

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les zostères sont des phanérogames marines qui se développent sur les sédiments sableux et sablo-vaseux intertidaux et infralittoraux des côtes de la Manche et de l'Atlantique. Elles forment des herbiers, parfois denses, comparables aux prairies terrestres. Ayant les mêmes organes et tissus que toutes les plantes à fleurs terrestres, elles possèdent un faisceau de feuilles (généralement de 3 à 7) fixé sur un rhizome assez rigide au niveau d'un nœud matérialisant la transition entre la partie aérienne et la partie souterraine de la plante. Le rhizome porte des groupes de racines qui ancrent le pied dans le sédiment.

Les pieds reproducteurs sont aisément reconnaissables car ils sont constitués d'une tige de section ronde et non d'une feuille en lame et qu'ils sont nettement plus long que les feuilles. La dispersion des graines peut se faire sur de grandes distances en particulier lorsque l'ensemble du pied reproducteur se détache et flotte longtemps au gré des courants. Ce processus est essentiel pour expliquer le développement de nouveaux herbiers situés à grande distance (parfois plusieurs centaines de kilomètres) d'un herbier source.

Le long des côtes Manche/Atlantique françaises deux espèces se rencontrent sur les estrans et petits fonds côtiers, la zostère marine et la zostère naine (respectivement *Zostera marina* et *Zostera noltii*). Une autre espèce *Ruppia maritima*, pas spécifiquement marine, se cantonne aux milieux saumâtres, étangs littoraux et lagunes. En Méditerranée, l'essentiel des herbiers est constitué par une autre phanérogame, la posidonie (*Posidonia oceanica*). Enfin un écotype de *Zostera marina*, parfois encore nommé *Zostera angustifolia* ou *Zostera hornemaniana*, peut se rencontrer localement au niveau du médiolittoral moyen de certaines vasières.

Zostera marina est sensible aux conditions de sédimentation. Une perte de sédiments peut déchausser l'herbier, et une augmentation de la sédimentation peut l'ensevelir. Elle peut vivre dans différentes conditions d'hydrodynamisme et de turbidité, mais supporte mal des changements rapides et prolongés de ces paramètres. L'augmentation des sels nutritifs dans la colonne d'eau peut provoquer la prolifération d'épiphytes, charge qui sera plus ou moins bien tolérée en fonction de l'intensité du microbroutage.

Zostera noltii est de manière générale moins sensible que *Zostera marina* (Davidson et Hughes, 1998). Cependant, tout comme *Z. marina*, elle supporte mal les changements rapides et prolongés des conditions hydrologiques et sédimentaires et du taux de sels nutritifs dans l'eau. De plus, elle présente une grande variabilité en fonction de l'intensité du broutage par les oiseaux hivernants.



(a) Herbier de *Z. noltii* (© Rebert), (b) Herbier de *Z. marina* (© Amice E.), (c) Emission du pollen-fleurs mâles (© Hily C).

ROLE ECOLOGIQUE

Le rôle écologique des herbiers de zostères revêt des aspects très divers et explique l'intérêt tout particulier porté à cet habitat dans le cadre de la gestion et de la conservation de l'environnement côtier.

EFFET DES HERBIERS SUR LA CHARGE PARTICULAIRE EN SUSPENSION DANS LA COLONNE D'EAU

Les herbiers piègent les particules en suspension dans l'eau de deux manières :

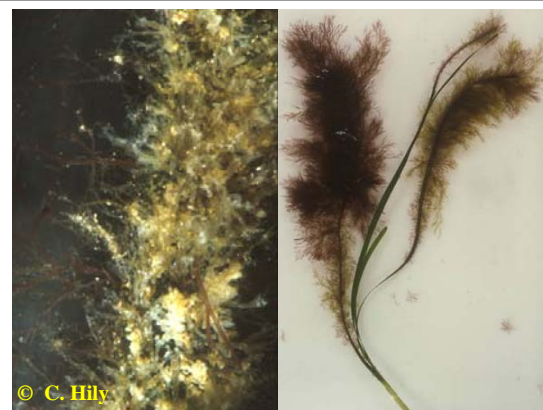
- Indirectement en ralentissant la vitesse du courant, augmentant ainsi les taux de sédimentation sur la surface du sédiment et des feuilles, et en diminuant la remise en suspension des particules déposées.

- Directement par leur plus forte filtration de l'eau comparée à celle des sédiments nus avoisinants. Ceci en raison des fortes biomasses et abondances des animaux filtreurs (bivalves) dans le sédiment et des épibiontes (ascidies, éponges, amphipodes, ...) présents sur les feuilles et sur le sédiment. Il y a également une action directe mais passive par l'adhérence des particules directement sur les feuilles.

On peut donc en déduire que **les herbiers accélèrent la clarification de la colonne d'eau**.

