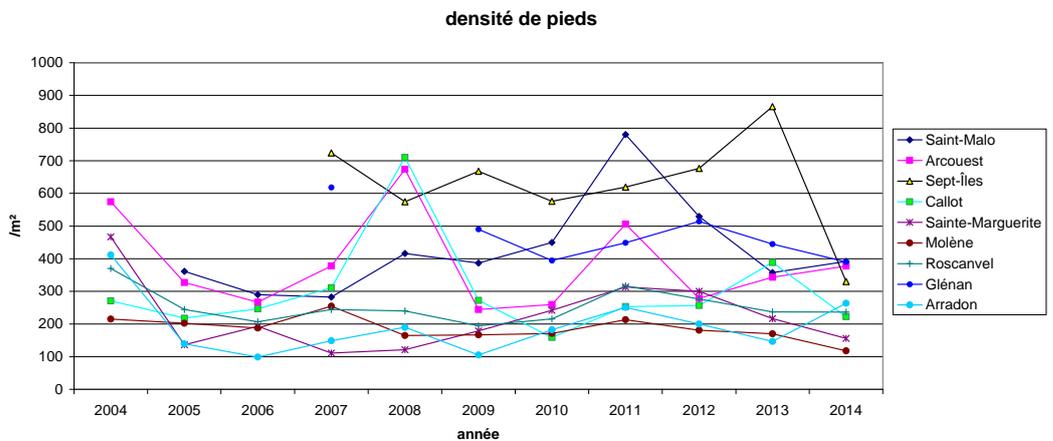


Figure 3 : variations annuelles des densités de pieds (nb/m²) de zostères marines dans les 9 herbiers suivis en Loire – Bretagne.

Sur 10 années de suivi, on note des variations modérées des densités de pieds d'une année sur l'autre pour un même site, d'un facteur 1,5 à 4 (Figure 3).

Les sites aux densités les plus variables sont ceux de la baie de Morlaix (Callot), de la région des Abers (Sainte-Marguerite) et du golfe du Morbihan (Arradon) qui sont également les sites sur lesquels les densités sont les plus faibles en valeur absolue. Les densités les plus élevées sont relevées le plus fréquemment sur le site des Sept-Iles.

Taux de maladie (« Wasting Disease ») dans les herbiers :

Le taux moyen de maladie par feuille reste inférieur à 20% dans la majorité des situations (plus de 90% des valeurs calculées) sur l'ensemble des sites et l'ensemble des années (Figure 4). Sur la période prise en compte, l'année 2011 se caractérise par les taux de maladie les plus forts (taux de 38% à Sainte-Marguerite).

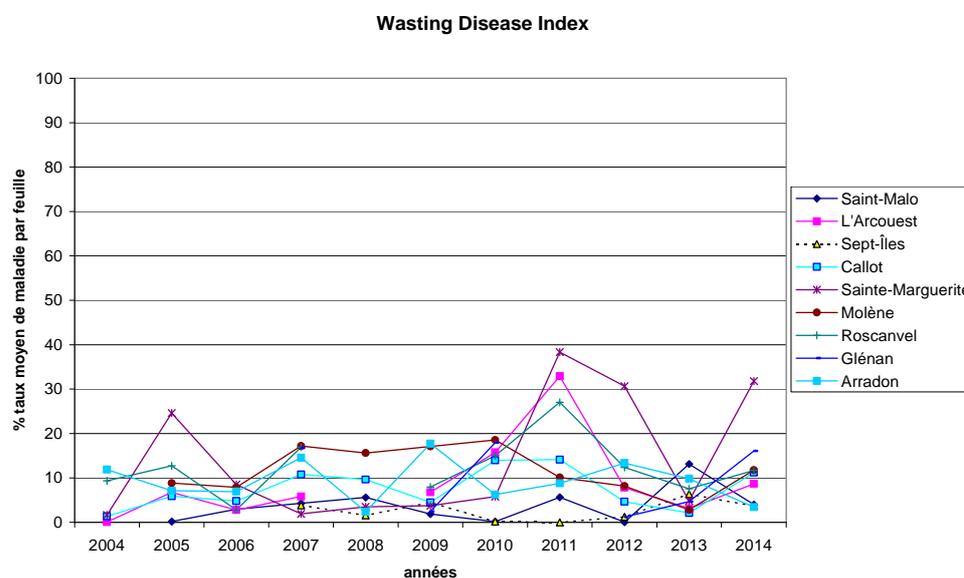


Figure 4 : variations annuelles du taux moyen de maladie par feuille sur les différents herbiers de zostères marines du bassin Loire - Bretagne

Les données sur l'épiphytisme ne sont pas disponibles dans le cadre de ce suivi.

