

V6 – 14/11

MACROALGUES Intertidales Substrats durs Manche / Atlantique

Objectifs

Sur les côtes de Manche/Atlantique, les macroalgues colonisent l'essentiel des zones intertidales rocheuses, avec des **biomasses** parfois très importantes, en particulier pour les algues brunes (jusqu'à 30 kg/m² pour *Ascophyllum* [1]). Outre leur contribution à la production primaire des eaux côtières, elles constituent un abri ou un support pour de nombreuses espèces, notamment à marée basse, jouant ainsi un rôle important pour le contrôle de la biodiversité. Quelques espèces font l'objet d'une récolte, et ont également une importance **économique**.



Les macroalgues se répartissent essentiellement en fonction de la disponibilité du substrat (habitats EUNIS "Littoral rock and other hard substrata" – Code A1 [2]), des **conditions hydrodynamiques**, du degré **d'immersion** qui les organise en **ceintures** et de la quantité de lumière.

Les macroalgues sont naturellement réactives à la qualité des eaux côtières, notamment aux sels nutritifs ; les macroalgues intertidales y étant particulièrement exposées. La turbidité, résultant de l'apport de particules ou de l'eutrophisation, est également un paramètre qui contrôle les macroalgues. Si des cycles locaux d'alternance faune/flore, ont été couramment décrits dans la littérature, l'ampleur des évolutions constaté récemment, notamment en Bretagne sud, constitue un phénomène encore mal explicité nécessitant qu'une attention particulière soit apportée dans le cadre du suivi DCE. Pour cet élément de qualité biologique, la définition des états écologiques doit prendre en considération les niveaux de couverture et les taxa sensibles aux perturbations [3].

D'un point de vue technique, les macroalgues intertidales présentent d'autres avantages :

- leurs propriétés spectrales en émergence (absorption dans les longueurs d'onde rouges et réflexion dans le proche infra-rouge) permettent de mettre en place pour les espèces dominantes de grande taille, des suivis quantitatifs en utilisant le domaine optique de la télédétection. Ces techniques permettent d'appréhender de vastes espaces en s'affranchissant des problèmes de représentativité rendus particulièrement délicats du fait de la très forte hétérogénéité spatiale.
- leur position intertidale (accessibilité à pied à marée basse), la dominance d'un nombre réduit d'espèces et la possibilité d'identification d'un grand nombre d'espèces *in situ* facilite leur suivi.

Le suivi quantitatif de la couverture des macroalgues des **ceintures de Fucales** (surface d'emprise et densités de couverture) est d'ores et déjà mis en œuvre sur la région Bretagne à l'aide d'images SPOT dans le cadre du programme REBENT, le protocole ayant fait l'objet d'une fiche technique [4]. Les résultats obtenus [5] montrent des évolutions détectables dans un intervalle de temps de quelques années. Dans le cadre du contrôle de surveillance DCE, l'objectif retenu vise à obtenir des données quantitatives principalement sur les ceintures de Fucales [6], en adaptant les procédures techniques en fonction des contraintes liées aux secteurs géographiques concernés. L'évolution des espèces de substitution, et notamment des algues vertes fixées, constitue un élément pertinent à acquérir en complément.

Pour une meilleure détection des évolutions, cette approche doit être complétée par le suivi de la composition floristique au niveau stationnel. Une telle approche est mise en œuvre dans le cadre du REBENT [7]. La proposition s'inspire de ce suivi mais sous une forme simplifiée.

Domaine géographique

Ce suivi concerne tous les districts hydrographiques de la façade **Manche/Atlantique** : elles sont bien représentées dans les districts Seine-Normandie et Loire-Bretagne, plus localement en Artois-Picardie et Adour-Garonne. Pour les Masses d'Eau du pays basque, compte tenu de la faible surface occupée par les estrans, et une plus faible proportion de fucales, une procédure particulière devra être mise en œuvre pour le suivi des macroalgues intertidales.