Ils jouent également un **rôle de filtre** en retenant les macroalgues en dérive, ainsi que les macrodébris de leurs propres feuilles. Les sédiments des herbiers sont ainsi plus chargés en matière organique particulaire que les sédiments non végétalisés voisins. L'activité microbienne en est augmentée. La dégradation des feuilles de zostère est lente et les débris peuvent, au gré des courants et des tempêtes, être déplacés hors des herbiers et s'accumuler dans des zones de sédimentation parfois très éloignées des herbiers sources et assurer une source de carbone pour les eaux et les sédiments. L'herbier a donc dans ce cas un **rôle de fertilisation** décalée dans l'espace et dans le temps.

Il a également été démontré que les herbiers jouent un rôle **de source de carbone** organique dissous à la fois pour la colonne d'eau et pour les sédiments. Les zostères peuvent également jouer un rôle direct **sur la concentration en oxygène** de l'eau interstitielle des sédiments.



Les épibiontes (algues et microfaune fixées) peuvent recouvrir entièrement les feuilles. Ils participent à la diversité et la productivité de l'herbier mais, en excès, peuvent limiter l'accès de la lumière aux feuilles (effet d'ombrage) et limiter leur croissance

ESPECES STRUCTURANTES DES COMMUNAUTES

Les phanérogames sont les espèces structurantes de la communauté de macrofaune benthique des herbiers en créant une architecture complexe de l'habitat. Autour de cette ossature particulière, la biocénose de l'herbier peut s'organiser avec de nombreuses variantes induites par les combinaisons multiples des facteurs environnementaux parmi lesquels la lumière, l'hydrodynamisme, la charge en nutriments, la température et le substrat sont déterminants. La plus grande richesse spécifique est atteinte dans les herbiers de *Z. marina* subtidiaux non perturbés en condition d'hydrodynamisme modéré.

Fiche de Synthèse Habitat "Herbiers " – Mars 2010

MODIFICATION DE LA STRUCTURE DES ESPACES SEDIMENTAIRES

Les herbiers s'établissent sur des sédiments meubles, graveleux, sableux ou vaseux. La densité des racines et rhizomes permet une **stabilisation du sédiment** tandis que la couverture des feuilles est un **frein à l'hydrodynamisme** favorisant ainsi le piégeage des particules fines. Sur les côtes de la Manche, en particulier dans les Côtes d'Armor et le Finistère, de nombreux petits herbiers de quelques centaines de m² se développent sur de petits espaces de sédiments grossiers dans des zones hétérogènes où alternent les champs de blocs, la roche en place et le sédiment.

S'agissant d'atténuation de la force des vagues par les herbiers, les premières études mettent en évidence un effet maximal lorsque la canopée occupe la moitié au moins de la hauteur d'eau. C'est donc au moment des basses mers que les herbiers **protègent les sédiments de l'érosion** par les vagues déferlantes. Ces modifications apportées à la circulation de l'eau au dessus du fond **facilitent la fixation des larves pélagiques** sur le fond au moment du passage à la phase benthique. Les études fines de dynamique des fluides ont mis en évidence la formation de microvortex qui induisent la création de courants verticaux vers le sédiment que les larves utilisent pour se fixer sur le substrat.

"HOT SPOT" DE BIODIVERSITE

Les herbiers sont des habitats d'une très grande diversité spécifique et fonctionnelle. En Bretagne, le nombre d'espèces présentes dans un herbier dépasse les 500 espèces pour la faune avec en moyenne 150 à 180 espèces de macrofaune invertébrée. La biodiversité fonctionnelle peut être estimée en calculant le nombre de groupes d'espèces selon leurs affinités écologiques, éthologiques et trophiques. Ce nombre de groupes atteint 60, ce qui est tout à fait remarquable et témoigne d'une utilisation optimale de l'espace et des ressources. Tous les grands embranchements et les grands groupes taxonomiques d'invertébrés marins y sont présents.



L'hippocampe (*Hippocampus ramulosus*) est une des deux espèces d'hippocampe et une des sept espèces de poissons de la famille des syngnatidés qui confèrent à l'herbier de zostère marine un fort intérêt patrimonial.

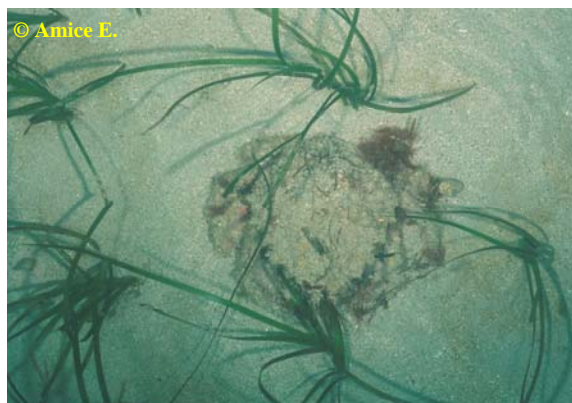
Plusieurs espèces et familles comme les syngnatidés et plusieurs invertébrés quasi spécifiques aux herbiers (en particulier des crustacés) renforcent encore cet intérêt patrimonial.