3.2.2. Pour les herbiers de zostères naines

Densité de *Zostera noltei* :

La surface végétalisée est la proportion de quadrats dans lesquels le taux de recouvrement par la zostère naine n'est pas nul.

Le taux de recouvrement moyen est calculé à partir de la valeur médiane pour chaque quadrat, estimée par traitement des orthophotographies.

Les pourcentages de surface végétalisée et les taux de recouvrement moyens des sites suivis dans le cadre de la DCE sont indiqués dans le Tableau 7 pour les 3 à 4 dernières années.

Masse d'eau	site	année	Surface végétalisée (%)	Taux de recouvrement moyen (%) *
GC03	St Jacut de la mer	2012	100,00	0,71
		2013	100,00	0,61
		2014	100,00	0,56
GT03	Le Trieux - Kergrist	2012	100,00	0,47
		2013	100,00	0,28
		2014	95,00	0,34
GC39	Kerlevenan - Sarzeau	2011	93,33	0,75
		2012	93,33	0,72
		2013	96,67	0,68
		2014	86,67	0,69
GC48	La Berche	2011	95,24	0,76
		2012	100,00	0,93
		2013	100,00	0,95
		2014	100,00	0,70
GC53	Ars en Ré	2012	96,67	0,35
		2013	86,67	0,73
		2014	80,00	0,23
	Plage de la Charge Neuve	2011	100,00	0,97
		2012	100,00	1,00
		2013	100,00	1,00
		2014	100,00	1,00
GT30	Lay Crochon 1982	2011	90,00	0,45
		2012	93,33	0,67
		2013	90,00	0,22
		2014	66,67	0,14

*Les taux de recouvrement présentés dans ce tableau ont été calculés à partir des données stockées dans la base Quadrige².

Tableau 7 : estimation de la fragmentation (% de surface végétalisée) et du taux de recouvrement du sol par les feuilles de zostères.

Biomasse d'algues dans les herbiers de zostères naines :

Les biomasses relevées chaque année par grandes familles de macroalgues sur les sites suivis dans le cadre de la DCE sont indiqués dans le Tableau 8.

Masse d'eau	site	année	Biomasse (g PS.m ⁻²) moyenne +/- écart-type					
			Algues vertes		Algues brunes		Algues rouges	
GC03	St Jacut de la mer	2012	0,19	0,59	3,02	3,53	0,17	0,32
		2013	4,34	5,34	5,30	8,23	0,08	0,26
		2014	18,03	16,32	0,00		0,02	0,04
GT03	Le Trieux - Kergrist	2012	98,93	200,41	0,00	0,00	0,00	0,00
		2013	265,56	521,49	0,00		0,00	
		2014	27,24	35,98	0,00		0,00	
GC39	Kerlevenan - Sarzeau	2013	2,57	9,08	0,00	0,00	21,01	51,89
		2014	33,59	66,95	0,00	0,00	14,88	32,77
GC48	La Berche	2011	0,21	0,58	4,12	8,67	0,36	1,06
		2012	0,13	0,73	0,13	0,73	0,13	0,73
		2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		2014	0,00	0,24	0,00	0,15	0,00	2,15
GC53	Ars en Ré	2012	0,12	0,22	0,02	0,13	0,00	
		2013	0,46	1,70	0,00		0,02	0,10
		2014	0,28	0,83	0,25	1,36	1,09	4,38
	Plage de la Charge Neuve	2011	0,25	1,10	0,00		0,19	0,66
		2012	0,03	0,12	0,00		0,00	
		2013	0,00	0,00	0,00		1,31	7,20
GT30	Lay Crochon 1982	2012	0,24	0,54	0,15	0,75	2,15	5,96
		2013	0,62	1,10	0,00		1,99	3,81
		2014	0,14	0,45	0,00		0,12	0,63

Tableau 8 : valeurs moyennes annuelles des biomasses algales, par phylum, prélevées sur chaque quadrat dans les herbiers de zostères naines suivies en Loire – Bretagne.

Le Tableau 8 montre que les situations rencontrées sont très variables d'un herbier à l'autre : faible à très faible présence d'algues en baie de Bourgneuf (GC48) depuis 2011 ; forte abondance d'algues vertes exclusivement sur l'herbier du Trieux (GT03). Cette observation est cohérente avec les résultats de suivi des phénomènes des échouages d'algues opportunistes qui classent la masse d'eau du Trieux en état moyen pour les blooms d'algues opportunistes en 2013. Pour la GC53 (Pertuis breton) et la GT30 (Lay), l'information complète est donnée dans le rapport Sauriau et coll. 2015μ.