Principe de la surveillance

On cherchera à recueillir :

- des informations quantitatives robustes de la couverture des macroalgues au sein des **ceintures de Fucales**. Ceci sera effectué, sur la base d'une image de télédétection complétée par des données de terrain : évolution de l'emprise, % de couverture de Fucales, suivi des espèces de substitution (algues vertes, faune...).
- Des informations plus précises sur l'évolution des différents taxons en effectuant des observations ponctuelles ciblées sur un habitat particulier (roche en place du bas du médiolittoral en mode abrité).

	Imagerie satellitale ou aéroportée		Mesures <i>in situ</i>		
	Fréq.	Paramètres mesurés	Fréq.	Paramètres principaux	Paramètres en support
Suivi quantitatif (ceintures de Fucales)	6 ans	Extension des ceintures de Fucales	3 ans	Vérification des limites d'extension des Fucales déduites de l'imagerie + contrôle intermédiaire	Statut des espèces de substitution des Fucales
		% de couverture au sein des ceintures de Fucales	6 ans	<ul style="list-style-type: none"> Validation des % de couverture macroalgale Evaluation des % de couverture des algues vertes/algues brunes 	
			6 ans	Vitalité des Fucales	
Suivi de la composition floristique (données ponctuelles sur un habitat ciblé)			3 ans	% de recouvrement apparent des différents taxa	Indice d'abondance ou de couverture de la faune (balanes, patelles, huîtres...)

Suivi quantitatif (ceintures de Fucales)

Stratégie générale

Stratégie spatiale

Le suivi de la couverture de Fucales est effectué sur l'ensemble des estrans rocheux des Masses d'Eau de surveillance (à noter que, l'emprise des images de type SPOT permet d'envisager un suivi presque exhaustif des Masses d'Eau Côtières observables par cette méthode). Les limites d'extension des Fucales sont contrôlées en plusieurs points.

La validation des estimations des taux de couverture, résultant de l'analyse d'image, est effectuée par des contrôles de terrain répartis statistiquement sur l'ensemble de l'image (au moins 1 **points** tous les 10 ha d'équivalents 100% de couverture). L'évaluation des % de couverture d'algues vertes/algues brunes est effectuée sur ces mêmes points. Les mesures de vitalité des Fucales sont effectuées sur des secteurs présentant 100% de couverture.

Stratégie temporelle

L'**imagerie** satellitale ou aéroportée est acquise au moins **tous les 6 ans, toujours à la même période** de l'année (idéalement **juin – août**, obligatoirement entre avril et octobre).

Les données de terrain sont acquises suivant la même stratégie temporelle. Un **contrôle de terrain intermédiaire** est toutefois effectué pour les limites d'extension des ceintures de fucales.

Imagerie [8]

Paramètres	Protocole
<ul style="list-style-type: none"> Extension de la ceinture de Fucales % de couverture des Fucales par pixel 	<p>L'acquisition de l'imagerie doit être réalisée impérativement lors des basses mers. Pour la zone Atlantique et la Manche ouest (jusqu'aux Côtes d'Armor), des images peuvent être acquises à partir du satellite SPOT sous réserve de programmation. Compte-tenu de l'hétérogénéité de répartition des algues, il est recommandé d'utiliser la résolution la plus fine (10m). Plus à l'est, les passages du satellite étant décalés par rapport aux heures de basse mer, il est nécessaire de recourir à d'autres moyens d'acquisition aéroportés (CASI par exemple) [1].</p> <p>Des campagnes de levés radiométriques sont nécessaires pour calibrer les signatures spectrales sur chaque site au début du suivi. L'ensemble des procédures nécessaires à l'acquisition et au traitement des données est décrit dans la fiche technique REBENT n°8 [4].</p>