HABITAT COMPLEXE

Les herbiers jouent un rôle d'habitat très original pour de nombreuses algues et invertébrés qui n'occupent normalement pas les substrats meubles et qui les utilisent comme des substrats durs dans la mesure où ils peuvent soit se fixer soit trouver refuge et abri. Les algues épiphytes sont nombreuses mais doivent être des espèces à cycle court pour s'adapter à la durée de vie des feuilles (6 à 8 semaines). De nombreuses espèces mobiles, crustacés et poissons notamment, utilisent l'herbier pour son rôle d'habitat dans lequel ils peuvent se déplacer aisément et trouver leur nourriture sans pour autant quitter le refuge procuré par la densité des feuilles. Les faunes de substrat meuble et de substrat dur se superposent dans le même habitat, expliquant en partie la grande biodiversité du peuplement.

ZONE DE REPRODUCTION ET NURSERIE

Cette diversité de la faune et de la flore épiphyte fournit aux juvéniles de nombreux poissons, crustacés et mollusques, une nourriture abondante, dans un habitat de qualité en termes de refuge. De même, l'herbier est un habitat favorable à la reproduction pour de nombreuses espèces d'invertébrés et de poissons. Les herbiers sont ainsi largement occupés par des résidents temporaires, dont de nombreuses espèces d'intérêt économique qui se relaient au cours des saisons (rougets, plies, crevettes roses, araignées de mer, seiches...). Les araignées de mer (*Maia dactylabrachyata*) passent leurs deux premières années de vie dans les petits fonds côtiers subtidiaux. Un de leurs habitats privilégiés est l'herbier de *Z. marina* dans lequel elles s'enfouissent et se nourrissent pendant l'hiver. Cette abondance explique que les herbiers sont aussi un terrain de chasse (surtout nocturne) pour des poissons prédateurs (bars, labridés...).



Jeunes araignées de mer (crabes mousses) après leur séjour hivernal dans l'herbier. Les araignées adoptent une stratégie mimétique en recouvrant leur carapace de sable, d'algues et de feuilles de zostères.

RESSOURCE ALIMENTAIRE

Si les feuilles de zostères sont très peu consommées directement par la faune marine, elles constituent par contre une ressource non négligeable, voire essentielle pour plusieurs oiseaux migrateurs au cours de leur hivernage.

Les herbiers de zostères



A priori, les trois espèces pour lesquelles les zostères constituent, dans le Bassin d'Arcachon, une source importante de nourriture sont les bernaches, les canards siffleurs (consommateurs exclusifs de zostères dans le Bassin) et les cygnes. Les bernaches peuvent d'ailleurs épuiser presque complètement la biomasse hivernale des herbiers, notamment dans le Golfe du Morbihan. Lorsque l'essentiel des feuilles est à la fin de l'hiver, les bernaches consomment aussi la rhizosphère en induisant pour la survie de l'herbier des dégâts bien plus profonds qu'une simple consommation des feuilles.

Il faut également suivre avec attention l'évolution des effectifs de cygnes qui se nourrissent sur des secteurs restreints, plus localisés et qui sont alors susceptibles d'avoir un impact plus marqué sur la densité et la vitalité de l'herbier.

DISTRIBUTION & EXTENSION

Les herbiers s'établissent sur des sédiments meubles, graveleux, sableux ou vaseux. A l'exception des bancs de maërl, ils ne sont pas en compétition spatiale avec les macroalgues qui se cantonnent sur les substrats rocheux. Leur extension n'est donc limitée que par les contraintes physico-chimiques du milieu.

La répartition des deux espèces de zostères sur les sédiments marins est différente : *Z. marina* se développe dans la zone infralittorale, depuis la partie exondable aux basses mers jusqu'aux profondeurs de 3 à 4 m (exceptionnellement 10 m) sous le zéro des cartes, tandis que *Z. noltii* se développe au milieu de la zone médiolittorale à des taux d'émergence de 40 à 70 % en moyenne. Ainsi les deux espèces ne se rencontrent ensemble sur l'estran qu'au niveau des limites basses de la zostère naine et hautes de la zostère marine.

DISTRIBUTION LE LONG DES COTES MANCHE/ATLANTIQUE FRANÇAISES

Les connaissances de la localisation des herbiers se sont considérablement améliorées dans les dix dernières années. Avant l'initiative de C. Hily en 1998-1999, soutenue par la DIREN et la Région Bretagne, aucun document de synthèse n'était disponible sur ces espèces et l'habitat qu'elles créent. L'objectif a été de réaliser un premier inventaire faunistique et floristique des herbiers de zostères en Bretagne, et de proposer des ZNIEFF pour cet habitat.



