



INDICATEUR ANGIOSPERMES

Herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) intertidaux et subtidaux

Isabelle Auby* & Hélène Oger-Jeanneret**

* Ifremer, LER Arcachon

** Ifremer, LER Morbihan et Pays de la Loire

Résumé

L'indicateur « Angiosperme » est basé sur les deux espèces *Zostera marina* et *Zostera noltei*, et sur l'utilisation de trois métriques : composition taxinomique, extension et abondance. Compte tenu de la variabilité importante des herbiers de zostères en fonction des conditions de salinité, de bathymétrie et de substrat il a été choisi de définir les conditions de référence non pas par type de masse d'eau, mais pour chaque masse d'eau. Elles correspondent au meilleur état possible des herbiers au cours de la période sur laquelle des données sont disponibles.

Globalement, les trois métriques (et donc l'indicateur qui en résulte) répondent aux mêmes pressions principales s'appliquant dans les masses d'eau, notamment celles de nature morpho-bathymétrique et les conditions d'éclairement sub-aquatique.

Rappel des paramètres DCE (Annexe V)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **taxa d'angiospermes sensibles aux perturbations**
- niveau d'**abondance des angiospermes**

Historique au niveau français

Aucun **indicateur** « Angiosperme » n'existait avant la mise en œuvre de la DCE (bien que des suivis existaient).

Typologies

France : pas de distinction de types
Europe : 1 type (GIG NEA type 1/26)

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 17 sites en masses d'eau côtières (ajout de l'Anse de St-Vaast la Hougue depuis 2013) depuis des dates différentes selon les sites (entre le début du XX^{ème} siècle et les années 2000).

N°	Nom	Zostera marina	Zostera noltei
FRFC09	Hossegor		X
FRFC06	Arcachon amont	X	X
FRFC02	Pertuis charentais		X
FRGC53	Pertuis breton		X
FRGC48	Baie de Bourgneuf		X
FRGC39	Golfe du Morbihan	X	X
FRGC28	Concarneau (large)	X	
FRGC18	Iroise (large)	X	
FRGC16	Rade de Brest	X	
FRGC13	Les Abers (large)	X	
FRGC11	Baie de Morlaix	X	
FRGC08	Perros-Guirec (large)	X	
FRGC07	Paimpol – Perros-Guirec	X	
FRGC03	Rance Fresnaye	X	X
FRHC01	Archipel Chausey	X	
FRHC03	Ouest Cotentin	X	
FRHC09	Anse de St-Vaast la Hougue		X

Le jeu de données comprend 4 sites en masses d'eau de transition pour lequel on dispose de données obtenues depuis des dates correspondantes au début du suivis DCE sauf pour l'Estuaire de Bidassoa où les dates varient selon les métriques considérées (1913 pour la composition, 1976 pour l'extension spatiale, 2007 pour la densité).

N°	Nom	Zostera marina	Zostera noltei
FRFT08	Estuaire Bidassoa		X
FRGT30	Estuaire du Lay		X
FRGT03	Le Trieux		X
FRHT06	Baie des Veys (fond)		X

Les données correspondantes ont été collectées selon des méthodes différentes en fonction des secteurs et des dates. Depuis 2004 (mise en œuvre du réseau REBENT), les protocoles ont été harmonisés pour le suivi des herbiers bretons (Hily, 2004). Le protocole REBENT a servi de modèle à celui mis en œuvre dans le cadre de la DCE (Hily *et al.*, 2007) mais a par la suite été modifié pour les herbiers intertidaux (Auby *et al.*, 2014).

Métriques

Métrique 1. Evolution de l'extension spatiale de l'herbier (%).