3.2.3. Indicateur de perte de densité

La valeur de l'EQR dépend du taux de perte observé une année par rapport aux conditions de référence pour le site, selon le barème donné dans le Tableau 9 :

Taux de perte	0-10%	11-20%	21-30%	31-50%	51-100%
EQR	1 – 0.8 0.2 par %	0.78 – 0.60 0.2 par %	0.59 – 0.5 0.1 par %	0.49 – 0.3 0.1 par %	0.295 – 0 0.05 par %

Tableau 9 : grille de notation pour le critère de perte de densité par rapport à la valeur la plus forte précédemment observée.

La valeur de l'EQR (première ligne dans chaque case du Tableau 10) par site est la moyenne des valeurs obtenues pour chacun des herbiers de zostères naines (ZN) ou marines (ZM) en deuxième et troisième ligne pour chaque masse d'eau.

site	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GC03	0.58	1	0.86	1	1	0.50	0.35	0.33
ZN						0.51	0.41	0.36
ZM	0.58	1	0.86	1	1	0.48	0.28	0.3
GC07	0.46	1	0.23	0.25	0.55	0.26	0.31	0.36
GC08	1	0.59	0.84	0.6	0.72	0.86	1	0.24
GC11	1	1	0.24	0.16	0.23	0.23	0.35	0.205
GC13	0.17	0.18	0.24	0.32	0.47	0.44	0.28	0.215
GC16	0.46	0.45	0.33	0.38	0.72	0.55	0.44	0.44
GC18	1	0.45	0.46	0.47	0.68	0.51	0.47	0.28
GC28	1	0.84	0.59	0.44	0.53	0.66	0.52	0.43
GC39	1	0.28	0.18	0.27	0.71	0.58	0.49	0.61
ZN					1	0.86	0.76	0.78
ZM	1	0.28	0.18	0.27	0.41	0.295	.23	0.44
GC48					0.76	0.93	0.95	0.5
GC53			1		0.94	1	0.67	0.73
GT03							0.39	0.52
GT30						1	0.22	0.16

Tableau 10 : note annuelle pour la perte de densité dans chaque masse d'eau.

3.3. Indicateur de perte de superficie

De même que pour les densités de pieds, l'indicateur « extension » s'appuie sur le taux de perte de surface d'herbier constaté chaque année par rapport aux conditions de référence. Le même barème pour le taux de perte que dans le cas des densités est utilisé. Les résultats pour les sites suivis sont résumés dans le Tableau 11).

A ce jour peu de valeurs de l'indicateur ont pu être calculées, faute de valeur de référence (pas de données historique disponible dans de nombreux cas).

site	Référence antérieure* (ha)	2007	2009	2010	2014
GC0 3	ZN : 57 ZM : 284				
GC0 7	ZN : 157 ZM : 672				
GC0 8	ZM : 7				
GC1 1	ZM : 234 ZN : 6				
GC1 3	ZM : 194 ZN : 4				
GC1 6	ZN : 17 ZM : 64				
GC1 8	ZM : 50 EQR			63.6 1	
GC2 8	ZM : 303				
GC3 9	ZN : 1390 EQRzn ZM : max 1540 EQRzm EQR	723 0.32 (2002) : 1078 0.5 0.41			
GC4 8	ZN : 586 EQR	437 0.55	452 0.57		
GC5 3	ZN : 672.6 EQR				566.2 0.68
GT03	ZN : 23.7				
GT30	ZN EQR			17.6	17.8 1

*antérieure à 2007 mais postérieure à la maladie qui a décimé les herbiers de zostères marines dans les années 1930 à 1960.

Tableau 11 : évolution des superficies des herbiers de zostères d'après les données disponibles (en ha et en valeur d'EQR) : ZN pour les zostères naines et ZM pour les zostères marines

3.4. Indicateur global pour les angiospermes

L'indicateur « angiospermes » est calculé comme la moyenne des notes obtenues sur chaque métrique (Tableau 12).

site	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GC03	0,58	1,00	0,86	1,00	1,00	0,75	0,67	0,67
GC07	0,73	1,00	0,62	0,63	0,78	0,63	0,66	0,68
GC08	1,00	0,80	0,92	0,80	0,86	0,93	1,00	0,62
GC11	1,00	1,00	0,62	0,58	0,62	0,62	0,68	0,60
GC13	0,59	0,59	0,62	0,66	0,74	0,72	0,64	0,61
GC16	0,73	0,73	0,67	0,69	0,86	0,78	0,72	0,72
GC18	1,00	0,73	0,73	0,82	0,89	0,84	0,82	0,76
GC28	1,00	0,92	0,80	0,72	0,77	0,83	0,76	0,72
GC39	0,80	0,64	0,59	0,64	0,86	0,79	0,75	0,67
GC48	0,78	1,00	0,79	1,00	0,76	0,93	0,95	0,69
GT03							0,70	0,76
GC53			1,00		0,94	1,00	0,67	0,71
GT30				1,00	1,00	1,00	0,61	0,72

Tableau 12 : valeurs prises par l'élément de qualité « angiospermes » dans chaque masse d'eau.