La limite des herbiers est presque toujours très nette, ce qui facilite leur cartographie, le contraste entre le sédiment nu et la luxuriance de la végétation de l'herbier est frappant (Rade de Brest).

Cependant les travaux sur les herbiers se sont multipliés grâce en particulier à la mise en place du réseau REBENT qui a retenu les herbiers comme habitat à suivre et à cartographier dans le cadre du volet sectoriel et zonal de la surveillance des habitats benthiques côtiers.

En 2008 un premier atlas des herbiers de zostères a été produit par le réseau REBENT (Corbeau et Rollet, 2008). Il s'agit d'une synthèse de données multisources et multitudes issues d'études utilisant différentes méthodes de cartographie (Cf. Carte de synthèse en fin du document). La grande majorité des surfaces colonisées sont maintenant géolocalisées, même s'il reste encore des précisions à apporter dans certains secteurs notamment subtidaux, pour lesquels des travaux sont en cours ou programmés.

Les deux espèces de Zostères se rencontrent depuis les côtes ouest Cotentin jusqu'au bassin d'Arcachon. Au sud et au nord de ces limites françaises, leur absence n'est explicable que par l'absence de sites à environnement favorable, car l'extension latitudinale des deux espèces est bien plus large. Tout autour des côtes bretonnes, les taches d'herbiers forment un chapelet discontinu (des dizaines de petites taches de quelques dizaines à quelques centaines de mètres carrés), vestige de l'immense herbier qui ceinturait les côtes avant la phase de mortalité généralisée des années 30. L'optimum écologique semble être atteint dans l'archipel de Molène en mer d'Iroise où les pieds atteignent plus de 2 mètres (la taille maximum couramment admise pour l'espèce étant 1,20m). La majorité de ces petits herbiers est strictement subtidale et localisée au niveau du zéro des cartes marines. La physionomie rectiligne des côtes au sud de la Loire confine les herbiers dans des sites très éloignés les uns des autres, à l'abri derrière les îles (Normoutier, Ré, Oléron), ou dans les échancrures de la côte comme le Bassin d'Arcachon, équivalent Gascon du Golfe du Morbihan, dans lequel les surfaces colonisées sont maximales (426 ha pour *Z. marina* et 7014 ha pour *Z. noltii*, en 1991). Ces chiffres ont fortement diminué depuis cette date.



Dans l'archipel de Molène en Mer d'Iroise les *Zostera marina* atteignent des tailles exceptionnelles : 180 à 215 cm.

TENDANCES ACTUELLES D'EVOLUTION

Deux types de dynamique s'observent dans l'évolution des herbiers de Bretagne depuis le début des années 90 :

- des régressions locales sous les impacts d'aménagements portuaires, de l'augmentation du nombre des corps morts dans les zones de mouillage, de l'augmentation des surfaces concernées par les marées vertes, de l'augmentation de la turbidité et des dépôts de particules fines (Cf. menaces).
- des extensions dans les zones de milieux plus ouverts, là où ces facteurs anthropiques ne sont pas actifs et où les herbiers s'étendent dans des proportions non négligeables. Cette extension tendant à se faire non pas vers des zones plus profondes mais latéralement et/ou plus haut sur l'estran.

Fiche de Synthèse Habitat "Herbiers " – Mars 2010

Cette deuxième tendance, régionale et probablement aussi ouest-européenne, serait d'origine climatique mais sous ce terme entre un grand nombre de facteurs environnementaux, dont les actions synergiques et/ou contradictoires, ne peuvent pas aujourd'hui être approchées de manière analytique. Il reste cependant que le réchauffement des eaux côtières n'est pas pour le moment un facteur négatif pour la dynamique des zostères comme l'hypothèse avait été avancée (Glémarec, 1979 et Glémarec *et al.*, 1997).

Dans certains sites, la résultante de ces deux tendances (régression locale / extension globale) peut être une stabilité ou une légère extension, masquant les effets très négatifs des impacts anthropiques locaux donnant une fausse impression de résistance naturelle de l'herbier aux pressions anthropiques.

Il faut souligner par ailleurs qu'au cours de ces cinq dernières années, l'intérêt pour les herbiers a augmenté du fait de l'effort d'observation, en particulier en Bretagne. Il est donc logique que de nombreux petits herbiers de quelques centaines à milliers de mètres carrés soient découverts peu à peu, ce processus n'impliquant pas forcément leur apparition récente.



Dans le Golfe du Morbihan, les herbiers souffrent de la prolifération des algues vertes (ulves). En bas de la photo les pieds de *Z. marina* émergent de la couverture d'ulves, en haut de la photo, l'herbier a disparu et ne retient plus les ulves, le sédiment apparaît à nu.