Métrique 2. Evolution de l'abondance de l'herbier (%) (densité de pieds pour *Z. marina* ; pourcentage de recouvrement pour *Z. noltei*)

Métrique 3. Evolution du nombre d'espèces au cours du temps : 2 espèces sont prises en compte, *Zostera noltei* et *Zostera marina* (métrique qualitative présence/absence)

Valeurs de références

Les herbiers de zostères des côtes françaises diffèrent en termes d'extension, de densité et de composition. Ces paramètres dépendent de facteurs géographiques, édaphiques, bathymétriques et hydrodynamiques propres à chaque masse d'eau. Pour cette raison, les **valeurs de référence** sont spécifiques à chaque masse d'eau : elles correspondent au meilleur état possible des herbiers au cours de la période historique pendant laquelle on dispose d'information sur leur état. Elles sont déterminées sur la base de données historiques quand elles existent, ou du dire d'expert dans le cas contraire. Dans le cas de la métrique 1 (extension spatiale), la référence historique est choisie après la période d'épidémie des années 1930 qui décima *Zostera marina*.

Indicateur et grille de qualité

Les **seuils de classes** ont été établis par les experts pour les trois métriques et des valeurs d'EQR ont été attribuées aux seuils de classes, selon des pas différents entre chaque classe pour les 3 métriques.

Lorsque les deux espèces sont présentes (et suivies) dans une masse d'eau, les calculs sont appliqués à chaque espèce puis moyennés pour les métriques 1 et 2.

Métriques 1 et 2 Perte de l'herbier	Métriques 1 et 2 EQR	Classe
[0% - 10%]	[1-0,8] (-0,02 pour 1%)	Très Bon
]10% - 17%]	]0,8-0,66] (-0,02 pour 1%)	Bon
]17% - 30%]	]0,66-0,5] ((-0,02 pour 1% jusqu'à 20%, puis - 0,01 pour 1%)	Moyen
]30% - 50%]	]0,5-0,3] (-0,01 pour 1%)	Médiocre
]50% - 100%]	]0,3-0] (-0,04 pour 1%)	Mauvais

Métrique 3 Espèces	Métrique 3 EQR	Classe
Espèces apparues ou perte d'aucune espèce	1	Très Bon
Perte d'une espèce (<i>Zostera marina</i>)	0,7	Bon
Perte d'une espèce (<i>Zostera noltei</i>)	0,5	Moyen
Perte de 2 espèces	0	Mauvais

L'**indicateur** est la moyenne des EQR des trois métriques ; on lui applique une grille avec un pas régulier de 0,2 entre chaque classe. Toutefois, ce classement a été remis en cause à l'issue de l'intercalibration européenne (Neto et Salas Herrero, 2016) qui a modifié la valeur du seuil entre le bon état et l'état moyen, qui est passé de 0,6 à 0,645

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,000 - 0,800]	Inchangé	Très Bon
]0,800 - 0,600]	]0,800 - 0,645]	Bon
]0,600 - 0,400]	]0,645 - 0,400]	Moyen
]0,400 - 0,200]	Inchangé	Médiocre
]0,200 - 0,000]	Inchangé	Mauvais

La modification de cette limite sera effective rapidement et retranscrite dans la prochaine législation.

Relations Pressions – Etat et diagnostic

Qualitativement

L'indicateur angiospermes est sensible aux pressions anthropiques qui modifient la morphologie de la masse d'eau (emprises, modification de la bathymétrie), sa clarté (augmentation de la turbidité, développement d'algues), détruisent directement l'herbier ou introduisent des substances toxiques.

		Métrique 1. Evolution de l'extension spatiale	Métrique 2. Evolution de la densité de l'herbier	Métrique 3. Evolution du nombre d'espèces
Atteintes morphologiques	Emprises et constructions	*		*
	Dragage	*	*	*
Modification clarté de l'eau	Clapage (augmentation de la turbidité), rejets du bassin versant	*	*	*
	Navigation (agitation de l'eau augmentant la turbidité)	*	*	*
	Rejets substances nutritives (développement micro et macroalgues)	*	*	*
Destruction mécanique	Pêche à pied ou à la drague, mouillages, navigation, dragage	*	*	*
Rejets polluants (peintures antifouling, épandages de pesticides agricole ou non)	Navigation (peintures antifouling) Rejet des pesticides d'origine agricole et non agricole	*	*	*

Relation Pressions-Etat

Au niveau européen, un indice de pression a été constitué pour les besoins du second exercice d'intercalibration.