Validation Terrain

Position des limites d'extension des Fucales (limites hautes et basses)	Contrôle <i>in situ</i> de la position des limites des Fucales, observées sur les images. Le positionnement doit être effectué avec précision, si possible avec un DGPS. Les coordonnées des points sont indiquées avec le système de géoréférencement d'acquisition (si possible WGS84).
Taux de recouvrement apparent des Fucales et des algues vertes	Les mesures quantitatives des recouvrements sont effectuées à pied lors des basses mers de vives eaux . Les comptages sont effectués <i>in situ</i> dans des quadrats de 10m x 10m (1 quadrat/point). Des photos peuvent être prises pour compléter les données.
Vitalité des Fucales : <ul style="list-style-type: none"> Biomasse Taille des individus Degré d'épiphytisme 	Les mesures sont effectuées sur quelques secteurs à 100% de couverture.
Identification des groupes d'espèces de substitution aux Fucales	Estimation de l'abondance des groupes d'espèces de substitution des Fucales autres qu'algues vertes (balanes, patelles, huîtres...), en des points déterminés à partir d'indications de régression de ceintures et d'analyses d'orthophotographies.

Traitement des données

Paramètres	Traitement des données
<ul style="list-style-type: none"> Extension de la ceinture de Fucales % de couverture des Fucales par pixel % algues vertes/algues brunes 	<p>Les images sont géoréférencées et font l'objet d'un traitement permettant d'exprimer les données en pourcentage de couverture végétale.</p> <p>Dans le cas des couverts algaux, les données de réflectance peuvent être exprimés en pourcentages de couverture du sol [8]. Les pré- et post-traitements des images sont décrits dans la fiche technique REBENT relative à la cartographie des fucales par imagerie SPOT [4].</p> <p>L'extraction de la zone concernant les fucales résulte de la confrontation entre la couverture végétale totale et des informations obtenues par ailleurs [1]:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconnaissance des zones d'herbiers, de schorres et de dépôt d'algues vertes non fixées à partir des orthophotographies littorales (mise à jour <i>a priori</i> tous les 6 ans) et du programme PROLITTORAL [9]. Délimitation de l'habitat potentiel des fucales à l'aide de données physiques (lever de lignes de rivage instantanées par ULM, MNT LIDAR ou photogrammétrique (sur la base de couples de photographies brutes), données de la BDPS du SHOM, délimitation des faciès de substrat durs). Données de vérité terrain concernant l'extension de la ceinture de fucales. Données de vérité terrain concernant le taux de recouvrement d'algues vertes/algues brunes. Traitement des données obtenues par observation <i>in situ</i> et analyse de photographies, et corrélation avec les résultats de l'imagerie. Une base de données photographique de terrain est élaborée. Pour les algues vertes, des corrections saisonnières doivent être appliquées. <p>Les données résultant de ces analyses sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> Des cartes [5]: <ul style="list-style-type: none"> de pourcentage de couverture des fucales, de la dynamique d'évolution de ce pourcentage. Les éventuelles zones de

Paramètres	Traitement des données
	<p>régression sont identifiées et analysée en terme de recolonisation</p> <ul style="list-style-type: none"> Des tableaux de synthèse <ul style="list-style-type: none"> Surface de couverture de fucales en équivalent 100% et dynamique d'évolution % algues vertes/algues brunes et dynamique d'évolution % du substrat potentiellement colonisable occupé par les fucales, les algues vertes ou autres espèces de substitution.
Vitalité des Fucales : <ul style="list-style-type: none"> Biomasse Taille des individus Degré d'épiphytisme 	Ces mesures doivent faire l'objet de corrections saisonnières, les résultats sont exprimés sous forme de tableaux.

Suivi stationnel de la composition floristique

Stratégie spatiale

Les observations de terrain seront effectuées sur l'habitat correspondant aux substrats durs des **zones abritées du bas du médiolittoral**. La roche en place et les blocs de grande taille (non mobiles) constituent le support à privilégier.