Il reste que l'extension de nombreux herbiers ces dernières années est avérée, même si les données quantifiées n'existent pas dans beaucoup de cas. La zone potentielle de développement des herbiers reste encore très étendue en particulier pour *Z. marina* qui est capable de se développer sur des larges gammes de sédiments et de profondeur, certes limitée (+2 à -8 m), mais qui correspond fréquemment à des platiers de grande étendue. Les quelques descriptions anciennes antérieures aux années trente (avant la "wasting disease"¹) semblent suggérer que l'essentiel de ces fonds étaient occupés par les herbiers. Nous sommes donc encore aujourd'hui très loin de cette situation.

EVOLUTION FUTURE

La prudence s'impose pour émettre un avis sur l'évolution future des herbiers. La tendance actuelle associée aux efforts menés dans la reconquête de la qualité de l'eau (en réduisant les flux de sels nutritifs et les pesticides des bassins versants et le traitement des eaux usées urbaines et portuaires) suggère que l'extension devrait logiquement se poursuivre. Par ailleurs, l'espèce étant d'affinité boréale, un phénomène de seuil n'est pas à exclure quant à l'impact du changement climatique. L'espèce peut se développer dans des eaux chaudes comme en Bassin d'Arcachon, mais des adaptations génétiques ont pu générer des populations capables de résister à des températures estivales de plus de 23°C. L'espèce aura-t-elle suffisamment de plasticité pour que des populations des Glénan s'adaptent à un réchauffement climatique encore plus marqué que le 1°C gagné en moyenne sur l'année depuis les années quatre-vingt-dix ? La réponse n'est pas connue aujourd'hui.

¹ Signifie "maladie du dépérissement". Des taches brunes apparaissent sur les feuilles de zostères. Elles s'étendaient jusqu'à ce que les feuilles meurent et se détachent de la plante. Au bout de deux ou trois ans, les rhizomes privés d'apports nutritifs par absence de photosynthèse finissaient par pâlir et mourir.

LES MENACES

Malgré leur abondance locale (le nombre de faisceaux de feuilles dans un herbier est en moyenne de 300 par mètre carré), **les herbiers de zostères sont très vulnérables en raison :**

▪ **De leur sensibilité aux stress et aux perturbations naturelles et anthropiques.** Ceci est apparu dramatiquement dans les années 1930 lorsque les herbiers de *Z. marina* furent presque totalement détruits par la **maladie** appelée "**wasting disease**" dans tout l'Atlantique nord. Après avoir semblé au bord de l'extinction, l'espèce s'est lentement réinstallée dans de nombreuses localités. L'explication de ce phénomène n'est toujours pas très claire, cependant il est maintenant admis que des flux et reflux des populations sont corrélés aux variations des paramètres de l'environnement. Dans un premier temps, la maladie avait été attribuée à un micro-organisme pathogène *Labyrinthula macrocystis*, mais il semble maintenant clair que cette infestation était la conséquence d'un stress global plutôt que la cause. La cause réelle est très probablement le **résultat d'une conjonction de variations climatiques à méga-échelle spatio-temporelle et de perturbations locales de l'environnement.** C'est ainsi que, pour une grande partie de l'Europe de l'ouest, il apparaît une corrélation entre la maladie et une forte réduction de l'insolation pendant la période de croissance durant deux années consécutives, phénomène climatique rare. Dans la même période, une élévation de la température moyenne de la mer de 1 à 3° était observée. Des aménagements portuaires et d'autres perturbations anthropiques locales auraient pu aggraver le stress et favoriser l'infestation. Il reste à remarquer que pendant toute cette période, aucun autre biotope majeur n'a été affecté, ce qui souligne la **vulnérabilité des herbiers aux facteurs lumière, température et stabilité du sédiment.**

▪ **De nouveaux types d'activités :** il s'agit de la pêche à pied des palourdes, particulièrement dans le golfe du Morbihan, et le mouillage estival des bateaux de plaisance dans les abris naturels, zones de prédilection des herbiers. L'extension de l'ostréiculture et de la mytiliculture induit localement de très fortes régressions des surfaces colonisées par les herbiers.



(a) L'impact de deux pêcheuses sur un herbier en 2 heures de pêche à la palourde (b) Présence de structures aquacoles dans un herbier (c) Le mouillage des bateaux de plaisance en saison estivale (ici l'archipel des Glénan) induit l'érosion saisonnière des herbiers mais la recolonisation peut se faire en basse saison.

Les herbiers de zostères

En effet, l'herbier peut subir une pression de mouillage très importante. Sur les plages de Dinard, la gestion des corps morts¹ étant faite à la pelle mécanique, les chenilles de cet appareil érodent le sol constitué par les rhizomes de l'herbier et les sédiments fins accumulés. Elles provoquent ainsi un décapage jusqu'au substrat sableux et créent des sillons de 2 x 60 cm de large sur des centaines de mètres de long.