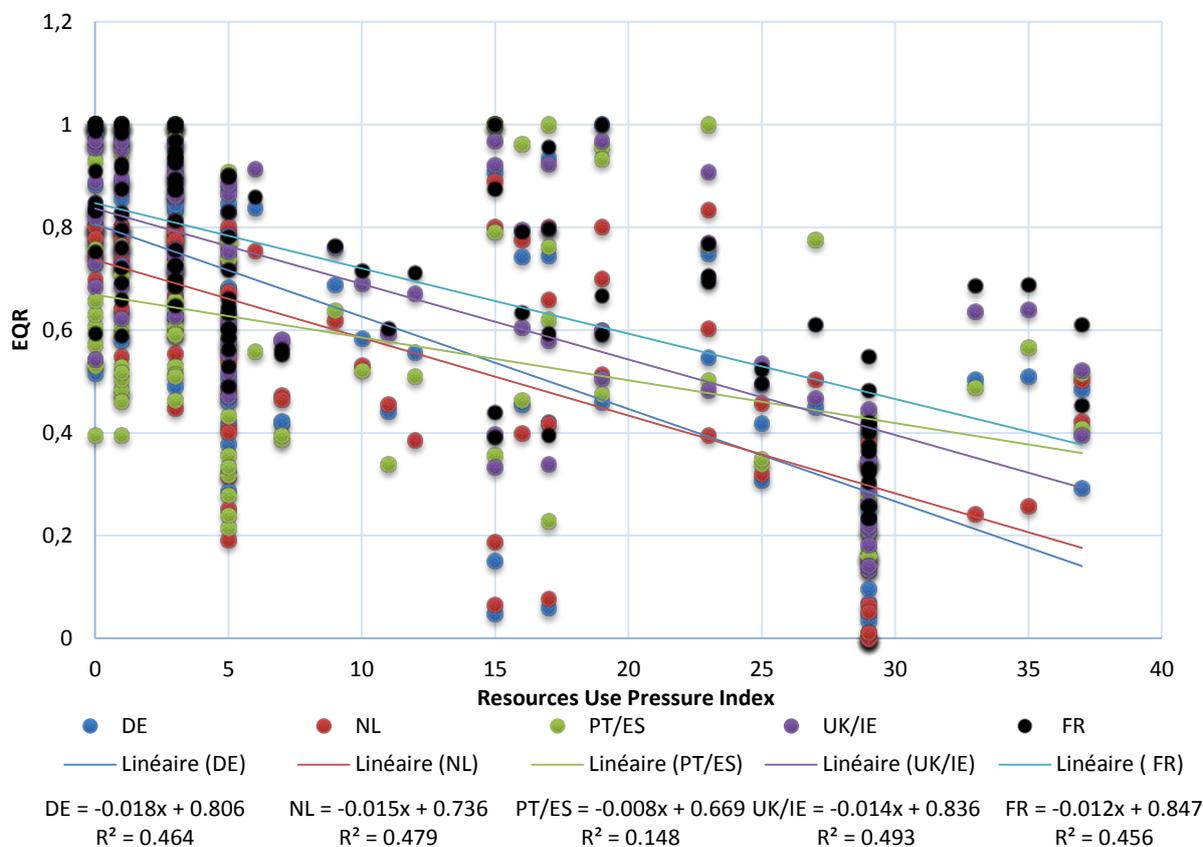
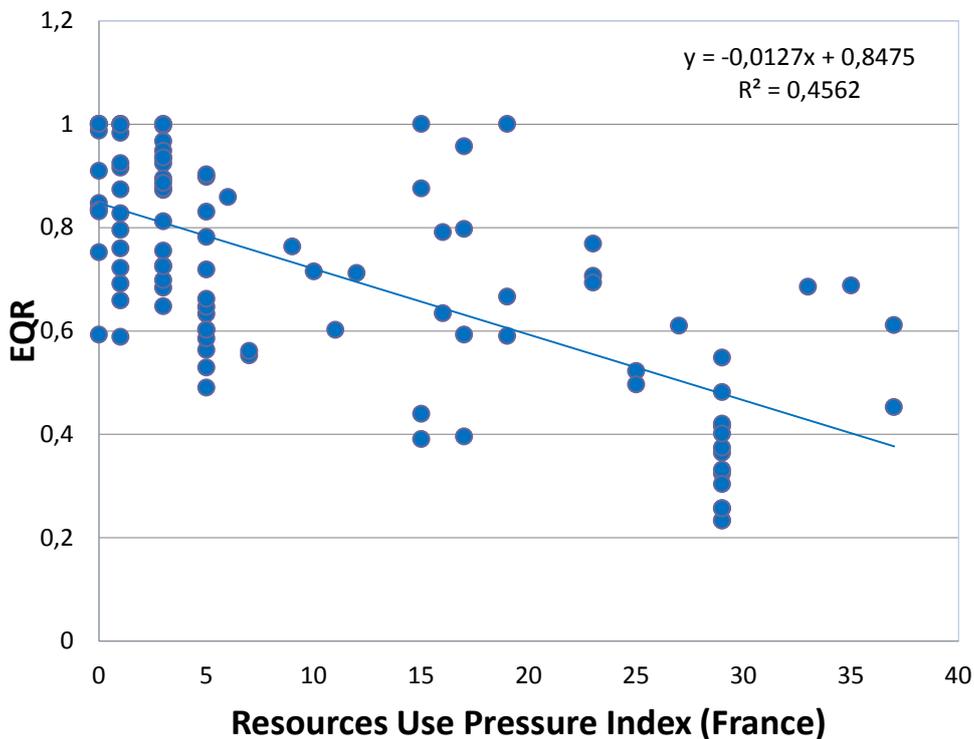
Il prend en compte les pressions du tableau ci-dessous, classées selon 3 typologies :