Stratégie temporelle

Les suivis sont effectués **tous les 3 ans**, toujours à la **même période de l'année** pour un même site (idéalement entre avril et juin, obligatoirement **entre mars et juillet**).

Paramètres mesurés

- Liste des espèces algales présentes : seules les espèces identifiables sur le terrain sont reconnues, le cas échéant des regroupement sont systématiquement effectués.
- Recouvrement apparent est estimé.

Protocole

Les suivis sont effectués **à pied lors des basses mers de vives eaux**. Les observations sont effectuées *in situ* dans des **quadrats** de 0,1 m² (3 quadrats par point [7]). La prise de photographies permet de compléter les données et de faire des vérifications en laboratoire.

Traitement des données

Différents regroupements permettant de caractériser l'état seront effectués (regroupement taxonomique, annuelles/pérennes, par strates...) [7].

Etat de référence

Couverture des Fucales :

Des données SPOT historiques (depuis 1986) sont disponibles à marée basse pour certaines zones (**Trégor, Finistère nord, mer d'Iroise, Morbihan**). Certaines scènes ont déjà fait l'objet d'un traitement dans le cadre du REBENT Bretagne [5]. Une recherche sur le catalogue SPOT est en cours pour les autres régions qui peuvent être couvertes par SPOT. Les sites de référence du Très Bon Etat Ecologique pourraient être ceux de **l'archipel de Chausey, de Perros-Guirec (Large), d'Iroise (large)**, et, selon les résultats de l'enquête, ceux des **Caps du Carteret et de la Hague**. D'autres sites pourront être identifiés.

Suivi de la composition floristique au niveau stationnel :

Les sites de référence devront être identifiés en tenant compte des données de terrain disponibles [10] et des données historiques [11].

Plusieurs sites répartis dans les différentes Masses d'Eau de l'ensemble du littoral sont envisagés, dont **des sites de la Mer d'Iroise et de l'archipel des Sept îles** (Trégor, Côtes d'Armor).

Références bibliographiques

- [1] IFREMER, 2001. Réseau Benthique (REBENT). Développement d'un pilote breton. Elaboration de l'Avant Projet Sommaire (APS). Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral, 111 p.
- [2] European Nature Information System (EUNIS), version 2004 : <http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>
- [3] 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.
- [4] Fiche technique REBENT n°8 – Evaluation du taux de couverture en fucales en zone intertidale à partir d'imagerie SPOT. T. PERROT, S. BALLU et P. DION, décembre 2003. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>)
- [5] <http://www.ifremer.fr/rebent/> (cartes de suivi des couvertures de fucales)
- [6] Compte-rendu des réunions des experts benthologues au niveau national, en vue de la définition de la surveillance écologique dans le cadre de l'application de la Directive Cadre Eau pour les eaux côtières. 7-8 février 2005, Paris.
- [7] Fiche technique REBENT n°11 – Echantillonnage des macroalgues en Intertidal substrats durs. E. AR GALL, S. CONNAN, décembre 2004. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>).
- [8] B. Guillaumont, L. Callens & P. Dion, 1993. Spatial distribution and quantification of *Fucus* species and *Ascophyllum nodosum* beds in intertidal zones using spot imagery. *Hydrobiologia* 260/261 : 297-305.
- [9] PROGRAMME PROLITTORAL : Programme Régional & Interdépartemental de lutte contre les marées vertes en Bretagne. Année 2003. *Centre d'Etude et de Valorisation des Algues, Avril 2004*. 54pp.
- [10] S. Connan, 2004. Etude de la diversité spécifique des macroalgues de la Pointe de Bretagne et analyse des composés phénoliques des Phéophycées dominantes. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest. 299 pp.
- [11] J. Feldmann, 1954. Inventaire de la flore marine de Roscoff. Algues, Champignons, Lichens et Spermaphytes. Travaux de la Station Biologique de Roscoff, Suppl. 6. 152 pp.