La technique de gestion des corps morts représente une destruction importante de l'herbier qui supporte déjà l'impact des chaînes de mouillages (Dinard).
© D. GERLA

▪ **Des extractions de sédiments, des aménagements portuaires et surtout à plus vaste échelle l'eutrophisation des eaux côtières** : ces facteurs stimulent aussi bien le phytoplancton que les algues épiphytes, réduisant ainsi l'accès de la lumière aux feuilles. La prolifération des algues épiphytes réduit également les échanges de nutriments entre les feuilles de zostères et le milieu ambiant. Les régressions et disparitions récentes de nombreux sites dans lesquels les herbiers s'étaient réinstallés sont sans aucun doute des conséquences directes et indirectes de l'eutrophisation (marées vertes d'ulves qui occupent la place potentielle des zostères).

GESTION ET PROTECTION

Les herbiers sont devenus ces dernières années des espèces "phares". Habitat à forte valeur écologique et patrimoniale, il bénéficie de mesure de gestion et de protection à différentes échelles.

AU NIVEAU MONDIAL

La prise de conscience est maintenant globale. C'est dorénavant au niveau mondial que l'ensemble des phanérogames marines est considéré comme un type d'écosystème à haute valeur, induisant partout des démarches de conservation et focalisant les recherches scientifiques à un niveau d'intérêt équivalent aux récifs coralliens et aux mangroves. Il reste à concrétiser cette prise de conscience par des mesures efficaces devant s'appuyer sur des connaissances scientifiques robustes dans les différents domaines concernés.

¹ Dispositif coulé ou ancré au fond de l'eau et relié par une chaîne à une bouée ou à un coffre, destiné à fournir aux navires un mouillage fixe.

AU NIVEAU EUROPEEN

Les herbiers sont recensés parmi les habitats menacés dans la "**Directive Habitat**" (92/43) et reconnus désormais comme des habitats d'intérêt majeur, nécessitant des mesures de gestion et de conservation particulières.

La "**Directive Cadre Eaux**" (2000/60/CE), qui a pour objectif de prévenir et réduire la pollution des eaux et améliorer l'état des écosystèmes aquatiques, a également retenu les herbiers comme habitat devant être considéré pour évaluer la qualité des masses d'eaux.

Les herbiers de zostères sont également répertoriés par la "**Convention OSPAR**" pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est, parmi la liste des espèces et habitats menacés et/ou en déclin (2004).

Il y a donc, à l'échelle de l'Europe, un contexte favorable pour que les connaissances sur les herbiers progressent et que leur dynamique globale soit surveillée dans le moyen terme.

AU NIVEAU LOCAL, REGIONAL & NATIONAL

De plus en plus de pays prennent des mesures légales pour la protection des herbiers. Ces dernières appellent à une politique spécifique d'aménagement, de protection et de mise en valeur qui implique une coordination des actions de l'Etat et des collectivités locales, ou de leurs groupements. Localement, des arrêtés de protection peuvent aussi être pris.

En France, la loi n°86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral a fait bénéficier les herbiers de zostères du statut de protection en tant qu'habitats. Il faut cependant souligner que malgré une meilleure connaissance sur le rôle écologique de cet habitat et les menaces qu'il peut encourir, les mesures légales ne trouvent pas obligatoirement écho quant à leur application pour la gestion et la protection des herbiers. Si très localement l'extension de concessions ostréicoles dans des secteurs d'herbiers peut être repoussée ou renégociée (exemple de du secteur de Paimpol), les impacts de la pêche à pied à l'aide d'outils non réglementaires (dragues à main "ravageurs"), ou les zones de mouillage organisées restent inchangés. Même si un bilan de la présence des herbiers commence à se faire ponctuellement, il n'y a pas encore à notre connaissance d'exemple où des aménagements de mouillages aient été modifiés sur la base de la présence des herbiers. Les **herbiers pèsent encore peu face au développement portuaire** comme l'a mis en évidence récemment l'aménagement du port de Saint Cast-Le Guildo.

LES RECOMMANDATIONS

La préservation de l'état de santé des herbiers et leur conservation sont des objectifs accessibles si les efforts entrepris se poursuivent et se renforcent aux différents niveaux décisionnels. Dans ce sens, des recommandations peuvent être avancées à différents niveaux.

LA REGLEMENTATION

Les mesures les plus urgentes à prendre pour la protection des herbiers seraient donc, outre une protection légale des deux espèces, de **réglementer strictement toute activité engendrant une destruction des parties endogées des plants de zostères** : dragages de coquillages, mouillage des bateaux, pêche à pied avec des engins perturbant le sédiment. Les mesures visant à **diminuer les effluents** urbains, industriels, portuaires et agricoles devraient être particulièrement fortes dans les secteurs comportant des herbiers. **Les activités ostréicoles** peuvent se gérer localement avec un respect minimum des herbiers, notamment dans certains secteurs où l'hydrodynamisme est suffisant pour évacuer rapidement les pelotes fécales produites par les huîtres. Ainsi, **le compromis entre le développement d'activités économiques et le respect de l'environnement** est à rechercher. Il s'agit, à titre d'exemple, d'observer un espacement suffisant entre les tables et de limiter au maximum la circulation d'engins roulants entre les tables.