- HM : pressions sur l'hydromorphologie
- RU : pressions liées à l'usage de la ressource
- QE : pressions sur la qualité environnementale (paramètres d'état)

Des cotations sont attribuées selon le barème pré-défini (cf. tableau). L'indice de pression est la somme des scores de chaque pression.

Pression	Type	Critère/métrique	Pas de changement (0)	Très faible (1)	Faible (3)	Modéré (5)	Fort (7)	Très fort (9)
Terres gagnées sur la masse d'eau (ha)	HM	<ul style="list-style-type: none"> Surface en hectares gagnés sur la masse d'eau (dernières décennies), en considérant à la fois les vasières et les marais littoraux NB : indicateur intégrant les changements d'origine anthropique ET les variations naturelles 	Aucun changement	Perte de moins de 0,5 % au cours des dernières décennies	< 1%	< 5 %	< 10%	≥ 10%
Artificialisation	HM	<ul style="list-style-type: none"> Prise en compte des structures implantées en domaines intertidal et subtidal, et des deux rives en estuaire En % surface ME OU de la longueur de la côte/ des rives 	Aucune	< 5% du rivage artificialisé	< 30%	< 60 %	< 90%	≥ 90%
Dragages d'entretien (surface)	UR	<ul style="list-style-type: none"> Surface cumulée (ha) draguée pour l'entretien des chenaux de navigation En % de la surface de la ME 	Aucun dragage	< 1% de la surface ME draguée	< 10%	< 30 %	< 50%	≥ 50%
Dragages d'entretien (quantités)	UR	Quantité annuelle (en tonnes) de matériaux dragués dans la ME	Aucun dragage	< 5000 tonnes annuelles	< 100000 t	< 1 millions t	< 4 millions t	≥ 4 millions t
Clapage de matériaux de dragages (surface)	UR	<ul style="list-style-type: none"> Surface cumulée (ha) des zones de clapage dans la ME (intertidal et subtidal) En % de la surface subtidale de la ME 	Aucun clapage	< 1% de la surface subtidale de la ME	< 10%	< 30 %	< 50%	≥ 50%
Clapage de matériaux de dragages (quantités)	UR	Quantité annuelle (en tonnes) de matériaux de dragage clapée dans la ME (dans les zones intertidale et subtidale)	Aucun clapage	< 5000 tonnes	< 100000 t	< 1 millions t	< 4 millions t	≥ 4 millions t
Pêches côtières (récréative et professionnelle)	UR	<ul style="list-style-type: none"> % en longueur de côte (ou rives en estuaire) OU % de la surface ME concerné par des activités de pêche 	Absence	< 10 % du rivage (ou surface ME) concerné	< 30%	< 60 %	< 90%	≥ 90%
Ports de plaisance	UR	Nombre d'anneaux dans les ports de plaisance de la ME par km ² de masse d'eau	Pas de ports de plaisance	< 100 anneaux/ km ² ME	< 150 anneaux/ km ² ME	< 300 anneaux/ km ² ME	< 500 anneaux/ km ² ME	≥ 500 anneaux/ km ² ME
Tourisme et loisirs	UR	<ul style="list-style-type: none"> % en longueur de côte (ou rives en estuaire) OU % de la surface ME concerné par les activités de tourisme et loisirs 	Absence	< 10 % du rivage (ou surface ME) concerné	< 30%	< 60 %	< 90%	≥ 90%
Apports de nutriments	QE	Concentration en azote inorganique dissous (NID) hivernale (µM) normalisée à 25‰ pour les MET et les MEC polyhalines, à 32‰ pour les MEC	[NID] hivernale < 6,5 µM	< 10 µM	< 30 µM	< 60 µM	< 90 µM	≥ 90 µM
Turbidité	QE	<ul style="list-style-type: none"> Profondeur (mètres) disque Secchi (moyenne pendant la période de croissance de mai à septembre) Normaliser avec les mêmes critères que pour le NID hivernal (si possible) 	Transparence Secchi ≥ 2,5 mètres	< 2,5 m	< 2 m	< 1,5 m	< 1 m	< 0,5 m