La valeur résultante de l'EQR pour les angiospermes apparaît globalement comme relevant du bon voire du très bon état. Ceci est dû notamment à la métrique composition spécifique qui vaut 1 dans toutes les masses d'eau sauf celle du pertuis breton et à l'absence dans de nombreux cas d'une valeur pour la métrique « extension spatiale ».

4. Conclusion

Les herbiers de zostères forment des écosystèmes particuliers, dont l'intérêt écologique est bien reconnu au niveau international. Grall et Maguer (2015) introduisent leur bilan 2015 en rappelant que « ces plantes sensibles aux changements de l'environnement, intègrent l'ensemble des variations de l'environnement. Leur localisation et leur sensibilité les placent dans de nombreux sites en situation de stress. Menacés par la pression anthropique croissante sur l'espace littoral (Hily et Den Hartog, 1997), les herbiers sont d'excellents indicateurs des changements des conditions du milieu à l'échelle locale (pêche à pied, plaisance, marées vertes), régionale (eutrophisation) et globale (climatique) ».

Les résultats présentés ici, avec la grille de lecture arrêtée par le groupe d'experts français (Auby et coll. 2010), offrent une vision assez favorable des herbiers du bassin Loire – Bretagne avec depuis 2011 des masses d'eau toutes classées en bon état ou très bon état. En particulier il n'a pas été rapporté récemment de disparition de l'une ou l'autre des espèces de zostères.

On note en revanche que la seule métrique « abondance » est très variable d'une année sur l'autre et d'un site à l'autre, son évaluation chaque année prenant toutes les valeurs possibles de la palette. La pondération par la métrique « composition » et la prise en compte des évolutions de surface permet de stabiliser l'évaluation de l'élément de qualité.

Pour de nombreux herbiers les variations d'extension ne sont pas quantifiées et le calcul global de l'EQR repose donc sur des évaluations déjà un peu anciennes. L'acquisition de données pour ce paramètre pourrait donc faire évoluer le classement DCE (calculs rétroactifs par traitement d'images déjà acquises ou calculs futurs à partir de données à acquérir).

L'importance de la couverture en macroalgues opportunistes des herbiers est donnée ici pour les herbiers de zostères naines mais non intégrée à la note finale pour l'EQR « angiospermes ». Ce volet, témoin d'une pression sur l'herbier associée en particulier aux phénomènes d'enrichissement en matière organique du milieu (eutrophisation), est pris en compte à part entière par la DCE dans l'évaluation globale de l'élément de qualité « végétation autre que phytoplancton » avec application de la règle du facteur le plus déclassant qui prime.

5. Bibliographie

Anonyme 2000, Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Journal officiel des Communautés européennes L327/1 – 72.

Auby Isabelle, Dalloyau Sébastien, Hily Christian, Oger-Jeanneret Helene, Plus Martin, Sauriau Pierre-Guy, Trut Gilles (2012). Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), *Zostera marina*, *Zostera noltii*. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00072/18368/>

Auby Isabelle, Oger-Jeanneret Hélène, Sauriau Pierre-Guy, Hily Christian, Barillé Laurent (2010). Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14358/>

Grall Jacques, Maguer Marion. 2015, Contrat UBO-Ifremer 2014 n°2014 5 50528208 Rapport final année 2014. 49p

Hily Christian (2006) Fiche technique FT04-2006-01.doc « Suivi des herbiers de zostères » sur le site web REBENT (<http://www.rebent.org>).

Hily Christian, Den Hartog C. (1997) – « Les herbiers de zostères en Bretagne ». In DAUVIN J. C. (édit) (1997) – « Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantiques, Manche, Mer du Nord, synthèse, menaces et perspectives ». Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie – Service du Patrimoine Naturel / IEGB / MNHN, Paris, 376p. pp 140- 143.

Miossec Laurence, 2013, Guide méthodologique des méthodes DCE en hydrobiologie littorale. Zostères, blooms d'opportunistes, phytoplancton. Rapport Aquaref 2013 – 32p. <http://www.aquaref.fr/guide-methodologique-methodes-dce-hydrobiologie-littorale>

Sauriau Pierre-Guy, Aubert F., Duvar 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*. Rapport de contrat 2014 5 50528230 58p.

6. Annexes

Annexe 1 – suivi des herbiers de zostères naines dans le pertuis breton

MEC GC53 et MET GT30 (Sauriau et coll 2015)

Annexe 2 – présentation générale des herbiers à *Zostera marina* et de la stratégie de suivi

Extrait de Grall, Maguer 2015.