IMPORTANCE DES RESEAUX DE SURVEILLANCE

A l'image du **REBENT, de l'Observatoire de l'IUEM et de la DCE**, les réseaux en place ont un rôle primordial dans la surveillance des herbiers. Ils sont garants d'une acquisition de données permettant :

- d'une part de prendre part à la réflexion et aux échanges entre les scientifiques et gestionnaires,
- d'autre part de répondre à des attentes locales, régionales, nationales et européennes pour la mise en place des directives concernant les herbiers de phanérogames marines, leur protection, leur utilisation comme bio-indicateur,

Ainsi, le suivi des sites de référence des herbiers de zostères marines de 2003 à 2007 dans le cadre du réseau REBENT a permis d'en mesurer la biodiversité. Plus de 500 espèces d'invertébrés, présentes dans cet habitat exceptionnel, ont été identifiées. Les données acquises permettent dès aujourd'hui de dresser un bilan comparatif de l'état écologique des herbiers qui font l'objet d'un suivi et de développer une approche de type bio-indicateur pour évaluer l'état de santé écologique de cet habitat dans un site donné.

AMELIORATION DES OUTILS ET DES BASES DE CONNAISSANCES

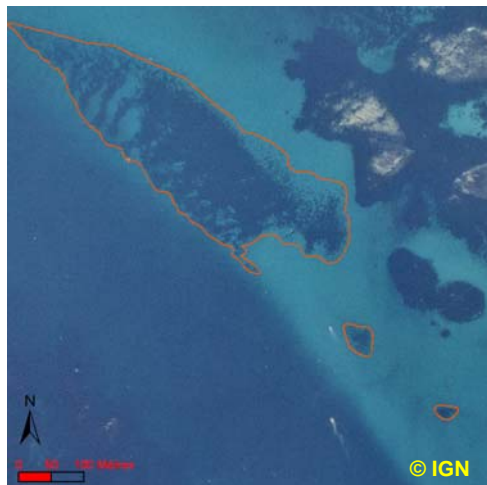
L'efficacité des mesures en faveur de la préservation des herbiers dépend fortement de la disponibilité et de la qualité des informations relatives à l'habitat et à sa dynamique. Différentes actions peuvent être envisagées pour améliorer l'accès et la qualité des données :

- **La constitution d'une base de données** : une démarche systématique à l'échelle de la Bretagne est à l'étude au LEMAR¹ dans le cadre du REBENT et de l'observatoire du domaine côtier de l'IUEM.
- **Une meilleure caractérisation des états de référence**, c'est-à-dire la structure et la biodiversité optimales des herbiers dans différentes situations environnementales (milieu insulaire, côtes ouvertes, estuaires).

¹ Laboratoire des sciences de l'environnement marin

■ La standardisation des méthodes de suivi de la dynamique des herbiers

Afin d'assurer l'homogénéité des rendus et permettre l'élaboration des bilans à l'échelle nationale, les efforts doivent converger vers un standard de protocole de suivi de la dynamique des herbiers.



Le travail de photo-interprétation des photos aériennes permet d'évaluer les évolutions surfaciques des herbiers : ici deux situations à sept ans d'intervalle (1993 à gauche et 2000 à droite) illustrant une phase d'extension d'un herbier du secteur des Abers en Finistère Nord (Alloncle, 2005).

En effet, les techniques de cartographie utilisées pour le suivi spatio-temporelle peuvent donner des différences très importantes selon l'objet mesuré (surface végétalisée ou enveloppe de l'herbier, degré de fragmentation, ...) le support cartographique (photographie aérienne, imagerie satellitaire, capteurs hyperspectraux, ...), les méthodes de délimitation (traitement automatique ou photo-interprétation) et les seuils retenus par les opérateurs pour qualifier la présence/absence des herbiers et la délimitation des taches.

L'application d'un protocole standard reste une condition incontournable pour une analyse de la dynamique spatiale à une échelle globale.

LE DEVELOPPEMENT D'UN " BIO-INDICATEUR HERBIER "

La décision de retenir le suivi des herbiers pour la qualification des masses d'eaux côtières (DCE) a induit une analyse et une réflexion sur les paramètres à retenir pour rendre pertinent un "bio-indicateur herbier". Cependant, les données actuellement disponibles ne permettent pas de développer un indicateur herbier en France. Pour progresser, des actions peuvent être proposées, au-delà de la standardisation des protocoles de suivi :

■ **Le choix des métriques** doit permettre non seulement de dégager les tendances à moyen et à long terme, mais aussi d'approcher l'identification des causes, en séparant leur origine locale ou plus globale. Il doit également tenir compte des exigences de l'Europe quand aux règles de calcul de l'élément de qualité (intervalle de confiance). A noter que la limite inférieure d'extension des herbiers en profondeur est un paramètre fortement recommandé. Il est aisé à mesurer et très intéressant pour révéler la tendance de la clarté de l'eau, révélant par conséquent les tendances de l'eutrophisation.