Suite au 3^e round d'intercalibration, il a été démontré que les pressions liées à l'usage de la ressource sont les seules à être significativement corrélées à l'EQR (impact négatif, $p\text{-value} < 0.001$, sur les données MEC et MET). Toutefois il n'est pas possible de mettre une relation linéaire significative sur cette corrélation, comme visible dans les graphiques ci-dessous, correspondant à la France, et à tous les pays du groupe de d'intercalibration.



Limites d'application - Commentaires

La définition de la valeur de référence est le point délicat pour cet indicateur car on ne dispose pas toujours de données historiques pour les trois métriques. Dans ce cas, il est convenu de prendre la valeur la plus élevée, postérieure à l'épisode de « wasting disease » (années 1930) ayant affecté les herbiers de zostères. Toutefois, l'historique de suivi des herbiers est variable selon les masses d'eau. Il faudra donc être attentif au niveau de confiance qui sera accordé à cet indicateur. Par cette méthode, il faut donc prêter une attention toute particulière aux valeurs de référence car elles peuvent changer au cours du temps.

L'indicateur « angiospermes » varie généralement autour des limites entre les « bon état » et « état moyen ». Cette évolution apparente repose sur de très légères variations du RQE. Pour cette raison, la classification en « bon état » obtenue en 2013 était supposée fragile et le classement en « état moyen » depuis 2014 indique qu'une attention particulière doit toujours être apportée à ce compartiment biologique.

Références

- 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. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14358/>
- Auby Isabelle, Sauriau Pierre-Guy, Oger-Jeanneret Helene, Hily Christian, Dalloyau Sebastien, Rollet Claire, Trut Gilles, Fortune Mireille, Plus Martin, Rigouin Loic (2014). Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) *Zostera marina* - *Zostera noltei*. Version 2. <http://doi.org/10.13155/29685>
- Buchet, R., 2012. Assistance à la coordination des travaux européens d'intercalibration des indicateurs biologiques de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Rapport du contrat Ifremer/Hocer n°11/5210818. 133 p. + annexes.
- Fuensanta Salas Herrero, Neto João M., 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), Septembre 2016
- Hily, C., 2004. Fiche technique Rebent n°4 (V2) : suivi des herbiers de zostères, 6 p. http://www.rebent.org//medias/documents/www/contenu/documents/FT04_Hily_Rebent_Herbiers_2006.pdf
- Hily C., Sauriau P.G., Auby I. (2007). Protocoles suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) - *Zostera marina* - *Zostera noltii*. Rapport LEMAR, CNRS, IFREMER, 10 p. http://envlit.ifremer.fr/content/download/78103/536620/file/ProtocoleSuiviStat_Zostera.pdf