■ **La mise en place d'un programme pluriannuel** pour comprendre la variabilité interannuelle des métriques de suivi des herbiers à *Zostera marina* et *Zostera noltii* et aboutir à un indicateur adapté avec des conditions de référence crédibles.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLONCLE N., 2005.** Evolution récente des herbiers de *Zostera marina* en Bretagne : Approche Géomatique. Rapport de stage LEMAR-Univ. Perpignan.39p.
- AUBY I., 1991.** Contribution à l'étude des herbiers de *Zostera noltii* dans le bassin d'Arcachon. *Thèse Doc., Sci. Nat., Univ. Bordeaux I.*, 162 pp.
- CORBEAU C. ET ROLLET C., 2008.** Atlas de répartition des herbiers de zostère (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de la région Bretagne, Inventaire 2007 des sites de localisation, 45 cartes. + annexes - RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-08/1/REBENT
- DEN HARTOG C., 1987.** Wasting disease and other dynamic phenomena in *Zostera* beds. *Aquat. Bot.*, 27 : 3-14.
- DEN HARTOG C., HILY C., 1997.** Les herbiers de zostères. In Les biocénoses marines et littorales des côtes françaises Atlantiques Manche et Mer du Nord : synthèse, menaces et perspectives, *Dauvin coord. MNHN Paris*, 140-143.
- GERLA D., 2006.** Inventaire des herbiers de zostères - Baie de Saint-Malo/Rance Haut estuaire du Trieux. Rapport Ifremer Réf. ST.DOP-LER/SM/06.004. 41 p.
- GIESEN W.B.J.T., 1990.** Wasting disease and present eelgrass condition. *Rapp. Lab. of Aqua. Ecol. Catholic Univ. Nijmegen, The Netherlands*, 138pp.
- GLEMAREC M., 1979.** Les fluctuations temporelles des peuplements benthiques liées aux fluctuations climatiques. *Oceanol. Acta*, 2, 365-371.
- Hily C., 2004.** Fiche Technique Rebent n°4 : Suivi des herbiers de zostères. www.rebent.org/medias/documents/www/contenu/documents/FT04-2004-01.pdf
- LARKUM, A., ORTH R., DUARTE C. EDS. 2006.** Seagrasses : biology, ecology and conservation. *Springer Publisher*, 691pp.
- RASMUSSEN E., 1977.** The wasting disease of eelgrass (*Zostera marina*) and its effects on environmental factors and fauna. In: C.P. McRoy and C. Helfferich (Editors), *Seagrass Ecosystems, a scientific perspective. Marcel Dekker, New York, Basel*, pp 1-51.

POUR EN SAVOIR PLUS ...

Consulter le site web REBENT <http://www.REBENT.org/>

RÉALISATION

Cette fiche de synthèse a été établie dans le cadre d'une convention Ifremer-DIREN-Bretagne :

- **La responsabilité scientifique** a été assurée par Touria BAJJOUK (Ifremer Dyneco/AG).
- **La rédaction de la fiche** a été réalisée par Christian HILY (IUEM/LEMAR) & Touria BAJJOUK (Ifremer Dyneco/AG).
- **La synthèse cartographique** résulte des travaux du Rebent Bretagne (document multisource ¹).
- **La mise en forme des documents** a été assurée par Touria BAJJOUK & Elodie GIACOMINI (Ifremer Dyneco/AG).

¹ Carte de synthèse des herbiers, document multisource :

http://www.rebent.org/docs/metadata/ifr_suiviHerbier_Bretagne2007_l2_p.htm

ALLONCLE N. (2005), BERNARD N. et CHAUVAUD S. (2002), CAPODICASA V. (2005), DION P. (2006), FOURNIER J. et GODET L. (2005-2007), GATEL F., DION P. et PERROT T., (2007), GERLA D. (2006), GUILLAUMONT L. (2005), HILY C. (1997-2000), LARZILLIERE A., HILY C. et GRALL J. (2007), LE HIR M., (2005), LEVEQUE L. (2004), PEUZIAT I., BRIGAND L., HILY C. (2004), Campagnes de terrain REBENT (2003-2007), IUEM-LEMAR CNRS/UBO UMR 6539 (2007), EcoSub (2007), ROLLET C. (Coord.) (2008).

Les herbiers de zostères de la région Bretagne

Inventaire cartographique reposant sur des données hétérogènes historiques et récentes (1997 à 2007) ; la situation peut donc avoir évolué.

